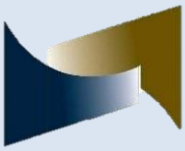
ISSN 1317-6781

Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

BOLETÍN 71

Palacio de las Academias

Abril-junio 2026
Caracas, Venezuela



Academia Nacional
de la Ingeniería y el Hábitat

ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT

BOLETÍN 71

Caracas, Venezuela

Palacio de las Academias, Av. Universidad, con esquina La Bolsa a San Francisco, Zona Postal 1012,
Caracas, Venezuela. Teléfono: +58 0414 378 44 41
Correos-e: boletinanih@gmail.com / acadingven@gmail.com / url: www.acading.org.ve

INDIVIDUOS DE NÚMERO:

Sillón I Roberto Úcar Navarro, Sillón II Oscar Grauer, Sillón III Manuel Torres Parra, Sillón IV Nagib Callaos, Sillón V José C. Ferrer González, Sillón VI Asdrúbal A. Romero Mújica, Sillón VII Eduardo Roche Lander, Sillón VIII José Grases Galofre, Sillón IX Daniel Alejandro Salcedo Rodríguez, Sillón X Gonzalo J. Morales Monasterios, Sillón XI Oladis Troconis de Rincón, Sillón XII Griselda Ferrara de Giner, Sillón XIII Luís Giusti, Sillón XIV Alfredo F. Cilento Sarli, Sillón XV Werner Corrales Leal, Sillón XVI Víctor R. Graterol Graterol, Sillón XVII Eduardo Buroz Castillo, Sillón XVIII Arnoldo José Gabaldón Berti, Sillón XIX Vacante, Sillón XX Arturo José Almandoz Marte, Sillón XXI Vladimir Yackovlev, Sillón XXII Alfredo Avella Guevara, Sillón XXIII Dario Alfredo Viloria Vera, Sillón XXIV Vacante, Sillón XXV Marianela Lafuente, Sillón XXVI Franco Urbani, Sillón XXVII José Ochoa Iturbe, Sillón XXVIII Joaquín Benítez Maal, Sillón XXIX Eli Saúl Puchi, Sillón XXX Carlos Genatios Sequera, Sillón XXXI Rafael Isidro Quevedo Camacho, Sillón XXXII Vacante, Sillón XXXIII José Luis López Sánchez, Sillón XXXIV Walter James Alcock, Sillón XXXV Oscar Andrés López Sánchez.

MIEMBROS CORRESPONDIENTES NACIONALES:

Jesús Arnaldo Viloria Rendón, Nelson Hernández, Noel Santiago Mariño Pardo, Diego José González Cruz, Julián Aguirre, Alejandro J. Müller Sánchez, Martín Essenfeld Yahr, Rafael Lairet Centeno, Jesús Augusto Gómez Medina, Carlos Francisco Espinosa Jiménez, Laszlo Sajo Bohus, Eduardo Páez-Pumar Hernández, Sergio Marín Ernst, Lorenzo González Casas, Loraine Mayrim Giraud Herrera, Wagdi Naime Yehia, Edgar José Jaimes Cárdenas, Luis Alfonso Sandia Rondón, Gustavo Enrique Nouel Borges, Inírida Rodríguez Millán, Jonás Arturo Montilva Calderón y José Lisandro Aguilar Castro.

MIEMBROS CORRESPONDIENTES EXTRANJEROS:

Jacky Lesage (Francia), Edilberto Guevara (Perú), Paolo Maragno (Italia) y José Manuel Martínez Cabrero (España)

MIEMBROS HONORARIOS:

José Ignacio Moreno León, Mariana Henrriette Staia, Mireya Rincón de Goldwasser, Marco Negrón, Genoveva Sequera de Genatios, María Julia Gilabert de Brito, Alfonso José Linares Angulo, Carlos Machado-Allison, Julio César Ohep Cardier, Román Mayorga, Germán Uzcátegui Briceño, Herbert Lynch Blackman, Oscar Olinto Camacho, Rafael Eduardo Dávila Cárdenas, Ramón Germán Monzón Salas, Daniel Quintini Alizo, Luis Enrique Franceschi Ayala, José Germán Pacheco Troconis, Francisco José Layrisse Ramírez, Francisco Pimentel Malaussena, Aurelio Useche Kislinger, Juan Bautista Font Tono, Frank Marcano Requena, Jorge Baralt Torrijos, Alonso José Romero Martínez, Antonio Colino Martínez, Carmelo Ecarri Henríquez, Sonia Cedres de Bello, Miguel Nucete Hübner, Yajaira Elena Freites Ochoa, Riad Bujana Saldivia, Raúl Jesús Estévez Laprea, José María de Viana del Barrio e Ildefonso Pla Sentis.

La Academia de la Ingeniería y el Hábitat, rinde tributo a los miembros de esta Corporación fallecidos que durante su meritoria vida hicieron importantes aportes al país y a la institución.

Individuos de Número en orden de sillones †: I Alberto Méndez Arocha, II Marcelo González Molina, IX Alfredo Guinand Baldó, XI Efraín Barberii, XII Guido Arnal, XIV Rafael Tudela, XV Alberto Urdaneta, XVII Claus Graf, XVIII Roberto Pérez Lecuna, Sillón XIX César Quintini Rosales, XX Luís Enrique Oberto González, XXII Heinz Henneberg, XXIII David Darío Brillembourg, Sillón XXIV Simón Lamar, XXV Julio Martí, XXVI Hugo Pérez La Salvia, XXVII Rodolfo Moleiro, XXVIII Rubén A. Caro, XXIX Rafael Suárez, XXX Héctor Hernández Carabaño, XXXI Tomás Sanabria, XXXI Mario Paparoni Micale, XXXII Armando Vegas Sánchez, XXXII Roberto César Callarotti, XXXIII Aníbal Martínez y XXXV Humberto Peñaloza.

Miembros Correspondientes †: Francisco J. Larrañaga, Julián Aguirre Pe. y William Allan Wulf.

Miembros Honorarios †: José Raúl Alegrett Ruiz, Miguel Asdrúbal Arcia Montezuma, Eduardo Arnal, Víctor Artís García, Pedro Pablo Azpúrua, Oscar Benedetti Pietri, Miguel Bocco, Teolinda Bolívar Barreto, Gonzalo Castro Fariñas, Roberto Centeno, Salomón Cohén Levy, Juan Antonio Comerma Gutiérrez, Diego Ferrer Fernández, Gustavo Ferrero Tamayo, Celso Fortoul, Graziano Gasparini, Arévalo Guzmán Reyes, Joaquín Lira–Olivares, Freddy Leal Pinto, Víctor Maldonado Michelena, Eduardo Mendoza Goiticoa, Santos Michelena Carcaño, Roger Nava, Alberto Olivares, Ignacio Rodríguez Iturbe, Gustavo Rivas Mijares, Rodolfo Tellería y Santiago Vera Izquierdo.

COMITÉ DIRECTIVO
José Ochoa Iturbe: Presidente, Joaquín Benítez Maal: Vicepresidente, Alfredo Avella Guevara: Secretario, Inírida Rodríguez Millán: Secretaria asistente. Franco Urbani Patat: Tesorero y Marianela Lafuente: Bibliotecaria.

COMISIÓN EDITORA
José Luis López: Presidente, Norly Belandria: Secretaria, Wagdi Naime: Editor Boletín, Franco Urbani, Rafael Isidro Quevedo Camacho, Alfonso Linares, Griselda Ferrara, Teresa Borges, Heriberto Echezuría, Jorge Baralt Torrijos, Juan Fernando Marrero, Edilberto Guevara, Cheryl Linarez, Frank Audemard y Yajaira Olivo.

CONSEJO ASESOR
Eduardo Buroz C., Manuel Torres Parra, Marianela Lafuente, José Ochoa, Rafael Dávila C., Patricia Ramos C., Miguel Padrón, Joaquín Benítez M., Belkis Echenique, José Manuel Martínez, Gonzalo Morales, Vivían Floríndez, Jesús Gómez, Gilberto Castreje, Alfredo Cilento S., José Alberto O., Orlando Marín C., Alfredo Avella G., Félix Arroyo, Julio César Ohep, Noel Mariño, Inírida Rodríguez, Oscar Grauer, Ricardo Cuberos, Jorge A. Martínez, Paolo Maragno, Asdrubal Romero, Carmelo Ecarri, Eduardo Páez Pumar y Rafael Lairet.

Diseño y Diagramación: Lic. Dilia Pestana
Depósito Legal: pp200103CA232
ISSN: 1317-6781

El *Boletín* está registrado en:

http://bdigital2.ula.ve/bdigital/index.php/colecciones/revencyt

Código RVB019

https://latindex.org/latindex/ficha/2513

Los números anteriores pueden descargarse en https://acading.org.ve/boletin-de-la-anih/

Caracas – Venezuela
Abril-julio, 2026

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de la República Bolivariana de Venezuela, hace constar que las publicaciones que propicia, se realizan respetando el derecho constitucional a la libre expresión del pensamiento y, manifiesta que no se hace solidaria del contenido de las obras o trabajos publicados, ni de las ideas y opiniones que en ellos se emitan, las cuales son de exclusiva responsabilidad de los autores.

El *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, ANIH, es una publicación trimestral de carácter científico y técnico dedicado a divulgar trabajos originales en la temática de la ingeniería, el hábitat y áreas afines, tanto de nivel nacional como internacional y es también un instrumento divulgativo de los asuntos oficiales de la institución.

Los interesados en publicar sus artículos deberán enviarlos al correo electrónico *boletinanih@gmail.com* siguiendo el formato de presentación indicado en las *Normas para los Autores*, que se publican al final de esta edición y también disponible en los siguientes enlaces, en español e inglés: https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/NORMAS_PARA_LOS_AUTORES_DE_ARTICULOS_PARA_EL_BOLETIN_DE_LA_ANIH.pdf https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/INSTRUCTIONS_FOR_THE_AUTHORS.pdf

Todos los artículos que se publican en el Boletín son previamente sometidos a la revisión por pares con base en las *Normas de Arbitraje* disponibles en el siguiente enlace: https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/NORMAS_PARA_EL_PROCESO_DE_ARBITRAJE-1.pdf

ÍNDICE

BOLETÍN 71 ANIH

Abril-junio 2026

- Editorial: Terremoto del 24 de junio de 2026, una tragedia que nos interpela como sociedad. *Wagdi Naime, Michael Schmitz, Oscar Andrés López, Marianela Lafuente, Franck Audemard y Alejandro Liñayo* 9
- Veinticinco años del boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat: memoria, pensamiento crítico y compromiso con el desarrollo de Venezuela (2001-2026). *Wagdi Naime* .. 15

PARTE I
CIENTÍFICO-TÉCNICA

ARTÍCULOS

- La astronomía en la Caracas del XIX: del techo a la colina Quintana. *Yajaira Freites* 174
- Las rocas que cayeron del cielo. El origen de la meteorítica. Ernst Florenz Chladni (1756-1827). *Jhonny Casas*.....190
- Índice Global de Contabilidad Anticipatoria (IGCA): Gobernabilidad, Sostenibilidad y Tecnología como Factores Claves de Anticipación. *Luis Gilberto Caraballo*.....199
- Francisco de Miranda (1750-1816) y sus estudios matemáticos en España durante el siglo de la ilustración. *Iván Baritto*.....214

NOTAS TÉCNICAS

- The students who saved the world: Project Icarus (1967). *Jhonny Casas*.....257

PARTE II
VIDA DE LA ACADEMIA

DISCURSOS DE ACTOS DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

- Incorporación del ingeniero Ildefonso Pla Sentís, como Miembro Honorario, ANIH.....265

OPINIONES O ENSAYOS DE ACADÉMICOS, COMISIONADOS E INVITADOS

- Descarbonización de procesos en la industria petrolera y petroquímica nacional (IPPN). Desafíos de la transición energética en la agenda 2050. *José Luis García Martínez Barrucci*.....277
- Aportes de la Ingeniería en el buen desempeño de los servicios públicos de Agua Potable y Saneamiento en Venezuela. *Carlos F. Espinosa Jiménez; Yajaira Olivo Carmona; Griselda Ferrara de Giner; Suher Carolina Yabroudi; Eduardo Buroz Castillo; Luis E. Mora Mora y Belkis Echenique Archiles.*.....330
- La paradoja de la inteligencia artificial: herramienta que mejora el estrés hídrico y a su vez consumidora insaciable de agua. *Griselda Ferrara de Giner.*.....363
- Venezuela en el punto de quiebre. Análisis geopolítico, humanitario y entrópico de una crisis civilizatoria. Estado fallido · Terremotos del 24 de junio de 2026-Diáspora -Sociedad civil-Washington. *Yalitza Ramos.* 370
- Nuevo marco regulatorio para el sector agrícola en materia fiscal y otro tipo de obligaciones. Conferencia del Dr. Gerardo Mendoza D. (Agrotributos CA). *Miguel Padrón (compilador).*.....379

PRONUNCIAMIENTOS, DECLARACIONES Y COMUNICACIONES DE LA ACADEMIA

- Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre la problemática del sistema hidráulico del Turimiquire 387
- Comunicado público disposición de apoyo técnico e institucional ante la Emergencia Sísmica Nacional 388
- Pronunciamiento conjunto de las Instituciones Académicas y Empresariales del Sector Construcción, Arquitectura, Infraestructura y Hábitat de Venezuela "Preservar la evidencia hoy es proteger la vida mañana" (sobre los sismos ocurridos en Venezuela el 24 de junio de 2026) 389
- Comunicado ANIH - Solicitud de apoyo profesional e institucional ante el terrible impacto humano, urbano, ambiental y económico del doble terremoto de gran magnitud ocurrido en Venezuela el 24 de junio de 2026, Comisión de Desarrollo Sustentable Local 390
- Comunicado ANIH - Recomendaciones y aspectos que ameritan atención urgente en el estado La Guaira, ante la grave situación generada por los sismos ocurridos en Venezuela el 24 de junio de 2026, Comisión de Desarrollo Sustentable Local 392

NOTICIAS E INFORMES DE EVENTOS AUSPICIADOS POR LA ANIH

- Patología de la construcción: una perspectiva basada en el rigor científico, el juicio experto y la experiencia iberoamericana (Trabajo elaborado como producto del foro desarrollado en la Comisión de Infraestructura de la ANIH). *Alfredo Urich, Carlos Rodríguez A., Gustavo Izaguirre, José Luis Beauperthuy, Liana Arrieta, Oladis Troconis, Riad Bujana, Rosa Malavé, Sergio Valle* 395
- El centro poblado de Los Pijiguaos como "tierra de encuentros", municipio Cedeño, estado Bolívar, Venezuela (Resumen de la conferencia auspiciada por la Comisión Interacadémica de Historia e Ingeniería (CIHI) y la Comisión de Historia de la Ingeniería (CHI) de la ANIH). *Noel Mariño Pardo* 446

RESÚMENES DE TRABAJOS PRESENTADOS EN EVENTOS EXTERNOS O REVISTAS POR ACADÉMICOS Y COMISIONADOS

- Correction of the compressibility curve and the oedometric modulus based on the effects of lateral ring-soil friction in the oedometric test. Wagdi *Naime, Duilio Marcial & Víctor Páez,* 448
- Geological models modifying the application of the term discontinuity and its importance in reducing costs in tunnel support. Wagdi *Naime, Roque García* 449
- Insights on Northeastern South America Tectonics from Local Event Tomography. *Mariano S. Arnaiz-Rodríguez, Noel Crasto, Ana Jaramillo, Iván Koulakov, Ana K. Sánchez-Gamboa, Franck Audemard, Carlos E. Reinoza & Michael Schmitz* 450
- Caribbean biodiversity shaped by subduction zone processes along the Lesser Antilles arch. *Leny Montheil, Douwe J. J. van Hinsbergen, Mélody Philippon, Lydian M. Boschman, Jean Jacques Cornée, Franck Audemard, Richard Wessels, Sylvie Leroy, Julissa Roncal & Philippe Münch* 451
- The active trace of Boconó fault, across Llano Corredor and Mucubají passes (Highlands of the Cordillera de Mérida, Venezuela): Tectonic landforms and implications. *Franck Audemard* 452
- Estudio de las deformaciones de la corteza derivadas de la geodinámica a partir de la Interferometría SAR (Synthetic Aperture Radar): aplicación a la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Gabriela Quintana Sánchez, Franck Audemard, Carlos Reinoza, Fikret Dogru & Leonardo Alvarado* 454

- Sismicidad de profundidad intermedia de la losa de subducción de las Antillas menores, próxima a la península de Paria, Venezuela. *Franck Audemard; Leonardo Alvarado; Mariano Arnaiz; Gloria Romero; Carlos E. Reinoza-Gómez; Alejandra I. Martínez-González; Ana Karina Sánchez-Gamboa; Jean Frédéric Lebrun; Luz María Rodríguez; José Antonio Rodríguez; Mélody Philippon; André Singer & Jorge González; Mariana Lotuffo* 455
- Gran Roque Island partly submerged by a 2500-year-old tsunami, Los Roques Archipelago, Venezuela Leeward Antilles Islands. *Franck Audemard, Carlos E. Reinoza Gómez, Jesús Rafael Padilla Vásquez, Melody Philippon, Gabriela Quintana Sánchez, Valerie Clouard, Jean Roger, Sirel Colón Useche, Alejandra Fabiola Leal Guzmán, José Alejandro Méndez Dot & Jean Frédéric Lebrun* 457
- Seismicity and active seismic structures in the Valle de la Trinidad, Baja California, Mexico. *Boris Rösler, Oscar Castro-Artola, Alejandra Martínez, Carlos E. Reinoza, Luis A. Yegres H., J. Antonio Vidal-Villegas, Franck Audemard.* 459

RECONOCIMIENTOS A ACADÉMICOS Y COMISIONADOS

- Acad. José Luis López (ANIH), M. Martín (ACFIMAN) y M. Lozada (ANH) reciben el Premio Francisco de Venanzi, que otorga el APIU, CDCH-UCV y ASOVAC, 2026..... 461

RESEÑAS

- Sesión Solemne de entrega del Premio Juan Manuel Cagigal y Premio Vicente Marcano, ediciones 2024
  - Reseña 464
  - Palabras de bienvenida por parte de la Directora de la Escuela de Ingeniería Civil UCAB. *Patricia Pereira*..... 465
  - Palabras de apertura por parte del presidente de la ANIH. *José Ochoa Iturbe*..... 466
  - Veredicto del premio Juan Manuel Cagigal..... 469
  - Palabras en representación de los galardonados Premio Juan Manuel Cagigal. *Hernán Laurentin* 471
  - Veredicto del premio Vicente Marcano..... 472
  - Palabras en representación de los galardonados Premio Vicente Marcano. *Wilver Contreras*..... 473
- Sesión solemne Rector Juan Agustín de la Torre con motivo del Mensaje Anual de la ANIH 2026
  - Reseña 478
  - Palabras de apertura por parte del presidente de la ANIH. *José Ochoa Iturbe*..... 479
  - Mensaje anual. *Jonás Arturo Montilva Calderón*..... 481
  - Discurso de orden. *Nargelith Gallardo*..... 482

NOTAS DE DUELO

- Dr. Francisco Javier Caricatto Masci, Sra. Victoria Domínguez de Ortiz, Sr. Roberto Gallardo Puerta, Ing. Fidel Salgueiro Pérez, Ing. Rubén Esculpi Widema y Sra. Maria Auxiliadora Cilento 486

****

- Normas para los autores de artículos para el Boletín de la ANIH 487
- Instructions to authors 488

****

SUPLEMENTOS ESPECIALES

- S1. Cuadernos de Desarrollo Sostenible. Vol. 1, N° 1, 2026. *Publicación digital de la Comisión de Desarrollo Sostenible Local de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat* 492

- S2. Catálogo de libros publicados por la ANIH en los últimos 5 años (período 2021-2025). *Comisión Editora de la ANIH* 534

- S3. Aportes de la Microzonificación Sísmica para la Mitigación del Riesgo Sísmico en Venezuela. Avances y Desafíos (Trabajo de Incorporación Académica). *Michael Schmitz* 544

- S4. Los terremotos del 24 de junio de 2026 en Venezuela: recopilación de mapas e información geocientífica. *Franco Urbani Patat.* 644

 https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/108

EDITORIAL – BOLETÍN N° 71

Terremoto del 24 de junio de 2026, una tragedia que nos interpela como sociedad

El Boletín N° 71, que conmemora el XXV aniversario de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, debía ser un número de celebración. Debía ser el testimonio de un cuarto de siglo de pensamiento, memoria y compromiso con el desarrollo de Venezuela. Sin embargo, la historia quiso que este número llegara a las manos de los lectores pocos días después del terremoto más devastador que haya sacudido a nuestro país en más de un siglo, una tragedia que ha dejado una huella imborrable en la memoria colectiva de la nación.

El 24 de junio de 2026, día de la celebración de la Batalla de Carabobo, el territorio venezolano fue sacudido por un doblete sísmico de magnitud excepcional que cambió para siempre el rostro del Litoral Central y de la ciudad de Caracas. Este evento, que el Dr. Franck A. Audemard M. describe como un sismo de magnitud Mw 7,5 que se inició con dos rupturas consecutivas de la falla de Boconó con 40 segundos de diferencia, generó una fractura de más de 200 kilómetros de longitud a lo largo de la falla de San Sebastián, la cual separa las placas del Caribe y de Sudamérica, frente a las costas de Catia La Mar. La magnitud del evento, la cercanía de la ruptura a centros poblados y la acumulación de vulnerabilidades estructurales y sociales a lo largo de décadas se combinaron para producir una tragedia de proporciones colosales.

Las cifras oficiales, actualizadas al cierre de esta edición, son estremecedoras: 5.398 fallecidos, una cifra que crece día a día a medida que prosiguen las labores de rescate, 190 edificios colapsados, 856 edificios afectados y decenas de miles de personas que han perdido su hogar ¿Cuántos desaparecidos? A estas cifras se suman los centenares de edificaciones afectadas en toda el área metropolitana de Caracas y otras áreas del País.

Para comprender la magnitud de esta tragedia y trazar el camino hacia una reconstrucción segura y sostenible, hemos solicitado la opinión de cinco destacados expertos, cuyas visiones se presentan a continuación.

Michael Schmitz, Ph.D.

Terremoto de La Guaira 24 de junio 2026 – importantes efectos de sitio

El devastador terremoto de La Guaira del 24 de junio de 2026 se inició como dos rupturas de la falla de Boconó con 40 segundos de diferencia, lo que generó una ruptura de más de 200 km de longitud de la falla San Sebastián, que separa las placas del Caribe y de Sudamérica, generando el terremoto de magnitud Mw 7,5 frente a las costas al oeste de Catia La Mar. Los devastadores daños que afectaron más de 50 mil edificios, de los cuales más de 300 colapsaron con las respectivas cifras de personas fallecidas, se localizan sobre todo en el cono de deyección de Caraballeda, así como en Catia La Mar. El colapso de estructuras ocurre generalmente cuando coinciden varios factores, como lo son aceleraciones muy elevadas, efectos de sitio o efectos inducidos y vulnerabilidades estructurales. Los efectos de sitio se desarrollan por ejemplo en cuencas sedimentarias, donde las ondas sísmicas cambian su contenido frecuencial hacia frecuencias más bajas (que afectan edificios de mediana a gran altura) y a la vez aumentan drásticamente en amplitud en este rango de frecuencias. En Caraballeda se realizaron mediciones sísmicas que permitieron determinar un espesor de sedimentos de 400 m. En Catia La Mar y Playa Grande no se dispone de datos detallados, pero hay indicios para espesores sedimentarios considerables; además debe modelarse el efecto de las cuencas abiertas al mar. Otro fenómeno que contribuyó considerablemente al colapso de edificios fue el fenómeno de licuación del suelo. Para la reconstrucción de La Guaira será de vital importancia la evaluación de las condiciones del subsuelo, que se realiza en el marco de estudios de microzonificación sísmica, y que inciden en el desarrollo de espectros de diseño ajustados a las variaciones que se dan de manera muy brusca por las diferentes quebradas que bajan de la montaña de El Ávila con 2 km de altura a menos de 10 km de la costa. Estos resultados deben incluirse en una gestión integral del riesgo, considerando el riesgo sísmico y de deslaves, como base para la planificación de la reconstrucción. Un estudio de microzonificación sísmica de La Guaira sería el fundamento de esta planificación.

En Caracas, ubicado al sur del Ávila con una distancia de 10-20 km del sistema de fallas de San Sebastián, se evidenciaron importantes efectos de cuenca en la zona de Los Palos Grandes y San Bernardino durante el anterior terremoto del año 1967. Durante el estudio de microzonificación sísmica, que finalizó en el año 2010, se mapearon las profundidades de las cuencas, así como la variación del suelo somero (Vs30). Los resultados fueron plasmados en ordenanzas municipales que norman la construcción y evaluación estructural. A raíz del terremoto del 24 de junio hubo colapsos de varios edificios y amplios daños, mayores a los de 1967, en las cuencas con depósitos profundos de sedimentos en Caracas. Deberá actualizarse la microzonificación sísmica de Caracas con nuevas metodologías para ser utilizado en el reforzamiento de las estructuras dañadas.

Oscar Andrés López, Ph.D.

Notas sobre el Terremoto del 24 de junio de 2026

El Terremoto y el Movimiento Vibratorio

Es uno de los mayores desastres que han afectado a Caracas y a La Guaira en su historia. Desde hace 126 años no ocurría un evento de ese gran tamaño. Recordando los terremotos

que han causado destrucción en Caracas en los últimos tres siglos, son: El de 1812, al cual se le asigna una magnitud de 7,5, el de 1900 se midió en 7,7, el de 1967 fue de 6,6 y el mayor del 2026 tuvo 7,5. En término medio pudiéramos decir que ocurre un evento destructor afectando a Caracas cada 71 años.

Además de la magnitud del terremoto, lo que causa daños es la distancia a la cual está el sitio de interés de la falla que se rompe. Aun cuando la ruptura se inició en la Falla de Boconó a unos 200 km de distancia, la mayor longitud de falla que se fracturó, fue la de San Sebastián que está justo al lado y debajo de las poblaciones del Estado La Guaira. Estando Caracas a unos 14 km de la ruptura, el movimiento vibratorio llegó atenuado, de menor amplitud. La severidad del movimiento vibratorio se expresa por la aceleración del terreno. Una evaluación preliminar (pendiente del informe oficial) de los registros obtenidos por FUNVISIS en Caracas, indican una aceleración horizontal máxima de 0,24 g en las zonas de roca o terreno firme, siendo g la aceleración de gravedad igual a 9,8 m/s^2. La media de los cuatro registros en Caracas indica una aceleración Norte-Sur que es prácticamente igual a la Este-Oste. La aceleración máxima en la dirección vertical, es aproximadamente 0,80 veces la horizontal, en término medio.

Los valores de aceleración registrados en Caracas son algo menores a los especificados en la Norma COVENIN 1756-1:2019, que se promulgó oficialmente en el año 2021, la cual tiene una aceleración en terreno firme de aproximadamente 0,27 g para el diseño de edificaciones comunes. No se obtuvo un registro en la zona de gran profundidad de sedimentos donde se concentraron los mayores daños (Los Palos Grandes-Altamira, San Bernardino). No se obtuvieron registros de aceleraciones en el Estado La Guaira, pero una estimación usando la base de datos mundiales aplicada a las mismas condiciones de tipo de fractura (transcurrente) magnitud y distancia al plano de falla, indican valores posiblemente en el orden 0,50 g a 0,60 g en terreno firme, con amplificaciones en períodos largos afectando principalmente los edificios altos en la zona de sedimentos profundos de Caraballeda. Estos son valores aproximadamente el doble de los especificados en la Norma para edificaciones comunes. Pero debe destacarse que los criterios de diseño de la Norma suministran a la edificación una resistencia adicional para soportar movimientos sísmicos superiores al sismo de diseño. Sin embargo, por la cercanía a la falla, es posible que se hayan presentado pulsos de gran duración que causan grandes daños en las estructuras.

La amplificación del movimiento que ocurre en los sitios de sedimentos profundos, no ocurre en los sitios rocosos propios de las laderas en los cerros y colinas alrededor de la ciudad, lo cual permite entender la ocurrencia de pocos daños en las viviendas populares y en las viviendas formales de Caracas.

Daños y Acciones en Curso y Futuras

Más de un centenar de edificios se derrumbaron, principalmente en el Estado La Guaira y en buena medida parecen corresponder la mayoría a edificios de mediana altura con pórticos de concreto armado, los edificios con muros estructurales mostraron mejor desempeño al igual que las casas. La información oficial al 17 de julio señala 5.069 fallecidos, 190 edificios colapsados, 856 edificios afectados y 17.907 personas sin vivienda.

La tarea prioritaria inicial ha sido la de inspeccionar edificios dañados y decidir si son habitables o no. Esta tarea está siendo hecha por equipos de ingenieros de diversas instituciones que asistieron al Taller de Inspección Rápida de Estructuras dictado en el IMME de la Facultad de Ingeniería de la UCV. Las inspecciones tienen como finalidad asignar una etiqueta, que puede ser Verde (Habitable), Amarilla (Habitable con restricciones) o Roja (No Habitable), y son coordinadas por la Comisión Presidencial para la Evaluación de la Habitabilidad de Viviendas, la cual fue constituida luego del terremoto. Hasta el día de hoy (17 de julio) se han inspeccionado 11.855 edificaciones en Caracas y La Guaira, encontrándose un 53% Verde, 22% Amarillo y 25% Rojo.

La siguiente Fase en este proceso de evaluación es reparar la edificación con Etiqueta Amarilla o Roja, exceptuando aquellas que se decidan demoler, para restituir a los elementos estructurales la capacidad que tenían antes del terremoto, a fin de asignar una habitabilidad temporal, de manera de que las personas puedan volver a ocupar sus viviendas, antes de ir al reforzamiento estructural que conlleva un tiempo mayor de estudios, proyecto y construcción para asignar la habitabilidad permanente. Para ello se están desarrollando manuales de reparación de estructuras por parte del Comité Técnico Asesor de la Comisión Presidencial a fin de entrenar a los ingenieros estructurales en estas técnicas mediante el dictado de talleres por especialistas nacionales e internacionales en el IMME de la Facultad de Ingeniería de la UCV.

Este terremoto marcará un antes y después en el país. Se están iniciando numerosos estudios para conocer la razón del colapso de tantas edificaciones, para promover edificaciones más fuertes a base de muros estructurales, para reforzar edificaciones antiguas, para revisar y adecuar la norma sísmica y para mejorar nuestra cultura sismorresistente.

Marianela Lafuente, Ph.D.

Sobre el Terremoto del 24 de junio

El sismo del 24 de junio tuvo un impacto devastador, producto de factores que actuaron en conjunto. El primero fue la excepcionalidad del evento: un doblete sísmico de gran magnitud, extremadamente infrecuente en Venezuela. Su único paralelo histórico es el sismo de 1812, que destruyó gran parte del país. Este tipo de fenómeno escapa por completo del control humano.

Las demás causas sí pueden reducirse mediante prevención y planificación. Entre ellas destacan los efectos de sitio, responsables de amplificar el movimiento sísmico en suelos blandos y sedimentos profundos. En Caracas y el Litoral Central, estas capas alcanzan entre 180 y 450 metros, generando vibraciones prolongadas, licuefacción y deformaciones laterales del terreno. El desastre evidenció la urgencia de incorporar de manera efectiva los criterios geotécnicos y sísmicos en la planificación urbana.

Otra causa determinante fue la vulnerabilidad estructural acumulada. Muchas edificaciones no cumplían normas modernas de seguridad; otras sufrían corrosión, materiales deficientes, columnas cortas, pisos blandos o ausencia de diseño sísmico para elementos no estructurales. Estas debilidades se agravaron en construcciones levantadas sobre rellenos marginales y arenas saturadas, donde los efectos de sitio intensificaron los daños. La falta de control de calidad, mantenimiento de las edificaciones y cumplimiento normativo probablemente incidió en numerosos colapsos.

La tragedia también expuso fallas institucionales en la gestión del riesgo: coordinación insuficiente, comunicación deficiente y ausencia de planificación territorial. Estas debilidades ya habían sido advertidas tras el desastre de Vargas de 1999. En respuesta a aquella experiencia se promulgó la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos (2009), que introdujo el concepto de riesgo construido y creó el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos. La ley establece obligaciones de microzonificación, estudios de vulnerabilidad, normas técnicas actualizadas, educación en riesgo y sistemas de alerta temprana. Su aplicación plena es indispensable.

A pesar de todo, Venezuela cuenta con fortalezas suficientes para aumentar su resiliencia. La ingeniería nacional posee capacidades para liderar la reconstrucción, actualizar normas, mejorar la calidad constructiva y consolidar una cultura de prevención. Si instituciones, universidades, organismos técnicos y comunidades actúan dentro del marco de la ley, esta tragedia puede convertirse en un punto de inflexión hacia un país más seguro, sostenible y preparado para enfrentar futuros eventos.

Franck A. Audemard, Ph.D.

Mi vivencia personal, en familia, del sismo de la celebración del día de la Batalla de Carabobo en el año 2026: percepciones de un estudioso de los terremotos del pasado

En el día feriado de celebración de la Batalla de Carabobo, fecha patria que sella la independencia definitiva de Venezuela de la madre patria España, y en medio del desarrollo de la Copa Mundial de Fútbol del año 2026, me prestaba a disfrutar del juego de primera fase Escocia-Brasil -soy muy fanático del deporte rey, pero confieso que finalmente totalmente asqueado de los manejos mercantilistas de la FIFA de Infantino, patéticamente evidentes en el desarrollo de esta copa-, pautado para las 18 h HLV. Me encontraba relajado, cómodamente tendido en cama, con la cabeza reposada en mi salchichón, y el teléfono celular posado en mi barriga, cuando sentí 2 golpes consecutivos impulsivos hacia arriba, cortos y secos, provenientes de debajo de la cama, a pocos minutos de dado el pitazo inicial de la confronta. ¡Había ya entendido que se refería a un sismo! El tiempo de parar el torso, girar sentado en la cama, enfilar las sandalias, pararme y hacer un par de pasos hasta el umbral de nuestra sala, en nuestro apartamento aporticado en todas direcciones de un piso 2 en la urbanización El Llanito, en una edificación de 7 pisos asentada en afloramiento de rocas metamórficas típicas de las faldas sur del mal llamado valle (depresión tectónica) de Caracas, que ya había ampliamente superado con creces de vencedor el nefasto sismo antecesor del 29 de julio de 1967, se inició un fortísimo "jamaqueo" en dirección preferencial norte-sur. ¡Sólo había transcurrido entre 3 y 4 segundos entre ambos tipos de ondas, cuando grité en la entrada de la sala "Está temmmmmmmb…….ooooo". En el mesón del comedor, frente a mí, reposaba una jarra de agua transparente a medio llenar…… ¡Varías oscilaciones de un micro-seiche se desarrollaron ante mis ojos, siguiendo burdamente esa orientación norte-sur! Este fuerte bamboleo, he estimado que duró al menos 10-12 segundos, los que parcialmente transcurrieron mientras descendíamos la familia en fila india por la caja de escalera los 2 pisos que no separaban del aire libre, de la libertad, de la vida, del espacio abierto de nuestro estacionamiento y de nuestra calle empinada en la urbanización caraqueña del este con más ridículo nombre -El Llanito-. El sismo nos llevó como porfiado camino abajo, rebotando de pared a pared dentro de la caja de escalera. Llegado al estacionamiento, me sorprendí que más de la mitad de los vecinos de nuestro edificio ya estaban allí, como urracas parlanchinas y manada de borregos asustados por haber visto al lobo…… Luego, me enteré que Android cuenta con una aplicación propia de ese modelo de teléfono celular que emite una alarma sísmica para todo sismo mayor a M5,0.

Habiendo afortunadamente descendido con mi celular en las manos, y con aún contar con señal de internet en la calle, al frente del edificio, empecé a buscar información en redes, en internet, sobre este gigantesco remezón, que aún después de una media hora, me seguía manteniendo mareado. El primer reporté que hallé era del portal USGS, que ubicaba el sismo en Golfo Triste, en mar abierto….. Quedé estupefacto, porque cuando descendía por las escaleras minutos antes, iba pensando "¡¡Nos alcanzó el Mw 6.0+ de cada 60-70 años de recurrencia de la región central del país!!"….. Pero NO, los americanos lo ubicaban en el centro-oeste del país.

Luego de esperar y recuperar suficiente sosiego para regresar a nuestro segundo piso, subimos. Para mi sorpresa, mi esposa regularmente guarda el agua del lavado del arroz para a posteriori regar nuestras plantas ornamentales del balcón; y tal envase (ponchera plástica) había registrado el vaivén del agua pegajosa de arroz…. ¡Sorpresa! Confirmaba ese movimiento oscilatorio de dirección entre norte-sur y NNE-SSW con que las ondas S nos habían hecho bailar un par de horas antes.

Algo más de tres semanas después del sismo de fecha patria o festiva, a manera similar a su "hermano mayor" de 1812 -ocurrido en un Jueves Santo de marzo de ese año-, al cual se parece mucho pero sin ser igual, ahora estoy convencido que el centroide de momento (máxima liberación energética elástica por medio del sismo Mw 7,5) de este devastador sismo en el estado La Guaira (antiguo estado Vargas) está al NW de cerro Machado (Maiquetía), sobre la falla de San Sebastián, al norte de Oricao o por ahí, mientras la ruptura se inició bajo tierras yaracuyanas, al ENE de San Felipe, con nucleación (iniciación de la ruptura) en la falla de Boconó (Boc-E) con el sismo de Mw 7,2, que arrancó 40 segundos antes y a unos 120-130 km más oeste, considerando una velocidad de propagación de la ruptura del orden de 3 km/s. Esta ruptura de más de 180 km, ha producido mucho daño por relajación lateral (lateral spread), licuación de suelos y efectos de amplificación de ondas (resonancia sísmica) en materiales geológicos blandos, poco a no consolidados y no confinados, como consecuencia de una fuerte directividad hacia el este de la energía liberada y apilamiento de la energía liberada al frente de la propagación, como "manguera de bombero".

Alejandro Liñayo, Ph.D.

Sismos, ciencia y negligencia: ¿Aprenderemos ahora la lección?

El terremoto del pasado 24 de junio ha dejado en evidencia, de la manera más dolorosa posible, la inmensa cantidad de profundas vulnerabilidades que la sociedad venezolana ha acumulado a lo largo del último medio siglo. Unas vulnerabilidades que van mucho más allá de garantizar formas sostenibles de gestionar y ocupar nuestro territorio, de construir infraestructuras sismorresistentes y/o de contar con capacidades sociales e institucionales mínimamente eficientes de preparación y actuación en casos de desastres.

Este terremoto, deja además una profunda sensación de vértigo entre quienes durante las últimas décadas nos dedicamos a promover la caracterización, la educación y la divulgación de información tanto sobre nuestros niveles de riesgo sísmico, como sobre el tipo de esfuerzos que ante el mismo debieron hacerse a fin de reducir la factura que tendríamos que pagar cuando llegara nuestro próximo gran terremoto. Hoy evidenciamos como ese gran terremoto que esperábamos se ha hecho presente, y vemos con tristeza que la factura a pagar es de las más altas que en algún momento estimamos. Ha quedado claro que todo aquello que la ciencia – y muy particularmente la ingeniería - advertía que pudiera ocurrir si no hacíamos lo correcto, ha ocurrido.

En un momento como este es justo decir que los esfuerzos que han sido desarrollados por el sector científico académico en Venezuela a fin de caracterizar y proponer soluciones para reducir el riesgo sísmico de distintas zonas del país no solo destacan por su rigurosidad. Muchos de estos esfuerzos fueron también acompañados de infinidad de iniciativas empeñadas en promover que sus resultados llegaran a espacios de poder y con la capacidad de convertir ese conocimiento en políticas públicas Penosamente resulta muy doloroso reconocer entre tantos escombros lo ineficiente que fue todo aquello.

En lo personal, la vida me llevó a liderar, apoyar y promover muchas de estas iniciativas. En ese sentido apoyamos la existencia de marcos legales innovadores como la Ley de Gestión de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos y la Ley de Protección Civil y Administración de Desastres, ambas vigentes pero cuyo nivel de incumplimiento resulta sencillamente abrumador. Esfuerzos normativos similares llegamos a promover desde mediados de los años 80s y que permitieron la aprobación de gran cantidad de ordenanzas, decretos, etcétera, que penosamente nunca fueron acabados ni respetados y que siempre terminaron siendo letra muerta.

Un ejemplo concreto de lo anterior y que no he dejado de recordar estos últimos días fue la inmensa vergüenza que viví como único venezolano que formó parte del staff de expertos internacionales que la Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA convocó a principio de este siglo para desarrollar el Plan Maestro para la Prevención de Desastres del área metropolitana de Caracas. Recuerdo claramente que en una de las presentaciones centrales que se hizo (2004) de aquel estudio a altas autoridades de la capital caraqueña, el entonces alcalde metropolitano, Sr. Juan Barreto, no solo demostró su absoluto desinterés por lo que allí le fue planteado, sino que además llegó a burlarse al escuchar los montos de inversión que fueron estimados como necesarios para mitigar los riesgos sísmicos y de aludes torrenciales que se identificaron para la capital del país. Recuerdo que tras aquel encuentro recuerdo haber pedido perdón al grupo de expertos japoneses con quien tuve el honor de trabajar y de aclararles que no todos los venezolanos somos así y ante lo cual me contestaron "no se preocupe profesor, eso lo sabemos".

Lastimosamente, lo que ocurrió ya ocurrió, y en este momento tenemos el deber ineludible de entender las causas de tanta destrucción y de lo que ante ello debemos hacer. Los temas que en este sentido emergen apabullan por su magnitud y complejidad; sin embargo, identifico como un imperativo en este momento el garantizar un riguroso despliegue de parte de lo mejor de la ingeniería estructural de nuestro país, que nos permita entender por qué colapsaron tantas edificaciones. Es urgente en este sentido identificar – particularmente en aquellas edificaciones colapsadas y que fueron construidas luego de la aprobación de la norma sismorresistente 1756:2001 – si sus colapsos obedecieron a la insuficiencia de dicha norma, o si lo ocurrido obedeció al incumplimiento de lo que en ella se establece y a los entramados de corrupción y mala praxis que alrededor de ello pudieran identificarse.

El esfuerzo de investigación que desde la ingeniería forense debe garantizarse hoy debe tener una orientación mucho más preventiva/correctiva que punitiva (sin que esto implique que de la misma no se señalen las responsabilidades que fuesen necesarias), y para que esto sea posible es imprescindible que se preserve la evidencia que aún existe entre los escombros de las edificaciones que colapsaron.

En este sentido resulta absolutamente pertinente el llamado que ha hecho recientemente la Cámara Venezolana de la Construcción, La Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, el Colegio de Arquitectos de Venezuela y la Comisión de Infraestructura, vivienda y Hábitat de FEDECAMARAS con el fin de garantizar la preservación de estas evidencias, evitando la demolición de edificios o remoción de escombros sin que estos sean previamente estudiados.

Penosamente, también es significativo el hecho de que, por razones que desconocemos, un llamado tan sensato como el anterior no fuese suscrito por el Colegio de Ingenieros de Venezuela. Un hecho que inevitablemente invita a recordar aquella frase de Hiran Jhonson que sostiene que "En todo escenario de confrontación o de guerra, la primera baja que se registra siempre será la verdad". Una máxima que recoge una de las razones de fondo de la inmensa debacle venezolana de este siglo. Una debacle que ha propiciado que erróneamente se pueda creer que existe una ciencia o una ingeniería "revolucionaria" y otra de "derecha", y que tenemos la potestad de escoger la que más nos gusta.

Penosamente este dogmatismo esquizoide y enfermizo que nos ha invadido las últimas dos décadas, nos ha impedido entender los enormes problemas que tenemos que enfrentar para salir adelante como sociedad, y nos ha imposibilitado actuar en la corrección de las inmensas vulnerabilidades que hoy por hoy nos caracterizan.

Ya veremos si la durísima terapia de shock que representa está enorme calamidad que acabamos de vivir nos permite superar los dogmatismos inútiles que aún imperan y de los que ya es hora de que logremos deslastrarnos.

Los testimonios de estos cinco expertos convergen en un diagnóstico desgarrador: el terremoto del 24 de junio no fue un evento inevitable e imprevisible, sino la consecuencia de una acumulación de factores de vulnerabilidad que se fueron gestando a lo largo de décadas. La tragedia humana que hemos presenciado no puede ser atribuida únicamente a la fuerza de la naturaleza. Detrás de cada edificio colapsado, de cada vida perdida, hay una historia de incumplimiento de normas, de debilidades institucionales, de falta de mantenimiento y de una planificación urbana que ignoró sistemáticamente las advertencias de la ciencia y la ingeniería.

En los días posteriores al terremoto, la observación directa de las zonas más afectadas ha permitido constatar, punto por punto, las observaciones de estos expertos. Se han identificado edificaciones de construcción reciente, erigidas después de los trágicos deslaves de 1999 en La Guaira, que colapsaron, mientras que estructuras que cumplían con criterios sismorresistentes adecuados presentaron un desempeño notablemente superior. Se han documentado evidencias claras de licuación de suelos en diversos sectores del litoral, así como agrietamientos en zonas de depósitos blandos o sueltos, con amplias áreas de agrietamientos y fallas del terreno mediante la manifestación de extensión lateral (lateral spreading) en la infraestructura vial y patios y zonas de grandes infraestructuras de transporte como lo son el aeropuerto internacional de Maiquetía y el puerto de La Guaira. La intensidad de la energía liberada por el sismo fue extraordinaria, por lo que no es posible atribuir cada colapso a una única causa. Sin embargo, resulta ineludible preguntarse si las deficiencias en los controles de calidad, la ausencia de mecanismos efectivos de supervisión y la falta de aplicación rigurosa de las normas jugaron un papel determinante en la magnitud de esta catástrofe. La investigación de ingeniería forense que se avecina deberá esclarecer estos aspectos con el rigor científico que la situación demanda.

Uno de los aspectos más preocupantes en la etapa actual es la necesidad impostergable de preservar las evidencias físicas que reposan entre los escombros de las edificaciones colapsadas. La información contenida en los restos de las estructuras —el tipo de fallas, la calidad de los materiales, las características de los refuerzos, los detalles constructivos— constituye un registro invaluable para comprender los mecanismos de colapso y extraer lecciones que permitan prevenir futuras tragedias. Cada día que transcurre sin un adecuado registro y preservación de estas evidencias implica una pérdida irreparable de conocimiento. Es por ello que resulta absolutamente pertinente el llamado que ha hecho recientemente la Cámara Venezolana de la Construcción, la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, el Colegio de Arquitectos de Venezuela y la Comisión de Infraestructura, Vivienda y Hábitat de FEDECAMARAS con el fin de garantizar la preservación de estas evidencias, evitando la demolición de edificios o la remoción de escombros sin que estos sean previamente estudiados por equipos técnicos especializados.

Lo más impactante, sin embargo, ha sido la dimensión humana de esta catástrofe. El contacto con familiares desesperados, removiendo escombros con sus propias manos en busca de sus seres queridos, es una imagen que quedará grabada para siempre en la memoria de quienes la presenciaron. En la mayoría de los casos, ya no había esperanza, solo el deseo de poder darles sepultura. Miles de historias se han perdido en cada uno de los edificios derrumbados. Millares de proyectos de vida, de sueños, de familias enteras, han sido arrasados en cuestión de segundos. La fractura social que este evento ha causado es tan profunda como las grietas que ahora recorren las calles de nuestras ciudades.

En este contexto, la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat no puede permanecer indiferente. Es nuestro deber, como institución, exigir una investigación rigurosa, independiente y transparente de las causas del desastre, tal como lo han solicitado las principales organizaciones gremiales del país. Es nuestro deber, también, contribuir con nuestro conocimiento técnico a la tarea de la reconstrucción, asegurándonos de que esta se haga sobre bases sólidas, con criterios sismorresistentes actualizados y con una

planificación territorial que priorice la seguridad de la vida humana por encima de cualquier otro interés.

Por todo ello, hemos decidido dedicar un número especial del Boletín, en las próximas semanas, a analizar en profundidad el terremoto del 24 de junio desde todas sus perspectivas: la geológica, la estructural, la geotécnica, la urbana, la social y la humana. Este número aniversario, que debía ser una celebración, se convierte ahora en un llamado a la reflexión y a la acción. Que el dolor de esta tragedia no sea en vano. Que el sacrificio de quienes perdieron la vida nos sirva para construir un país más seguro, más justo y más preparado para enfrentar los desafíos del futuro.

Wagdi Naime Yehia (Editor)
Michael Schmitz
Oscar Andrés López
Marianela Lafuente
Franck Audemard
Alejandro Liñayo

Caracas, julio de 2026

https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/109

VEINTICINCO AÑOS DEL BOLETÍN DE LA ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT: MEMORIA, PENSAMIENTO CRÍTICO Y COMPROMISO CON EL DESARROLLO DE VENEZUELA (2001-2026)

Wagdi NAIME YEHIA

RESUMEN

El presente trabajo conmemora el XXV aniversario del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), publicación que desde su fundación en junio de 2001 se ha erigido como órgano oficial de difusión del pensamiento técnico, la investigación, la memoria histórica y la orientación doctrinaria de la institución. A lo largo de 70 números y 25 años de publicación ininterrumpida, el Boletín ha transitado desde una periodicidad semestral hasta consolidarse como una revista trimestral de carácter científico-tecnológico, reconocida por su riguroso sistema de arbitraje doble ciego y su inclusión en los índices Revencyt y Latindex. El trabajo ofrece una visión integral de esta trayectoria, abordando el origen y fundamentos de la publicación, su evolución editorial a través de las distintas etapas y editores que la han dirigido, y una síntesis detallada de los 478 trabajos publicados, en los cuales han participado 214 autores y coautores. La extraordinaria variedad de áreas temáticas abarcadas, que incluyen la historia de la ingeniería y la tecnología, la geología y la minería, los recursos hídricos, el transporte y la vialidad, la ingeniería estructural, el urbanismo y la vivienda, la agricultura y la seguridad alimentaria, la energía y la política energética, el ambiente y el desarrollo sostenible, la gestión del riesgo de desastres, la educación en ingeniería y la ética profesional, ha sido organizada en quince grandes ejes temáticos que permiten comprender la estructura y el alcance de la producción académica del Boletín. Asimismo, se recogen las sesenta declaraciones y pronunciamientos institucionales publicados en el Boletín, que reflejan el papel de la ANIH como "conciencia crítica" de la nación ante los grandes desafíos nacionales. El trabajo constituye no solo una síntesis de la historia del Boletín, sino también un registro de la actividad y el pensamiento de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat desde su fundación, ofreciendo un testimonio del compromiso de esta institución con el desarrollo de Venezuela a través del conocimiento, la memoria y la palabra.

ABSTRACT

Twenty-five years of the bulletin of the National Academy of Engineering and Habitat: memory, critical thinking, and commitment to the development of Venezuela (2001-2026)

This work commemorates the XXV anniversary of the Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), a publication that since its founding in June 2001 has served as the official vehicle for disseminating technical thought, research, historical memory, and doctrinal guidance of the institution. Throughout 70 issues and 25 years of uninterrupted publication, the Boletín has evolved from a semestrial periodicity to become a quarterly scientific-technological journal, recognized for its rigorous double-blind peer review system and its inclusion in the Revencyt and Latindex indices. The work offers a comprehensive overview of this trajectory, addressing the origin and foundations of the publication, its editorial evolution through the different stages and editors who have directed it, and a detailed synthesis of the 478 works published, in which 214 authors and co-authors have participated. The extraordinary variety of thematic areas covered—including the history of engineering and technology, geology and mining, water resources, transportation and road infrastructure, structural engineering, urban planning and housing, agriculture and food security, energy and energy policy, environment and sustainable development, disaster risk management, engineering education, and professional ethics—has been organized into fifteen major thematic axes that allow for an understanding of the structure and scope of the Boletín's academic production. Likewise, the sixty institutional declarations and pronouncements published in the Boletín are compiled, reflecting the role of the ANIH as a "critical conscience" of the nation in the face of major national challenges. The work constitutes not only a synthesis of the Boletín's history but also a record of the activity and thought of the Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat since its foundation, offering testimony to the institution's commitment to the development of Venezuela through knowledge, memory, and discourse.

Palabras clave: Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), boletín ANIH, historia de la ingeniería en Venezuela, ingeniería venezolana, formación en ingeniería.

Keywords: National Academy of Engineering and Habitat (ANIH), ANIH bulletin, history of engineering in Venezuela, Venezuelan engineering, engineering education.

Contenido

Resumen 15
Abstract 15
Contenido 16
Índice de tablas 16
Introducción 16
1. Origen y fundamentos del boletín 17
2. Evolución y consolidación del boletín (2001-2026) 18
2.1. Síntesis cronológica de los 70 números 18
2.2. Los editores del Boletín: Continuidad y Compromiso 27
2.3. Periodicidad y crecimiento institucional 28
2.4. Resumen de contenidos por número 28
3. Riqueza y diversidad temática del boletín 54
3.1. Síntesis analítica de trabajos 54
3.2. Clasificación por grandes ejes temáticos 124
3.3. Resumen de trabajos agrupados por ejes temáticos 125
3.4. Producción por autores 143
4. La Voz Institucional de la ANIH: Declaraciones y Pronunciamientos como Expresión de Conciencia Nacional 163
5. Comentarios Finales 170

Índice de tablas

Tabla 1. Síntesis cronológica de los Boletines de la ANIH (2001-2026) 18
Tabla 2. Resumen de boletines editados por cada presidente de la Comisión Editora o editor jefe 27
Tabla 3. Número de trabajos por eje temático 124
Tabla 4. Autores y número y títulos de trabajos publicados 143

Introducción

La conmemoración de un cuarto de siglo de publicación ininterrumpida del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) constituye, sin lugar a dudas, un hito de profunda significación para nuestra institución y para el devenir del pensamiento técnico y humanístico en Venezuela. Este volumen aniversario no es una mera recopilación de textos dispersos en el tiempo, sino el testimonio vivo de un proyecto editorial que, desde su fundación en 2001, se ha erigido como un faro indeleble de orientación doctrinaria y un repositorio esencial de la memoria histórica y la innovación tecnológica de la nación.

El Boletín nació con un propósito claro y trascendente: ser el puente entre el conocimiento aplicado, la práctica profesional y la necesaria formulación de políticas públicas. Lejos de limitarse a un rol pasivo de archivo, desde su primer número, bajo la dirección visionaria del Dr. Rodolfo Moleiro, se concibió como una tribuna activa para el análisis crítico y una herramienta de consulta fundamental para quienes, desde el Estado y la empresa privada, asumen la responsabilidad de la toma de decisiones en la vida nacional. Este compromiso fundacional se ha mantenido incólume a lo largo de sus primeros 70 números, adaptándose y enriqueciéndose con el devenir de los desafíos técnicos y las realidades sociopolíticas del país.

A lo largo de estos 25 años, el Boletín ha sido el crisol donde se ha fraguado el ideario de la ANIH. Las páginas de esta publicación han dado cabida a un diálogo multidisciplinario que abarca las más disímiles aristas de la ingeniería y el hábitat. Como se desprende del análisis de sus contenidos, la producción académica, que supera los cuatrocientos setenta y ocho trabajos hasta el Boletín N° 70, lo que revela una extraordinaria amplitud temática que abarca desde la ingeniería sanitaria y el tratamiento de aguas hasta la planificación urbana y el transporte, desde la historia de la ingeniería y la tecnología hasta la geología, la geofísica y la minería, desde la mecánica de fluidos y la termodinámica hasta la ingeniería estructural y la ciencia de materiales. Esta diversidad se extiende a campos como la ingeniería petrolera y la política energética, el urbanismo y la planificación territorial, la gestión del riesgo de desastres y la sismología, la agricultura y la seguridad alimentaria, la educación en ingeniería y la prospectiva, así como a la filosofía, la ética profesional y la responsabilidad social, sin dejar de lado las ciencias básicas y aplicadas, las telecomunicaciones, la informática y la bioingeniería, los procesos industriales y la gestión empresarial, y los temas institucionales y humanísticos que enriquecen el diálogo interdisciplinario. Esta vasta gama de temas, que en la práctica se manifiesta en decenas de subtemas específicos —desde el diseño de filtros para el tratamiento de agua hasta la optimización de prótesis de cadera, desde el estudio de fuentes termales hasta la caracterización de materiales poliméricos, desde el análisis de siniestros viales hasta la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de escuelas—, ha sido sistematizada y organizada en quince grandes ejes temáticos que permiten comprender la estructura y el alcance de la producción académica del Boletín. Estos ejes, que se presentan en la síntesis analítica que acompaña a este volumen, no constituyen compartimentos estancos, sino categorías que reflejan la vocación integradora y multidisciplinaria de la Academia, donde cada trabajo, desde su especificidad, contribuye a un entramado de conocimiento que busca iluminar los desafíos del país y ofrecer soluciones desde la excelencia técnica y el rigor científico.

Esta diversidad temática no es casual: responde a la convicción de que la ingeniería, en su sentido más amplio, es una disciplina que trasciende lo puramente técnico para convertirse en un factor determinante del desarrollo social, económico y cultural de la nación. Cada trabajo publicado en el Boletín representa una contribución al acervo de conocimiento que la Academia pone a disposición del país, ofreciendo diagnósticos rigurosos y propuestas viables para enfrentar los desafíos del presente y del futuro.

Gracias a la calidad y pertinencia de sus contenidos, el Boletín se ha consolidado como una de las más importantes revistas científico-técnicas en el ámbito de la ingeniería, la arquitectura, el hábitat y otras disciplinas afines. Su rigor académico está garantizado por un exigente sistema de

arbitraje doble ciego, que asegura la objetividad y excelencia de cada contribución. Este compromiso con la calidad ha sido reconocido tanto a nivel nacional como internacional, con su inclusión en el Registro Nacional de Publicaciones Científicas y Tecnológicas (REVENCYT) y en el prestigioso Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Latindex), que certifican su cumplimiento de los más altos estándares editoriales y su visibilidad en el ámbito académico iberoamericano.

A la par de esta rica producción técnica, el Boletín ha sido el vehículo natural para la expresión de la voz institucional de la ANIH a través de sus declaraciones y pronunciamientos, un conjunto de sesenta documentos que documentan la posición de la Academia ante los grandes temas nacionales y que serán abordados en detalle en el capítulo correspondiente de este volumen.

Este 25 aniversario no es solo un motivo de celebración; es también una oportunidad para reafirmar la vigencia de nuestro Boletín como un instrumento indispensable para la modernización del país. Frente a un mundo en constante transformación tecnológica y social, la Academia reivindica su papel como un espacio de reflexión crítica y propositiva, una cantera de ideas donde se cultiva la excelencia, la ética y el compromiso con el desarrollo integral y sostenible de Venezuela. El Boletín, en su doble condición de registro histórico y tribuna de opinión, se erige como el legado intelectual de una institución que ha sabido estar a la altura de las circunstancias, ofreciendo no solo diagnósticos certeros, sino también horizontes de esperanza y rutas de acción para la construcción de una nación mejor.

Con este espíritu, celebramos 25 años de historia, agradecemos a los autores, colaboradores y editores que han hecho posible este legado, y renovamos nuestra promesa de mantener al Boletín como el faro de pensamiento que nuestra sociedad requiere. La mirada está puesta en el futuro, con la certeza de que el conocimiento, la memoria y la palabra son las herramientas más poderosas para construir la Venezuela que anhelamos, una Venezuela donde la ingeniería y el hábitat sean, como lo han sido en estas páginas durante un cuarto de siglo, instrumentos de transformación al servicio del bien común.

El presente trabajo ha sido concebido con el propósito de ofrecer una síntesis integral de la historia completa del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat durante sus primeros 25 años de existencia, presentando de manera organizada y accesible toda la información relevante que permite comprender su evolución, su riqueza temática y su impacto institucional. A través de sus páginas, el lector encontrará no solo el registro de los contenidos publicados, sino también las claves para entender cómo el Boletín se ha convertido en un faro de orientación doctrinaria y un repositorio esencial de la memoria histórica y la innovación tecnológica de la nación. De manera significativa, este trabajo también documenta buena parte de la historia de la ANIH desde su fundación, pues el Boletín ha sido el vehículo natural para expresar la vida académica de la Corporación, sus incorporaciones, sus debates, sus pronunciamientos y su visión del país. En este sentido, la obra constituye un testimonio del devenir institucional de la Academia y de su inquebrantable compromiso con el desarrollo de Venezuela a través del conocimiento, la reflexión crítica y la asesoría al Estado y al País.

1. Origen y fundamentos del boletín

El Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) nació en junio de 2001 como el órgano oficial de difusión del pensamiento, la investigación técnica y la memoria histórica de la institución. Su creación fue el resultado de una reflexión profunda sobre la misión de la Academia y la necesidad imperiosa de contar con un medio que trascendiera el mero registro de sus actividades. Como lo expresó el Dr. Rodolfo Moleiro en la introducción al primer número, este espacio no solo se concibió para documentar las sesiones y dictámenes de la Corporación, sino para erigirse en un "faro de orientación doctrinaria" en los ámbitos de la infraestructura, el urbanismo y el desarrollo sustentable del país.

El origen del Boletín responde a la convicción de que la historia es "el padre y la madre del futuro", y de que no se puede trazar un rumbo ignorando el pasado. La Academia partió de la premisa de que la ingeniería, la arquitectura y las profesiones afines poseen un "largo y rico historial" lleno de nombres y obras que debían ser recuperados y conservados para la posteridad como parte esencial de la cultura e identidad nacional. Por ello, uno de los objetivos primordiales de la publicación fue, desde su inicio, recopilar el acervo del pasado para comprender la evolución de la profesión y proyectar soluciones analíticas ante los desafíos técnicos contemporáneos.

Este enfoque en la memoria histórica se complementó desde el primer número con una declaración de principios editoriales. La Academia advirtió a sus lectores que la publicación de obras ejecutadas durante regímenes no democráticos no implicaba identificación con esos gobiernos, sino que respondía a un interés rigurosamente técnico y de contexto. Esta declaración, incluida en el propio Boletín N° 1, estableció un criterio de objetividad y profesionalismo que ha guiado a la publicación a lo largo de su historia.

Más allá del rescate histórico, el Boletín se fundó con un claro propósito prospectivo y de servicio público. La intención de sus creadores fue proyectar la imagen de la Academia como una institución presente en el escenario del acontecer nacional, destacando su vigencia y su rol como ente asesor y rector de los organismos públicos y privados responsables de la toma de decisiones en la vida nacional. Este objetivo se alinea con su misión de contribuir al desarrollo de las ciencias, tecnologías y artes vinculadas a la ingeniería y el hábitat.

Desde esta perspectiva, el Boletín no se limitaría a ser un compendio de artículos técnicos. Se concibió como una tribuna para el análisis crítico, un espacio para entrevistas a personalidades destacadas, y un vehículo para hacer propuestas y recomendaciones sobre temas de impacto social donde la ingeniería y la arquitectura tuvieran injerencia. Se esperaba que el contenido abarcara el desarrollo de industrias relacionadas, desde la vivienda y el urbanismo hasta la minería, las telecomunicaciones y el petróleo, prestando siempre atención al "hombre en su contexto humano y social".

Con este espíritu, la Academia lanzó su publicación semestral, con la visión de consolidarse como un órgano científico, tecnológico y divulgativo que ejerciera un papel rector y orientador a nivel nacional e internacional. El primer número, que incluyó desde una declaración sobre el momento histórico que vivía Venezuela hasta trabajos técnicos sobre drenaje y transporte, pasando por valiosos testimonios históricos como los informes de Alfredo Jahn sobre el desarrollo de las vías de comunicación, el estudio de Germán Jiménez sobre las aguas del Valle de Caracas y el análisis de Ricardo Alfonso Rojas sobre el invierno en la capital, fue la primera piedra de un proyecto que hoy, 25 años después, celebra su legado.

2. Evolución y consolidación del boletín (2001-2026)

El recorrido del Boletín a lo largo de sus 25 años de existencia no solo se mide por la calidad y diversidad de sus contenidos, sino también por su capacidad de adaptación y crecimiento institucional. Desde su nacimiento en 2001, la publicación ha transitado por distintas etapas que reflejan la madurez de la Academia y su compromiso con la difusión del pensamiento ingenieril, consolidándose progresivamente como un referente en el ámbito científico-técnico nacional e internacional. Esta evolución se manifiesta tanto en su periodicidad como en la riqueza y profundidad de los temas abordados en cada uno de sus números.

2.1. Síntesis cronológica de los 70 números

A continuación, se presenta una síntesis cronológica de los 70 números del Boletín, que permite apreciar la evolución temática y editorial de la publicación a lo largo de un cuarto de siglo:

Tabla 1. Síntesis cronológica de los Boletines de la ANIH (2001-2026)

Boletín	Período Comprendido	Editor o presidente (CE)	Comentario General
Boletín 1	Primer semestre 2001	Rodolfo Moleiro (presidente ANIH)	Número fundacional que establece los principios de la ANIH, combinando una declaración sobre la gobernabilidad nacional con documentos históricos clave sobre la evolución de la ingeniería y tecnología en Venezuela desde el siglo XIX.
Boletín 2	Segundo semestre 2001	Rodolfo Moleiro (presidente ANIH)	Incluye una declaración sobre el Estado de Derecho, una entrevista al primer Miembro Honorario y trabajos técnicos sobre amenazas naturales, transporte y la historia del petróleo venezolano, complementados con testimonios históricos de finales del siglo XIX.
Boletín 3	Primer semestre 2002	Roberto Pérez Lecuna (presidente CE)	Se centra en la crisis de vivienda y planificación urbana, con un análisis crítico de la Ley de Hidrocarburos, estudios sobre energías limpias y documentos históricos de comisiones exploradoras para carreteras de principios del siglo XX.
Boletín 4	Segundo semestre 2002	Roberto Pérez Lecuna (presidente CE)	Aborda la necesidad de planificación nacional, con un extenso trabajo sobre la historia de la industria petrolera y estudios sobre diseño de estanques de agua, depuración de aguas y geología de cuencas petroleras.

Boletín	Período Comprendido	Editor o presidente (CE)	Comentario General
Boletín 5	Primer semestre 2003	Roberto Pérez Lecuna (presidente CE)	Documenta la transición del Comité Directivo en un contexto de crisis. Presenta trabajos técnicos sobre torsión de Saint-Venant, teoría de la combustión y drenaje, junto con un trabajo sobre las "Lecciones de Topografía" de 1898.
Boletín 6	Segundo semestre 2003	Roberto Pérez Lecuna (presidente CE)	Incluye una "Alerta" de la ANIH priorizando el problema petrolero. Contiene estudios sobre desarrollo sostenible, dinámica de fluidos, flujo hidráulico y documentos históricos sobre el Astillero Nacional y geología de la Cordillera de la Costa.
Boletín 7	Primer semestre de 2004	Roberto Pérez Lecuna (presidente CE)	Reflexiona sobre pobreza y hábitat, incluyendo análisis sobre la Ley de Hidrocarburos, un compendio sobre diseño de vertederos y conferencias históricas sobre el desarrollo de carreteras y el mapa de 1810 de la Capitanía General.
Boletín 8	Número extraordinario 2004	Roberto Pérez Lecuna (presidente CE) y Rubén A. Caro (compilador)	Homenaje monográfico al coronel Juan Manuel Cajigal en el bicentenario de su nacimiento, compilando textos que exaltan su vida, su rol fundacional en la Academia de Matemáticas y su legado como padre de la ingeniería en Venezuela.
Boletín 9	Segundo semestre de 2004	Roberto Pérez Lecuna (presidente CE)	Reflexiona sobre los avances de la ingeniería mundial y el futuro de la ingeniería venezolana, con temas que van desde un enfoque sistémico del desarrollo hasta normas de diseño estructural, combustión y geología de Venezuela.
Boletín 10	Primer semestre de 2005	Roberto Pérez Lecuna (presidente CE)	Incluye una nota sobre la evolución de la revista y artículos sobre prevención de desastres, diseño de sifones y una historia del Laboratorio "Ernesto León Delgado". Propone la construcción masiva de viviendas para reactivar la economía.
Boletín 11	Segundo semestre de 2005	César Quintini Rosales (coordinador)	Un compendio que subraya el papel de la ingeniería en la transformación del país. Aborda la canalización del río Guaire, leyes ferroviarias, transporte y aportes históricos, enfatizando la necesidad de una visión de largo plazo.
Boletín 12	Primer semestre de 2006	César Quintini Rosales (coordinador)	Reafirma el compromiso con la divulgación técnica, con análisis sobre la relación entre guerra y tecnología, historia de la ingeniería sísmica, evolución del sector eléctrico, y un homenaje al ingeniero Gumersindo Torres.

Boletín	Período Comprendido	Editor o presidente (CE)	Comentario General
Boletín 13	Segundo semestre de 2006	César Quintini Rosales (coordinador)	Incluye una nota de duelo por Roberto Pérez Lecuna y las incorporaciones de nuevos Miembros Honorarios. Presenta estudios sobre transporte, desarrollo nacional y una investigación sobre los albañiles medievales.
Boletín 14	Primer semestre de 2007	César Quintini Rosales (coordinador)	Documenta la renovación del Comité Directivo y la incorporación de nuevos miembros. Incluye trabajos prospectivos sobre el "Ingeniero del 2025", sismología histórica, y la necesidad de actualizar el plan de recursos hídricos.
Boletín 15	Segundo semestre de 2007	César Quintini Rosales (coordinador)	Publicación monográfica íntegramente dedicada a la Ética en la ingeniería. Recopila códigos de ética nacionales e internacionales y reflexiona sobre los principios que deben regir la profesión.
Boletín 16	Primer semestre de 2008	César Quintini Rosales (coordinador)	Conmemora el décimo aniversario de la ANIH. Incluye las incorporaciones de nuevos miembros, una semblanza de Melchor Centeno Vallenilla, y declaraciones sobre la industria petrolera y el ordenamiento territorial.
Boletín 17	Segundo semestre de 2008	César Quintini Rosales (coordinador)	Se centra en la incorporación de Arnoldo José Gabaldón con un discurso sobre "Urbanización Sustentable", analizando el crecimiento desordenado y proponiendo un modelo integrador. Incluye trabajos sobre desarrollo agrícola y gestión ambiental.
Boletín 18	Primer semestre de 2009	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Documenta foros clave sobre ambiente, energía, economía y el papel de las academias en el desarrollo del país. Incluye un estudio sobre protección de escuelas contra terremotos y una cronología de hitos en ciencia e ingeniería (1958-1999).
Boletín 19	Segundo semestre de 2009	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Combina la incorporación de Franco Urbani Patat y Gustavo Rivas Mijares con el foro sobre el rol de las academias. El trabajo principal es una exhaustiva "Evaluación del Desarrollo Agrícola" y un documento histórico sobre el colapso del Viaducto N° 1.
Boletín 20	Primer semestre de 2010	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Documenta pronunciamientos críticos sobre la crisis del sistema eléctrico y de agua potable. Incluye declaraciones conjuntas de academias, artículos sobre cambio climático y un análisis de los indicadores de desarrollo en ingeniería.

Boletín	Período Comprendido	Editor o presidente (CE)	Comentario General
Boletín 21	Segundo semestre de 2010	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Registra la incorporación de la primera mujer (Oladis Troconis) y otros miembros. Presenta trabajos sobre integración energética, geocronología, e índices generales de los primeros 20 boletines, junto con un extenso análisis de indicadores de desarrollo.
Boletín 22	Segundo semestre de 2011	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Marca el inicio de la edición electrónica. Documenta la incorporación de nuevos miembros e incluye trabajos clave: un recorrido histórico del transporte, un estudio sobre indicadores de mantenimiento y una biografía del geólogo Louis Kehrer.
Boletín 23	Primer semestre de 2012	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Documenta la incorporación de varios miembros, incluyendo a Roberto Úcar. Presenta estudios sobre indicadores petroquímicos y la formación profesional vinculada a la industria petrolera, con énfasis en la ética y el trabajo multidisciplinario.
Boletín 24	Segundo semestre de 2012	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Se enfoca en la incorporación de cuatro Miembros Honorarios. Incluye un análisis exhaustivo de la industria siderúrgica, una actualización de indicadores de desarrollo y un artículo histórico sobre el centenario de la prospección petrolera en Venezuela (1911-1916).
Boletín 25	Primer cuatrismestre de 2013	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Documenta la toma de posesión del nuevo Comité Directivo y la incorporación de José Ignacio Moreno León. Presenta propuestas técnicas (hidroeléctrica por rebombeo en el lago de Valencia), indicadores del aluminio y un análisis histórico de la Ley de Hidrocarburos de 1943.
Boletín 26	mayo 2013 - marzo 2014	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Incluye la incorporación de tres nuevos Miembros Honorarios. Presenta trabajos sobre la incorporación de conceptos probabilísticos en la ingeniería estructural, el terremoto de 1900, durabilidad del concreto en ambientes tropicales y métodos de estática gráfica.
Boletín 27	Segundo trimestre de 2014	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Documenta la incorporación de Rodolfo Tellería como Miembro Honorario. Contiene trabajos de incorporación sobre calentamiento electromagnético del petróleo, laminación de aluminio, cartografía geológica del norte de Venezuela y obras civiles permanentes.
Boletín 28	Segundo semestre de 2014	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Incluye la incorporación de tres nuevos miembros (dos honorarios y uno correspondiente). Presenta estudios sobre optimización de prótesis de cadera,

Boletín	Período Comprendido	Editor o presidente (CE)	Comentario General
			emanaciones de petróleo y aguas termales, y aspectos estratégicos del negocio del petróleo en Venezuela.
Boletín 29	Primer semestre de 2015	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Documenta la incorporación de Eduardo Buroz Castillo. Incluye un inventario de fuentes termales en Trujillo, un extenso recorrido por la historia de la ingeniería forense en Venezuela (1766-2010) y epígrafes sobre la ingeniería estructural.
Boletín 30	Tercer trimestre de 2015	Aníbal R. Martínez (presidente CE)	Registra la incorporación de Marianela Lafuente y Darío Viloria. Actualiza los indicadores de desarrollo reflejando el deterioro del país y presenta estudios sobre el sismo de 1875 en la frontera y un análisis histórico del Ministerio de Obras Públicas (1878-1976).
Boletín 31	Primer trimestre de 2016	Aníbal R. Martínez (presidente CE) y Franco Urbani Patat (Editor adjunto)	Documenta la toma de posesión de Gonzalo Morales y la incorporación de Alfredo Cilento y Carlos Genatios. Incluye el discurso "Concordia para Alcanzar el Progreso" y un artículo técnico sobre la Formación Matatere.
Boletín 32	Cuatrimestre abril-julio de 2016	Aníbal R. Martínez (presidente CE) y Franco Urbani Patat (Editor adjunto)	Se centra en la protección de escuelas contra terremotos, un informe sobre indicadores de la industria manufacturera, y un estudio sobre minerales secundarios en Lara y Yaracuy. Incluye una semblanza del geodesta Heinz Gunther Henneberg.
Boletín 33	Segundo semestre de 2016	Aníbal R. Martínez (presidente CE) y Franco Urbani Patat (Editor adjunto)	Incorpora a Marco Negrón y otros miembros. Presenta trabajos sobre urbanización y mitos de Caracas, normas sísmicas en Latinoamérica, indicadores de hierro y acero, y una semblanza del ingeniero agrónomo José Joaquín Cabrera Malo.
Boletín 34	Primer trimestre de 2017	Aníbal R. Martínez (presidente CE) y Franco Urbani Patat (Editor adjunto)	Documenta el Mensaje Anual con discurso de Arnoldo Gabaldón ("Venezuela Frente a una Tendencia Histórica Regresiva"). Incluye la incorporación de Genoveva Sequera y Laszlo Sajo Bohus, y un homenaje al medio siglo del IMME.
Boletín 35	Segundo trimestre de 2017	Franco Urbani Patat (presidente CE)	Incorpora a Víctor Artís García y Nelson Hernández. Presenta trabajos sobre caracterización de polímeros, producción conjunta de hidrocarburos, resistencia al corte en macizos rocosos, CTI, la mina de bauxita de Los Pijiguaos y energía en la producción de alimentos.
Boletín 36	Tercer trimestre de 2017	Franco Urbani Patat (presidente CE)	Documenta la incorporación de Alfredo Avella y Joaquín Lira-Olivares. Incluye estudios sobre

Boletín	Período Comprendido	Editor o presidente (CE)	Comentario General
			conflictividad urbana, microcontroladores, inhibidores en la industria petrolera, el depósito de bauxita de El Palmar y dataciones geocronológicas.
Boletín 37	Cuarto trimestre de 2017	Franco Urbani Patat (presidente CE)	Aborda temas críticos como la agricultura, la gestión del agua, la industria petrolera y el estado de la infraestructura. Incluye un estudio sobre la crisis de los servicios de agua y electricidad agravada por la sequía 2015-2016.
Boletín 38	Edición especial (octubre 2017 - febrero 2018)	Franco Urbani Patat (editor)	Contiene la incorporación de José Ochoa Iturbe, cuyo trabajo sobre "El Drenaje y su Importancia para una Ciudad Sustentable" aborda los SUDS. Incluye también un estudio histórico sobre la Facultad de Agronomía de la UCV.
Boletín 39	Edición especial (primer trimestre de 2018)	Franco Urbani Patat (editor)	Número especial dedicado a la movilidad, transporte y vialidad. Incluye una declaración sobre la problemática de los puentes y lineamientos para superar el déficit de infraestructura carretera y ferroviaria.
Boletín 40	Segundo trimestre de 2018	Franco Urbani Patat (editor)	Documenta la incorporación de Griselda Ferrara y Werner Corrales. Presenta trabajos sobre gestión del recurso hídrico, un sistema de indicadores para el desarrollo de Venezuela y una síntesis de la evolución geológica de la Cordillera de la Costa.
Boletín 41	Tercer trimestre de 2018	Franco Urbani Patat (editor)	Incorpora a Alfonso Linares, Carlos Machado-Allison y Julio Ohep. Incluye artículos históricos sobre la Ley de Inmigración de 1936, el Plan de Vialidad de 1947 y una revisión de la minería de oro en Carabobo desde 1551.
Boletín 42	Cuarto trimestre de 2018	Franco Urbani Patat (editor)	Incorpora a Edilberto Guevara Pérez, quien presenta un trabajo sobre investigación y postgrado. Incluye estudios históricos sobre la Isla de Aves y las investigaciones marinas de Funvisis para la estimación de amenazas por sismos y tsunamis.
Boletín 43	Segundo trimestre de 2019	Franco Urbani Patat (editor)	Volumen de contenido exclusivamente técnico. Actualiza los indicadores de ingeniería con un diagnóstico multidimensional de la realidad venezolana y presenta estudios sobre la historia geológica del Escudo de Guayana y la biografía del naturalista Vicente Marcano.
Boletín 44	Tercer trimestre de 2019	Franco Urbani Patat (editor)	Conmemora el XX aniversario de la ANIH con el Mensaje Anual "Pacto contra la Corrupción". Incluye declaraciones sobre el puente sobre el Lago de Maracaibo y la crisis eléctrica, junto a trabajos

Boletín	Período Comprendido	Editor o presidente (CE)	Comentario General
			sobre la cuenca del Lago de Valencia y el sector aluminio.
Boletín 45	Cuarto trimestre de 2019	Franco Urbani Patat (editor)	Documenta la juramentación del nuevo Comité Directivo (Eduardo Buroz Castillo). Se enfoca en la crisis de la agricultura venezolana, abordando su situación actual, la nueva ruralidad, vialidad agrícola e investigación universitaria.
Boletín 46	Primer trimestre de 2020	Franco Urbani Patat (editor)	Contiene una extensa propuesta de Marco Conceptual para una Política Energética en Venezuela. Incluye un trabajo histórico sobre los orígenes del urbanismo en Venezuela (1908-1945) y un estudio geofísico de la litósfera del Caribe Oriental.
Boletín 47	Segundo trimestre de 2020	Franco Urbani Patat (editor)	Incluye un pronunciamiento interacadémico ante la amenaza a la Academia de Ciencias por su opinión sobre la Covid-19. Destaca la serie "Ingeniería Venezolana 1958-1998", con seis artículos sobre logros del período democrático.
Boletín 48	Tercer trimestre de 2020	Franco Urbani Patat (editor)	Incluye cinco pronunciamientos sobre temas como la minería ilegal y los derrames de petróleo. El núcleo técnico aborda la historia del INTEVEP, proyectos hidroeléctricos, el alud de Vargas y el impacto del COVID-19 en la crisis humanitaria.
Boletín 49	Cuarto trimestre de 2020	Franco Urbani Patat (editor)	Presenta un extenso informe sobre la crisis del Colegio de Ingenieros de Venezuela. Incluye las memorias del I Simposio Nacional de Recursos Hídricos y artículos sobre innovación, proyección de demanda eléctrica y transporte de carga.
Boletín 50	Primer trimestre de 2021	Franco Urbani Patat (editor)	Documenta la incorporación de José Luis López, cuyo trabajo "Aprendiendo del Desastre de Vargas" evalúa las medidas de mitigación del riesgo. Incluye declaraciones sobre la recuperación de la universidad y artículos sobre infraestructura en la cuenca oriental petrolera.
Boletín 51	Segundo trimestre de 2021	Franco Urbani Patat (editor)	Conmemora el XX aniversario de la publicación. Incluye tres declaraciones interacadémicas sobre bioseguridad, vacunas y el puente sobre el Lago. Aborda el Sistema de Transmisión Nacional, el Club de Roma y la infraestructura portuaria del siglo XIX-XX.
Boletín 52	Tercer trimestre de 2021	Franco Urbani Patat (editor)	Incluye la incorporación de tres Miembros Honorarios. Destaca una declaración sobre ciencia, tecnología e innovación y reflexiones sobre la

Boletín	Período Comprendido	Editor o presidente (CE)	Comentario General
			muerte de las universidades. Presenta artículos sobre generación hidroeléctrica, riesgo de desastres y método sísmico de reflexión.
Boletín 53	Cuarto trimestre de 2021	Franco Urbani Patat (editor)	Incluye pronunciamientos sobre el proyecto de Ley de Aguas, la COP26 y la defensa del Esequibo. Presenta trabajos sobre historia de los aeropuertos, el Plan Vial Caracas 2040, y un balance de la generación hidroeléctrica en Venezuela.
Boletín 54	Primer trimestre de 2022	Franco Urbani Patat (editor)	Rechaza la constitución de una "ciudad comunal" en el Waraira Repano. Documenta los derrames de hidrocarburos (2010-2021) y presenta un balance de rocas ornamentales en el río Parguaza. Incluye la segunda parte del Congreso de Geotecnia 2020.
Boletín 55	Segundo trimestre de 2022	Franco Urbani Patat (editor)	Incorpora a Teolinda Bolívar Barreto. Presenta la nueva norma para edificaciones sismorresistentes de mampostería estructural (COVENIN 5008). Incluye la tercera parte del Congreso de Geotecnia y una semblanza del ingeniero de minas John Charles Davey.
Boletín 56	Tercer trimestre de 2022	Franco Urbani Patat (editor)	Se pronuncia sobre ferrocarriles y grandes obras públicas inconclusas. Incluye un diagnóstico del sistema de ciencia y tecnología del agro y un estudio geológico del pozo TOC-1S en Falcón. Presenta una semblanza de Juan Bautista Dalla Costa.
Boletín 57	Cuarto trimestre de 2022	Franco Urbani Patat (editor)	Se pronuncia sobre los desastres de Las Tejerías y la LOCTI. Reflexiona sobre el nuevo orden mundial, vehículos eléctricos y el ODS 11. Presenta trabajos sobre la sinergia de energías y la vulnerabilidad de los barrios autoproducidos de Caracas.
Boletín 58	Primer trimestre de 2023	Franco Urbani Patat (editor)	Se pronuncia sobre el sistema de ciencia del agro y la reducción de vulnerabilidad en barrios. Propone un marco conceptual para una política minera. Incluye un nuevo método para determinar los límites de Atterberg y un análisis histórico del Colegio de Ingenieros.
Boletín 59	Segundo trimestre de 2023	Franco Urbani Patat (editor)	Incluye el Mensaje Anual 2023 y la incorporación de José Luis López como Individuo de Número. Presenta las memorias del II Simposio de Recursos Hídricos y estudios sobre ordenamiento territorial, educación en línea y manejo de aguas en Canaima.
Boletín 60	Tercer trimestre de 2023	Franco Urbani Patat (editor)	Incorpora a Lorenzo González Casas. Presenta trabajos sobre la gestión urbana del agua, la nueva Formación Gasparico en Margarita, el terremoto de

Boletín	Período Comprendido	Editor o presidente (CE)	Comentario General
			Dubrovnik de 1667, la historia de la palinología en Venezuela y la adaptación del merey.
Boletín 61	Cuarto trimestre de 2023	Franco Urbani Patat (editor)	Incorpora a Alonso Romero, Freddy Leal, Sonia Cedres y Miguel Nucete. Presenta una metodología para evaluación rápida de daños en edificaciones, un siglo de historia del Campo La Concepción, y análisis sobre lodos de cervecería y drones en la ingeniería.
Boletín 62	Primer trimestre de 2024	Franco Urbani Patat (editor)	Incorpora a Rafael Quevedo y Joaquín Benítez como Individuos de Número. Incluye estudios sobre anomalías radiactivas en la Faja Petrolífera, una propuesta de agricultura del futuro y técnicas de biorremediación para acuíferos.
Boletín 63	Segundo trimestre de 2024	Franco Urbani Patat (editor)	Se pronuncia sobre la problemática de la Avenida Libertador y la mitigación del riesgo sísmico. Presenta lineamientos para el ordenamiento urbano a partir del espacio público y la primera parte del Congreso de Ingeniería Civil 2024.
Boletín 64	Tercer trimestre de 2024	Wagdi Naime Yehia (editor)	Incorpora a Alfredo Avella Guevara como Individuo de Número. Se pronuncia sobre el saneamiento del río Guaire y la jornada electoral. Destaca un artículo sobre cenizas volcánicas y su impacto en Venezuela, y seis trabajos del Congreso de Ingeniería Civil 2024.
Boletín 65	Cuarto trimestre de 2024	Wagdi Naime Yehia (editor)	Incorpora a Wagdi Naime, Raúl Estévez y Edgar Jaimes. Se pronuncia sobre Derechos Humanos, ordenamiento territorial y la Costa Oriental del Lago. Presenta un mapa geotécnico para el Zulia y un análisis sobre el cambio climático y transición energética.
Boletín 66	Primer trimestre de 2025	Wagdi Naime Yehia (editor)	Presenta un trabajo sobre el "Hombre Quántico" y la infotecnología. Incluye estudios sobre estimulación termoquímica en pozos, SUDS para control de inundaciones, y la visita de Francisco de Miranda a minas de Escandinavia. Ofrece un balance de la economía 2024 y 55 conceptos para el futuro.
Boletín 67	Segundo trimestre de 2025	Wagdi Naime Yehia (editor)	Incorpora a José Manuel Martínez, Daniel Salcedo y Luis Sandia. Incluye un trabajo sobre tierras raras y minerales críticos, una propuesta de nuevo Sistema Nacional de CTI, y análisis sobre la relación GIRH-ODS.

Boletín	Período Comprendido	Editor o presidente (CE)	Comentario General
Boletín 68	Tercer trimestre de 2025	Wagdi Naime Yehia (editor)	Se pronuncia sobre lluvias torrenciales y gobernanza del agua. Presenta un estudio experimental sobre concreto con agregado reciclado y un análisis forense para descifrar un crimen. Incluye la visión de infraestructura de Venezuela al 2050.
Boletín 69	Cuarto trimestre de 2025	Wagdi Naime Yehia (editor)	Incorpora a Arturo Almandoz, Gustavo Nouel y José María de Viana. Aborda la ganadería sostenible con sistemas silvopastoriles y los orígenes del urbanismo en Venezuela. Se pronuncia sobre la reparación del Viaducto La Cabrera y los siniestros viales.
Boletín 70	Primer trimestre de 2026	Wagdi Naime Yehia (editor)	Propone un Índice de Calidad de Agua para la Amazonía venezolana. Incluye un análisis sobre entropía social y los sistemas de gobierno en Venezuela (1958-2025), así como una declaración sobre la transición a una democracia plena como condición técnica para el progreso.

Esta tabla evidencia cómo el Boletín fue creciendo en alcance, profundidad y regularidad, pasando de una publicación semestral a un referente trimestral que ha sabido adaptarse a las circunstancias del país y a los desafíos de cada época.

2.2. Los editores del Boletín: Continuidad y Compromiso

La continuidad y el éxito del Boletín no habrían sido posibles sin el compromiso y la dedicación de los profesionales que han asumido la responsabilidad de su edición a lo largo de estos 25 años. Ocho editores han estado al frente de la Comisión Editora, cada uno de los cuales ha dejado su impronta en la publicación, guiándola a través de distintas etapas y contextos históricos.

La siguiente tabla resume la labor de los editores que han hecho posible esta trayectoria:

Tabla 2. Resumen de boletines editados por cada presidente de la Comisión Editora o editor jefe

Editor jefe o presidente de la Comisión Editora	No Boletines	Período (Primer - Último Boletín)
Rodolfo Moleiro (presidente ANIH)	2	Boletín 1 (Primer semestre 2001) hasta el Boletín 2 (Segundo semestre 2001)
Roberto Pérez Lecuna (presidente CE)	8	Boletín 3 (Primer semestre 2002) hasta el Boletín 10 (Primer semestre 2005)
César Quintini Rosales (coordinador CE)	7	Boletín 11 (Segundo semestre 2005) hasta el Boletín 17 (Segundo semestre 2008)
Aníbal R. Martínez (presidente CE)	13	Boletín 18 (Primer semestre 2009) hasta el Boletín 30 (Tercer trimestre de 2015)
Aníbal R. Martínez (presidente CE) y Franco Urbani Patat (editor adjunto)	4	Boletín 31 (Cuarto trimestre de 2015) hasta el Boletín 34 (Primer trimestre 2017)
Franco Urbani Patat (presidente CE)	3	Boletín 35 (Segundo trimestre 2017) hasta el Boletín 37 (Cuarto trimestre 2017)
Franco Urbani Patat (editor)	26	Boletín 38 (Edición especial oct. 2017 - feb. 2018) hasta el Boletín 63 (Segundo trimestre 2024)
Wagdi Naime Yehia (editor)	7	Boletín 64 (Tercer trimestre 2024) - Boletín 70 (Primer trimestre 2026)

El Dr. Rodolfo Moleiro, primer presidente de la Academia, sentó las bases editoriales con los dos números fundacionales de 2001, estableciendo la misión y el espíritu que guiarían la publicación en el futuro. Le sucedió Roberto Pérez Lecuna, quien asumió la dirección durante ocho números (2002-2005), consolidando la estructura del Boletín y diversificando sus contenidos con un fuerte énfasis en la historia de la ingeniería y los temas de actualidad nacional. César Quintini Rosales coordinó siete números (2005-2008), durante los cuales el Boletín profundizó su enfoque en el desarrollo nacional, la planificación estratégica y la ética profesional, culminando con la monografía íntegramente dedicada a la ética en el número 15.

Aníbal R. Martínez asumió la presidencia de la Comisión Editora encargándose de la edición de trece números (2009-2016), el período más extenso hasta ese momento, caracterizado por una producción constante y una creciente densidad técnica. Bajo su dirección, el Boletín abordó con rigor los desafíos del sector energético, la crisis de infraestructura y la necesidad de indicadores de desarrollo, al tiempo que documentó pronunciamientos institucionales de alta relevancia.

Franco Urbani Patat, primero con cuatro números como editor adjunto (2016-2017), supliendo las labores del presidente de la Comisión Editora (Aníbal R. Martínez), quien estaba ausente debido a temas de salud, luego como presidente de la Comisión Editora durante tres números (2017), y finalmente como editor jefe durante veintiséis números (2018-2024), se convirtió en el editor con la trayectoria más prolongada de la publicación, con nueve años continuos abarcando ininterrumpidamente la edición desde el Boletín Nº 31 (Primer trimestre de 2016) hasta el Boletín Nº 63 (Segundo trimestre de 2024). Su gestión, que abarca treinta y tres (33) números en total, más del 47% del total de números publicados en estos primeros 25 años, ha sido fundamental para la transición a la periodicidad trimestral, el fortalecimiento del sistema de arbitraje y la diversificación temática que ha llevado al Boletín a consolidarse como un referente en el ámbito científico-técnico nacional e internacional.

La estructura editorial del Boletín experimentó una transformación significativa a partir de la presidencia de Rafael I. Quevedo (2018-2023), momento en el cual se consolidó la figura del editor jefe como responsable directo de la edición de cada número, permitiendo que el presidente de la Comisión Editora ejerciera un rol de supervisión y orientación estratégica sin la carga operativa de la edición cotidiana. Esta nueva estructura, que se mantiene hasta la actualidad, ha permitido una mayor especialización y eficiencia en el proceso editorial. A partir del Boletín 59 (segundo trimestre de 2023), José Luis López asumió la presidencia de la Comisión Editora, consolidando los estándares de calidad alcanzados y proyectando la publicación hacia nuevos desafíos, con la mirada puesta en el fortalecimiento de su impacto académico y su papel como órgano de difusión del pensamiento ingenieril en Venezuela.

Finalmente, Wagdi Naime Yehia asumió la edición a partir del número 64 (2024), liderando la publicación en su etapa más reciente y guiándola hacia el número 70, con el cual se conmemora el XXV aniversario del Boletín, manteniendo el alto estándar de calidad y la visión prospectiva que caracterizan a la publicación.

Esta diversidad de editores, con sus distintos enfoques y estilos, ha enriquecido al Boletín y le ha permitido adaptarse a los cambios institucionales y a las realidades del país, asegurando su continuidad y su vigencia como órgano de difusión del pensamiento ingenieril en Venezuela.

2.3. Periodicidad y crecimiento institucional

Desde su fundación en 2001, el Boletín mantuvo una rigurosa periodicidad semestral durante sus primeros años, cumpliendo cabalmente con la publicación de dos números por año hasta 2007, y continuando con una frecuencia que incluso superó ligeramente lo previsto en la década siguiente, con algunas salidas cuatrimestrales y dos números extraordinarios —el N° 8, dedicado monográficamente a Juan Manuel Cajigal, y el N° 38, correspondiente al período octubre 2017-febrero 2018—. A partir del año 2017, la Academia consolidó exitosamente la transición a una periodicidad trimestral, logrando publicar cuatro números por año de manera ininterrumpida desde entonces hasta la fecha, con una producción constante que ha permitido que el boletín se convierta en un referente de divulgación técnica y científica, alcanzando su número 70 en el primer trimestre de 2026, lo que evidencia la madurez y el compromiso institucional con la difusión del pensamiento ingenieril en Venezuela en su aniversario XXV.

2.4. Resumen de contenidos por número

A continuación, se ofrece un recorrido más detallado por cada uno de los números que conforman esta rica trayectoria, destacando los temas más relevantes, las incorporaciones académicas y el contexto histórico de cada publicación.

Boletín Nº 1 / primer semestre 2001 / Editor jefe o presidente de la CE: Rodolfo Moleiro (presidente ANIH)

Este primer número del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), publicado en junio de 2001, sienta las bases editoriales y filosóficas de la institución, combinando una declaración de principios fundacionales con una serie de documentos históricos y técnicos de gran valor. El boletín se inicia con una presentación del presidente, Rodolfo Moleiro, que explica los objetivos de la publicación: rescatar y conservar la historia de la ingeniería y la

arquitectura en Venezuela, servir como órgano de consulta y proyectar la imagen de la academia. A esto le sigue una nota de advertencia que aclara que la publicación de obras realizadas en regímenes no democráticos no implica identificación con ellos. El núcleo del boletín contiene una "Declaración" de la academia ante el momento histórico que vive el país en 1999, un análisis profundo sobre la gobernabilidad, la pobreza y el desarrollo económico. Posteriormente, se presentan trabajos técnicos de gran relevancia histórica, como un estudio sobre el diseño de sistemas de drenaje para filtros de arena de 2001, un análisis de 1966 sobre el problema del transporte en Caracas y la necesidad del Metro, y una extensa recopilación histórica sobre la evolución de la ingeniería y la tecnología en Venezuela desde mediados del siglo XIX. El volumen culmina con la reproducción de documentos fundacionales para la historia de la ingeniería venezolana, como informes sobre la construcción de la "Carretera del Este" en 1916, la memoria de Alfredo Jahn sobre el desarrollo de las vías de comunicación hasta 1926, y estudios sobre el régimen de aguas del Valle de Caracas y los fenómenos meteorológicos. En conjunto, el boletín establece la misión de la ANIH, ofrece una perspectiva crítica de la realidad venezolana y rescata un valioso patrimonio documental del quehacer ingenieril en el país.

Boletín Nº 2 / segundo semestre 2001 / Editor jefe o presidente de la CE: Rodolfo Moleiro (presidente ANIH)

Este segundo número del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en diciembre de 2001, continúa con la misión de la institución de recopilar documentos históricos y ofrecer análisis sobre temas de interés nacional. El volumen se inicia con una nueva declaración de la academia que exhorta al fortalecimiento del Estado de Derecho y la gobernabilidad democrática en un contexto de turbulencias. A esto le sigue una entrevista al Dr. Santiago Vera Izquierdo, designado como el primer Miembro Honorario de la academia, en la que se repasan sus contribuciones a la educación y la industria petrolera. El grueso del boletín está compuesto por trabajos técnicos e históricos de gran valor, que incluyen un análisis de la problemática del servicio postal en Venezuela, una serie de reflexiones conceptuales sobre el sistema de transporte nacional, una extensa compilación bibliográfica sobre amenazas naturales como terremotos y deslaves, y un detallado recuento histórico sobre la formación y desarrollo del petrolero venezolano. El volumen también aborda la importancia estratégica de la conservación de la Isla de Aves y presenta un artículo sobre la ética en el ejercicio de la ingeniería. La sección de testimonios históricos reúne documentos y análisis de finales del siglo XIX y principios del XX, como la determinación de la longitud de Caracas, estudios sobre ferrocarriles, minas de carbón, aguas termales y minerales del estado Mérida, ofreciendo un valioso panorama del desarrollo científico y tecnológico de Venezuela en ese período.

Boletín Nº 3/ primer semestre 2002 / Editor jefe o presidente de la CE: Roberto Pérez Lecuna (presidente de la Comisión Editora)

Este tercer número del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en junio de 2002, mantiene el enfoque de la institución en temas de interés nacional y la recuperación de documentos históricos. La edición se abre con una carta del presidente, Rodolfo Moleiro, que aborda la crisis de vivienda y la necesidad de una planificación urbana integral. El cuerpo principal del boletín está compuesto por una serie de trabajos técnicos y de análisis de gran relevancia. El primero, y más extenso, es un análisis crítico del ingeniero Humberto Peñaloza sobre la nueva Ley Orgánica de Hidrocarburos y su impacto en el futuro de Venezuela, un debate central para el país. Otros artículos abordan problemáticas sociales como la "ranchosis" y la necesidad de áreas de recreación en Caracas, así como la disciplina del disentimiento en la construcción de viviendas. Se incluyen también trabajos sobre energías limpias y el potencial de Venezuela en ese ámbito, el histórico bombeo de agua a través del gasoducto La Mariposa-Valencia, y un estudio sobre la problemática ambiental de los estanques domiciliarios. Finalmente, la sección de testimonios históricos rescata documentos de gran valor, como los informes de las comisiones exploradoras para carreteras de principios del siglo XX, una biografía de un ingeniero militar, el Doctor Adolfo Nones, y una contribución a la geología de los Andes venezolanos.

Boletín Nº 4 / segundo semestre 2002 / Editor jefe o presidente de la CE: Roberto Pérez Lecuna (presidente de la Comisión Editora)

Este cuarto número del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en diciembre de 2002, presenta una serie de artículos técnicos, históricos y de análisis de gran relevancia para el país. La edición se abre con una carta del presidente, Rodolfo Moleiro, que aborda la necesidad de planificar el crecimiento y el papel de las academias en el desarrollo nacional, seguida de una invitación a otras academias a sumarse al diálogo para enfrentar la crisis nacional. El cuerpo principal del boletín incluye un extenso y detallado trabajo de Aníbal Martínez sobre la historia de la industria petrolera venezolana, desde Petrolia hasta PDVSA, y un artículo de Alberto Méndez Arocha sobre famosos "pleitos matemáticos" de la historia. César Quintini Rosales ofrece una visión conceptual y crítica sobre el sistema de transporte en Venezuela, mientras que Roberto Pérez Lecuna presenta un análisis técnico sobre el diseño de estanques de almacenamiento de agua. La sección de historia rescata documentos fundamentales, como un informe de 1911 sobre pozos sépticos, una tesis de 1937 sobre depuración de aguas negras, un estudio de 1945 sobre la economía del agua potable en zonas rurales, y una detallada comparación geológica de las cuencas de Maracaibo y Maturín.

Boletín Nº 5 / primer semestre 2003 / Editor jefe o presidente de la CE: Roberto Pérez Lecuna (presidente de la Comisión Editora)

El quinto número del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en 2003, se enmarca en un contexto de profunda crisis nacional, con la toma de posesión de un nuevo Comité Directivo. La edición se inicia con el discurso del académico saliente Gonzalo Morales, quien reflexiona sobre el rol de la ingeniería para enfrentar el futuro de Venezuela y propone un decálogo de acciones prioritarias para el desarrollo. Le siguen las palabras del nuevo presidente, César Quintini, quien enfatiza la necesidad de que la Academia cumpla un rol proactivo y efectivo como asesor del Estado, evitando convertirse en una "fábrica fantasma". La sección "La Academia Hoy" contiene tres trabajos técnico-científicos: un estudio de Simón Lamar sobre la solución numérica de la torsión de Saint-Venant para secciones arbitrarias; una extensa y detallada monografía de Gonzalo J. Morales sobre la teoría de la combustión y la formación de llama; y un artículo de Roberto Pérez Lecuna sobre el diseño y cálculo hidráulico de sistemas de drenaje con tuberías perforadas para filtros rápidos de arena. Finalmente, la sección de historia rescata un facsímil de las "Lecciones de Topografía" del Dr. Luis Ugueto, un texto de 1898 que incluye el informe de la comisión evaluadora del Colegio de Ingenieros y una introducción sobre los fundamentos de la triangulación.

Boletín Nº 6 / Segundo semestre 2003 / Editor jefe o presidente de la CE: Roberto Pérez Lecuna (presidente de la Comisión Editora)

Este sexto número del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo semestre de 2003, documenta un momento de transición institucional y de profunda reflexión sobre la crisis venezolana. La edición se inicia con los discursos de los presidentes saliente y entrante, César Quintini Rosales y Gonzalo Morales, quienes abordan la necesidad de consolidar la academia y su rol en la búsqueda de soluciones a la problemática nacional. Un documento central es la "Alerta" de la ANIH al país, donde se insta a dar prioridad al problema petrolero como base para un entendimiento nacional. El cuerpo técnico del boletín incluye un extenso análisis de Manuel Torres Parra sobre los problemas ambientales y el rol de la ingeniería en el desarrollo sostenible, y un profundo estudio de Gonzalo Morales sobre la dinámica de fluidos y la turbulencia. Roberto Pérez Lecuna presenta un trabajo sobre el flujo hidráulico a través de lechos de partículas sólidas, con aplicación en filtros de agua. La sección de historia rescata un artículo del Dr. F.J. Duarte sobre el Último Teorema de Fermat, el reglamento y tarifas del Astillero Nacional Restaurador de 1907, y un estudio geológico de 1937 sobre la Cordillera de la Costa, escrito por Santiago E. Aguerrevere y Guillermo Zuloaga, que identifica las series de Caracas y Villa de Cura.

Boletín Nº 7 / Primer semestre de 2004 / Editor jefe o presidente de la CE: Roberto Pérez Lecuna (presidente de la Comisión Editora)

El séptimo número del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al primer semestre de 2004, presenta una rica variedad de temas que abarcan desde la política científica y la economía hasta la historia de la ingeniería y la geopolítica. La edición se abre con las "Palabras del Presidente", donde se reflexiona sobre la erradicación de la pobreza y el papel fundamental del hábitat y la vivienda en el desarrollo sostenible, haciendo un llamado a la acción. A continuación, Rodolfo W. Moleiro analiza la importancia de los estudios en universidades de prestigio y los programas nacionales de investigación aplicada, reflexionando sobre la fuga de cerebros y la necesidad de vincular la formación con el sector productivo. Alberto Méndez Arocha ofrece una revisión crítica y actualizada del concepto marxista de "plusvalía", explorando la lucha por la distribución del valor agregado entre los factores de producción. Aníbal Martínez presenta un documento fundamental sobre sus intervenciones en la Comisión Presidencial que redactó la Ley Orgánica de Hidrocarburos de 2001, detallando las discusiones sobre artículos clave como la regalía y el control estatal. Roberto Pérez Lecuna ofrece un extenso y detallado compendio técnico sobre el diseño de vertederos, recopilando fórmulas y consideraciones prácticas para su uso en ingeniería hidráulica y sanitaria. La sección de conferencias incluye un exhaustivo estudio histórico de Daniel Quintini Alizo sobre el desarrollo de las carreteras en Venezuela, y el trabajo de Arturo Luján Molina sobre el mapa histórico de la Capitanía General de Venezuela de 1810, basado en el principio del uti possidetis iuris. La sección de historia rescata documentos originales del Concejo Municipal sobre el "Camino de la Guaira" (1779-1810) y un texto de 1950 del Capitán Luis F. Lebrun sobre los puentes de hierro en Europa y América, complementado con un cálculo de un puente militar de madera.

Boletín Nº 8 / Número extraordinario 2004 / Editor jefe o presidente de la CE: Roberto Pérez Lecuna (presidente de la Comisión Editora) y Rubén A. Caro (compilador)

El Boletín Extraordinario N° 8 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en junio de 2004, se presenta como un homenaje al coronel de Ingeniería Juan Manuel Cajigal en el bicentenario de su nacimiento (1803-2003). La obra, encargada al Académico Rubén A. Caro, compila una serie de textos históricos, biográficos y científicos que exaltan la vida y el legado de Cajigal. El volumen incluye una semblanza docente por Rubén Caro, la compilación de sus escritos literarios y científicos por Luis Correa, el discurso conmemorativo del centenario de su muerte por Willy Ossott, otro homenaje del Colegio de Ingenieros por Leopoldo Martínez Olavarría, un análisis de su obra matemática por J. F. Duarte, y un capítulo de Eduardo Arcila Farías sobre los orígenes de la Academia de Matemáticas en Venezuela. La publicación detalla el contexto de su familia militar, su formación en España y Francia, su

decisión patriótica de regresar a Venezuela, su rol fundamental en la creación e instalación de la Academia de Matemáticas en 1831, la formación de la primera promoción de ingenieros venezolanos en 1837, su multifacética actividad como senador, periodista y científico, y los detalles de su trágico final en Yaguaraparo. El boletín constituye una fuente exhaustiva para comprender el origen de la ingeniería en Venezuela y la vida de su fundador.

Boletín Nº 9 / Segundo semestre de 2004 / Editor jefe o presidente de la CE: Roberto Pérez Lecuna (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín N° 9 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo semestre de 2004, reúne una selección diversa de trabajos técnicos, históricos y reflexivos sobre el estado de la ingeniería en Venezuela. La publicación abre con un editorial que reflexiona sobre los grandes avances de la ingeniería mundial y la necesidad de que la ingeniería venezolana se proyecte hacia el futuro. Los temas técnicos abarcan desde un enfoque sistémico de la relación entre tecnología y desarrollo nacional, pasando por una crítica al proyecto de renovación urbana en Maracaibo, un exhaustivo recorrido histórico por las normas de diseño estructural en Venezuela, y un capítulo sobre la teoría de la combustión. Se incluyen también homenajes a figuras destacadas como el Dr. Hernán Méndez Castellano y un análisis sobre la seguridad alimentaria en el país, un estudio sobre canales hidráulicos de pendiente horizontal, y una introducción a la geología de Venezuela, ofreciendo así un panorama completo que combina la ingeniería aplicada, la historia profesional, y la reflexión sobre el desarrollo nacional.

Boletín Nº 10 / Primer semestre de 2005 / Editor jefe o presidente de la CE: Roberto Pérez Lecuna (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín N° 10 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al primer semestre de 2005, presenta una estructura consolidada que incluye secciones sobre la actualidad de la Academia, conferencias técnicas y propuestas para la reactivación del país, y un importante documento histórico. La publicación inicia con una nota del presidente encargado, Roberto Pérez Lecuna, quien repasa la evolución de la revista y anuncia la necesidad de mejoras, como la inclusión de resúmenes en inglés. El contenido técnico aborda temas de gran relevancia para la ingeniería venezolana: la prevención de desastres, el diseño y construcción de sifones invertidos, y una detallada historia del Laboratorio "Ernesto León Delgado". Como parte de los aportes para la reactivación nacional, se incluyen análisis sobre el rol de la vivienda en la economía y propuestas concretas para combatir el desempleo y la pobreza mediante la construcción masiva de edificios. Finalmente, la sección histórica reproduce un informe de 1874 sobre el proyecto del ferrocarril de vía angosta entre Caracas y La Guaira, complementado con la correspondencia oficial y el contrato para su construcción, ofreciendo una valiosa perspectiva sobre la ingeniería del siglo XIX en Venezuela.

Boletín Nº 11 / Segundo semestre de 2005 / César Quintini Rosales (coordinador)

El Boletín Nº 11 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo semestre de 2005, constituye un compendio de reflexiones, análisis técnicos e históricos que subrayan el papel de la ingeniería en la construcción y transformación del país. A través de sus diversas secciones, el documento aborda desde una perspectiva institucional los retos del futuro, la importancia de la planificación estratégica y el impacto de la infraestructura en el desarrollo nacional. Destacan artículos que exploran la canalización del río Guaire en Caracas, el cuestionamiento de leyes ferroviarias, las dinámicas de transporte y los aportes históricos de la ingeniería venezolana, incluyendo colaboraciones sobre salud pública y nutrición. Se enfatiza la necesidad de una visión de largo plazo que trascienda la coyuntura política y económica, promoviendo el ejercicio profesional responsable, la innovación, y el compromiso con la seguridad y bienestar social. La obra, con su carácter semestral, funciona no solo como un registro de las actividades académicas y los discursos de toma de posesión, sino también como una plataforma para el debate sobre el estado de la infraestructura nacional, la eficiencia en el uso de recursos y la urgencia de establecer políticas públicas coherentes que permitan a Venezuela insertarse de manera sólida en el contexto internacional, integrando saberes técnicos, científicos y humanísticos.

Boletín Nº 12 / Primer semestre de 2006 / Editor jefe o presidente de la CE: César Quintini Rosales (coordinador)

Este Boletín Nº 12 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al primer semestre de 2006, presenta una compilación de trabajos de carácter histórico, técnico y analítico, reafirmando su compromiso con el estudio y divulgación de temas fundamentales para el desarrollo del país en las áreas de ingeniería, arquitectura, urbanismo y el hábitat. El contenido abarca desde un análisis de la relación entre la guerra y el progreso tecnológico a través de la evolución de la artillería, hasta la historia y las lecciones de la ingeniería sísmica en Venezuela, incluyendo un recuento de la evolución del sector eléctrico nacional y reflexiones críticas sobre la infraestructura de transporte, ferrocarriles y puertos. Además, incluye una reseña bibliográfica sobre la historia de la Faja Petrolífera del Orinoco, destacando su relevancia técnica y económica, y un homenaje al ingeniero Gumersindo Torres como pionero del nacionalismo petrolero. El índice se complementa con la conferencia sobre el presente y futuro del sector eléctrico venezolano y una crítica al libro "Rieles con futuro", obra que analiza los desafíos de los ferrocarriles en América del Sur. Con este conjunto de artículos, la Academia continúa contribuyendo a la documentación de nuestra historia técnica y al debate sobre políticas públicas fundamentales para la planificación y el progreso nacional, manteniendo un alto estándar de rigor investigativo y objetividad académica al

poner a disposición del público información técnica de primera mano sobre temas de vital interés nacional.

Boletín Nº 13 / Segundo semestre de 2006 / Editor jefe o presidente de la CE: César Quintini Rosales (coordinador)

El Boletín N° 13 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo semestre de 2006, presenta un contenido variado que abarca desde actos académicos y homenajes hasta estudios técnicos, históricos y conferencias sobre temas de gran relevancia para el país. La publicación abre con una síntesis de los trabajos y una nota de duelo por el fallecimiento del Académico Roberto Pérez Lecuna. El número documenta la Sesión Solemne de incorporación de los nuevos Miembros Honorarios (Alberto Olivares, Eduardo Mendoza, Eduardo Arnal e Ignacio Rodríguez Iturbe), cuyas palabras y las de sus presentadores destacan la misión de la Academia y la importancia de la ética y el conocimiento. Los artículos técnicos y de reflexión incluyen un estudio histórico sobre la "Fuga Bayonero" del Río Arauca, un análisis sobre políticas de transporte en Venezuela, una continuación del enfoque sistémico sobre desarrollo nacional y educación, y una investigación sobre los secretos de los albañiles medievales en relación con el "Código Da Vinci". Finalmente, se incluyen dos conferencias: una sobre la influencia de la legislación laboral en la forma de las ciudades venezolanas y otra que analiza en profundidad la crisis de la producción de viviendas en el país, proponiendo un plan de cooperación para su reactivación.

Boletín Nº 14 / Primer semestre de 2007 / Editor jefe o presidente de la CE: César Quintini Rosales (coordinador)

Este boletín presenta la memoria institucional de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat durante el primer semestre de 2007, un período marcado por la renovación de su Comité Directivo para el bienio 2007-2009. El contenido se abre con una declaración institucional sobre la soberanía nacional en las áreas marítimas de la plataforma continental generada por la Guayana Esequiba, enfatizando la importancia de los recursos de gas natural en dicha zona. La edición documenta exhaustivamente la Sesión Solemne de toma de posesión de las nuevas autoridades y la incorporación de nuevos miembros, incluyendo los discursos de Roberto César Callarotti, Pedro Pablo Azpúrua y Víctor Maldonado Michelena, quienes ofrecen visiones integrales sobre la ingeniería, el aprovechamiento de recursos hídricos y la seguridad de la nación. Se incluyen trabajos monográficos de alta relevancia prospectiva, como la exploración del perfil del "Ingeniero del 2025" y la síntesis del reporte estadounidense "El Ingeniero del 2020", que buscan orientar la educación técnica hacia los desafíos globales de competitividad, sostenibilidad y ética. Asimismo, se profundiza en el enfoque sistémico de la relación entre gente, tecnología y desarrollo nacional, se presentan estudios sismológicos históricos aplicados al área de Caracas, y se discuten los fundamentos de la seguridad nacional y la necesaria actualización del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. La obra constituye una valiosa referencia para entender las políticas públicas, la planificación de infraestructura y el compromiso de la ingeniería venezolana con el progreso soberano y el bienestar social.

Boletín Nº 15 / Segundo semestre de 2007 / Editor jefe o presidente de la CE: César Quintini Rosales (coordinador)

El Boletín N° 15 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo semestre de 2007, constituye una publicación monográfica dedicada íntegramente al tema de la Ética. La edición, presentada por el Académico Manuel Torres Parra, se estructura como un compendio de documentos fundamentales para el ejercicio de la profesión. Inicia con una declaración de principios que incluye fragmentos del Discurso de Angostura de Simón Bolívar, la Declaración Universal de los Derechos Humanos y los valores de la Academia. El núcleo del boletín recopila una serie de trabajos y conferencias sobre la ética en la ingeniería, abordando su relación con el liderazgo, el desarrollo nacional, la moral y la honestidad. Se incluyen también los códigos de ética del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV), de la Sociedad Nacional de Ingenieros Profesionales de EE.UU. (NSPE), de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros (UPADI), de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros (FMOI) y la Declaración de la Academia Panamericana de Ingeniería (API). El volumen concluye con una reflexión sobre la ética del ingeniero en la venta de productos nocivos, ofreciendo así un panorama integral y documentado sobre los principios éticos que deben regir la ingeniería.

Boletín Nº 16 / Primer semestre de 2008 / Editor jefe o presidente de la CE: César Quintini Rosales (coordinador)

Este boletín conmemora el décimo aniversario de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, presentando un compendio de las actividades académicas desarrolladas durante el primer semestre del año 2008. El contenido se estructura principalmente en torno a las sesiones solemnes de incorporación de nuevos miembros, incluyendo los discursos de recepción y contestación correspondientes al Ingeniero Eli Saúl Puchi Cabrera como Individuo de Número (Sillón XXIX), al Arquitecto Graziano Gasparini como Miembro Honorario y al Ingeniero William Wulf como Primer Miembro Correspondiente Extranjero. La obra técnica científica destaca con la semblanza y el análisis de la obra del Dr. Melchor Centeno Vallenilla, pionero en el estudio de la energía solar en Venezuela, incluyendo uno de sus artículos técnicos más relevantes sobre relaciones para la técnica solar en regiones intertropicales. Asimismo, se incluye la primera parte de una ponencia presentada originalmente en el XI Congreso del C.I.V. en 1986 sobre recursos humanos y tecnología, la cual es reeditada con comentarios actualizados por el editor, y una conferencia del Dr. Oscar Sambrano

Urdaneta sobre la influencia de las nuevas tecnologías en la lengua española. El boletín cierra con importantes declaraciones del presidente de la Academia, Ing. Aníbal R. Martínez, quien aborda con preocupación temas neurálgicos como la situación de la industria petrolera nacional, el estado de la frontera marítima y propuestas de ordenamiento territorial, reflejando el papel crítico y propositivo de la institución ante la realidad nacional de la época.

Boletín Nº 17 / Segundo semestre de 2008 / Editor jefe o presidente de la CE: César Quintini Rosales (coordinador)

El Boletín Nº 17 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), correspondiente al segundo semestre de 2008, se estructura en torno a los actos académicos de incorporación del Ing. Arnoldo José Gabaldón como Individuo de Número, ocupando el sillón XVIII. La obra abre con los discursos leídos durante la Sesión Solemne del 3 de julio de 2008. El discurso de orden del Ing. Gabaldón, titulado "La Urbanización Sustentable: Un Reto para Venezuela", analiza de manera profunda y crítica el violento proceso de urbanización experimentado por el país durante el siglo XX, marcado por una explosión demográfica sin precedentes y una administración de recursos caracterizada por deficiencias institucionales y financieras. El autor sostiene que el actual descalabro social, la inseguridad y la falta de planificación urbana —que califica como un "urbanismo descapitalizado"— son consecuencia directa de este crecimiento desordenado. Como alternativa, propone un modelo de urbanización sustentable, el cual integra dimensiones sociales, económicas y ecológicas, subrayando la necesidad de fortalecer los gobiernos municipales, implementar una política nacional de urbanización basada en consensos, dignificar el equipamiento de los barrios pobres y promover una democracia sólida con plena libertad y estado de derecho. Complementa esta exposición el discurso de contestación del Acad. Ing. Alfredo Guinand Baldó, quien presenta una semblanza exhaustiva de la trayectoria profesional, académica y política del Ing. Gabaldón, destacando sus aportes en la gestión de los recursos hídricos, la creación del Ministerio del Ambiente, su rol en la modernización del Estado a través de la COPRE y su prolífica producción bibliográfica centrada en el desarrollo sustentable. Asimismo, el boletín incluye el trabajo de incorporación completo de Gabaldón, donde profundiza teóricamente sobre la huella ecológica y la ecología humana en contextos urbanos, además de una contribución del Ing. Carlos Machado Allison titulada "Políticas públicas y desarrollo tecnológico agrícola en Venezuela", la cual examina las causas de la fragilidad del sistema agroalimentario venezolano frente a la demanda creciente, contrastando el modelo agrícola nacional con las experiencias internacionales y destacando el impacto negativo de las políticas intervencionistas, los controles de precios y la inseguridad jurídica en la competitividad e innovación tecnológica del sector agrícola. Finalmente, se incluye el trabajo del Ing. Eduardo Buroz Castillo, "La Gestión Ambiental: de la Restricción a la Acción", que completa un tomo dedicado a la reflexión sobre el futuro de los recursos y el hábitat en Venezuela.

Boletín Nº 18 / Primer semestre de 2009 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín N° 18 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al primer semestre de 2009, es una edición de gran relevancia que documenta diversos actos académicos y foros de reflexión nacional. La publicación abre con la Sesión Solemne de incorporación del Ing. Oscar Andrés López Sánchez, quien presenta un trabajo sobre la protección de las escuelas contra los terremotos, destacando la necesidad de evaluar y reforzar estas estructuras vulnerables. Se incluyen las conclusiones de tres foros clave: "Ambiente, Energía y Economía" y "Situación y Prospectiva de la Ingeniería", y el foro por el Décimo Aniversario de la Academia, "Papel de las Academias en el Desarrollo del País", con las intervenciones de los presidentes de las siete academias nacionales, quienes reflexionan sobre su misión y el aporte de sus disciplinas al desarrollo. El boletín también contiene un documento histórico sobre los reventones del gasoducto Anaco-Caracas, una extensa cronología de hitos en ciencia, tecnología e ingeniería entre 1958 y 1999, y una semblanza del destacado ingeniero y académico Dr. Eduardo Arnal Myerston, fallecido en 2008. En conjunto, la edición ofrece un valioso panorama de la actividad académica, la reflexión sobre problemáticas nacionales y la memoria histórica de la ingeniería venezolana.

Boletín Nº 19 / Segundo semestre de 2009 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín N° 19 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo semestre de 2009, es una edición de gran relevancia que combina actos académicos de incorporación, una reflexión sobre el rol de las academias en el desarrollo del país, y un extenso estudio sobre la evaluación del desarrollo agrícola. La publicación abre con la Sesión Solemne de incorporación del geólogo Franco Urbani Patat como Individuo de Número, cuyo discurso y el de su presentador, Aníbal R. Martínez, recorren la historia de la geología en Venezuela y la importancia de la Cordillera de la Costa. También se documenta la incorporación del ingeniero Gustavo Rivas Mijares como Miembro Honorario, con discursos que destacan su trayectoria en la ingeniería sanitaria. El núcleo de la edición incluye la discusión del Foro "Papel de las Academias en el Desarrollo del País", con intervenciones de los presidentes de las siete academias nacionales y las reflexiones subsiguientes. El trabajo principal es la "Evaluación del Desarrollo Agrícola", de los académicos Eduardo Mendoza y Héctor Hernández, que analiza en profundidad los indicadores económicos, la producción agrícola y animal, la balanza comercial, las tasas de inflación y el proteccionismo internacional, proponiendo una política agroalimentaria para el país. Finalmente, se incluye un documento histórico sobre el colapso del Viaducto N° 1 de la

autopista Caracas-La Guaira, con informes técnicos de la Sociedad Venezolana de Geólogos.

Boletín Nº 20 / Primer semestre de 2010 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín N° 20 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al primer semestre de 2010, es una edición de gran relevancia que combina actos académicos, documentos institucionales de alto impacto, y artículos técnicos e históricos. La publicación abre con las Sesiones Solemnes de incorporación del Dr. Alejandro Müller como Miembro Correspondiente por el estado Miranda y del profesor Jacky Lesage como Miembro Correspondiente Extranjero, cuyos discursos y presentaciones destacan la excelencia en la investigación de materiales poliméricos y la cooperación científica internacional. El núcleo del boletín lo constituyen varios documentos de la ANIH: una declaración sobre la situación energética del país y pronunciamientos críticos sobre la crisis del sistema eléctrico nacional y el sector de agua potable y saneamiento, junto con una declaración conjunta de las Academias Nacionales ante la crisis eléctrica y la "Declaración de Lisboa" de las Academias de Ingeniería Iberoamericanas. Los artículos de fondo abordan temas como el cambio climático y el desarrollo sustentable, las relaciones petroleras entre Venezuela y Estados Unidos, la historia de la ingeniería estructural en Venezuela, y un análisis de los indicadores de desarrollo y el crecimiento de la ingeniería en el país, ofreciendo una visión integral de los desafíos y logros de la profesión.

Boletín Nº 21 / Segundo semestre de 2010 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 21 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), correspondiente al segundo semestre de 2010, documenta las actividades académicas y los pronunciamientos institucionales de la corporación durante el período, incluyendo las sesiones solemnes de incorporación de dos destacados profesionales como Individuos de Número: el Ing. Oscar Grauer, ocupando el Sillón II (marzo de 2010), y la Dra. Oladis Troconis de Rincón, ocupando el Sillón XI (mayo de 2010), quien se convierte en la primera mujer y primera zuliana en integrar la Academia. El volumen presenta los discursos de incorporación y contestación de ambos académicos, así como las palabras de clausura del presidente Aníbal R. Martínez, quien aprovecha la ocasión para reflexionar sobre la autonomía universitaria y el compromiso de las Academias Nacionales. El boletín incluye además trabajos académicos de gran relevancia técnica y científica: la ponencia del académico Aníbal R. Martínez sobre la integración energética en América Latina, presentada en el World Petroleum Council; un estudio geocronológico del macizo de El Baúl (estado Cojedes) con nuevas dataciones U-Pb en circón mediante el método SHRIMP-RG, realizado por los geólogos Viscarret, Urbani y Wright; y un extenso Índice General de los primeros veinte números del Boletín de la ANIH (2001-2010), elaborado por el académico Franco Urbani Patat. Se incluye también un trabajo de gran envergadura sobre los Indicadores de Desarrollo del País Relacionados con la Ingeniería, preparado por el académico Manuel Torres Parra y la economista María Rojas de Beltrán, que analiza exhaustivamente indicadores sociales, económicos, de ciencia y tecnología, infraestructura, ambientales y de desastres, con sus respectivas conclusiones y recomendaciones. Finalmente, se reproduce un artículo sobre la historia del Ferrocarril La Guaira y Caracas, y se presentan las Normas para la aceptación de artículos en las publicaciones de la Academia.

Boletín Nº 22 / Segundo semestre de 2011 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 22 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), correspondiente al segundo semestre de 2011, marca un hito en la publicación al iniciar la edición alternativa por medios electrónicos, ofreciendo el contenido en formato digital como complemento a la versión impresa. El volumen documenta las sesiones solemnes de incorporación de tres destacados profesionales: el Ing. Gonzalo Castro Fariñas como Miembro Honorario (agosto de 2010), el Ing. Martín Essenfeld Yahr como Miembro Correspondiente por el estado Miranda (agosto de 2010), y el Ing. Mario Paparoni como Individuo de Número, Sillón XXXI (enero de 2011). El boletín incluye además cuatro trabajos académicos de gran relevancia: las "Anotaciones sobre el tema de Transporte" del académico César Quintini R., que realiza un recorrido histórico y crítico de la evolución del sistema de transporte en Venezuela desde el siglo XIX hasta la actualidad, analizando ferrocarriles, carreteras, puertos y aeropuertos, y planteando interrogantes sobre las decisiones de política pública en el sector; el estudio "Indicadores de Mantenimiento" del académico Manuel Torres Parra y la economista María Rojas, que examina la evolución del concepto de mantenimiento, sus indicadores de gestión, y presenta casos concretos de evaluación en empresas productivas, infraestructura social (vialidad, edificaciones, obras hidráulicas y sanitarias) y la industria petrolera, con un análisis comparativo de los niveles de inversión en mantenimiento a lo largo de varias décadas; la "Vida y obra del geólogo Dr. Louis Kehrer (1897-1979)", del académico Franco Urbani Patat, que recupera la biografía y contribuciones científicas de este geólogo suizo que trabajó durante tres décadas en Venezuela para el Grupo Shell, siendo pionero en la estratigrafía del Cretácico en el occidente del país y autor de importantes mapas geológicos y publicaciones sobre la geología de los estados Táchira, Zulia, Falcón, Lara y Miranda.

Boletín Nº 23 / Primer semestre de 2012 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 23 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), correspondiente al segundo semestre de

2012, documenta las actividades académicas de la corporación durante el período, incluyendo cuatro sesiones solemnes de incorporación de nuevos miembros: el Ing. Roberto Úcar Navarro como Individuo de Número, Sillón I (noviembre de 2011); el Ing. Joaquín Lira como Miembro Correspondiente por el estado Miranda (enero de 2011); el Ing. Carlos Genatios como Miembro Correspondiente por el Distrito Capital (marzo de 2011); y el Ing. Julián Aguirre como Miembro Correspondiente por el estado Mérida (abril de 2011). El volumen presenta los discursos de incorporación y contestación de cada uno de los nuevos académicos, así como las palabras de clausura del presidente Manuel Torres Parra, quien enfatiza el compromiso de la Academia con la defensa de la autonomía universitaria, el fomento de la investigación y la promoción de áreas emergentes como la bioingeniería y la prevención de desastres. El boletín incluye además tres trabajos académicos de gran relevancia: el estudio "Indicadores Petroquímicos" del académico Manuel Torres Parra y la economista María Rojas, que presenta un análisis exhaustivo de la evolución de la industria petroquímica venezolana desde sus inicios en 1953 hasta el año 2010, examinando capacidad nominal, producción bruta, ventas, utilidades y eficiencia del trabajo; el trabajo "La Formación Profesional: Vinculación con la Industria Petrolera" de los ingenieros Martín Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo, que propone una hoja de ruta para la formación de recursos humanos en el sector hidrocarburos, basada en la experiencia de ocho décadas, con énfasis en la formación sólida en ciencias básicas, el compromiso ético, el trabajo en equipos multidisciplinarios y la vinculación estrecha entre centros de formación e industria.

Boletín Nº 24 / Segundo semestre de 2012 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 24 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), correspondiente al segundo semestre de 2012, documenta las actividades académicas de la corporación durante el período, incluyendo cuatro sesiones solemnes de incorporación de nuevos Miembros Honorarios: el Ing. Salomón Cohén (mayo de 2012), el Ing. Santos Michelena (junio de 2012), el Ing. Celso Fortoul (junio de 2012) y el Ing. Diego Ferrer (julio de 2012). El volumen presenta los discursos de presentación e incorporación de cada uno de los nuevos académicos, así como las palabras de clausura del presidente Manuel Torres Parra, quien enfatiza la importancia de la construcción, la hidráulica, la ingeniería estructural, la ética profesional y el papel de las Sociedades Profesionales. El boletín incluye además tres trabajos académicos de gran relevancia: el estudio "Indicadores de Hierro y Acero" del académico Manuel Torres Parra y la economista María Rojas, que presenta un análisis exhaustivo de la industria siderúrgica venezolana desde sus orígenes hasta el año 2012, examinando reservas de mineral de hierro, producción, capacidad instalada, comercio exterior, consumo aparente, productividad y aspectos ecológicos; el trabajo "Indicadores Relacionados con la Ingeniería" de los mismos autores, que actualiza catorce indicadores clave en las áreas social, económica, tecnológica y ambiental, incluyendo el Índice de Desarrollo Humano, PIB per cápita, gasto en ciencia y tecnología, competitividad global e índices de desempeño ambiental y desarrollo sostenible; y finalmente el artículo histórico "Primer Centenario de la Prospección Petrolera en Venezuela" del Dr. Franco D'Orazio, que conmemora el centenario del inicio de la campaña exploratoria profesional liderada por el geólogo Ralph Arnold entre 1911 y 1916, cuyos trabajos condujeron al descubrimiento de los primeros pozos comerciales en el oriente y occidente del país, incluyendo el legendario Zumaque Nº 1 (1914) y el reventón de Los Barrosos Nº 2 (1922).

Boletín Nº 25 / Primer cuatrismestre de 2013 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 25 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), correspondiente al primer semestre de 2013, documenta las actividades académicas de la corporación durante el período, comenzando con la Sesión Solemne de Toma de Posesión del Comité Directivo para el período 2013-2016, celebrada el 24 de enero de 2013, con discursos del académico Gonzalo Morales (quien realiza un recuento de las principales actuaciones de la Academia durante el período 2011-2013) y del presidente electo Manuel Torres Parra (quien analiza la situación del país, el papel de las Academias y los planes para el nuevo período). El volumen incluye la incorporación del Ing. José Ignacio Moreno León como Miembro Honorario (octubre de 2012), con su discurso de incorporación que aborda el perfil del ingeniero postmoderno y los desafíos de la universidad de tercera generación. Además, presenta seis trabajos académicos de gran relevancia: el artículo "La Universidad Posmoderna frente a las Nuevas Realidades Globales" del Acad. Moreno León, que profundiza en las transformaciones necesarias de la educación superior en el contexto de la Sociedad del Conocimiento; el estudio "Sistema de generación hidroeléctrica por rebombeo en el lago de Valencia" de los ingenieros Pérez Godoy y Gómez Medina, que propone una solución técnica para aliviar la crisis eléctrica nacional mediante un sistema de almacenamiento por bombeo de 1000 MW en la Región Central; el trabajo "Indicadores del Aluminio" del académico Torres Parra y la economista Rojas, que presenta un análisis exhaustivo de la industria del aluminio en Venezuela desde sus orígenes hasta el año 2012, examinando capacidad instalada, producción, importación, exportación, precios, coeficiente de autosuficiencia y productividad; el estudio "Indicadores de Desastres y Accidentes" de los mismos autores, que actualiza los indicadores de desastres naturales y tecnológicos, accidentes viales y de trabajo en Venezuela; y el artículo histórico "La Ley de Hidrocarburos de Venezuela del año 1943" de Ernesto Fronjosa Lasalle, que analiza el complejo proceso de negociación que condujo a la promulgación de esta ley fundamental, enmarcado entre la nacionalización de México (1938) y la de Irán (1951), y destacando el papel del Presidente Medina, la mediación del Presidente Roosevelt y el contexto de la Segunda Guerra Mundial.

Boletín Nº 26 / mayo 2013 - marzo 2014 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 26 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), correspondiente al primer semestre de 2014, documenta las actividades académicas de la corporación durante el período, incluyendo tres sesiones solemnes de incorporación de nuevos Miembros Honorarios: el Ing. Roberto Centeno (febrero de 2013), el Ing. Miguel Bocco (marzo de 2013) y la Dra. Mariana Staia (agosto de 2013). El volumen presenta los discursos de presentación e incorporación de cada uno de los nuevos académicos, así como las palabras de clausura del presidente Manuel Torres Parra, quien enfatiza la importancia de la Ingeniería Geotécnica, la Ingeniería de Consulta, la Metalurgia y la ética profesional. El boletín incluye además cuatro trabajos académicos de gran relevancia: el artículo "Notas sobre la Incorporación de Conocimiento Incierto en la Ingeniería Estructural Venezolana" del académico José Grases, que presenta un recorrido histórico de la incorporación de conceptos probabilísticos en la ingeniería estructural venezolana desde el siglo XIX hasta la actualidad; el estudio histórico "A Prueba de Temblores. Reflexiones sobre Construcción y Sismorresistencia en la Venezuela de 1900" de Leal Guzmán, Rodríguez y Audemard, que analiza el terremoto de San Narciso del 29 de octubre de 1900 y las reflexiones técnicas que generó sobre sismorresistencia, microzonificación y planificación urbana; el trabajo de incorporación de la académica Oladis Troconis de Rincón titulado "Impacto del Ambiente Tropical en la Durabilidad de las Estructuras de Concreto Armado", que presenta los resultados del proyecto iberoamericano DURACON sobre corrosión de armaduras en ambientes tropicales; y finalmente el trabajo de incorporación del académico Mario Paparoni titulado "La Elipse de Culmann como Calibradora del Comportamiento de Plantas de Edificios Bajo Flexotorsión en un Plano Horizontal", que rescata un método clásico de la Estática Gráfica para evaluar el comportamiento torsional de edificios.

Boletín Nº 27 / Segundo trimestre de 2014 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín 27 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en agosto de 2014, contiene una sesión solemne de incorporación y cuatro artículos técnicos de sus miembros. La publicación se inicia con la sesión de incorporación del Ing. Rodolfo Tellería como Miembro Honorario, celebrada el 26 de marzo de 2014, donde se incluyen los discursos de presentación a cargo del Acad. César Quintini, el discurso del propio Ing. Tellería y las palabras de clausura del presidente Manuel Torres Parra. Seguidamente, se presentan los trabajos de incorporación de los académicos Roberto C. Callarotti y E. S. Puchi Cabrera, que datan del año 2007. El primero de ellos aborda el calentamiento electromagnético del petróleo, analizando los diferentes métodos, frecuencias y eficiencias, así como la modelación de los procesos. El segundo estudia la laminación en frío y el recocido de aleaciones comerciales de aluminio provenientes de colada continua de doble rodillo, proponiendo un nuevo programa de laminación y analizando la cinética de recristalización. Además, el boletín contiene dos artículos técnicos adicionales. El Acad. Franco Urbani Patat y Alí Gómez presentan un resumen de una década de cartografía geológica en el norte de Venezuela (2003-2013), detallando las once regiones cartografiadas y los principales hallazgos petrológicos y geocronológicos. Finalmente, el Acad. Roberto Centeno Werner expone un trabajo sobre las obras civiles de carácter permanente y su diferencia con las provisionales, ofreciendo recomendaciones para mejorar las normas de proyecto y construcción vigentes en Venezuela, con énfasis en el aseguramiento de la calidad, la instrumentación y la necesidad de planos "tal como construida".

Boletín Nº 28 / Segundo semestre de 2014 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín 28 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en octubre de 2014, contiene tres sesiones solemnes de incorporación de nuevos miembros y tres artículos técnicos. La publicación se inicia con las sesiones de incorporación de la Ing. Mireya Rincón de Goldwasser como Miembro Honorario el 7 de agosto de 2014, del Ing. Oscar Benedetti Pietri como Miembro Honorario el 25 de septiembre de 2014, y del Ing. José Luis López Sánchez como Miembro Correspondiente por el Distrito Capital el 18 de septiembre de 2014. Cada sesión incluye los discursos de presentación, incorporación y clausura. Seguidamente, se presentan tres artículos técnicos. El Acad. Joaquín A. Lira-Olivares expone su trabajo de incorporación de 2011 sobre la optimización de prótesis total de cadera, abordando el diseño de componentes, el estudio de nuevos materiales cerámicos y metálicos, y la influencia de la piezoelectricidad del colágeno y polímeros en la formación de hidroxiapatita y la adhesión celular. Los Académicos Franco Urbani Patat, David Mendi y otros autores presentan un estudio sobre emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste de Falcón, caracterizando por primera vez varios manantiales y menes de la región. Finalmente, el Dr. Ernesto Fronjosa analiza los aspectos estratégicos del negocio del petróleo y su influencia en el desarrollo económico de Venezuela, describiendo la importancia de la integración vertical y horizontal de la industria, el proceso de internacionalización de PDVSA entre 1979 y 1989 y su posterior reversión en el siglo XXI.

Boletín Nº 29 / Primer semestre de 2015 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín 29 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en julio de 2015, contiene una sesión solemne de incorporación de un nuevo Individuo de Número y tres artículos técnicos de gran profundidad histórica y científica. La publicación se inicia con la sesión de

incorporación del Ing. Eduardo Buroz Castillo como Individuo de Número, ocupando el Sillón XVII, el 11 de diciembre de 2014, donde se incluyen su discurso de incorporación, la contestación del Acad. Arnoldo José Gabaldón y las palabras de clausura del presidente Manuel Torres Parra. Seguidamente, se presentan tres artículos técnicos. El primero, de Eduardo Carrillo, Franco Urbani Patat y Armando Ramírez, presenta un inventario detallado de las fuentes termales del estado Trujillo, describiendo su ubicación, geología, características fisicoquímicas y potencial para el turismo y la generación de energía geotérmica. El segundo, del Acad. José Grases, ofrece un extenso recorrido por los antecedentes de la ingeniería forense en Venezuela, recopilando y analizando una amplia casuística de eventos catastróficos desde 1766 hasta 2010, incluyendo terremotos, inundaciones, deslaves, huracanes, incendios y fallas estructurales, con énfasis en las lecciones aprendidas para la prevención y el diseño. El tercer artículo, también del Acad. José Grases, titulado "Historia y Testimonios de la Ingeniería Estructural en Venezuela. Epígrafes", recopila una serie de citas y reflexiones de destacados ingenieros y pensadores venezolanos sobre la profesión, la ética, la educación y el desarrollo de la infraestructura en el país.

Boletín Nº 30 / Tercer trimestre de 2015 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín 30 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo semestre de 2015, contiene dos sesiones solemnes de incorporación de nuevos Individuos de Número y tres artículos técnicos de gran relevancia. La publicación se inicia con las sesiones de incorporación de la Ing. Marianela Lafuente, ocupando el Sillón XXV el 23 de marzo de 2015, y del Ing. Darío Alfredo Viloria, ocupando el Sillón XXIII el 29 de mayo de 2015, incluyendo en cada caso los discursos de incorporación, contestación y clausura. Seguidamente, los Académicos Manuel Torres Parra y la Economista María Rojas H. de Beltrán presentan una actualización de los "Indicadores Relacionados con la Ingeniería", abarcando quince indicadores sociales, económicos, tecnológicos y ambientales que reflejan el deterioro del país en áreas como el Índice de Desarrollo Humano, la competitividad, la inversión en infraestructura y el gasto en ciencia y tecnología. El tercer artículo, elaborado por un equipo binacional de investigadores de FUNVISIS y el Servicio Geológico Colombiano, presenta un inventario detallado de daños y efectos geológicos del sismo ocurrido el 18 de mayo de 1875 en la frontera entre Colombia y Venezuela, reevaluando su magnitud e intensidades mediante escalas MM, EMS-98 y ESI-2007. Finalmente, el Acad. Alfredo Cilento Sarli presenta su trabajo de incorporación, "El Ministerio de Obras Públicas en la Construcción de la Infraestructura para el Desarrollo (1878-1976)", un extenso estudio histórico que analiza el rol fundamental del MOP en la modernización del país, desde la construcción de ferrocarriles y carreteras hasta las grandes obras hidráulicas y de vivienda, destacando la continuidad administrativa y la profesionalización de su personal.

Boletín Nº 31 / Primer trimestre de 2016 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 31 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), correspondiente al primer semestre de 2016, recoge las actividades institucionales y académicas más relevantes del período. Inicia con las sesiones solemnes de incorporación de los nuevos Individuos de Número, comenzando por el Arq. Alfredo Cilento Sarli, quien ocupó el Sillón XIV el 5 de junio de 2015, con su discurso de incorporación sobre la historia del Ministerio de Obras Públicas (MOP) entre 1874 y 1976, seguido por el discurso de contestación del Acad. Arnoldo José Gabaldón y las palabras de clausura del entonces presidente Manuel Torres Parra. Posteriormente, se documenta la incorporación del Ing. Carlos Genatios Sequera al Sillón XXX el 15 de junio de 2015, cuyo discurso abordó el conocimiento e innovación para el desarrollo, con énfasis en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, complementado por la contestación del Acad. Eduardo Buroz Castillo y las palabras de clausura del presidente Torres Parra. A continuación, se presenta la toma de posesión del Comité Directivo para el período 2015-2017, celebrada el 24 de septiembre de 2015, con las palabras del Acad. Manuel Torres Parra y el discurso de posesión del presidente Gonzalo Morales, titulado "Concordia para Alcanzar el Progreso", donde se analiza la coyuntura nacional y se proponen lineamientos para el futuro. El boletín culmina con un artículo técnico sobre nuevos estudios de la Formación Matatere en los estados Lara y Yaracuy, a cargo de Franco Urbani Patat y colaboradores, que incluye cartografía, petrografía y análisis de epistolitas. El contenido refleja el compromiso de la academia con el análisis histórico, el desarrollo tecnológico, la planificación territorial y la discusión de políticas públicas en el contexto de la crisis venezolana.

Boletín Nº 32 / Cuatrimestre abril-julio de 2016 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 32 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), correspondiente al cuatrimestre abril-julio de 2016, documenta las actividades académicas e institucionales más relevantes del período. Se inicia con la sesión solemne de incorporación del Ing. Noel Mariño Pardo como Miembro Correspondiente por el estado Bolívar, celebrada el 16 de junio de 2016, donde presenta su discurso sobre la historia, recursos y formas de explotación de la bauxita en Los Pijiguaos, seguido por la presentación del Acad. Franco Urbani Patat y las palabras de clausura del presidente Gonzalo Morales. A continuación, se incluye el trabajo de incorporación del Ing. Oscar Andrés López Sánchez, titulado "Protección de las Escuelas contra los Terremotos", que constituye un extenso estudio técnico sobre la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones escolares en Venezuela, con análisis detallados de los derrumbes ocurridos en Cariaco (1997) y propuestas metodológicas para la evaluación y reducción del riesgo a nivel nacional. El boletín

también contiene un artículo técnico sobre minerales secundarios hallados en la región septentrional de los estados Lara y Yaracuy, a cargo de Franco Urbani Patat y colaboradores, que incluye la identificación de sulfatos, carbonatos y óxidos-hidróxidos, con varios primeros reportes para Venezuela. Asimismo, se presenta un extenso informe sobre indicadores de la industria manufacturera, elaborado por el Acad. Manuel Torres Parra y la Econ. María Rojas H. de Beltrán, que analiza la evolución histórica y la situación actual del sector industrial en el país, con datos comparativos internacionales y un examen de las empresas públicas básicas entre 2009 y 2013. Finaliza el volumen con una semblanza del Acad. Heinz Gunther Henneberg, miembro fundador de la ANIH, fallecido en 2016, que resalta su trayectoria como geodesta y su contribución a las grandes obras de ingeniería venezolana.

Boletín Nº 33 / Segundo semestre de 2016 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 33 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), correspondiente al segundo semestre de 2016, recoge las principales actividades académicas e institucionales del período, con un fuerte énfasis en las incorporaciones de nuevos miembros y en la presentación de trabajos de investigación de gran envergadura. Se inicia con la sesión solemne de incorporación del Arq. Marco Negrón como Miembro Honorario, celebrada el 24 de noviembre de 2016, donde el Acad. Alfredo Cilento lo presenta y Negrón dicta un discurso sobre la urbanización en Venezuela, el papel de las ciudades y los mitos sobre Caracas. A continuación, se documenta la incorporación del Ing. Rafael Isidro Quevedo Camacho como Miembro Correspondiente por el estado Barinas, el 22 de septiembre de 2016, quien presenta un extenso discurso histórico sobre la provincia de Barinas y la importancia de la educación y la agricultura, con contestación del Acad. Eduardo Buroz Castillo. Posteriormente, se registra la incorporación del Ing. Francisco Javier Larrañaga Vázquez como Miembro Correspondiente por el estado Falcón, el 20 de octubre de 2016, con un discurso sobre el potencial energético y minero de Falcón y los elementos de una iniciativa empresarial exitosa en el sector petrolero, contestado por el Acad. Alfredo Viloria. El boletín incluye dos trabajos de incorporación completos: el de la Ing. Marianela Lafuente (Individuo de Número, Sillón XXV) sobre las normas sísmicas en Venezuela y América Latina, y el del Ing. Francisco Javier Larrañaga sobre una iniciativa empresarial exitosa en el sector energético. Se presentan además dos extensos artículos técnicos sobre indicadores relacionados con la ingeniería y sobre indicadores de hierro y acero, ambos elaborados por el Acad. Manuel Torres Parra y la Econ. María Rojas H. de Beltrán. Finaliza el volumen con una semblanza del Ing. José Joaquín Cabrera Malo, destacado ingeniero agrónomo y forestal, fallecido en 2016.

Boletín Nº 34 / Primer trimestre de 2017 / Editor jefe o presidente de la CE: Aníbal R. Martínez (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 34 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), correspondiente al primer semestre de 2017, constituye un volumen de gran envergadura que documenta las actividades académicas e institucionales más relevantes del período, con un fuerte énfasis en la incorporación de nuevos miembros y la presentación de trabajos de investigación de alto nivel técnico y científico. Se inicia con la Sesión Solemne del Mensaje Anual de la Academia, celebrada el 9 de febrero de 2017, donde el presidente Gonzalo Morales (cuyo discurso fue leído por el vicepresidente Eduardo Buroz Castillo) analiza el contexto nacional e internacional y los retos de la ingeniería, seguido por la presentación y semblanza del Orador de Orden, el Acad. Arnoldo José Gabaldón Berti, quien dicta un discurso titulado "Venezuela Frente a una Tendencia Histórica Regresiva", donde diagnostica la crisis nacional como un proceso de retroceso societal y plantea las bases para la esperanza. A continuación, se documenta la sesión solemne de incorporación de la Ing. Genoveva Sequera de Genatios como Miembro Honorario, el 2 de marzo de 2017, con discursos del Acad. Eduardo Buroz Castillo (presentación), de la propia Ing. Genatios sobre el cambio climático, y las palabras de clausura del Acad. Manuel Torres Parra. Posteriormente, se registra la incorporación del Dr. Laszlo Sajo Bohus como Miembro Correspondiente por el estado Vargas, el 16 de marzo de 2017, con su discurso sobre la energía nuclear y los reactores de sal fundida, la contestación del Acad. Manuel Torres Parra y las palabras de clausura del vicepresidente Eduardo Buroz Castillo. El boletín incluye una relatoría del Foro Venezuela +30, realizado en la UCV en noviembre de 2016, que aborda la construcción de una visión compartida de país y el análisis de indicadores de desarrollo. Se presentan tres trabajos de incorporación completos: el del Dr. Laszlo Sajo Bohus sobre energía nuclear verde y reactores de sal fundida, el del Ing. José Luis López Sánchez sobre la respuesta morfodinámica a la construcción de presas de retención de sedimentos en ríos de montaña, y el del Ing. Julián Aguirre Pe sobre desviación y captación de sedimentos gruesos. Finaliza el volumen con un artículo técnico sobre el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la UCV, que conmemora medio siglo de servicios a Venezuela, elaborado por José Grases y colaboradores.

Boletín Nº 35 / Segundo trimestre de 2017 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín 35 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al primer semestre de 2017, contiene los discursos de incorporación de nuevos miembros y seis trabajos técnicos de incorporación académica que abordan diversas áreas de la ingeniería. La publicación se inicia con los discursos de la Sesión Solemne de incorporación del Arq. Víctor Artís García como Miembro Honorario, donde el Acad. Alfredo Cilento Sarli presenta al nuevo miembro destacando su trayectoria como arquitecto y urbanista en el desarrollo de Ciudad Guayana y otras importantes obras urbanísticas, mientras que el Arq. Artís García ofrece un discurso en el que repasa su experiencia

profesional y reflexiona sobre el urbanismo en Venezuela. A continuación, se presentan los discursos de la Sesión Solemne de incorporación del Ing. Nelson Hernández como Miembro Correspondiente por el estado Anzoátegui, con su discurso de incorporación centrado en la seguridad alimentaria y la energía en la producción de alimentos, seguido del discurso de contestación del Acad. Cesar Quintini y las palabras de clausura del vicepresidente Acad. Eduardo Buroz Castillo. Los trabajos técnicos incluyen el estudio del Ing. Alejandro J. Müller S. sobre una técnica de fraccionamiento térmico para caracterizar materiales poliméricos; el trabajo del Dr. Martín Essenfeld Yahr sobre la producción conjunta de hidrocarburos y su regulación; la investigación del Ing. Roberto Ucar Navarro sobre una nueva metodología para determinar la resistencia al corte en macizos rocosos y concreto; el estudio del Ing. Carlos Genatios sobre el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; el trabajo del Ing. Geólogo Noel Santiago Mariño Pardo sobre la historia, recursos y métodos de explotación de la mina de bauxita de Los Pijiguaos; y finalmente el trabajo del Ing. Nelson Hernández sobre la energía en la producción de alimentos.

Boletín Nº 36 / Tercer trimestre de 2017 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín 36 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo semestre de 2017, contiene los discursos de los actos solemnes de incorporación de nuevos miembros y cuatro trabajos técnicos de incorporación académica, además de dos artículos técnicos. En la sección "Vida de la Academia" se incluyen los discursos de la Sesión Solemne de incorporación del Ing. Alfredo Avella como Miembro Correspondiente por el estado Anzoátegui, con su discurso de incorporación centrado en la educación virtual y el uso de microcontroladores con la plataforma Arduino, el discurso de contestación del Acad. Alfredo Viloria y las palabras de clausura del presidente Acad. Gonzalo Morales. También se incluyen los discursos de la Sesión Solemne de incorporación del Dr. Joaquín Alberto Lira-Olivares como Miembro Honorario, con el discurso de presentación del Acad. Alfredo Viloria y las palabras de clausura del presidente Acad. Gonzalo Morales. Los trabajos técnicos incluyen el estudio del Ing. Oscar Grauer sobre la conflictividad urbana en Caracas y la relación entre lo formal y lo informal; el trabajo del Ing. Alfredo Avella sobre el diseño de un curso básico de microcontroladores en un aula virtual; el estudio del Ing. Darío Alfredo Viloria Vera sobre el uso de inhibidores en la industria de los hidrocarburos; y el artículo del Acad. Noel Mariño sobre el depósito de bauxita de El Palmar en Venezuela, así como una comunicación corta de H. W. Fournier y F. Urbani sobre dataciones geocronológicas en la Cordillera de la Costa venezolana.

Boletín Nº 37 / Cuarto trimestre de 2017 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 37 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), publicado en diciembre de 2017, recopila las memorias de los actos solemnes y los trabajos técnicos realizados por la institución durante el segundo semestre de ese año. El volumen se inicia con los discursos de las Sesiones Solemnes de incorporación de nuevos Miembros Honorarios y Correspondientes, donde se abordan temas críticos para el país como la agricultura, la ciencia del suelo, la gestión de recursos hídricos, la industria petrolera y el estado de la infraestructura nacional. La sección de "Trabajos de Incorporación" constituye el núcleo técnico del boletín, presentando tres investigaciones de gran envergadura: un estudio histórico y propositivo sobre la gestión del agua en Venezuela, un análisis comparativo de la normativa internacional de hidrocarburos para reformar la legislación venezolana, y un diagnóstico de la crisis de los servicios de agua y electricidad agravada por la sequía de 2015-2016. El boletín se complementa con un artículo técnico sobre geocronología de la Formación Matatere, que explora la proveniencia de sedimentos y la evolución tectónica del norte de Venezuela, demostrando la amplitud interdisciplinaria de la Academia que va desde las ciencias aplicadas hasta las geociencias básicas.

Boletín Nº 38 / Edición especial (corresponde al período octubre 2017 - febrero 2018) / Editor jefe o presidente de la CE: Rafael I. Quevedo (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 38 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), publicado en febrero de 2018, presenta como contenido principal la Sesión Solemne de incorporación del Ingeniero José Ochoa Iturbe como Individuo de Número, Sillón XXVII, celebrada el 19 de octubre de 2017, cuyo trabajo de incorporación titulado "El Drenaje y su Importancia para una Ciudad Sustentable" aborda los sistemas urbanos de drenaje sustentable (SUDS) como herramienta para lograr ciudades más resilientes ante el cambio climático y la escasez hídrica. Complementariamente, el boletín contiene el trabajo de incorporación del Ing. Rafael Isidro Quevedo Camacho como Miembro Correspondiente por el Estado Barinas, titulado "La Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, en el marco de la educación universitaria", un extenso estudio que caracteriza histórica y académicamente a esta institución. Asimismo, se incluye el artículo técnico "Gasterópodos de la Formación Escorzonera Rellenos de Material Volcánico, Morros de San Juan, Estado Guárico", de los autores Urbani Franco, Grande Sebastián y Díaz Pedrimar.

Boletín Nº 39 / Edición especial (corresponde al primer trimestre de 2018) / Editor jefe o presidente de la CE: Rafael I. Quevedo (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Nº 39 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), publicado en abril de 2018, constituye un número especial preparado por la Comisión de Infraestructura dedicado íntegramente a los temas de

movilidad, transporte y vialidad en Venezuela. El boletín se abre con la "Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre la problemática de los puentes en Venezuela", un pronunciamiento institucional que alerta sobre el grave deterioro de la infraestructura vial del país y el riesgo de colapso de numerosos puentes. A continuación, el Ing. Daniel Quintini Alizo presenta los "Lineamientos para un plan destinado a superar el déficit en la infraestructura carretera y mejorar la movilidad y competitividad", un extenso documento que propone acciones a corto, mediano y largo plazo para rehabilitar y expandir la red vial nacional mediante financiamiento externo y asociaciones público-privadas. La Dra. Teresa Borges García contribuye con "Legislación existente y estructura organizacional en el área de vialidad, transporte y movilidad", un análisis exhaustivo del marco legal y las instituciones que rigen el sector, destacando la dispersión normativa y los constantes cambios ministeriales que afectan la continuidad administrativa. Los ingenieros Jesús Uzcátegui, Juan Andrés Rondón y Celia Herrera presentan la "Propuesta de transporte inclusivo, accesible y resiliente para ciudades venezolanas", un trabajo que diagnostica la situación del transporte público en Caracas y formula políticas públicas para lograr una movilidad sostenible, con énfasis en la jerarquización de modos, la integración tarifaria y la creación de una autoridad única de transporte. Finalmente, el Ing. Daniel Quintini Alizo cierra el boletín con los "Lineamientos para un sistema ferroviario nacional factible", que propone un sistema ferroviario compacto de aproximadamente 2.300 km, organizado en etapas, para conectar los principales corredores de población y producción del país mediante concesiones a la inversión privada y financiamiento multilateral.

Boletín Nº 40 / Segundo trimestre de 2018 / Editor jefe o presidente de la CE: Rafael I. Quevedo (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Número 40 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en junio de 2018, documenta exhaustivamente la vida académica de la institución durante el primer trimestre del año, centrándose en dos sesiones solemnes de incorporación de nuevos Individuos de Número. La publicación se abre con los discursos íntegros de las sesiones en honor a la Ing. Griselda Ferrara de Giner (Sillón XII, 15 de febrero) y al Ing. Werner Corrales Leal (Sillón XV, 1 de marzo), los cuales incluyen las semblanzas de los académicos fallecidos a quienes suceden, los discursos de contestación del Acad. Alfredo Viloria y del Acad. Arnoldo Gabaldón, respectivamente, y las palabras de clausura del presidente de la Academia, Acad. Gonzalo Morales. El núcleo de la publicación lo constituyen los tres extensos trabajos de incorporación, que abordan temas cruciales para el desarrollo nacional: una propuesta metodológica para la gestión integral del recurso hídrico y la protección de su calidad mediante tecnologías biológicas avanzadas para la remoción de nutrientes (Acad. Griselda Ferrara de Giner); un ambicioso sistema de indicadores para evaluar y orientar el desarrollo de Venezuela en sus dimensiones económica, social, institucional y de infraestructura (Acad. Werner Corrales Leal); y una síntesis magistral de la evolución del conocimiento geológico de la Cordillera de la Costa, con énfasis en la tectónica de la interacción Caribe-Suramérica (Franco Urbani Patat).

Boletín Nº 41 / Tercer trimestre de 2018 / Editor jefe o presidente de la CE: Rafael I. Quevedo (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Número 41 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en septiembre de 2018, documenta la vida académica de la institución durante el primer semestre del año, centrándose en tres sesiones solemnes de incorporación de nuevos Miembros Honorarios. La publicación se abre con los discursos íntegros de las sesiones en honor al Ing. Alfonso J. Linares Angulo (22 de febrero), al Ing. Carlos Machado-Allison (22 de marzo) y al Ing. Julio César Ohep Cardier (5 de abril), los cuales incluyen los discursos de presentación por parte de los académicos responsables (Acad. Académico Víctor Artís, Acad. Arnoldo José Gabaldón y Acad. Alfredo Viloria respectivamente), las palabras de los nuevos miembros honorarios y las clausuras del presidente de la Academia, Acad. Gonzalo Morales. El núcleo de la publicación lo constituyen tres artículos técnicos de contenido histórico y de ingeniería: un estudio sobre la Ley de Inmigración y Colonización de 1936 y su impacto en la capacidad productiva del país con la autoría de Patricia Ramos Cárquez y Sofía Artigas Ramos; un análisis del Plan Preliminar de Vialidad de 1947 y su influencia en las comunicaciones entre el centro y la región andina, realizado por Alfredo Cilento Sarli y Juan José Martín Frechilla; y una exhaustiva revisión histórica, por parte de Franco Urbani Patat, de la minería de oro en el estado Carabobo desde 1551 hasta 2018, cuyo tema es reflejado en la portada con una imagen satelital de la actividad minera en la Quebrada Barrera.

Boletín Nº 42 / Cuarto trimestre de 2018 / Editor jefe o presidente de la CE: Rafael I. Quevedo (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Número 42 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en febrero de 2019, documenta la vida académica de la institución durante el segundo semestre de 2018, centrándose en tres sesiones solemnes de incorporación: la del Ing. Miguel Asdrúbal Arcia Montezuma (03 de mayo) y la del Ing. Román Antonio Mayorga Quiroz (10 de mayo), ambos como Miembros Honorarios con discursos de presentación del Acad. Carlos Genatios, y la del Ing. Edilberto Guevara Pérez como Miembro Correspondiente Extranjero por Perú (29 de noviembre), con su discurso de incorporación y la contestación del Acad. Eduardo Buroz Castillo. El núcleo de la publicación lo constituye el trabajo de incorporación del Ing. Edilberto Guevara Pérez sobre los aportes de la investigación y postgrado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo al desarrollo científico y tecnológico de Venezuela, complementado con dos artículos técnicos de gran envergadura: un estudio histórico y cartográfico sobre la Isla de Aves (1529-1957) del Acad.

Franco Urbani Patat, y una investigación del Acad. Franck A. Audemard M. sobre las investigaciones marinas y costeras de Funvisis para mejorar la estimación de la amenaza por sismos y tsunamis.

Boletín Nº 43 / Segundo trimestre de 2019 / Editor jefe o presidente de la CE: Rafael I. Quevedo (presidente de la Comisión Editora)

El Boletín Número 43 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en junio de 2019, se presenta como un volumen de contenido exclusivamente técnico. La publicación se abre con un extenso y detallado estudio sobre indicadores relacionados con la ingeniería, presentado por el Acad. Manuel Torres Parra y la Econ. María Rojas H. de Beltrán, que ofrece un diagnóstico cuantitativo y multidimensional de la realidad venezolana en las esferas política, social, económica, tecnológica y ambiental, abarcando desde el índice de calidad institucional y el desarrollo humano hasta la competitividad global, el gasto en ciencia y tecnología y la formación de capital fijo. También se presentan dos artículos de gran envergadura en el campo de las ciencias de la Tierra: una completa revisión de la historia geológica del Escudo de Guayana, sus recursos minerales y su evolución en el contexto de la tectónica de placas y las plumas del manto, bajo la autoría de Vicente Mendoza, Héctor Márquez, Pedro Petit y Antonio Brojanigo, y una exhaustiva investigación biográfica y científica por parte de Franco Urbani Patat y Héctor Pérez-Marchelli, sobre la vida y obras del naturalista venezolano Vicente Marcano (1848-1891), pionero en las ciencias de la Tierra en el país.

Boletín Nº 44 / Tercer trimestre de 2019 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 44 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado septiembre de 2019, documenta la vida académica de la institución durante el segundo y tercer trimestre del año, incluyendo una sesión solemne de incorporación y la celebración del vigésimo aniversario de la Academia con su mensaje anual. La publicación se abre con la sesión de incorporación del Ing. Jesús Arnaldo Viloria Rendón como Miembro Correspondiente por el Estado Aragua (13 de junio), que incluye su discurso de incorporación sobre la expansión urbana y del lago en la cuenca del Lago de Valencia, la contestación del Acad. Juan Comerma y las palabras de clausura del presidente. El volumen dedica un espacio central a la Sesión Solemne del Mensaje Anual (26 de septiembre), que conmemora los 20 años de la instalación de la Academia, con el discurso del presidente Gonzalo Morales sobre el futuro de Venezuela, la ingeniería y el rol de la universidad, el Mensaje Anual titulado "Pacto contra la Corrupción" y el discurso del Orador de Orden, Acad. Dr. Alfredo Morles, sobre la relación entre el derecho y la ingeniería. La publicación incluye dos declaraciones institucionales: una sobre posibles daños estructurales y por corrosión en el puente sobre el Lago de Maracaibo, y un pronunciamiento sobre el respeto a la opinión de los ingenieros ante la crisis eléctrica. El volumen se completa con una nota en memoria del fallecido Acad. Aníbal R. Martínez, el trabajo de incorporación titulado Expansión Urbana y del Lago, y Disponibilidad de Tierras para el Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Lago de Valencia, Venezuela del Acad. Jesús Arnaldo Viloria Rendón, y dos artículos técnicos: uno sobre la caracterización mineralógica y geoquímica isotópica de un cuerpo de la Formación Matatere. Caño Negro, Lara Nororiental, presentado por el Ing. Fernando Daniel Nevado Pérez, y otro sobre la situación operativa del sector aluminio en Venezuela y propuestas para su reactivación, presentado por Noel Mariño Pardo.

Boletín Nº 45 / Cuarto trimestre de 2019 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 45 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en diciembre de 2019, documenta la vida académica de la institución durante el último trimestre del año, incluyendo una sesión solemne de incorporación y la toma de juramentación del nuevo Comité Directivo para el período 2019-2021. La publicación se abre con la sesión de incorporación del Dr. Germán Uzcátegui como Miembro Honorario (17 de octubre), que incluye el discurso de presentación del Acad. Arnoldo José Gabaldón, las palabras del nuevo académico sobre la crisis del sector agua potable y saneamiento en Venezuela y las propuestas de la "Hoja de Ruta" del Grupo Orinoco para su recuperación, y las palabras de clausura del presidente. El volumen dedica un espacio central a la Sesión Solemne de toma y juramentación del nuevo Comité Directivo (14 de noviembre), con los discursos del presidente saliente Gonzalo Morales y del presidente entrante Eduardo Buroz Castillo. La publicación incluye la declaración institucional "Jalonando el Camino del Futuro". El núcleo técnico del boletín está conformado por seis artículos que abordan la crisis de la agricultura venezolana desde diversas perspectivas: la situación actual del sector (Acad. Rafael Isidro Quevedo Camacho), el concepto de nueva ruralidad (Ing. Patricia Ramos Cárquez), la problemática de la vialidad agrícola (Ing. Riad Bujana Saldivia), la historia de la investigación agrícola en la UCV (Acad. Alfredo Cilento Sarli), los aportes de las universidades con programas de ciencias agrícolas (Acad. Rafael Isidro Quevedo Camacho), y el desarrollo de productos tecnológicos verdes para el aseguramiento de flujo en la industria petrolera (Acad. Darío Alfredo Viloria Vera). El volumen se completa con las normas de publicación del boletín de la ANIH. Las secciones institucionales reflejan la nueva composición del Comité Directivo y la incorporación del Dr. Uzcátegui como Miembro Honorario.

Boletín Nº 46 / Primer trimestre de 2020 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 46 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en marzo de 2020, se presenta como un volumen de contenido predominantemente técnico y de reflexión estratégica. La publicación se abre con una extensa "Propuesta de Marco Conceptual para una

Política Energética en Venezuela", elaborada por la Comisión de Energía de la Academia, que diagnostica la profunda crisis e inseguridad energética del país, analiza las tendencias mundiales de descarbonización y el declive de los combustibles fósiles, y propone objetivos, lineamientos estratégicos y líneas de acción para una política de Estado integral, incluyendo la creación de un Consejo Nacional de Energía y la apertura al sector privado. El núcleo de la publicación lo constituye el trabajo de incorporación del Urbanista Arturo José Almandoz como Miembro Correspondiente por el Estado Guárico, titulado "Fundamentos y Cristalización del Urbanismo en Venezuela: de Gómez a Medina (1908-1945)", un estudio histórico sobre los orígenes y la evolución de la planificación urbana en el país durante el período gomecista y el gobierno de Medina Angarita. El volumen se completa con un artículo técnico de geofísica del Ing. Arnaiz Rodríguez, Mariano Simón titulado "La Litósfera del Caribe Oriental: Una Visión Geofísica Integrada", que ofrece una síntesis de la estructura profunda y la evolución tectónica de la región del Caribe Oriental.

Boletín Nº 47 / Segundo trimestre de 2020 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 47 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en junio de 2020, se presenta como un volumen que combina la documentación institucional con un extenso bloque de artículos técnicos de carácter histórico. La publicación se abre con el trabajo de incorporación del Ing. Paolo Maragno como Miembro Correspondiente Extranjero, titulado "Transmisión de Señales Digitales. Una breve síntesis", que resume su libro didáctico sobre los fundamentos de las comunicaciones digitales y contextualiza la evolución del sector de telecomunicaciones en Venezuela desde 1950 hasta 2020. El volumen incluye dos pronunciamientos interacadémicos: uno ante la amenaza a la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales por emitir una opinión científica sobre la epidemia de la Covid-19, y otro de júbilo por la beatificación de José Gregorio Hernández. La publicación dedica un espacio a notas de duelo por el fallecimiento de los académicos Aníbal R. Martínez y José Rafael García. Este número presenta una serie de seis artículos técnicos bajo el título "Ingeniería Venezolana 1958-1998", que ofrecen una visión retrospectiva de los logros de la ingeniería en el período democrático: diez proyectos importantes de infraestructura (Acad. Alfonso Linares), el terminal portuario de SIDOR (Acad. Alfredo Cilento Sarli e Ing. Juan José Martín Frechilla), la vivienda en la posguerra y el programa experimental del Banco Obrero (Acad. Alfredo Cilento Sarli), el urbanismo en Venezuela (Urb. Zulma Bolívar), los servicios públicos de agua, electricidad y telefonía (Acad. Germán Uzcátegui), y la evolución de la actividad agrícola y el medio rural (Ing. José Raúl Alegrett). Las secciones finales presentan las normas de publicación del boletín. Las secciones institucionales reflejan la incorporación de nuevos miembros correspondientes por los estados Guárico y Sucre, y del extranjero.

Boletín Nº 48 / Tercer trimestre de 2020 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 48 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en septiembre de 2020, se presenta como un volumen de gran densidad técnica y de pronunciamiento institucional, sin sesiones solemnes de incorporación. La publicación se abre con el trabajo de incorporación del Ing. Jesús Augusto Gómez Medina como Miembro Correspondiente por el Estado Sucre, titulado "Bases para la Formación una Matriz de Generación Eléctrica con Elevada Participación de Energías Renovables", que diagnostica la crisis del Sistema Eléctrico Nacional y propone escenarios para una matriz con alta penetración de fuentes renovables (hidroeléctrica, solar y eólica) hasta 2040, utilizando un análisis multicriterio. El volumen incluye cinco pronunciamientos y comunicados institucionales de las Academias Nacionales: rechazo a la convocatoria a las elecciones parlamentarias 2020, una declaración sobre los procesos de asignación de proyectos de ingeniería por parte del Estado, un pronunciamiento sobre los derrames de petróleo, un rechazo a la minería ilegal y al Arco Minero, y un pronunciamiento ante los atentados contra la soberanía de la Asamblea Nacional. La sección de eventos y noticias documenta conferencias y foros sobre el desconfinamiento de la pandemia, la minería ilegal en el Escudo de Guayana y los aludes de Vargas de 1999, así como la apertura de los premios Juan Manuel Cagigal y Melchor Centeno Vallenilla, y la designación del Acad. Alfredo Viloria Vera como miembro de la Academia de Ciencias de Europa. El volumen dedica notas de duelo a los académicos fallecidos Francisco Javier Larrañaga y Rubén Alfredo Caro. El núcleo técnico lo conforman diez artículos que abordan temas como la historia del INTEVEP y otros institutos de investigación (Acad. Alfredo Viloria Vera), la evolución de la industria petrolera entre 1958 y 1998 (Acad. Diego González P.), los proyectos hidroeléctricos Tocoma y Uribante Caparo (Ing. Sergio Marín Ernst y Ing. José Luis García Martínez-Barruchi), un micromodelo didáctico para aludes torrenciales (Acad. José Luis López, Ing. Enrique Luque e Ing. Jimmy Gomes), el impacto del coronavirus en la crisis humanitaria y ambiental (Acad. Alfredo Cilento Sarli y Dr. Marcos Troccoli Hernández), la relación entre el COVID-19 y el fin de la globalización (Ing. Juvencio Molina A. e Ing. Oswaldo Gómez A.), la historia del petróleo de Pedernales en Delta Amacuro (Acad. Franco Urbani Patat), la incidencia de la Primera Revolución Industrial en Venezuela (Ing. Nelson Méndez P.), y semblanza de los pioneros de la geología Vicente Marcano (Ing. Víctor A. Ramos) y Oliver Macsotay (Ing. Tulio Peraza). Las secciones finales incluyen notas breves sobre energía solar fotovoltaica y el futuro del petróleo.

Boletín Nº 49 / Cuarto trimestre de 2020 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 49 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en diciembre de 2020, se presenta como un volumen de pronunciamiento institucional,

divulgación científica y memoria académica, sin sesiones solemnes de incorporación. La publicación se abre con un extenso "Informe sobre la situación y funcionamiento actual del Colegio de Ingenieros de Venezuela", preparado por una comisión especial de la ANIH (coordinada por Arnoldo José Gabaldón, con Julio César Ohep, Alfonso Linares, José Ochoa y Herbert Lynch), que diagnostica el grave deterioro de la institución gremial, atribuible a la politización partidista, la falta de participación de los agremiados, el proceso de desinstitucionalización nacional, la desactualización de los mecanismos de recaudación y la ausencia de renovación de autoridades por más de una década, proponiendo acciones para su transformación. La sección de eventos y noticias documenta la presentación y los resúmenes del I Simposio Nacional de Recursos Hídricos (celebrado en modalidad telemática del 24 al 27 de noviembre de 2020), coorganizado con la Universidad de Los Andes y otras instituciones, que abordó cuatro áreas temáticas: elementos institucionales y de gestión, evaluación de procesos y riesgos, disponibilidad de agua y cuencas, y grandes usos del agua. El volumen incluye la presentación de libros editados por la ANIH, conferencias de las comisiones de Historia e Infraestructura, y el discurso del Día del Ingeniero. El núcleo técnico lo conforman siete artículos que abordan la innovación y protección industrial (Alfredo Viloria Vera y Marvin Ricaurtt), la proyección de la demanda eléctrica hasta 2040 (Álvaro Yáber), el rol del transporte de carga en la economía (Riad Bujana Saldivia), la propuesta de reconstrucción de plantas termoeléctricas (José Luis García Martínez-Barruchi), valores éticos y morales (Herbert Lynch Blackman), el fenómeno de la calima en Caracas (Juan Andrés Arévalo Groening, Carmelo Alfredo Gil Solórzano y Rafael Elías Mundaray Mago), y la historia del petróleo en la cuenca del Río Lora en Perijá (Acad. Franco Urbani Patat). Las secciones finales incluyen notas de duelo, memoriales biográficos de los geólogos Guillermo Zuloaga (Víctor A. Ramos) y Fernando Polanco Lorca (Germán Pacheco Troconis), notas breves sobre energía solar fotovoltaica flotante y cambio climático (Jesús Augusto Gómez Medina), una propuesta para el día del geólogo (José Antonio Rodríguez Arteaga y Noel Santiago Mariño Pardo) y una recensión del libro "La renta y el reclamo" (Diego Bautista Urbaneja).

Boletín Nº 50 / Primer trimestre de 2021 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 50 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en marzo de 2021, documenta la vida académica de la institución durante el primer trimestre del año, incluyendo trabajos de incorporación, actos de incorporación, pronunciamientos y artículos técnicos. La publicación se abre con el trabajo de incorporación del Acad. José Luis López como Individuo de Número, titulado "Aprendiendo del Desastre de Vargas", que ofrece una visión crítica y constructiva sobre las medidas de mitigación del riesgo adoptadas después de los aludes torrenciales de 1999, evaluando el estado actual de las obras de control de sedimentos y la vulnerabilidad de las comunidades. El volumen incluye los discursos de los actos de incorporación del Urbanista Arturo Almandoz Marte como Miembro Correspondiente por el Estado Guárico (con discurso de incorporación de Almandoz y contestación del Acad. Arnoldo Gabaldón) y del Ing. Jesús Gómez Medina como Miembro Correspondiente por el Estado Sucre (con discurso de incorporación de Gómez y contestación del Acad. José Ignacio Moreno). La sección de pronunciamientos contiene una declaración sobre la recuperación de la universidad y el proceso educativo, y un comunicado sobre las funciones y ámbitos de competencia de las comisiones especiales. El núcleo técnico lo conforman cuatro artículos que abordan la infraestructura y vialidad en la cuenca oriental petrolera (1910-1981) (Acad. Alfredo Cilento Sarli), el potencial de la diáspora venezolana para el desarrollo del país (Carlos Genatios y Marianela Lafuente), un estudio geológico del mármol de Patao en la península de Paria (José García, Iván Baritto, Luis Camposano, José Zamora, Clevis Medina y Lenín Ortega), y la historia del petróleo en la cuenca del río Caraño en Trujillo (1883-1886) (Acad. Franco Urbani Patat). Las secciones finales incluyen semblanzas de los académicos fallecidos Víctor Artís García, Gustavo Ferrero Tamayo, Eugenio Mendoza Goiticoa y Arévalo Guzmán Reyes, y notas breves sobre el Ministerio de Obras Públicas (Arnoldo Gabaldón) y el costo nivelado de la energía solar (Jesús Augusto Gómez Medina).

Boletín Nº 51 / Segundo trimestre de 2021 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 51 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en junio de 2021, conmemora el vigésimo aniversario de la publicación, destacando en su editorial la trayectoria del boletín como tribuna científica y divulgativa desde su primer número en junio de 2001. El volumen incluye tres trabajos de incorporación académica: el del Ing. Carlos Francisco Abel Espinosa Jiménez como Miembro Correspondiente, cuyo estudio analiza las lagunas de estabilización en el medio rural venezolano, específicamente en la zona panamericana de los estados Mérida y Trujillo. Los actos de incorporación documentan las sesiones solemnes del Ing. Paolo Maragno como Miembro Correspondiente Extranjero por Italia (con discurso de presentación del Acad. Carlos Genatios y discurso de incorporación de Maragno), del Arquitecto Oscar Olinto Camacho como Miembro Honorario (con discurso de presentación del Acad. Arturo Almandoz Marte y discurso de incorporación de Camacho), y del propio Ing. Carlos Francisco Abel Espinosa Jiménez (con discurso de incorporación de Espinosa y contestación de la Acad. Griselda Ferrara de Giner). La sección de pronunciamientos contiene tres declaraciones interacadémicas: sobre el atropello a la libertad personal y de expresión por defender normas de bioseguridad, sobre la urgencia de vacunas contra el COVID-19, y una declaración referida al puente General Rafael Urdaneta sobre el Lago de Maracaibo. El núcleo técnico lo conforman cinco artículos que abordan el estado actual y propuestas de recuperación del Sistema de Transmisión Nacional (Pedro Maninat y Luis G. Ceballos), el Club de Roma y la conferencia de Estocolmo como hitos del

desarrollo sustentable (José Luis García Martínez-Barruchi), la infraestructura portuaria en Venezuela en los siglos XIX-XX (Acad. Alfredo Cilento Sarli), reflexiones sobre las tecnologías de la Industria 4.0 y la adecuación del sistema educativo (Julio César Ohep Cardier), y los montajes experimentales para el análisis de hidratos (Joseph Díaz y Marvin Ricaurte). Las secciones finales incluyen notas breves sobre el colapso del sistema energético (Jesús Augusto Gómez Medina), la sismoestratigrafía en el campo El Roble (Martín Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo), y acciones recomendadas para mejorar el uso de fertilizantes (Juan Comerma, Heman Espinosa y Magaly Ruiz).

Boletín Nº 52 / Tercer trimestre de 2021 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 52 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, publicado en septiembre de 2021, se presenta como un volumen de contenido técnico y de pronunciamiento institucional. El volumen incluye tres actos de incorporación de nuevos Miembros Honorarios: del Ing. Rafael Eduardo Dávila Cárdenas (con discurso de presentación del presidente Acad. Eduardo Buroz Castillo y discurso de incorporación de Dávila), del Ing. Herbert Lynch Blackman (con discurso de presentación del Acad. Alfonso Linares y discurso de incorporación de Lynch), y del Ing. Jose Raúl Alegrett Ruiz (con discurso de presentación del Acad. Eduardo Roche y discurso de incorporación de Alegrett). La sección de pronunciamientos contiene una declaración sobre ciencia, tecnología e innovación para la Venezuela necesaria y posible, una opinión sobre el crecimiento industrial en Venezuela (Acad. Gonzalo Morales), una reflexión sobre la muerte de las universidades (Acad. Carlos Machado Allison), y una entrevista al Acad. Manuel Torres Parra. El núcleo técnico lo conforman cinco artículos que abordan la generación hidroeléctrica en régimen de pico en el río Capaz (José Luis García Martínez-Barruchi), la evaluación local del riesgo de desastres y participación comunitaria (Carlos Genatios, Oscar A. López et al.), la revisión del método sísmico de reflexión en la industria petrolera (Jesús Pereira Vidal), el reforzamiento de edificios con columnas frágiles en hospitales (Luis Bernardo Fargier Gabaldón), la identificación de mejoras operacionales en la producción de GLP mediante simulación de procesos (Maritza Echeverría, Marvin Ricaurte y Alfredo Viloria), y el modelaje predictivo de sedimentadores primarios basado en redes neuronales artificiales (Carlos Veloz, Carlos Pazmiño y Marvin Ricaurte). Las secciones finales incluyen notas técnicas sobre el Lago de Maracaibo (Michael Carlowicz y Joshua Stevens), la producción conjunta como estrategia de explotación petrolera (Martin Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo) y las cuevas en cuarcitas de la Guayana (Franco Urbani Patat y Rafael Carreño).

Boletín Nº 53 / Cuarto trimestre de 2021 / Editor jefe o presidente de la CE: Rafael I. Quevedo (presidente)

El Boletín Número 53 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al cuarto trimestre de 2021, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de pronunciamiento institucional. El volumen incluye los compendios del trabajo de incorporación del Geógrafo Rafael Lairet Centeno como Miembro Correspondiente, y los actos de incorporación de los nuevos Miembros Honorarios: Ing. Ramón Germán Monzón Salas (con discurso de presentación del Acad. Gonzalo J. Morales), Ing. Luis Enrique Franceschi Ayala (con discurso de presentación del Acad. Manuel Torres Parra) e Ing. José Germán Pacheco Troconis (con discurso de presentación del Acad. Manuel Torres Parra). La sección de pronunciamientos contiene declaraciones sobre el proyecto de Ley de Aguas, las inundaciones en el litoral guaireño, la reunión COP26 sobre cambio climático, las emisiones de gases de efecto invernadero en Venezuela, y la defensa de los derechos soberanos en el Esequibo. El núcleo técnico lo conforman seis artículos que abordan la historia de los campos de aterrizaje, aeródromos y aeropuertos en Venezuela durante el siglo XX (Acad. Alfredo Cilento-Sarli), las obras destacadas de la ingeniería entre 1750-1810 (Juan José Pérez Ranael), los lineamientos para el Plan Vial Caracas 2040 (Daniel Quintini - Altey), los avances en modelaje hidráulico y mapeo de amenazas a 20 años de la tragedia de Vargas (Reinaldo García y Jacinto Artigas), la estimación de gases de efecto invernadero por aguas residuales en Mérida (Carlos Espinosa Jiménez, Jorge Rodríguez Ayala y Stefanoy Ramírez Rodríguez), y el futuro de la generación hidroeléctrica en Venezuela (José Aguilar Suárez, Sergio Marin Ernst y Pascual Perazzo). El volumen incluye las memorias del Congreso Venezolano de Geotecnia 2020 (primera parte) con seis trabajos sobre conceptos de geotecnia (Heriberto Echevarda), modelos de suelos (Andrés Torres y Heriberto Echevarda), presión de preconsolidación (Wagdi Naime Yehia), efectos de sismos (Gerardo Ruiz y Heriberto Echevarda), comportamiento de cimentaciones (Edinson Guánchez, Montserrat Sánchez y Rafael Weyler) y la presa Los Pajaritos en Nicaragua (Oscar Silva P., Cinthya Miranda P. y Luis Huete M.). Las secciones finales incluyen notas técnicas sobre el terremoto de Lisboa (Alejandro Liñayo) y la optimización de producción petrolera (Martín Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo).

Boletín Nº 54 / Primer trimestre de 2022 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 54 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al primer trimestre de 2022, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de pronunciamiento institucional. El volumen incluye el acto de incorporación del Ingeniero Francisco José Layrisse Ramírez como Miembro Honorario, en el que se destacó su trayectoria en la industria petrolera y su liderazgo en PDVSA. La sección de pronunciamientos contiene una declaración que rechaza el anuncio de constituir una "ciudad comunal" en el Parque Nacional Waraira Repano (El Ávila) por considerar que vulnera la legislación ambiental y atenta contra un área protegida fundamental para Caracas, y un análisis técnico del Acad. Noel Mariño Pardo sobre las ventajas y desventajas de construir pozos de agua en Caracas para solventar la escasez del servicio. El núcleo técnico lo

conforman dos artículos principales: el primero, de Klaus Essig, documenta la alarmante situación de los derrames de hidrocarburos en Venezuela entre 2010 y 2021, con 301 eventos verificados, y presenta nuevas tecnologías de monitoreo satelital y geointeligencia, ejemplificadas con el caso del Parque Nacional Morrocoy; el segundo, de Noel Mariño Pardo y Sebastián Grande, presenta un balance geológico de las rocas ornamentales en la cuenca baja del río Parguaza, estado Bolívar, evaluando su potencial económico y alternativas de desarrollo sostenible. El volumen incluye la segunda parte de las memorias del Congreso Venezolano de Geotecnia 2020, con siete trabajos: Evaluación de la integridad de pilotes y pilas para obras públicas y privadas con tecnologías disponibles a comienzos del siglo XXI (Francisco Centeno Pulido), Empleo del método de vibrocompactación para el mejoramiento de suelos: caso de puerto de La Guaira (Alvaro Boiero), Diseño optimizado para la prefabricación de fundaciones superficiales (Miguel Morales, Heriberto Echezuría y José Velásquez), Estimación de desplazamientos horizontales y deformaciones unitarias en el suelo debajo de fundaciones superficiales con base en la ley edométrica continua corregida (Wagdi Naime Yehia y Andrés Gavidia), Definición de zonas de falla en suelos debajo de fundaciones superficiales con base en la ley edométrica continua corregida (Wagdi Naime Yehia y Andrés Gavidia), Factibilidad de uso del Cement – Kiln - Dust (CKD) en el mejoramiento y estabilización de suelos granulares y cohesivos (Rhenzel Hernández Saturno) y Asentamientos en fundaciones continuas con análisis sísmico utilizando modelos numéricos (Johannes Briceño Balza, Norly Belandria Rodríguez, Francisco León Oviedo). Las secciones finales incluyen notas técnicas: una cronología de daños y derrumbes de puentes a partir de registros en medios de comunicación, y una conmemoración del 210º aniversario del terremoto de 1812, analizando su impacto histórico y la necesidad de mantener la conciencia sobre el riesgo sísmico. Las semblanzas biográficas del Acad. Gustavo Ferrero Tamayo (1923-2015), ingeniero de destacada trayectoria, y del Acad. Celso Fortoul Padrón (1926-2019), reconocido por su legado en la ingeniería y su dedicación a la Academia.

Boletín Nº 55 / Segundo trimestre de 2022 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 55 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo trimestre de 2022, se presenta como un volumen de contenido técnico y de pronunciamiento institucional, que documenta la vida académica de la institución durante el período. El volumen incluye el acto de incorporación de la Arquitecto Teolinda Bolívar Barreto como Miembro Honorario, en el que se destacó su destacada trayectoria en el campo del urbanismo y la planificación territorial, su labor como investigadora y docente, y sus contribuciones al estudio de la historia urbana de Venezuela. La sección de opiniones de académicos contiene una reflexión del Acad. Gonzalo J. Morales sobre la necesidad de crear un país diferente y el papel de la industria hacia el año 2050. El núcleo técnico lo conforman tres artículos principales: el primero, de Ángelo Marinilli y Oscar A. López, presenta los aspectos más importantes de la nueva norma venezolana para edificaciones sismorresistentes de mampostería estructural (COVENIN 5008:2019) y su incorporación en la norma sísmica actualizada; el segundo, de Pedro Raúl Solórzano Peraza, analiza la disponibilidad de micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu) para las plantas en función del pH en suelos venezolanos; el tercero, de José Luis García Martínez-Barruchi, propone una aplicación de índices de desarrollo humano como enfoque de gestión del capital natural para Venezuela. El volumen incluye la tercera parte de las memorias del Congreso Venezolano de Geotecnia 2020, con seis trabajos: Propuesta de evaluación del suelo para su mejoramiento o estabilización aplicando químicos y electroquímicos (José Vicente Heredia Tenía), Criterios de rotura no-lineales aplicados a la estabilidad de macizos rocosos con grietas de tracción (Norly Belandria, Roberto Ucar Navarro, Alfredo Corredor y Ferri Hassani), La resistencia al corte en macizos rocosos y en el concreto: una metodología reciente de cálculo (Roberto Ucar Navarro), Geología y evaluación geotécnica del macizo rocoso: estación pico espejo (4765msnm), sistema teleférico de Mérida, Venezuela (Omar A. Guerrero, Patxo J. Viscarret, Luis Yegres, Jelime Aray, Jesús Ávila, Milgreya Cerrada y Omar A. Guerrero–Camargo), Adecuación del proyecto de los rellenos de las quebradas Macayapa y Tacagua, haciendo uso de los materiales del túnel Baralt (Pascual Perazzo y Miguel Ángel Morales), y La gestión racional del riesgo: un caso práctico en el tratamiento probabilístico durante la inspección del diseño y construcción de túneles y carreteras del proyecto hidroeléctrico miguillas en Bolivia (Pascual Perazzo y Miguel Ángel Morales). La sección de notas técnicas incluye una semblanza de la vida y obra del ingeniero de minas John Charles Davey (1905-1974), quien trabajó en Venezuela, Egipto y el Reino Unido (Franco Urbani Patat). El volumen se completa con la sección de eventos y noticias, que documenta la juramentación del nuevo Comité Directivo 2022-2024, el mensaje anual de la ANIH y la reseña del foro sobre ferrocarriles y grandes obras públicas inconclusas.

Boletín Nº 56 / Tercer trimestre de 2022 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 56 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al tercer trimestre de 2022, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de pronunciamiento institucional, que documenta la vida académica de la institución durante el período. El volumen incluye los compendios del trabajo de incorporación del Ing. Sergio Marín Ernst como Miembro Correspondiente por el Estado Yaracuy, titulado "Estructuras Hidráulicas estudio de casos y propuesta de soluciones docentes", y los actos de incorporación del Ing. Sergio Marín Ernst y del Arquitecto Francisco Pimentel Malaussena como Miembro Honorario, en los que se destacaron sus trayectorias profesionales y sus contribuciones a la ingeniería hidráulica y al urbanismo, respectivamente. La sección de pronunciamientos contiene una declaración sobre ferrocarriles y otras grandes obras públicas inconclusas y paralizadas, en la que la Academia analiza la situación de estos

proyectos y propone lineamientos para su reactivación. La sección de opiniones de académicos incluye cinco artículos de reflexión: Werner Corrales Leal analiza los indicadores de la crisis de desarrollo de Venezuela desde su gestación; Miguel A. Padrón (editor del compendio realizado en la Comisión de agricultura) presenta un diagnóstico del estado del sistema de ciencia, tecnología e innovación del agro en Venezuela; Asdrúbal Arcia reflexiona sobre la protección de plantas y la agricultura sustentable; Carlos Machado Allison aborda la tecnología, innovación y el sistema agroalimentario en Venezuela; y Gonzalo J. Morales ofrece una visión sobre la universidad y el futuro. El núcleo técnico lo conforman tres artículos principales: Rafael Isidro Quevedo Camacho plantea bases conceptuales sobre la educación y el perfil del ingeniero, con énfasis en la necesidad de reformas curriculares y la vinculación con el entorno; Iván Baritto y colaboradores presentan un estudio geológico de la base del pozo TOC-1S en la cuenca de Agua Salada, estado Falcón; y Omar Carrero y colaboradores abordan la necesidad de frenar las deforestaciones y conservar los bosques en Venezuela. Las notas técnicas incluyen un trabajo sobre los profesionales de las geociencias en la industria petrolera venezolana (1912-1956), presentado por Omar Contreras y Franco Urbani Patat y una nota biográfica sobre Juan Bautista Dalla Costa Soublette, empresario minero y mentor de la educación gratuita en Guayana, de la autoría de Noel Mariño Pardo.

Boletín Nº 57 / Cuarto trimestre de 2022 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 57 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al cuarto trimestre de 2022, se presenta como un volumen de contenido técnico, de reflexión estratégica y de pronunciamiento institucional, que documenta la vida académica de la institución durante el período. El volumen incluye los actos de incorporación de los Ingenieros Aurelio Useche Kislinger y Juan Bautista Font Tono como Miembros Honorarios, en los que se destacaron sus trayectorias profesionales en el campo de la ingeniería y sus contribuciones al desarrollo del país. La sección de pronunciamientos contiene una declaración sobre los desastres ocurridos en Las Tejerías y en otros sectores del país, en la que la Academia analiza las causas y consecuencias de estos eventos y propone medidas para la gestión del riesgo, y un pronunciamiento sobre la LOCTI necesaria para la Venezuela a construir, en el que se aboga por una ley de ciencia y tecnología que impulse el desarrollo nacional. La sección de opiniones de académicos incluye cuatro artículos de reflexión: Gonzalo J. Morales analiza el nuevo orden mundial; Riad Bujana Saldivia estima la cantidad de vehículos híbridos y eléctricos que reemplazarán a los de combustión en Caracas y Venezuela; Alfredo Cilento-Sarli reflexiona sobre el logro del ODS 11 de Ciudades y Comunidades Sostenibles; y Marco Negrón ofrece una visión sobre las ciudades de hoy. El núcleo técnico lo conforman seis artículos principales: Domingo Acosta examina el papel de las ciudades intermedias en la sostenibilidad urbana, con ejemplos de aplicación en Porlamar y Pampatar; Alaiza Balza, Alfredo Viloria y Marvin Ricaurte analizan las oportunidades de sinergia entre fuentes de energía convencionales y alternativas en Venezuela; Manuel Torres Parra reflexiona sobre la cooperación internacional como una necesidad para la situación actual del país; Griselda Ferrara aborda el cambio climático y el medio ambiente; Alfredo Cilento-Sarli analiza la vulnerabilidad e infraurbanización de los barrios autoproducidos de Caracas; y Heriberto Echezuría estudia la robustez de los modelos de presión de poros para estratos licuables en programas de respuesta dinámica. Las notas técnicas incluyen un trabajo denominado La Actividad Agrícola en la Modernidad y la Tecnología de Avanzada, donde Carmelo Ecarri hace un análisis sobre la actividad agrícola en la modernidad y la tecnología de avanzada, y un artículo de José Luis López sobre las enseñanzas del desastre de Las Tejerías. La sección de notas biográficas presenta una nota biográfica escrita por Noel Mariño Pardo y Franco Urbani Patat, sobre Miguel Emilio Palacio Viso (1849-1931), un ícono en la minería del siglo XIX en El Yuruari, Guayana. El volumen se completa con la sección de eventos, que documenta numerosas actividades académicas.

Boletín Nº 58 / Primer trimestre de 2023 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 58 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al primer trimestre de 2023, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de pronunciamiento institucional, que documenta la vida académica de la institución durante el período. El volumen incluye el acto de incorporación del Arquitecto Frank Marcano Requena como Miembro Honorario, en el que se destacó su trayectoria en el campo de la arquitectura y el urbanismo, su labor como docente e investigador, y su contribución al desarrollo de la disciplina en Venezuela. La sección de pronunciamientos contiene una declaración sobre el estado del sistema de ciencia, tecnología e innovación del agro (SCTIA) en Venezuela, que diagnostica la situación y propone acciones para su fortalecimiento; una nueva declaración referente al puente General Rafael Urdaneta sobre el Lago de Maracaibo, en la que la Academia reitera su preocupación por el estado de la infraestructura y la necesidad de acciones urgentes; y una declaración en relación a la reducción de la vulnerabilidad e infraurbanización de los barrios autoproducidos, en la que se proponen políticas para mejorar las condiciones de vida en estos asentamientos. La sección de documentos de las comisiones especiales incluye una propuesta de marco conceptual para una política de estado para el sector minero en Venezuela, elaborada por la Comisión de Minería y Materiales, y un documento sobre proyectos de infraestructura inconclusos, que propone elementos para la formulación de una política pública, elaborado por una comisión especial de la ANIH y el Grupo Orinoco. La sección de opiniones de académicos e invitados contiene seis artículos: Herbert Lynch Blackman aborda la pavimentación asfáltica, desde el aula al trabajo de campo; Beatriz Sandia Saldini ofrece una mirada a la sociedad actual en modo digital; Rogelio Altez reflexiona sobre que los desastres no son naturales, a propósito de los terremotos de Turquía y Siria; Axel Dourojeanni analiza que agua y recursos

hídricos no son sinónimos; Alejandro Liñayo conmemora los 211 años del Terremoto de 1812; y Franco Urbani Patat presenta un inventario de las manifestaciones geotermales de Venezuela y sus aplicaciones. El núcleo técnico lo conforman dos artículos principales: Heriberto Echezuría propone un nuevo método para determinar los límites de Atterberg a partir de ensayos de veleta de laboratorio, que reduce la dispersión de los resultados y los hace más independientes del operador; y Juan José Pérez Rancel analiza los antecedentes y contextos del 162º aniversario del Colegio de Ingenieros de Venezuela, abordando las circunstancias académicas, profesionales e institucionales que determinaron su constitución y evolución desde el período hispánico hasta la actualidad. Las notas técnicas incluyen un análisis de Alfredo Cilento-Sarli sobre las megatendencias que marcarán el urbanismo y las ciudades, y un estudio de R. Carreño, F. Urbani y J. Astort sobre la detección de inundaciones en cuevas con sensores de temperatura en la cuenca del río Socuy, estado Zulia. La sección de notas biográficas presenta tres trabajos, uno sobre el geólogo Hans Kugler (1893-1986), escrito por Iván Baritto, otro sobre el geólogo Patrick Meurant (1952-2023), escrito por Eduardo Yánez Mondragón y uno sobre la geóloga Nada Vunjak (1922-1966), presentado por Franco Urbani Patat.

Boletín Nº 59 / Segundo trimestre de 2023 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 59 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo trimestre de 2023, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de pronunciamiento institucional, que documenta la vida académica de la institución durante el período. El volumen incluye el Mensaje Anual de la ANIH 2023, pronunciado en la Sesión Solemne Rector Juan Agustín de la Torre, en el que se abordaron los desafíos y las perspectivas de la ingeniería y el hábitat en el contexto nacional. Los actos de incorporación incluyen la sesión solemne del Ing. José Luis López Sánchez como Individuo de Número del Sillón XXXIII, en la que se destacó su trayectoria en la ingeniería hidráulica y la gestión del riesgo, y la incorporación del Ing. Jorge Baralt Torrijos como Miembro Honorario, en la que se resaltó su contribución al desarrollo de la ingeniería en Venezuela. La sección de pronunciamientos contiene un pronunciamiento de las Academias Nacionales de Venezuela sobre la defensa del Esequibo, en el que se reafirman los derechos soberanos de Venezuela sobre ese territorio. El volumen incluye las memorias del II Simposio Venezolano de Recursos Hídricos, que documenta las ponencias y discusiones sobre la gestión del agua en el país. El núcleo técnico lo conforman cinco artículos principales: Cathy Villalba y colaboradores presentan una experiencia en ordenamiento territorial a escala de gestión con el Plan de Ordenamiento Local del predio Cantilote, ubicado en la Zona Protectora de la cuenca del río Pao; Fabio Capra-Ribeiro propone un marco conceptual de políticas y lineamientos para promover la educación en línea en escenarios de desigualdad; Carlos Espinosa y colaboradores abordan el manejo de las aguas residuales en el Parque Nacional Laguna de Canaima, estado Bolívar; Heriberto Echezuría analiza la relación entre la energía del sismo y los daños a las obras; y Iván Baritto y Franco Urbani Patat presentan un estudio sobre las minas de oro de Petaquire y Altos Mirandinos desde el siglo XVI. Las notas técnicas incluyen un análisis de Juan Comerma sobre la capacidad, aptitud y vocación de la tierra en Venezuela. La sección de notas biográficas presenta semblanzas escritas por Jhonny Edgar Casas sobre los geólogos Louis Martin Robert Rutten (1884-1946) y Norman Edward Weisbord (1901-1990), ambos de destacada trayectoria en la geología de Venezuela. El volumen se completa con opiniones de académicos, informes de eventos auspiciados por la ANIH, resúmenes de trabajos presentados en eventos externos, reconocimientos a académicos y comisionados y una semblanza del arquitecto Fernando Gonzalo (1936-2023) escrita por Marco Negrón.

Boletín Nº 60 / Tercer trimestre de 2023 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 60 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al tercer trimestre de 2023, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de gestión institucional, que documenta la vida académica de la institución durante el período. El volumen incluye el compendio del trabajo de incorporación del Arq. Urb. Lorenzo González Casas como Miembro Correspondiente por el Distrito Capital, titulado "Diseñando la ciudad moderna: unidades vecinales en la metrópoli El caso de Caracas y la urbanización La California", y el discurso de su acto de incorporación, en el que se destacó su trayectoria en el urbanismo y la planificación urbana. La sección de documentos de las comisiones especiales contiene el informe de actividades 2022 de la Comisión Interacadémica de Sistemas Alimentarios y Nutrición. El núcleo técnico lo conforman cinco artículos principales: Griselda Ferrara de Giner propone líneas de acción para la gestión urbana del agua en el marco de la gestión ambiental urbana, abordando el ciclo integral del agua desde las cuencas hasta el saneamiento; Jhonny Edgar Casas y colaboradores presentan la Formación Gasparico, una nueva unidad volcano-sedimentaria del Cretácico en la isla de Margarita; Iván Baritto documenta el terremoto de Dubrovnik de 1667 a través de una relación de sucesos en el archivo de Francisco de Miranda; María Antonieta Lorente narra las historias del siglo XX sobre exploración petrolera y el desarrollo de la palinología en Venezuela; y Cathy Villalba y colaboradores analizan la adaptación del merey (Anacardium occidentale) en la zona protectora de la cuenca del río Pao con fines agroforestales sostenibles. Las notas técnicas incluyen recomendaciones de Edmundo E. Monteverde Soto para el control del huanglongbing (HLB) en plantaciones de cítricos en Venezuela, y una reflexión de Edilberto Guevara Pérez sobre conservación ambiental y desarrollo sostenible. La sección de notas biográficas presenta semblanzas del geólogo Ely Mencher (1913-1978) y del paleontólogo August Tobler (1872-1929), la primera escrita por Jhonny Casas y Franco Urbani Patat y la segunda por Iván Baritto. El volumen se

completa con opiniones de académicos e informes de eventos auspiciados por la ANIH.

Boletín Nº 61 / Cuarto trimestre de 2023 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 61 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al cuarto trimestre de 2023, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de gestión institucional, que documenta la vida académica de la institución durante el período. El volumen incluye los actos de incorporación de los Ingenieros Alonso José Romero Martínez y Freddy Leal Pinto, de la Arquitecta Sonia Cedres de Bello y del Ingeniero Miguel Nucete Hübner como Miembros Honorarios, en los que se destacaron sus trayectorias profesionales en las áreas de la ingeniería, la arquitectura, la agricultura y el hábitat, y sus contribuciones al desarrollo del país. La sección de documentos de las comisiones especiales contiene una compilación sobre las publicaciones de la Zona Rental Plaza Venezuela de la UCV (1994-2023), un estudio sobre las instituciones de investigación del agro en Venezuela, y un documento sobre la procura de financiamiento de las actividades de investigación por la Comisión de Agricultura de la ANIH. El núcleo técnico lo conforman cinco artículos principales: Oscar Andrés López Sánchez y colaboradores presentan una metodología para la evaluación rápida de daños en edificaciones afectadas por eventos socio-naturales o tecnológicos, que incluye una planilla de captación de datos, etiquetas de acceso y un manual de entrenamiento, con un ejemplo de aplicación en el Hotel Macuto Sheraton tras el sismo de Caracas de 1967; Jesús S. Porras y Vinicio Díaz Añez documentan un siglo de historia petrolera del Campo La Concepción en el estado Zulia; Oswaldo Luque Mirabal analiza la utilización de lodos residuales de cervecería como acondicionadores de suelos; Rafael Reyes Madriz explora el presente y futuro de los drones en la ingeniería; y Carlos Rodríguez Álvarez examina las posibilidades y tecnologías para la mitigación y adaptación de las infraestructuras a los efectos del cambio climático. Las notas técnicas incluyen un artículo de Jhonny Edgar Casas sobre las causas terrestres y extraterrestres del "apocalipsis" del año 536 d.C. La sección de notas biográficas presenta un trabajo presentado por Iván Baritto sobre los inicios de la fotogeología en el mundo y en Venezuela, con las contribuciones de Karl Rohr (1895-1995). El volumen se completa con opiniones de académicos, informes de eventos auspiciados por la ANIH, resúmenes de trabajos presentados en eventos externos, reconocimientos a académicos y comisionados y semblanzas de los ingenieros Luis Báez Díaz (1911-1991) por Eduardo Buroz Castillo y Juan Antonio Comerma Gutiérrez (1938-2023) presentada por La Junta Directiva de la Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo.

Boletín Nº 62 / Primer trimestre de 2024 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 62 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al primer trimestre de 2024, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de gestión institucional, que documenta la vida académica de la institución durante el período. El volumen incluye los actos de incorporación de los Ingenieros Antonio Colino Martínez y Carmelo Ecarri Henríquez como Miembros Honorarios, de los Ingenieros Rafael Isidro Quevedo Camacho y Joaquín Benítez Maal como Individuos de Número, y de la Socióloga Yajaira Elena Freites Ochoa como Miembro Honorario, en los que se destacaron sus trayectorias profesionales y sus contribuciones al desarrollo de la ingeniería, el hábitat y las ciencias sociales en Venezuela. La sección de compendios de trabajos de incorporación académica incluye el trabajo de Joaquín Benítez Maal sobre la tipología de las evaluaciones de impacto ambiental, y el de Rafael Isidro Quevedo Camacho sobre El Fradiear, un mecanismo internacional de las facultades de ciencias agrarias y afines de la región andina en el marco de la cooperación e integración. El núcleo técnico lo conforman cuatro artículos principales: Iván Baritto y Zureisy Marín presentan la identificación de anomalías radiactivas en yacimientos del subsuelo de la Faja Petrolífera del Orinoco, asociadas al mineral pesado monacita; José Raúl Alegrett Ruiz ofrece una aproximación a la agricultura venezolana del futuro; Adriana Márquez y colaboradores proponen un enfoque para la restauración de la calidad del agua mediante técnicas de biorremediación in situ y ex situ; y el mismo equipo de Adriana Márquez presenta una propuesta de biorremediación para un acuífero contaminado. Las notas técnicas incluyen un artículo de Gustavo Nouel Borges sobre la caracterización de un conjunto de fincas ganaderas en Venezuela. La sección de notas biográficas presenta un análisis del pensamiento geológico de Leonardo da Vinci (Jhonny Edgar Casas), y un trabajo sobre el ingeniero Reclus Roca Vila (1928-2024) escrita por José G. Álvarez-Cornett. El volumen se completa con opiniones de académicos, noticias e informes de eventos auspiciados por la ANIH, y una semblanza del profesor Fernando Salvador Key Sánchez (1909-1989) preparada por Roberto Villafañe.

Boletín Nº 63 / Segundo trimestre de 2024 / Editor jefe o presidente de la CE: Franco Urbani Patat (editor)

El Boletín Número 63 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo trimestre de 2024, se presenta como un volumen de contenido técnico, de gestión institucional y de pronunciamiento, que documenta la vida académica de la institución durante el período. El volumen incluye los actos de incorporación del Ingeniero Riad Bujana Saldivia como Miembro Honorario y de la Urbanista Loraine Mayrim Giraud Herrera como Miembro Correspondiente por el Estado Miranda, en los que se destacaron sus trayectorias profesionales en el campo de la ingeniería vial y el urbanismo, respectivamente. La sección de pronunciamientos contiene una declaración sobre la problemática de la Avenida Libertador entre Chacao y el Distribuidor Altamira en Bello Campo, una declaración sobre las acciones para la mitigación del riesgo sísmico en Venezuela, y un pronunciamiento sobre el análisis prospectivo. El núcleo técnico lo conforman dos artículos

principales: Maritza Rangel Mora y colaboradores proponen lineamientos para el ordenamiento urbano de la ciudad venezolana a partir del espacio público, considerando su estructuración en red y la infraestructura verde urbana; y Kerlyn Lugo-Piña y Adriana Márquez presentan un enfoque para evaluar un modelo municipal de prestación de servicios de agua potable y saneamiento. El volumen incluye la primera parte de las memorias del Congreso Venezolano de Ingeniería Civil 2024, con cuatro trabajos: Análisis del comportamiento en desplazamientos no motorizados en las ciudades según la disponibilidad de espacio verde urbano, por Wilmer Bueno-Silva y Luis Soto-Cerda; Reflexiones de la cosecha de agua de lluvia basado en un estudio de caso como alternativa a la crisis de suministro de agua, por Henry Blanco Laurencio Sánchez, Abraham Salcedo, Valentina Martínez, Eduardo Rivera y Ulises Linares; Factibilidad ambiental de las opciones de ruta del ferrocarril Cagua, San Juan de Los Morros. categoría ingeniería y costos por Keissy Díaz y Kélika González y Propuesta de curva carga–asiento no lineal para cimentación de estructuras mediante losa pilotada por Alejandro Camargo, Jesús González, José Gutiérrez y Rafael Jiménez. Las notas biográficas presentan trabajos sobre el geólogo Wolfgang Alejandro Lorenz Fabián (1926-2017) y sobre James W. Parkinson, el geólogo que describió el "mal de Parkinson", ambos escritos por Jhonny Edgar Casas.

Boletín Nº 64 / Tercer trimestre de 2024 / Editor jefe o presidente de la CE: Wagdi Naime Yehia (editor)

El Boletín Número 64 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al tercer trimestre de 2024, se presenta como un volumen de contenido técnico y de gestión institucional, que documenta la vida académica de la institución durante el período. La publicación se abre con una editorial que presenta los seis artículos científicos y técnicos que conforman este número, destacando su diversidad temática y su origen en el Congreso Venezolano de Ingeniería Civil 2024, organizado por la ANIH y las universidades venezolanas. El volumen incluye el acto de incorporación del Ingeniero Alfred Stephen Avella Guevara como Individuo de Número de la ANIH, en el que se destacó su trayectoria en el sector de telecomunicaciones e informática. Los compendios de trabajos de incorporación académica presentan el trabajo de Alfredo Avella Guevara sobre conectividad de calidad para disrupción digital, procesamiento de lenguaje natural y propuestas para el sector telecomunicaciones e informática, y el trabajo de Loraine Mayrim Giraud Herrera sobre bioética y biopolítica en ciudades sostenibles y resilientes, con una propuesta de indicadores de sostenibilidad ambiental urbana para Venezuela. La sección de pronunciamientos contiene una declaración sobre la necesidad de reactivar el proyecto de saneamiento integral de la cuenca del río Guaire, y una declaración de las Academias Nacionales sobre la jornada electoral del 28 de julio de 2024. Los documentos de las comisiones especiales incluyen compendios de las mesas técnicas sobre manejo de la salud del suelo con pasto vetiver para la seguridad alimentaria y climática, y sobre nuevos horizontes para el cacao venezolano. Este número contiene un trabajo de opinión del Acad. Noel Mariño Pardo: "Cenizas Volcánicas sobre Venezuela: antecedentes, afectaciones, factores de riesgos y prevención", donde ofrece un análisis integral y propositivo sobre un fenómeno natural de gran relevancia para el país. El autor revisa antecedentes históricos de eventos de caída de cenizas (como los vinculados a la Soufrière Hills), detalla las múltiples afectaciones a la salud, infraestructura crítica, servicios, agricultura y ganadería, y culmina con un conjunto de factores de riesgo y recomendaciones de prevención, incluyendo mapas de riesgo, protocolos de actuación y campañas de educación pública, cumpliendo con el rol de la Academia de asesorar al Estado y a la sociedad en la gestión del riesgo y la resiliencia. El núcleo técnico arbitrado lo conforman seis artículos que abordan la determinación de la probabilidad de falla en taludes rocosos considerando rotura plana (Roberto Ucar Navarro), donde el autor compara tres métodos diferentes para determinar la probabilidad de falla en taludes de macizos rocosos bajo el modelo de rotura plana; Evaluación estructural de los muros de la iglesia Inmaculada Concepción, de Pueblo Nuevo, municipio Falcón, estado Falcón (José L. Morillo, Víctor Piñero y Fernando Valle), donde se concluye que se debe realizar un reforzamiento estructural para aumentar la rigidez en la dirección del sismo transversal; una estrategia de implementación de la metodología BIM en pequeñas y medianas empresas (Luis José Carrillo et al.), planteándose objetivos clave: acelerar el proceso de aprendizaje de los profesionales, comenzar la adopción de la metodología en empresas de menor escala y mejorar el rendimiento de los equipos de trabajo. Áreas temáticas: Ingeniería de la Construcción, Tecnología y Gestión Empresarial; Rehabilitación de la Presa Turimiquire. Historia reciente y propuesta de reparación (Pascual Perazzo), presa que ha presentado filtraciones desde su puesta en funcionamiento en 1989, explicando las diferentes etapas de intervención realizadas y proponiendo una solución conceptual para su reparación definitiva; l Capacidad estructural a compresión de pilotes perforados con Eurocódigos y ACI 318 y comparación con otras normativas disponibles (Álvaro Villarino Redondo et al.), y Jerarquización del riesgo en tramos de la Línea Vital Vial de montaña del municipio El Jarillo del estado Miranda, mediante la evaluación de la exposición ante escenarios potencialmente destructivos (Miguel Ángel Morales Collazos et al.), evaluando la exposición ante escenarios potencialmente destructivos como deslizamientos, caídas de rocas e inundaciones, a partir de la caracterización geológica, geomorfológica, hidrológica y geotécnica del sector.

Boletín Nº 65 / Cuarto trimestre de 2024 / Editor jefe o presidente de la CE: Wagdi Naime Yehia (editor)

El Boletín Número 65 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al cuarto trimestre de 2024, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de gestión institucional, que documenta la vida académica de la institución durante el período. La publicación se abre con una editorial que presenta los seis artículos científicos y técnicos, dos notas técnicas y una nota biográfica

que conforman este número, destacando su amplia diversidad temática y su origen en el Congreso Venezolano de Ingeniería Civil 2024 (cuatro de los artículos), así como temas históricos y de ordenamiento territorial. El volumen incluye los actos de incorporación del Ingeniero Wagdi Naime Yehia como Miembro Correspondiente Nacional por el Estado La Guaira, del Doctor Raúl Jesús Estévez Laprea como Miembro Honorario, y del Ingeniero Edgar José Jaimes Cárdenas como Miembro Correspondiente Nacional por el Estado Trujillo, en los que se destacaron sus trayectorias profesionales en los campos de la geotecnia, la ingeniería y la termodinámica. Los compendios de trabajos de incorporación académica presentan el trabajo de Wagdi Naime Yehia sobre la nueva ley edométrico-continua y sus aplicaciones en el análisis de fundaciones superficiales, y el trabajo de Edgar José Jaimes Cárdenas sobre complejidad y homogeneidad multivariada con bases termodinámicas. La sección de pronunciamientos contiene una declaración de las Academias Nacionales sobre los Derechos Humanos, una declaración sobre lineamientos a considerar para el Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del país, y una declaración referida a las Vulnerabilidades y Riesgos del Sistema de Protección de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo. El núcleo técnico lo conforman seis artículos que abordan el sistema de fracturamiento termoquímico (Miguel Castillo et al.), la implantación de un programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la UCAB (Henry Blanco et al.), los aspectos geotécnicos relevantes de los proyectos hidroeléctricos del bajo Caroní (Pascual Perazzo), una propuesta de mapa geotécnico para municipios del estado Zulia (Luis Fuenmayor y Cariana Maury), las crónicas del puente colgante sobre el río Cuyuni (Acad. Noel Mariño Pardo), y las exploraciones espeleológicas de Francisco de Miranda en Europa (Iván Baritto). Las notas técnicas incluyen un artículo sobre geomitología (Jhonny Edgar Casas) y un análisis sobre la revisión y diseño de una nueva política de ordenamiento territorial para Venezuela (Alberto Pérez y Maritza Rangel). La nota biográfica escrita por José Antonio Rodríguez Arteaga y Marianto Castro Mora, presenta la vida de Cecilia Martin Franchi (1921-2006), la primera mujer geóloga venezolana. La sección de opiniones ofrece tres perspectivas: la Acad. Griselda Ferrara de Giner analiza el cambio climático, la transición energética y el desarrollo sostenible, evaluando impactos y proyecciones para Venezuela; Rafael J. Bermúdez propone estrategias para enfrentar los problemas ambientales del país desde una visión integral; y el Acad. Edgar José Jaimes Cárdenas presenta reflexiones sobre la educación del futuro, basadas en los siete saberes necesarios de Edgar Morin, abordando la formación integral y crítica para los desafíos del siglo XXI. El volumen se completa con noticias e informes de eventos, resúmenes de trabajos externos, reconocimientos a académicos, libros nuevos, reseñas y notas de duelo.

Boletín Nº 66 / Primer trimestre de 2025 / Editor jefe o presidente de la CE: Wagdi Naime Yehia (editor)

El Boletín Número 66 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al primer trimestre de 2025, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de opinión, que documenta la vida académica de la institución durante el período. La publicación se abre con una editorial que presenta los cuatro artículos científicos y técnicos, las dos notas técnicas, y la amplia sección de opiniones que conforman este número, destacando su diversidad temática y su origen en el Congreso Venezolano de Ingeniería Civil 2024 (tres de los artículos). El núcleo técnico lo conforman cuatro artículos: Miguel Castillo, Miguel Castillejo, Diego Marchán y Harald Stockhausen presentan el estudio de reacciones exotérmicas para la estimulación matricial no reactiva en pozos petroleros, evaluando la efectividad del Sistema de Estimulación Termoquímica (WSTCS) para remover daños por precipitación de asfáltenos y restaurar la permeabilidad; Fernando Torres Dugarte, Christian Sánchez, Francisco Gallardo y Daniela Bustamante proponen la implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) para el control de inundaciones en Santiago de Chile, analizando las dificultades de implementación y estableciendo conexiones entre niveles organizacionales para su correcta gestión; Henry Alberto Blanco Salas analiza la nueva estructura de las competencias profesionales específicas en el plan de estudios de Ingeniería Civil de la UCAB, identificando vacíos e inconsistencias en el modelo curricular por competencias y proponiendo un nuevo diseño; e Iván Baritto documenta la visita de Francisco de Miranda a las minas metálicas de Escandinavia en 1787, exaltando sus cualidades como explorador y su legado como el primer venezolano en realizar este tipo de exploraciones en el extranjero. Las notas técnicas incluyen nuevos datos sobre la primera escuela de minas fundada en Guasipati, estado Bolívar, resaltando la figura de Miguel Emilio Palacio (Noel Mariño Pardo y Franco Urbani Patat), y la vida del geólogo pionero Thomas Carroll Wilson (1906-1969) y sus exploraciones en Venezuela y Colombia (Jhonny Edgar Casas). La sección de pronunciamientos contiene una declaración de las Academias Nacionales referida a la toma de posesión presidencial del 10 de enero de 2025. La sección de opiniones de académicos e invitados presenta nueve trabajos: Luis Gilberto Caraballo reflexiona sobre las fronteras de la infotecnología y el "hombre cuántico"; Riad Bujana Saldivia aborda la gobernabilidad como servicio, proponiendo un estudio comparativo de estadísticas de empleo público para optimizar la gestión administrativa; Manuel Torres Parra ofrece 55 conceptos clave para reflexionar sobre el futuro interconectado; Alejandro Liñayo presenta diez reflexiones sobre el desastre hidroclimático de Valencia (España) del 29 de octubre de 2024; Pablo Kaplún y Joaquín Benítez analizan la sustentabilidad ambiental venezolana en el año que se fue, destacando la contaminación por petróleo, mercurio y la alta deforestación; Alejandro Gutiérrez hace un balance de la economía venezolana 2024 y sus perspectivas para 2025, señalando que persisten los problemas estructurales; Alicia Ponte Sucre reflexiona sobre sindéresis, altruismo y ciudadanía como herramientas para la preservación de la especie; se incluye una entrevista a Luis Gilberto Caraballo sobre el estudio del futuro como posible carrera universitaria; y Rodrigo Mijares presenta lecciones aprendidas de 30 años de ingeniería clínica en Venezuela, analizando su evolución y

la necesidad de recuperar la democracia para la rehabilitación tecnológica del sector salud. El volumen se completa con noticias e informes de eventos auspiciados por la ANIH (incluyendo relatorías de foros sobre infraestructuras y tecnologías médicas y sobre excelencia hospitalaria), resúmenes de trabajos presentados en eventos externos, reconocimientos a académicos (incluyendo el Premio Nacional de Cultura al Arq. Francisco Pimentel Malaussena), libros nuevos, reseñas y una semblanza de Teolinda Bolívar Barreto (1935-2024) escrita por Arturo Almandoz Marte.

Boletín Nº 67 / Segundo trimestre de 2025 / Editor jefe o presidente de la CE: Wagdi Naime Yehia (editor)

El Boletín Número 67 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al segundo trimestre de 2025, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de opinión, que documenta la vida académica de la institución durante el período. La publicación se abre con una editorial que presenta los cuatro artículos técnicos originales, los tres compendios de trabajos de incorporación académica, y la sección de opiniones de académicos, comisionados e invitados que conforman este número, destacando su alto nivel científico-técnico y su diversidad temática en áreas de la ingeniería y el hábitat. El núcleo técnico lo conforman cuatro artículos: Esdras Rodríguez y Jhonny Edgar Casas presentan la integración estratigráfico secuencial del miembro Guardulio (Formación Guafita) en el campo Guafita, estado Apure, generando un modelo sedimentológico y estratigráfico para comprender el comportamiento del yacimiento y mejorar los planes de explotación de hidrocarburos; Iván Baritto ofrece un trabajo biográfico sobre Cornelie Marguerite Bramine Caudri (1904-1991), destacando su legado como micropaleontóloga en la industria petrolera del Caribe y su papel decisivo en la historia de las geociencias; Eduardo Núñez y otros autores proponen una nueva conexión a momento para perfiles tubulares cuadrados (EP-HSS) como alternativa a configuraciones tradicionales, demostrando su capacidad para disipar energía bajo acciones sísmicas; y Ronald Torres y otros evalúan patrones de carga en análisis no lineal estático incremental (Pushover) en pórticos de concreto armado de baja, media y gran altura, precisando los procedimientos que mejor se adaptan a la respuesta estructural. Los compendios de trabajos de incorporación académica incluyen las contribuciones de José Manuel Martínez Cabrero, quien revisa políticas y prácticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) en países avanzados y de América Latina para proponer un nuevo Sistema Nacional de CTI en Venezuela; Daniel Salcedo Rodríguez, quien aborda herramientas y procedimientos para la caracterización de masas rocosas en la geoingeniería de taludes, fundamentados en su experticia profesional y docente; y Luis Alfonso Sandia Rondón, quien analiza la relación entre la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con especial énfasis en el contexto venezolano. Estos trabajos fueron presentados en los respectivos actos de incorporación como Miembro Correspondiente Extranjero, Individuo de Número y Miembro Correspondiente Nacional por el estado Mérida. La sección de opiniones de académicos, comisionados e invitados presenta dos trabajos: Riad Bujana aborda la necesidad de auditorías de seguridad vial y tratamiento de puntos negros para mitigar la siniestralidad del creciente parque de motorizados; y Noel Mariño Pardo devela los secretos de las tierras raras a través de un compendio de entrevistas y una geoconferencia, aportando datos clave sobre sus aplicaciones tecnológicas, depósitos mundiales y potenciales evidencias en la Guayana venezolana. La sección de pronunciamientos, declaraciones y comunicados contiene una declaración sobre la propuesta de incorporación del Ecocidio como quinto tipo penal en el Estatuto de Roma de la Corte Penal Internacional, y una declaración sobre tecnologías de navegación aérea en los aeropuertos venezolanos. El volumen se completa con noticias e informes de eventos auspiciados por la ANIH (incluyendo el Mensaje Anual de la ANIH 2025, el informe del Primer Simposio Venezolano sobre Calidad del Agua, el informe del III Simposio Venezolano de Recursos Hídricos, y la relatoría del foro sobre el espacio público urbano como integrador de redes de infraestructura), resúmenes de trabajos presentados en eventos externos (como el estudio de edades Lu-Hf en eclogitas de la Cordillera de la Costa y la visita de Arthur Ch. Hamilton-Gordon a la Cueva del Guácharo en 1870), reconocimientos a académicos (incluyendo el Premio Alma Máter al Acad. Alfredo Cilento-Sarli), libros nuevos de José Manuel Martínez Cabrero, reseñas de intervenciones de académicos en foros y conversatorios y semblanzas del Dr. Ramón Fuentes y del Dr. Pedro Magín Obregón Gavidia escritas por José Luis López Sánchez y Germán Pacheco Troconis respectivamente.

Boletín Nº 68 / Tercer trimestre de 2025 / Editor jefe o presidente de la CE: Wagdi Naime Yehia (editor)

El Boletín Número 68 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al tercer trimestre de 2025, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de opinión, que documenta la vida académica de la institución durante el período. La publicación se abre con una editorial titulada "Ciencia, historia, prospectiva y desarrollo sostenible", que presenta los tres artículos técnicos, la nota técnica, el compendio del trabajo de incorporación académica, y la sección de opiniones de académicos, comisionados e invitados que conforman este número, destacando su diversidad temática y su enfoque en la ciencia, la historia, la prospectiva y el desarrollo sostenible. El núcleo técnico lo conforman tres artículos: Jorge González, Ronald Torres, Enrique Rodríguez y otros autores presentan un estudio experimental sobre el uso de agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural, evaluando sustituciones parciales desde el 20% hasta el 100% y concluyendo que es posible utilizarlo en concretos estructurales, proponiendo rangos de uso basados en criterios de resistencia, rigidez y durabilidad; Jhonny Edgar Casas analiza la utilización de elementos geológicos como parte de la estrategia de Alejandro Magno para conquistar la ciudad de Tiro en el 332 a. C., mostrando cómo el contexto geomorfológico permitió construir un

espigón que deformó profundamente el litoral y provocó la progradación de su lengua de tierra hasta su aspecto actual; y Oscar Andrés López Sánchez y otros autores usan la ciencia para descifrar el crimen del caso Almelina Carrillo en 2017, mediante análisis de video, levantamientos topográficos, ensayos de campo, simulaciones matemáticas y reproducciones físicas y computacionales, demostrando que la botella fue lanzada desde el edificio Darijak y no desde el Rastol, por lo que la persona acusada es inocente. La nota técnica, también de Jhonny Edgar Casas, relata la increíble historia del nacimiento de la paleontología de vertebrados en Norteamérica, a partir del hallazgo de fósiles en el río Ohio en 1739 que fueron depositados en el gabinete de Luis XV y posteriormente estudiados por científicos. El compendio del trabajo de incorporación académica incluye la contribución de Inírida Rodríguez, quien presenta la interpretación integrada de anomalías gravimétricas y magnéticas a partir de datos satelitales en el escudo de Guayana, estados Bolívar y Amazonas, trabajo presentado en su acto de incorporación como Miembro Correspondiente por el estado Anzoátegui. La sección de opiniones de académicos, comisionados e invitados presenta dos trabajos: Gonzalo J. Morales reflexiona sobre la energía en el futuro; y Pedro García Montero y otros autores ofrecen una contribución para la actualización de la formación de la ingeniería agronómica en Venezuela, con planteamientos y directrices. La sección de pronunciamientos, declaraciones y comunicaciones de la Academia contiene una declaración sobre los efectos de las lluvias torrenciales en la cordillera y en los Llanos Occidentales, una declaración sobre la gobernanza en la gestión del agua potable en Venezuela, el capítulo introductorio sobre el rol del estado en el desarrollo nacional elaborado por la Comisión de Desarrollo Nacional, y la visión de la infraestructura de Venezuela en el año 2050 presentada por la Comisión de Infraestructura. El volumen se completa con noticias e informes de eventos auspiciados por la ANIH (incluyendo la reseña y discursos de la Sesión Solemne del XXVII Aniversario de la ANIH y de la entrega de los Premios Juan Manuel Cagigal y Vicente Marcano, la relatoría del foro sobre lluvias extremas y daños en los Andes venezolanos, el compendio del foro sobre nuevas formas de financiamiento del sector agroalimentario, el resumen del ciclo de conferencias del Prof. Pla Sentís sobre manejo y conservación de suelos y agua, el informe de la Plataforma Iberoamericana de Prospectiva Agroalimentaria, las memorias del Tercer Simposio Venezolano de Recursos Hídricos, y el libro de resúmenes de la Cátedra de la ANIH "Los grandes retos de la ingeniería y el hábitat en Venezuela"), resúmenes de trabajos presentados en eventos externos (incluyendo conferencias geomineras en Ciudad Guayana y un trabajo sobre empoderamiento económico de la mujer), reconocimientos a académicos (como la Medalla 80 años del Colegio de Arquitectos de Venezuela al Acad. Francisco Pimentel), reseñas de intervenciones de académicos en conmemoraciones y foros, y una semblanza del Arq. César Martín escrita por Jasfina Baldó Ayala.

Boletín Nº 69 / Cuarto trimestre de 2025 / Editor jefe o presidente de la CE: Wagdi Naime Yehia (editor)

El Boletín Número 69 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al cuarto trimestre de 2025, se presenta como un volumen de contenido científico-técnico, histórico, de opinión y de gestión institucional, que documenta la vida académica de la institución durante el período. La publicación se abre con una editorial titulada "Del Hombre Quántico al País Real: Saber, Innovación y Compromiso para Venezuela", que presenta los tres artículos científicos y técnicos, la nota técnica, los compendios de trabajos de incorporación académica, los pronunciamientos, las opiniones de académicos e invitados, y los informes de eventos que conforman este número, destacando su diversidad temática y su alto nivel técnico. El volumen incluye los actos de incorporación del Urbanista Arturo Almandoz Marte como Individuo de Número (Sillón XX), del Ingeniero Gustavo Nouel-Borges como Miembro Correspondiente Nacional por el Estado Lara, y del Ingeniero José María de Viana del Barrio como Miembro Honorario, en los que se destacaron sus trayectorias en el urbanismo, la producción ganadera sostenible y la ingeniería, respectivamente. Los compendios de trabajos de incorporación académica incluyen las contribuciones de Arturo Almandoz Marte, quien analiza la emergencia del urbanismo en Venezuela entre 1830 y 1908, rastreando los "pinitos republicanos", el arte urbano guzmancista y las "vísperas" de la disciplina a finales del siglo XIX, iluminando el origen de las obras públicas e instituciones y afirmando la importancia de la memoria ingenieril y urbana; y Gustavo Nouel-Borges, quien propone una red venezolana de producción ganadera sostenible gestionada con sistemas silvopastoriles, demostrando la viabilidad de un modelo ganadero de alta productividad, carbono-neutral y orientado a la exportación, capaz de rescatar suelos, conservar la biodiversidad y generar riqueza de manera sostenible. Estos trabajos fueron presentados en los respectivos actos de incorporación como Individuo de Número, sillón XX, y como Miembro Correspondiente Nacional por el estado Lara. La sección de pronunciamientos contiene declaraciones sobre la reparación del Viaducto La Cabrera, la situación de las cuencas hidrográficas, los siniestros viales, la recuperación de la industria energética, la gobernanza en el desarrollo nacional y la protección del patrimonio genético del cacao venezolano. El núcleo técnico arbitrado lo conforman tres artículos: Luis Gilberto Caraballo explora las fronteras de la infotecnología y propone una aproximación transdisciplinaria para la activación neurofuncional en entornos cuánticos, examinando cómo el surgimiento de la computadora personal e Internet han transformado la sociedad y generado una nueva conciencia que opera con propiedades cuánticas, configurando lo que denomina el "Hombre Quántico"; Jonás Montilva analiza el desarrollo, la innovación y la educación tecnológica en la era digital, ofreciendo instrumentos metodológicos tangibles como un modelo conceptual del desarrollo tecnológico y un ciclo de innovación, y proponiendo estrategias prácticas que incorporan inteligencia artificial generativa y neurociencia para alinear la formación del ingeniero con las demandas de la nueva era; y José Luis López y otros autores estudian el alud torrencial del 17 de octubre de 2022 en el sector El Castaño, estado Aragua, analizando las causas hidrológicas y antrópicas

del evento, y proponiendo medidas estructurales y de alerta temprana para proteger a la población, subrayando la importancia de la gestión integral del riesgo de desastres. La nota técnica, de Franco Urbani Patat, recupera la visita de Henry M. Myers, William B. Gilbert y Reginald H. Forbes a la cueva de El Encantado, al sureste de Caracas, en 1867, enriqueciendo el patrimonio científico y recordando la importancia de la exploración y el registro meticuloso. El volumen se completa con opiniones de académicos e invitados con cuatro trabajos de Noel Mariño Pardo, quien analiza los sismos del 2025 en la costa oriental del lago de Maracaibo, evaluando la vulnerabilidad de edificaciones educativas y ofreciendo una guía de prevención; explora el futuro de la minería en el municipio Cedeño, estado Bolívar, considerando oportunidades geoeconómicas y desafíos de la gestión ambiental; presenta noticias sobre la Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias; y aborda temas actuales sobre los pozos de agua en Caracas y el terremoto de Kamchatka, Rusia, a través de dos entrevistas radiales, ejemplificando el compromiso del académico como divulgador científico. Además, se incluye un artículo basado en una entrevista por Arturo Almandoz Marte realizada a Arnoldo José Gabaldón, desde la ingeniería hidráulica hasta el desarrollo sustentable. El número también contiene noticias e informes de eventos auspiciados por la ANIH (incluyendo el foro sobre patrimonio edificado y la conferencia sobre seguridad vial), resúmenes de trabajos presentados en eventos externos, reconocimientos a académicos y semblanzas, una sobre Luis Arconada escrita por Norberto Bauzón, Belkis Echenique y Eduardo Buroz Castillo y la otra sobre Freddy Leal Pinto escrita por Rafael Dávila Cárdenas.

Boletín Nº 70 / Primer trimestre de 2026 / Editor jefe o presidente de la CE: Wagdi Naime Yehia (editor)

El Boletín Número 70 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, correspondiente al primer trimestre de 2026, se presenta como un volumen de contenido técnico, histórico y de opinión, que documenta la vida académica de la institución durante el período. La publicación se abre con una editorial titulada "Ingeniería y Sociedad: Un Diálogo entre la Excelencia Técnica y el Compromiso Republicano", que presenta los tres artículos técnicos, la nota técnica, las tres opiniones de académicos, comisionados e invitados, y los pronunciamientos, informes y noticias institucionales que conforman este número, destacando la convergencia de los saberes técnicos y las reflexiones humanísticas como imperativa para el diseño del futuro de la nación. El núcleo de trabajos arbitrados lo conforman tres artículos: Carlos Espinosa, Yajaira Olivo Carmona, Luis Jiménez Puyosa y Juan Carlos Amilibia proponen un Índice de Calidad de Agua para la Amazonía venezolana (ICA-Av), conceptualizando una herramienta metodológica adaptada a las condiciones de la región, con 15 parámetros físico-químicos y biológicos, que busca armonizar la calidad del agua requerida por los ecosistemas acuáticos con los usos potenciales del recurso; Ronald Torres, María Luisa Díaz y Duilio Marcial presentan una propuesta de reforzamiento de puentes de concreto mediante técnicas de pretensión exterior, demostrando experimentalmente un incremento en la capacidad resistente superior al 80% en un modelo a escala real, ofreciendo una solución viable, de bajo costo y mínima interferencia operativa para el envejecimiento de la infraestructura vial; y Jhonny Edgar Casas ofrece una mirada transdisciplinaria sobre las cuevas, cavernas y grutas como una conexión ritual, religiosa y artística con el mundo subterráneo, desentrañando cómo estas formaciones geológicas han servido como nexos espirituales, artísticos y como "cápsulas del tiempo" que custodian la historia de las civilizaciones, desde el arte paleolítico hasta los santuarios y templos rupestres de diversas religiones. La nota técnica, de Noel Mariño Pardo y Carlos Eduardo Yánez, propone el término práctico e informal "granitos colgados" para describir los bolos residuales con forma esferoidal o elipsoidal que resisten la meteorización en el saprolito del Granito de Parguaza, analizando los mecanismos de meteorización esferoidal bajo condiciones tropicales en la mina de bauxita de Los Pijiguaos y facilitando la comunicación técnica en la exploración minera y geotécnica. La sección de opiniones de académicos, comisionados e invitados presenta tres trabajos de gran profundidad intelectual y relevancia estratégica: Edgar Jaimes, Yalitza Ramos, Neida Pineda y Enver Jaimes analizan la entropía social y la posibilidad de una sociedad negentrópica, revisando el estado del arte sobre cómo la disfuncionalidad y funcionalidad de una sociedad pueden ser explicadas por estos conceptos, y realizando un análisis cualitativo del balance entropía-negentropía en los sistemas de gobierno en Venezuela durante los últimos 67 años, contrastando el modelo democrático-social (1958-1998) con el socialista-autoritario (1999-2025); Genry Vargas Contreras examina el sistema de ciencia, tecnología e innovación en Venezuela, proponiendo los Parques Tecnológicos como estrategia y analizando la experiencia de la Universidad de Los Andes, concluyendo que la vinculación efectiva entre la universidad y el sector productivo es el único motor real para un desarrollo sostenible; y Noel Mariño Pardo ofrece un análisis de geopolítica y sostenibilidad minera sobre tierras raras y minerales críticos en el contexto venezolano actual, destacando la importancia estratégica de elementos como el litio, el cobre y el níquel, y subrayando que la transformación del potencial mineral del Escudo de Guayana en un activo de seguridad nacional depende de una "gestión verde" y del rigor científico. La sección de pronunciamientos, declaraciones y comunicaciones de la Academia contiene una declaración sobre las aspiraciones de Venezuela sobre su transición a una democracia plena, estableciendo que la libertad es una condición técnica indispensable para el progreso nacional y exhortando a la sociedad civil a impulsar una transición democrática basada en el talento y el esfuerzo nacional; el informe de la Comisión Interacadémica de Sistemas Alimentarios y Nutrición (CISAN) sobre el estado de la inocuidad alimentaria en Venezuela, que diagnostica las limitaciones actuales y propone acciones concretas para recuperar los estándares de calidad alimentaria; y un documento de la Comisión de Desarrollo Nacional sobre la generación de empleo de calidad para ampliar la inclusión social en las fases de recuperación, articulado en tres ejes: creación de capital humano, reformas institucionales y

acciones de política productiva y comercial. El volumen se completa con noticias e informes de eventos auspiciados por la ANIH, donde se destaca el trabajo técnico-científico titulado "Corrosión y durabilidad en edificaciones existentes en el litoral venezolano", elaborado como producto del foro desarrollado en la Comisión de Infraestructura de la ANIH en colaboración con la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción - Delegación Venezuela (ALCONPAT-Ve). Este documento, cuyos autores son Valentina Millano González, Andrés Torres Acosta y José Luis Beauperthuy Urich, bajo la edición de Oladis Troconis de Rincón, Carlos Quintini y Carlos Rodríguez Álvarez, analiza la grave problemática de degradación que afecta a la infraestructura costera de Venezuela, un entorno caracterizado por una agresividad corrosiva extrema, resúmenes de trabajos presentados en eventos externos, reconocimientos a académicos (incluyendo la distinción de "Profesor Emérito" al Acad. Jorge Baralt Torrijos por la USB, el Premio Nacional de Cultura al Acad. Francisco Pimentel Malaussena, la designación del Acad. Arnoldo José Gabaldón como Miembro Correspondiente Nacional de la Academia de Mérida, el reconocimiento al Acad. Alejandro J. Müller en el World's Top 2% Scientists 2025, la elección del Acad. Jonás Montilva Calderón como presidente de la Academia de Mérida, y múltiples reconocimientos al Acad. Edilberto Guevara Pérez en Perú) y una semblanza de Luis Enrique Oberto escrita por Arturo Almandoz Marte.

3. Riqueza y diversidad temática del boletín

La solidez y el prestigio del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat no descansan únicamente en su regularidad editorial o en el compromiso de quienes lo han editado, sino, fundamentalmente, en la calidad, amplitud y pertinencia de los contenidos que ha albergado a lo largo de sus 70 números. Con un total de 478 trabajos publicados, entre artículos técnicos, trabajos de incorporación académica, notas históricas, semblanzas biográficas y reflexiones sobre políticas públicas, el Boletín ha construido un mapa exhaustivo del pensamiento ingenieril venezolano, abarcando un amplio abanico de temas y áreas del conocimiento, desde los fundamentos de la geología y la mecánica de suelos hasta las complejidades de la planificación urbana y la gestión del riesgo de desastres, desde la historia de las grandes obras de infraestructura hasta la ética profesional y el desarrollo sostenible, y así, un incontable número de áreas temáticas abarcadas.

Esta vasta producción, posible gracias a la participación de más de 214 autores y coautores, entre académicos, investigadores y profesionales invitados, da cuenta de la extraordinaria riqueza y diversidad del Boletín a lo largo de sus 25 años de existencia. A continuación, se presenta una síntesis analítica de los trabajos más representativos, organizada en orden cronológico, que permite apreciar la evolución de los temas y enfoques a lo largo del tiempo.

3.1. Síntesis analítica de trabajos

A continuación, se presenta una síntesis de los principales trabajos técnicos publicados en el Boletín a lo largo de sus 70 números, organizados en orden cronológico de aparición. Esta selección, que abarca desde el primer número de 2001 hasta el más reciente de 2026, ofrece un recorrido por la evolución del pensamiento ingenieril en Venezuela, reflejando tanto las preocupaciones permanentes de la Academia como la emergencia de nuevos temas y enfoques a lo largo de un cuarto de siglo. Cada resumen busca capturar la esencia del trabajo, su contribución al conocimiento y su relevancia para los desafíos del país, permitiendo al lector apreciar la riqueza y diversidad de los contenidos que han nutrido las páginas del Boletín.

Drenaje para los filtros rápidos de arena / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 1: 41-48

El ingeniero Pérez Lecuna presenta una alternativa nacional para el diseño y construcción de sistemas de drenaje en filtros rápidos de arena, utilizando tuberías de acero perforadas en sustitución de los costosos fondos falsos importados con patentes. El trabajo detalla las especificaciones técnicas, incluyendo el cálculo de pérdidas de carga y la aplicación de las recomendaciones de "Jenks" y "Ellns", para asegurar una distribución uniforme del agua de lavado. Se destaca la metodología de cálculo con un ejemplo práctico y se enumeran las ventajas del sistema propuesto, como el bajo costo, la facilidad de montaje y el uso de materiales y mano de obra nacionales. **Áreas temáticas:** Ingeniería Sanitaria / Tratamiento de Aguas.

El Problema del Transporte y el Metro de Caracas / José González Lander / Boletín 1: 49-73

Este trabajo, originalmente una conferencia de 1966, analiza el grave problema de transporte en el Área Metropolitana de Caracas, atribuido a su explosivo crecimiento demográfico y económico. El autor argumenta que las soluciones viales tradicionales (autopistas) son insuficientes y propone un sistema de transporte público masivo como la única alternativa viable. El estudio evalúa distintas opciones, como autobuses en vías exclusivas, monorrieles y sistemas de tránsito rápido (birrieles), concluyendo que un sistema de metro subterráneo es la solución técnicamente más adecuada para la topografía y densidad de la ciudad. Se presentan los estudios de demanda, el proyecto preliminar de la Línea Catia-Petare y un análisis de su viabilidad económica y financiera. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Transporte / Planificación Urbana.

La Ingeniería y la Tecnología en Función del Desarrollo de Venezuela (Apuntes para la Historia de Venezuela) / Gonzalo J. Morales (vicepresidente de la ANIH) / Boletín 1: 77-131

Este extenso trabajo del vicepresidente de la ANIH ofrece un recorrido histórico por el desarrollo de la ingeniería y la tecnología en Venezuela desde mediados del siglo XIX. El autor estructura el relato en etapas, desde el desarrollo

incipiente (siglo XIX) hasta el desarrollo acelerado de finales del siglo XX, destacando la introducción del telégrafo, los ferrocarriles, la electricidad, el automóvil y la aviación. Se enfatiza el papel fundamental de la creación del Colegio de Ingenieros de Venezuela, el impulso de la industria petrolera, la influencia de la inmigración y la ejecución de grandes obras de infraestructura como autopistas, represas y el Centro Simón Bolívar, para concluir con una mirada al futuro tecnológico del país. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería / Historia de la Tecnología.

La Carretera del Este "Jira Patriótica" (Informe a su ministro) / Luis Edo. Power G. / Boletín 1: 133-145

Se trata de un informe técnico y administrativo de 1916 dirigido al ministro de Obras Públicas, en el cual el autor detalla el estado de los trabajos de reconstrucción de la Carretera del Este (Caracas-Guatire). El informe describe la importancia económica de la vía para el transporte de productos agrícolas, las obras de arte (puentes, muros, alcantarillas) ejecutadas y las dificultades del terreno. Se destaca el uso de "cemento nacional" en las obras y se hace un reconocimiento al impulso del gobierno del General Juan Vicente Gómez para la construcción de vías de comunicación. **Áreas temáticas:** Ingeniería Vial / Historia de la Ingeniería.

El Desarrollo de las Vías de Comunicación en Venezuela / Alfredo Jahn (Ingeniero Civil) / Boletín 1: 147-190

Esta memoria, preparada para el V Congreso Internacional del Camino en 1926, es un documento histórico fundamental que resume el estado y la evolución de las vías de comunicación en Venezuela. Alfredo Jahn inicia con un recuento histórico de los caminos prehispánicos y coloniales, para luego detallar el desarrollo de los ferrocarriles y carreteras durante el siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, con especial énfasis en los avances realizados durante el gobierno del General Gómez. El trabajo incluye estadísticas de la red ferroviaria y de carreteras, describe las principales rutas nacionales y analiza los métodos de construcción empleados, demostrando la importancia estratégica de la vialidad para el desarrollo del país. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería / Ingeniería Vial y Ferroviaria.

Las Aguas del Valle de Caracas (Memorias y Estudios sobre Asuntos Técnicos Nacionales) / Germán Jiménez / Boletín 1: 191-205

Este estudio, fechado en junio de 1911, presenta un compendio de aforos de las principales fuentes de agua del Valle de Caracas. El ingeniero Jiménez recopila y sistematiza mediciones históricas de ríos y quebradas (Macarao, Valle, Catuche, Anauco, Guaire, etc.), con el objetivo de comprender el régimen de sus aguas y su disminución progresiva. El trabajo, que incluye observaciones de otros ingenieros como Ricardo Zuloaga y Agustín Aveledo, advierte sobre la alarmante reducción del caudal atribuida a la deforestación de las cabeceras de los ríos, estableciendo un vínculo crítico entre la conservación de los bosques y el abastecimiento de agua para Caracas. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica / Recursos Hídricos / Ecología.

El invierno en Caracas (Algo sobre la ley de periodicidad en los fenómenos meteorológicos) / Ricardo Alfonso Rojas / Boletín 1: 215-247

Este artículo del año 1926 analiza la alarmante sequía en Caracas, presentando un estudio detallado de la pluviosidad en la ciudad desde 1868. El autor correlaciona la disminución de los caudales de los ríos con la tala indiscriminada de bosques y el consumo de leña y carbón, y discute la existencia de una "Ley de Periodicidad" en los fenómenos meteorológicos, vinculando los ciclos de sequía con la actividad solar. El trabajo concluye enfatizando la necesidad de proteger los bosques y de mejorar las estaciones meteorológicas del país para una mejor predicción del clima, y se presenta como un llamado a la conciencia sobre la gestión de los recursos naturales. **Áreas temáticas:** Meteorología / Hidrología / Ecología / Historia de la Ciencia.

Dr. Santiago Vera Izquierdo: Primer Miembro Honorario de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat / Rodolfo Moleiro (entrevistador) / Boletín 2: 11-20

Esta sección, que incluye una entrevista con el Dr. Santiago Vera Izquierdo, celebra su designación como el primer Miembro Honorario de la academia. El texto repasa su destacada trayectoria como profesor, decano y rector de la UCV, y su papel como el primer ministro de Minas e Hidrocarburos. La entrevista explora sus recuerdos sobre el gabinete de 1948, sus contribuciones a la reforma del pensum de ingeniería y su participación en proyectos de infraestructura vial, ofreciendo una visión de su legado en la educación y la industria venezolana. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería / Biografía.

Desarrollo del Servicio Postal en Venezuela / Manuel Torres Parra / Boletín 2: 43-78

El autor presenta un exhaustivo recorrido histórico del servicio postal en Venezuela, desde sus orígenes en la época colonial hasta finales del siglo XX. El estudio detalla la evolución de la infraestructura, las rutas, la legislación, las tarifas y los volúmenes de tráfico postal, destacando su papel en la integración nacional y la comunicación. El trabajo también analiza la calidad del servicio, los desafíos de la competencia con nuevas tecnologías (teléfono, fax, correo electrónico) y los esfuerzos de modernización, incluyendo la creación de IPOSTEL, para ofrecer un servicio eficiente y competitivo. **Áreas temáticas:** Historia de las Telecomunicaciones / Ingeniería Postal.

Anotaciones sobre el Tema de Transporte / César Quintini R. / Boletín 2: 81-108

Este trabajo ofrece una serie de reflexiones conceptuales sobre el sistema de transporte en Venezuela. El autor analiza la evolución histórica de los modos de transporte (ferrocarril, carretera, fluvial y aéreo) desde principios del siglo XX, cuestionando las decisiones de política pública y la efectividad de los proyectos ejecutados. Se discuten temas como el desarrollo de la red de carreteras, los proyectos ferroviarios (muchos de ellos inconclusos o poco exitosos), la importancia del transporte lacustre y marítimo, y la necesidad de una planificación más integral que considere la ocupación del territorio y la viabilidad económica de las inversiones. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Transporte / Planificación Territorial.

Amenazas Naturales en Venezuela: Referencias sobre la Descripción de Eventos, su Evaluación y Mitigación / José Grases G. / Boletín 2: 109-151

Esta extensa compilación bibliográfica, con más de 480 referencias, constituye una herramienta fundamental para el estudio de los riesgos naturales en Venezuela. El autor recopila trabajos sobre sismicidad, tsunamis, deslizamientos, inundaciones y otros fenómenos geológicos e hidrometeorológicos que han afectado al país. La lista incluye estudios históricos, normativas (como la COVENIN para edificaciones sismorresistentes), informes técnicos sobre eventos catastróficos (como el terremoto de Caracas de 1967 o los deslaves de 1999) y contribuciones sobre la mitigación de estos riesgos, ofreciendo un panorama integral de la amenaza sísmica y geológica en Venezuela. **Áreas temáticas:** Ingeniería Sísmica / Geología / Gestión de Riesgos.

Historia de la Educación, Formación y Desarrollo del Petrolero Venezolano / Efraín E. Barberi / Boletín 2: 152-184

El autor realiza un detallado recuento histórico de la formación del recurso humano en la industria petrolera venezolana, desde los primeros pioneros de "La Petrolia del Táchira" hasta la creación de PDVSA. Se destaca la labor de figuras clave como el Dr. Gumersindo Torres y la fundación del Servicio Técnico de Hidrocarburos, así como la evolución de la educación formal con la creación del Instituto de Geología y las escuelas de ingeniería de petróleos. El trabajo culmina con la descripción de los programas de adiestramiento y desarrollo del personal a través de instituciones como INAPET y CEPET, subrayando la importancia de la formación continua para el éxito de la industria nacionalizada. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería / Ingeniería Petrolera.

La Isla de Aves / Rubén Alfredo Caro y Lester W. Louder / Boletín 2: 185-189

Este breve artículo alerta sobre la progresiva desaparición de la Isla de Aves debido a la erosión marina. Los autores explican la importancia estratégica de la isla para Venezuela, no solo por su valor territorial y soberanía sobre la plataforma continental, sino también por su potencial en recursos hidrocarburíferos. Se presentan alternativas para detener la erosión, como la construcción de muros o el desarrollo de arrecifes de coral, y se recomienda la formación de una comisión interministerial para estudiar el problema y proponer soluciones definitivas. **Áreas temáticas:** Ingeniería Costera / Geología / Geografía / Política Territorial.

La Ética y la Ingeniería en Venezuela / Eduardo Roche Lander / Boletín 2: 191-194

El autor plantea una reflexión sobre la importancia de la ética en el ejercicio de la ingeniería, especialmente en el contexto de la crisis nacional. El artículo argumenta que los valores éticos deben ser la base de la profesión, por encima de los intereses individuales o técnicos, y critica el "formalismo" de los códigos de ética actuales. Se hace un llamado a una reformulación del Código de Ética del Ingeniero que promueva una conciencia cívica y luche contra la corrupción, posicionando al ingeniero como un agente de cambio social y un ejemplo de integridad. **Áreas temáticas:** Ética Profesional / Filosofía de la Ingeniería.

Algunas Consideraciones sobre el Abastecimiento de Agua para las Poblaciones más Importantes del País y las Propuestas para su Desarrollo / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 2: 195-227

Este extenso trabajo técnico analiza la situación del abastecimiento de agua en las principales ciudades de Venezuela. El ingeniero Pérez Lecuna realiza un diagnóstico detallado de los grandes acueductos del país (Táchira, Mérida, Maracaibo, Caracas, etc.), identificando sus fuentes, capacidades, problemas y vulnerabilidades. El texto propone soluciones concretas para cada sistema, como la reactivación de fuentes abandonadas, la construcción de nuevas obras de infraestructura y la necesidad de una gestión eficiente que incluya la reducción de pérdidas y un cobro justo del servicio, abogando por una planificación que garantice el suministro a futuro. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica / Recursos Hídricos / Saneamiento.

La Nueva Ley Orgánica de Hidrocarburos y el Futuro de Venezuela (Primera Parte) / Humberto Peñaloza / Boletín 3: 15-56

El ingeniero Humberto Peñaloza realiza un análisis crítico y detallado de la nueva Ley Orgánica de Hidrocarburos (LOH) promulgada en 2001. El autor contrasta esta ley con la de 1943 y la de 1975, argumentando que la nueva normativa representa un retroceso hacia un estatismo excesivo, cerrado a la inversión privada y con una visión fiscalista de corto plazo. El trabajo incluye comentarios de Fedecámaras y de la Asamblea de Ciudadanos, y presenta la posición del entonces presidente de PDVSA, Guaicaipuro Lameda, quien abogaba por una visión más abierta y estratégica para la industria. Peñaloza concluye que esta ley compromete el futuro de la industria y del país, al alejar las inversiones necesarias y no fomentar el desarrollo integral. **Áreas temáticas:** Ingeniería Petrolera / Política Energética / Legislación.

Ranchosis / Tomás José Sanabria / Boletín 3: 57-58

El arquitecto Tomás José Sanabria introduce el término "ranchosis" para describir una enfermedad social que se manifiesta en el egoísmo, la arbitrariedad y la falta de respeto por el entorno y el vecino, visible en todas las clases sociales de Venezuela. El autor argumenta que esta conducta, que va desde invadir aceras hasta modificar viviendas sin permiso, es producto de una profunda desidia y apatía ciudadana, y no solo de la falta de autoridad. La "ranchosis" degrada el hábitat y la convivencia, y su peor síntoma es la aceptación pasiva de estos abusos, lo que perpetúa un ciclo de anarquía y desgobierno. **Áreas temáticas:** Urbanismo / Sociología Urbana / Ética.

El Problema de la Recreación en la Caracas del Futuro / W.J. Alcock Pérez Matos / Boletín 3: 59-70

Este trabajo, elaborado en 1960, analiza el problema de la recreación en Caracas y la necesidad de planificar áreas verdes y de esparcimiento para la creciente población. El autor argumenta que la recreación es una necesidad básica para la salud física y mental de los ciudadanos, y que su ausencia contribuye a problemas sociales como la delincuencia. Se proponen sistemas de parques metropolitanos y urbanos, así como el desarrollo del Litoral Central como un sistema recreacional para la ciudad. El texto critica la falta de conciencia colectiva y de planificación gubernamental, advirtiendo que la expansión desordenada de la ciudad está eliminando las pocas áreas verdes disponibles. **Áreas temáticas:** Urbanismo / Planificación Urbana / Sociología.

La Disciplina del Disentimiento / Julio Martí / Boletín 3: 71-72

El ingeniero Julio Martí reflexiona sobre la falta de acuerdos fundamentales en Venezuela, lo que impide avanzar en la solución de problemas críticos como la vivienda. El autor utiliza la historia de España como ejemplo de los costos de la confrontación y propone la "disciplina del disentimiento", es decir, la capacidad de coexistir y resolver diferencias dentro de un marco de reglas fijas. Aplica este concepto al problema de la vivienda, señalando que la discusión estéril entre urbanistas, promotores y financistas ha impedido la creación de políticas efectivas, y aboga por un enfoque realista y pragmático. **Áreas temáticas:** Ética / Sociología / Política Habitacional.

Energía Limpia en América Latina: Oportunidades y Retos para Venezuela / Claus H. Graf / Boletín 3: 73-78

Claus H. Graf analiza el papel de Venezuela en la oferta de energía limpia en América Latina. El autor describe la importancia de los hidrocarburos en la región y los retos para satisfacer la demanda interna y cumplir con estándares ambientales en los mercados de exportación. Se destaca el potencial de Venezuela como suplidor de energía, mencionando proyectos como la orimulsión y el gas natural, y se argumenta que el país necesita un marco legal que fomente la inversión privada y mantenga su liderazgo energético en la región. El trabajo concluye que Venezuela debe jugar un papel prominente en la iniciativa de energía limpia del continente americano. **Áreas temáticas:** Ingeniería Energética / Política Energética / Medio Ambiente.

Informe del Bombeo de Agua a través del Gasoducto La Mariposa-Valencia / Rubén Alfredo Caro / Boletín 3: 79-87

Este informe técnico relata una operación de emergencia realizada en 1959 para aliviar la escasez de agua en Caracas. El ingeniero Caro describe cómo se utilizó el gasoducto La Mariposa-Valencia para bombear agua desde el río Aragua hasta el río Tuy, un trasvase de cuenca que suministró cerca de 500 millones de litros de agua en 23 días. El trabajo detalla el equipamiento utilizado (bombas de alta presión), los desafíos técnicos y el éxito de la operación, que evidencia el ingenio de la ingeniería venezolana para resolver situaciones de crisis y sirve como precedente importante para la planificación de recursos hídricos. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica / Recursos Hídricos / Ingeniería de Emergencia.

Los Estanques Domiciliarios y su Problemática Ambiental / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 3: 88-108

El ingeniero Roberto Pérez Lecuna presenta un estudio sobre los problemas sanitarios y ambientales asociados a los estanques de almacenamiento de agua en las viviendas. El autor explica que la intermitencia del suministro de agua obliga a los usuarios a almacenar agua, pero estos estanques, si no se mantienen adecuadamente, se convierten en focos de contaminación. El trabajo analiza los riesgos de enfermedades de origen hídrico y la pérdida de cloro residual, y propone una serie de recomendaciones, como campañas de información y mantenimiento periódico, para mitigar estos riesgos y mejorar la calidad del agua en los hogares. **Áreas temáticas:** Ingeniería Sanitaria / Salud Pública / Gestión del Agua.

Comisiones Exploradoras de las Carreteras de la República / A. Jahn / Boletín 3: 111-148

Esta sección, con varios documentos, presenta los informes de las comisiones científicas exploradoras encargadas de estudiar las rutas para carreteras en el occidente de Venezuela a principios del siglo XX (1911). El ingeniero Alfredo Jahn y otros autores detallan el itinerario de las expediciones, las observaciones geográficas y geológicas, y el trazado propuesto para las vías. Los informes destacan la importancia de estas carreteras para el desarrollo económico de los estados Mérida, Táchira y Apure, y ofrecen una valiosa perspectiva de los desafíos técnicos y logísticos de la época para la planificación de la infraestructura vial del país. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería / Ingeniería Vial / Geografía.

La Ingeniería Militar en Venezuela / Roberto Pérez Lecuna (recopilador) / Boletín 3: 149-154

Esta nota biográfica, recopilada por el ingeniero Pérez Lecuna, presenta la vida y obra del Ingeniero Civil y Militar Adolfo Nones del Valle. Se destacan sus logros académicos, su participación en la instalación de cañones en fortines y castillos, y su trabajo en proyectos de infraestructura como acueductos y una fábrica de carnes congeladas. El texto incluye también una poesía dedicada al átomo escrita por Nones, ofreciendo un vistazo a la personalidad de un destacado profesional de la ingeniería de principios del siglo XX. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería / Ingeniería Militar / Biografía.

Contribución a la Geología de los Andes Venezolanos / Víctor Oppenheim / Boletín 3: 155-172

Este trabajo del geólogo Víctor Oppenheim, leído en el Primer Congreso Geológico Venezolano, presenta un estudio de la geología de la región de los Andes venezolanos. El autor analiza la fisiografía, las terrazas fluviales y los vestigios de glaciación, y ofrece una clasificación estratigráfica de las rocas del macizo andino, que incluye el "Sistema de los Andes" con sus distintas series. Un tema central del estudio es la discusión sobre la edad de la Serie de Mucupatí, que Oppenheim ubica en el post-Paleozoico, a diferencia de otros autores. El trabajo es una contribución fundamental para entender la compleja geología de la cordillera. **Áreas temáticas:** Geología / Paleontología.

De la Petrolia del Táchira a Petróleos de Venezuela: Apuntes para una Tertulia / Aníbal Martínez / Boletín 4: 19-30

Aníbal Martínez presenta una visión panorámica de la historia de la industria petrolera venezolana, desde la fundación de la primera empresa nacional, Petrolia del Táchira, en 1878, hasta la creación de Petróleos de Venezuela (PDVSA) y su desarrollo como corporación energética mundial. El autor desglosa conceptos clave como nacionalización, apertura y privatización, y analiza la evolución de la política petrolera, destacando figuras como el Dr. Gumersindo Torres y la creación de la OPEP. El trabajo también repasa la terminología propia de la industria, como "stercus demonis" y "sembrar el petróleo", ofreciendo una visión integral del devenir del sector. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería / Ingeniería Petrolera / Política Energética.

Sobre Algunos Pleitos (Matemáticos) / Alberto Méndez Arocha / Boletín 4: 31-84

Este artículo recopila y comenta varias controversias históricas en el mundo de las matemáticas, presentadas como "pleitos" entre grandes pensadores. El autor aborda los desafíos entre François Viète y Adrian Romanus, la disputa entre Tartaglia, Cardano y Ferrari por la solución de la ecuación cúbica, la diatriba entre cartesianos y newtonianos sobre la forma de la Tierra, y la famosa controversia entre Newton y Leibniz sobre la invención del cálculo infinitesimal. El texto se caracteriza por un tono coloquial y didáctico, buscando divulgar estos episodios de la historia de la ciencia. **Áreas temáticas:** Historia de la Matemática / Filosofía de la Ciencia.

Transporte: de todos, para todos / César Quintini Rosales / Boletín 4: 85-94

Este trabajo presenta una reflexión conceptual sobre el sistema de transporte en Venezuela. El autor define el transporte como un proceso que conjuga gente, información, bienes y energía, y analiza sus costos y requerimientos. Se presenta una declaración institucional de la ANIH sobre el tema, que critica la planificación actual y aboga por un enfoque multimodal racional, la necesidad de mantener la infraestructura y la conveniencia de evitar proyectos ferroviarios precipitados. El artículo también aborda el problema del transporte urbano, la vocación marina de Venezuela y la necesidad de revisar las políticas de subsidio a los combustibles. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Transporte / Política Pública / Logística.

Estanques de Almacenamiento / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 4: 95-110

El ingeniero Roberto Pérez Lecuna ofrece un análisis técnico sobre el diseño y cálculo de los estanques de almacenamiento de agua, un elemento crítico en los sistemas de abastecimiento. El trabajo se centra en el dimensionamiento del rebose o aliviadero, una parte del diseño que a menudo se descuida, presentando fórmulas y tablas para su correcto cálculo. El autor también incluye una lista de los principales estanques metálicos en Venezuela, subrayando la importancia de un diseño hidráulico adecuado para garantizar la seguridad y eficiencia de estos sistemas. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica / Recursos Hídricos / Diseño de Infraestructura.

Pozo Séptico / M. F. Herrera Tovar / Boletín 4: 113-120

Este documento histórico, fechado en 1919, describe la construcción y el funcionamiento de un pozo séptico en el Cuartel de El Cuño en Caracas. El autor detalla los principios de la depuración biológica de aguas negras mediante la acción de microorganismos anaerobios y aerobios, y explica el diseño específico de la instalación, incluyendo la cámara de decantación y el filtro bacteriano. El texto ofrece una valiosa perspectiva de las primeras aplicaciones de la ingeniería sanitaria en Venezuela y la introducción de tecnologías modernas para el saneamiento. **Áreas temáticas:** Ingeniería Sanitaria / Historia de la Ingeniería / Saneamiento.

Depuración de las Aguas Negras. Pozos Sépticos / Rafael Lugo / Boletín 4: 121-146

Esta tesis de grado de 1937 ofrece un estudio completo sobre la depuración de aguas negras, con un enfoque especial en los pozos sépticos. El autor describe los diferentes métodos de depuración, detalla el diseño y funcionamiento de

los pozos sépticos (incluyendo el modelo Bordeaux y el pozo Imhoff), y presenta un análisis de los costos y beneficios económicos de proveer agua potable a las zonas rurales de Venezuela. Este último análisis, basado en datos de la época, demuestra el impacto positivo de la inversión en saneamiento en la reducción de enfermedades y la economía nacional. **Áreas temáticas:** Ingeniería Sanitaria / Salud Pública / Economía / Historia de la Ingeniería.

Comparación de las Cuencas Sedimentarias de Maturín y Maracaibo / C. Wiedenmayer / Boletín 4: 147-174

Este estudio geológico compara las dos principales cuencas sedimentarias productoras de petróleo en Venezuela. El autor analiza sus extensiones, historias geológicas y características estructurales y estratigráficas. Se describen las formaciones desde el Cretáceo hasta el Pleistoceno, destacando las diferencias en los procesos de sedimentación y tectonismo que han dado origen a los campos petrolíferos. El trabajo es un documento fundamental para comprender la geología del petróleo venezolano y los factores que controlan la acumulación de hidrocarburos en ambas regiones. **Áreas temáticas:** Geología / Ingeniería Petrolera.

Solución Numérica de la Torsión de Saint-Venant / Simón Lamar / Boletín 5: 33-53

El artículo presenta un procedimiento numérico para resolver el problema de la torsión de Saint-Venant en elementos de sección constante, basado en la construcción de un operador de diferencias para la ecuación de Poisson. El método es adaptable a geometrías arbitrarias y cualquier número de puntos alrededor del pivote, lo que permite una alta precisión. La función de tensiones de Prandtl se aproxima mediante una serie truncada, facilitando el cálculo directo de las tensiones y la rigidez torsional sin nuevas aproximaciones, a diferencia de los métodos convencionales de diferencias finitas. Se presentan ejemplos numéricos para secciones cuadrada y de Weber, demostrando la eficacia del método. **Áreas temáticas:** Mecánica de Sólidos / Métodos Numéricos en Ingeniería.

La Combustión y la Formación de Llama / Gonzalo J. Morales / Boletín 5: 55-144

Esta extensa monografía ofrece un estudio completo sobre la teoría de la combustión y la formación de llama, con un enfoque en la eficiencia energética y el control de emisiones. El trabajo revisa los principios fundamentales, los mecanismos de reacción química, la atomización de combustibles líquidos y la clasificación de las llamas (premezcladas y de difusión). Se analizan en profundidad conceptos como la velocidad de inflamación, los límites de inflamabilidad y la estructura de la llama, incluyendo la influencia de la turbulencia, la presión y la temperatura. El autor también presenta modelos teóricos y ecuaciones para calcular parámetros clave como el grosor de las zonas de reacción, basándose en las investigaciones de autores como Burke, Schumann y Mitchell. **Áreas temáticas:** Termodinámica / Combustión / Mecánica de Fluidos.

Drenaje a Través de Red de Tubos Perforados como Fondo Falso para Filtros Rápidos de Arena / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 5: 145-155

El trabajo aborda el diseño hidráulico de sistemas de drenaje con tuberías perforadas, utilizados como fondo falso en filtros rápidos de arena para potabilización de agua. El autor recopila especificaciones de normas (INOS) y literatura especializada (A.W.W.A.), presentando una metodología de cálculo para múltiples difusores y recolectores. El artículo se centra en el análisis del coeficiente de pérdida de carga y la distribución del flujo a lo largo de los tubos principales y laterales, basándose en investigaciones de Hudson, Uhler y Bailey. Se incluyen ejemplos prácticos de cálculo para las condiciones de lavado y filtración, así como recomendaciones constructivas. **Áreas temáticas:** Ingeniería Sanitaria / Hidráulica.

Lecciones de Topografía / Luis Ugueto / Boletín 5: 161-180

La sección histórica presenta un facsímil de la obra "Lecciones de Topografía" del Dr. Luis Ugueto, publicada originalmente en 1898. El texto, que incluye un informe favorable de una comisión del Colegio de Ingenieros, está concebido como un manual para la enseñanza en la Escuela Politécnica Venezolana. La introducción aquí reproducida define la topografía y sus divisiones, establece los límites entre la topografía y la geodesia, y desarrolla con detalle los principios de la triangulación para levantamientos de planos. Se explican procedimientos para la medición de bases, la reducción de distancias inclinadas al horizonte y la elección de vértices, buscando la mayor precisión posible en los trabajos de campo. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería / Topografía.

La ingeniería enfrenta el futuro de Venezuela / Gonzalo Morales / Boletín 6: 17-26

En su discurso de toma de posesión, el presidente entrante, Gonzalo Morales, contextualiza la grave crisis política, económica y social que atraviesa Venezuela, así como el convulsionado entorno internacional. Destaca el papel fundamental de la ingeniería y la academia como asesora del Estado para proponer soluciones y fomentar un modelo de país moderno, democrático y próspero. Propone la implementación de una planificación estratégica nacional, el estímulo a la inversión y la creación de la Fundación para la Ingeniería y el Hábitat. Subraya la importancia de la educación, la productividad y la necesidad de un gran acuerdo nacional para superar la crisis. Áreas temáticas: Gestión Institucional / Política Científica / Desarrollo Nacional.

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat ante los problemas ambientales / Manuel Torres Parra / Boletín 6: 31-43

Manuel Torres Parra ofrece una visión integral de la problemática ambiental global, regional y local, enfatizando su estrecha relación con la ingeniería. El trabajo recorre la historia del concepto de ambiente y desarrollo sostenible, desde la Conferencia de Estocolmo de 1972 hasta la Cumbre de Johannesburgo de 2002. Describe los principales problemas (efecto invernadero, deforestación, contaminación) y los aplica al contexto venezolano, detallando la situación de sus recursos naturales. Concluye con un llamado a la Academia para que promueva una política de Estado ambiental, conforme a la Constitución, y propone acciones concretas como la creación de comisiones de trabajo y la emisión de declaraciones para fomentar la participación de la ingeniería en la conservación del ambiente. **Áreas temáticas:** Ingeniería Ambiental / Política Ambiental / Desarrollo Sostenible.

Capítulo IV Turbulencia / Gonzalo Morales / Boletín 6: 45-105

Gonzalo Morales presenta un extenso y detallado estudio sobre la turbulencia en dinámica de fluidos. El trabajo define el flujo turbulento, describe sus características fundamentales (irregularidad, difusividad, disipación) y analiza conceptos clave como las tensiones de Reynolds, el estiramiento de vórtices y la teoría de Kolmogórov sobre la isotropía local. Se examinan en profundidad los flujos libres turbulentos, la intermitencia, las funciones de correlación y la estructura de los remolinos. Finalmente, se exploran las estructuras coherentes y su importancia en la combustión, ofreciendo un marco teórico completo para la comprensión de este fenómeno. **Áreas temáticas:** Mecánica de Fluidos / Ingeniería Mecánica / Fenómenos de Transporte.

Consideraciones hidráulicas para el flujo a través de lechos de partículas sólidas / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 6: 107-127

El ingeniero Roberto Pérez Lecuna aborda el estudio del flujo de agua a través de lechos de partículas sólidas, una aplicación fundamental en el diseño de filtros rápidos de arena para el tratamiento de agua potable. El trabajo analiza la pérdida de carga por fricción en el lecho filtrante, derivando ecuaciones basadas en la ley de Darcy-Weisbach y el concepto de radio hidráulico, e introduce el coeficiente de fricción de Leva. También examina el proceso de retrolavado o contra-flujo para la limpieza del filtro, detallando la fluidización del lecho, la expansión del manto y el cálculo de la velocidad de resuspensión de las partículas, con aplicaciones prácticas para la arena Maracay. Áreas temáticas: Ingeniería Hidráulica / Ingeniería Sanitaria / Tratamiento de Aguas.

Notas sobre el "Último Teorema de Fermat" / F.J. Duarte / Boletín 6: 131-138

El Dr. F.J. Duarte ofrece un recorrido histórico y matemático sobre el famoso "Último Teorema de Fermat". El artículo narra el origen del problema a partir de una anotación en el margen de la Aritmética de Diofanto, y repasa los intentos de demostración por parte de grandes matemáticos como Euler, Gauss, Kummer y Mirimanoff. Explica conceptos como los "primos regulares" y el criterio de Wieverich, y menciona el Premio Wolfskehl. El autor concluye reflexionando sobre la enorme dificultad del problema y la necesidad de una sólida preparación para abordarlo, advirtiendo contra las soluciones simplistas. Áreas temáticas: Historia de la Matemática / Teoría de Números.

Reglamento General Tarifa para el Astillero Nacional Restaurador. Puerto Cabello – Venezuela / Documento histórico firmado por Román Delgado Chalbaud y encabezado por el General Cipriano Castro / Boletín 6: 139-154

Se transcribe un documento histórico que contiene el reglamento y la tarifa del Dique y Astillero Nacional "Restaurador", aprobado por el General Cipriano Castro en 1907. El texto detalla las funciones de cada cargo (Superintendente, Intendente, etc.), las reglas para la admisión de buques en el dique flotante, las tarifas por entrada y estada, y las disposiciones complementarias sobre responsabilidades y procedimientos. Es un testimonio de la organización de la infraestructura naval venezolana de principios del siglo XX. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería / Ingeniería Naval / Legislación.

Observaciones geológicas en la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela / Santiago E. Aguerrevere y Guillermo Zuloaga / Boletín 6: 155-169

Este trabajo, presentado en el Primer Congreso Geológico Venezolano de 1937, describe la geología de la Cordillera de la Costa. Los autores identifican dos grandes unidades: la Cordillera de la Costa y la Serranía del Interior. Definen la "Serie de Caracas", una secuencia sedimentaria metamorfizada que incluye el Conglomerado de Las Brisas, y la "Serie de Villa de Cura". El estudio es fundamental para la estratigrafía del país, ya que demuestra el origen sedimentario de estas rocas y propone una correlación tentativa con el Cretáceo, basándose en la similitud litológica con otras formaciones. **Áreas temáticas:** Geología / Estratigrafía.

Los estudios en universidades de prestigio y los programas nacionales de investigación aplicada / Rodolfo W. Moleiro / Boletín 7: 13-19

Este trabajo analiza la importancia de la ciencia y la tecnología para el progreso social y económico, enfatizando la necesidad de una vinculación efectiva entre el gobierno, las universidades y el sector privado para impulsar la investigación aplicada, evitando el desperdicio de talento formado en programas de becas nacionales. **Áreas temáticas:** Ciencia, Tecnología e Innovación.

Das KKKapital revisitado: la "plusvalía" / Alberto Méndez Arocha / Boletín 7: 21-37

El autor ofrece un análisis sobre la noción de plusvalía y la estructura de los negocios en los tiempos modernos, discutiendo la aparición de la tecnocracia y los gerentes como actores determinantes que superan las concepciones marxistas tradicionales, analizando además el impacto de las materias primas en el valor agregado. **Áreas temáticas:** Economía e Ingeniería.

Documentos en el seno de la Comisión Presidencial de la Ley Orgánica de Hidrocarburos 2001 / Aníbal Martínez / Boletín 7: 39-51

Este documento recoge opiniones, comentarios y propuestas formuladas en la Comisión Presidencial sobre la Ley Orgánica de Hidrocarburos de 2001, destacando aspectos sobre la autoría del proyecto legislativo, la importancia de la participación técnica y las preocupaciones sobre la eficiencia económica de las regulaciones petroleras. **Áreas temáticas:** Legislación Petrolera.

Notas para el diseño de vertederos / Ing. Roberto Pérez Lecuna / Boletín 7: 53-89

El artículo presenta directrices técnicas y fundamentos teóricos para el diseño de vertederos de lámina vertiente, incluyendo el uso de ecuaciones para el cálculo de caudales y el análisis de la resistencia, proporcionando una base técnica para la ingeniería hidráulica aplicada. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica.

Breves comentarios sobre el desarrollo histórico de las carreteras en Venezuela / Daniel Quintini Alizo / Boletín 7: 91-125

Se presenta un recorrido histórico sobre la evolución de la red vial venezolana, desde el siglo XIX hasta principios del XXI, analizando hitos en la construcción de carreteras, los entes responsables y la importancia de una planificación vial adecuada para el desarrollo nacional. **Áreas temáticas:** Ingeniería Vial / Historia de la Ingeniería.

Mapa histórico de la Capitanía General de Venezuela 1810 / Arturo Luján Molina / Boletín 7: 127-165

Este estudio describe el proceso de elaboración del mapa histórico de la Capitanía General de Venezuela de 1810, destacando su relevancia para el sustento histórico-geográfico de los límites del país y el reconocimiento a quienes colaboraron en esta investigación cartográfica. **Áreas temáticas:** Cartografía / Historia de la Ingeniería.

Camino de La Guaira Concejo Municipal diversos tomos I, 1779-1810 / Boletín 7: 167-173

Se presenta una revisión histórica de documentos del Concejo Municipal sobre el camino de La Guaira, analizando las prácticas constructivas y de gestión municipal de la época colonial para el mantenimiento de esta vital vía de comunicación. Áreas temáticas: Historia de la Ingeniería, Ingeniería Vial.

Los puentes de hierro en Europa / Luis F. Lebrun / Boletín 7: 175-185

Trabajo que describe la evolución y aplicación de los puentes de hierro en Europa, detallando los principios del arco como base de resistencia y las innovaciones técnicas que permitieron el uso extensivo de este material en la ingeniería estructural del siglo XX. Áreas temáticas: Historia de la Ingeniería, Ingeniería Estructural.

Juan Manuel Cajigal - Semilla Docente / Rubén A. Caro / Boletín 8: 13-18

El autor reflexiona sobre la vida y obra de Juan Manuel Cajigal, destacando el bicentenario de su nacimiento y el impacto de su labor como fundador de los estudios matemáticos en Venezuela. Resalta que su principal legado fue una "semilla científica y docente" que germinó en instituciones como el Colegio de Ingenieros, y concluye con un llamado a los académicos a defender estas instituciones, como Cajigal defendió las suyas. **Áreas temáticas:** Biografía e Historia de la Ingeniería.

Escritos literarios y científicos de Juan Manuel Cajigal / Luis Correa (Compilador) / Boletín 8: 23-56

Esta sección presenta una introducción, biografía y compilación de escritos de Cajigal, realizada por Luis Correa. El texto narra la vida de Cajigal desde sus orígenes familiares y su temprana orfandad, pasando por su formación en España y París, su regreso a Venezuela, su rol en la fundación de la Academia de Matemáticas en 1831, y su intensa vida académica y política, que incluyó la fundación del periódico "Correo de Caracas". Concluye con el relato de su enfermedad y muerte en Yaguaraparo el 10 de febrero de 1856. **Áreas temáticas:** Biografía e Historia de la Ingeniería.

Cajigal, Prócer de la Ciencia y la Cultura Universitarias / Willy Ossott / Boletín 8: 71-86

Este es el texto del discurso pronunciado por Willy Ossott en el Aula Magna de la UCV el 10 de febrero de 1956, durante la conmemoración del centenario de la muerte de Cajigal. La pieza es una biografía que destaca el patriotismo de Cajigal, su rechazo a ofertas en Europa para servir a su patria, su papel en la fundación de la Academia de Matemáticas, y su legado como docente. El orador enfatiza que, a pesar de que no se conoce el paradero de sus restos, su obra perdura y "ella ha sido faro de la cultura nacional". **Áreas temáticas:** Biografía e Historia de la Ingeniería.

Homenaje a la Memoria de Juan Manuel Cajigal / Leopoldo Martínez Olavarría / Boletín 8: 87-95

Discurso pronunciado por Leopoldo Martínez Olavarría en el Colegio de Ingenieros de Venezuela, con motivo del centenario de la muerte de Cajigal. Martínez Olavarría argumenta que Cajigal no solo fundó los estudios matemáticos, sino que su creación de la Academia de Matemáticas en 1831 representa la "piedra angular" del Colegio de Ingenieros. Su discurso repasa la vida de Cajigal, sus luchas para crear la Academia, y el logro de la primera promoción de ingenieros en 1837. **Áreas temáticas:** Biografía e Historia de la Ingeniería.

La Obra Matemática de Cajigal / J. F. Duarte / Boletín 8: 97-108

El Dr. Duarte analiza la obra matemática conocida de Cajigal: "Memoria sobre las integrales limitadas", "Memoria sobre el movimiento del péndulo" y "Memoria sobre el cálculo de variaciones". Sitúa el trabajo de Cajigal en el contexto de la transición matemática del siglo XVIII al XIX, marcada por las reformas de Cauchy. Concluye que, aunque Cajigal no fue un innovador, tuvo el mérito de conocer y enseñar el análisis matemático de su época en Venezuela, rechazando ofertas para quedarse en España y dedicando su vida a la educación. **Áreas temáticas:** Biografía e Historia de la Matemática.

La Academia de Matemáticas / Eduardo Arcila Farías / Boletín 8: 109-147

Este trabajo de Eduardo Arcila Farías traza un recorrido histórico de los estudios matemáticos en Venezuela desde la época colonial hasta la creación del Colegio de Ingenieros. Comienza con la Academia de Geometría y Fortificación de Nicolás de Castro (1760) y otras iniciativas fallidas, como la del padre Andújar y el proyecto del Consulado. Destaca la fundación de la Cátedra de Matemáticas por José Rafael Acevedo y la crucial creación de la Academia de Matemáticas en 1831, bajo la dirección de Juan Manuel Cajigal, detallando los debates, el informe de Vargas, y las primeras promociones de ingenieros. **Áreas temáticas:** Historia de la Educación en Ingeniería y Matemáticas.

Cronología de Cajigal / Héctor Pérez Marchelli / Boletín 8: 149-162

Se presenta una cronología detallada y exhaustiva de la vida de Juan Manuel Cajigal y su familia, desde el matrimonio de sus padres en 1801 hasta su muerte en 1856. El listado incluye eventos clave de su carrera militar, académica y política, así como los principales sucesos históricos de Venezuela que marcaron su vida, como la Revolución de las Reformas y las guerras civiles. **Áreas temáticas:** Biografía y Cronología Histórica.

Gente y Tecnología: Un Enfoque Sistémico Referido a los Procesos de Desarrollo Nacional / César Quintini Rosales / Boletín 9: 15-30

El autor propone un modelo sistémico para el desarrollo, argumentando que el proceso de desarrollo es un aprendizaje que involucra a las sociedades enteras. Cuestiona el modelo tradicional de factores de producción (capital, tierra, trabajo) y sugiere una clasificación de insumos y productos en cuatro categorías: gente, información, bienes y energía. Analiza críticamente los flujos de información y la migración de talentos, señalando los problemas de enviar jóvenes a estudiar al extranjero sin una adecuada conexión con las necesidades nacionales y la consiguiente "fuga de cerebros". **Áreas temáticas:** Desarrollo Nacional y Política Tecnológica.

Maracuchos ¡Su atención por favor! / Tomás José Sanabria / Boletín 9: 31-36

El autor expresa una severa crítica al proyecto de renovación urbana ejecutado en el centro histórico de Maracaibo. Denuncia la demolición de edificaciones de valor histórico y la plantación de elementos decorativos que considera ajenos a la cultura y el clima de la ciudad. Sanabria hace un llamado a la conciencia ciudadana y profesional para detener futuras etapas del proyecto que, en su opinión, desvirtúan la identidad de la ciudad, y propone que este tipo de intervenciones deberían ser sometidas a concursos públicos. **Áreas temáticas:** Urbanismo y Patrimonio Cultural.

Normas para el Proyecto de Estructuras de Obras Civiles en Venezuela / José Grases y Arnaldo Gutiérrez / Boletín 9: 37-80

Este extenso trabajo recopila la evolución de las normas para el diseño y ejecución de estructuras en Venezuela, desde los primeros documentos del MOP en la década de 1930 hasta las normas COVENIN más recientes. Detalla la contribución del Colegio de Ingenieros, el MOP, el IMME, el CCCA y las comisiones de MINDUR en áreas como concreto armado, estructuras de acero, diseño sismorresistente, cargas y viento. El artículo incluye un anexo con datos históricos sobre ensayos de maderas nacionales y sirve como homenaje a los profesionales que dedicaron su esfuerzo a esta labor de normalización. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural e Historia de la Ingeniería.

La Combustión y la Formación de Llama / Gonzalo J. Morales (Sillón X) / Boletín 9: 81-133

El artículo es la continuación de una serie sobre teoría de la combustión, centrándose en la propagación de llamas turbulentas en gases premezclados. Se analizan la inestabilidad en llamas laminares, la interacción entre turbulencia y combustión en diferentes escalas, y los modelos teóricos para predecir la velocidad de las llamas turbulentas. Se discuten los efectos de la turbulencia en la estructura de la llama y se incluyen ecuaciones de conservación y modelos de turbulencia como el k-ε para flujos reactivos. **Áreas temáticas:** Termodinámica y Combustión.

En Memoria del Dr. Hernán Méndez Castellano / Héctor Hernández Carabaño (Sillón XXX) / Boletín 9: 135-157

El autor presenta un homenaje al Dr. Hernán Méndez Castellano, enfocándose en su pasión por la seguridad alimentaria en Venezuela. El texto contextualiza la seguridad alimentaria como un problema político y social, analizando su relación con los derechos humanos, la pobreza y la malnutrición. Se discuten los conceptos de suficiencia, accesibilidad y estabilidad en el sistema agroalimentario nacional y se cuestiona la efectividad de políticas como la Ley de Tierras, proponiendo un "Gran Acuerdo Nacional" para abordar la crisis alimentaria. **Áreas temáticas:** Seguridad Alimentaria y Políticas Públicas.

Canales de Pendiente Horizontal / Roberto Pérez Lecuna (Sillón XVIII) / Boletín 9: 159-175

El trabajo aborda el diseño hidráulico de canales con pendiente cero, comunes en plantas de tratamiento de agua para abastecimiento. Presenta las fórmulas de diseño de C.N. Miller, J.W. Ellms, M.F. Stein y la norma INOS para el cálculo de canaletas de lavado en filtros. El artículo incluye ejemplos de aplicación para el dimensionamiento de canales aductores, recolectores de agua de lavado y floculadores hidráulicos de flujo horizontal, donde se calculan las pérdidas de carga por vueltas de 180°. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica y Sanitaria.

Introducción al Estudio de la Geología de Venezuela / Clemente González de Juana / Boletín 9: 179-211

Esta es la primera parte de un curso de conferencias sobre geología de Venezuela, enfocada en la región de los Andes venezolanos y la subcuenca del Lago de Maracaibo. Describe la fisiografía de la zona, incluyendo la Sierra de Perijá, la Serranía de Trujillo y la depresión del Lago. Luego, analiza las formaciones paleozoicas, detallando el Grupo de Iglesias, la Formación Caparo, el Grupo Mucuchachí, el Grupo de Cachirí, la Formación Sabaneta, la Formación Mérida y la Formación Palmarito, junto con las rocas ígneas asociadas y sus edades. **Áreas temáticas:** Geología.

La Prevención de Desastres / Manuel Torres Parra (Sillón III) / Boletín 10: 17-33

El trabajo aborda la importancia de la prevención de desastres, definiéndolos como accidentes prevenibles con consecuencias graves. Analiza la magnitud de los desastres a nivel mundial y en Venezuela, destacando las inundaciones como la principal causa de muertes. Introduce conceptos como riesgo y vulnerabilidad, proponiendo métodos de control y un plan de prevención que incluye la determinación de zonas de riesgo, vigilancia, mitigación y educación, con un llamado a la acción de la Academia y el Colegio de Ingenieros. **Áreas temáticas:** Gestión de Riesgos.

Sifones Invertidos / Ing. Roberto Pérez Lecuna (Sillón XVIII) / Boletín 10: 35-45

El artículo describe el diseño, cálculo, construcción y mantenimiento de sifones invertidos, utilizados en sistemas de alcantarillado para salvar obstáculos topográficos. Detalla los tipos de sifones, las ecuaciones de pérdida de carga, las velocidades necesarias para el arrastre de sedimentos, y los métodos constructivos. Presenta ejemplos de grandes estructuras en Venezuela y el mundo, y ofrece un procedimiento ordenado para el cálculo hidráulico de estas obras. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica y Sanitaria.

La Universidad y la Investigación - Breve Historia del Laboratorio "Ernesto León D." / Santos Michelena / Boletín 10: 51-93

El autor reflexiona sobre el papel de la universidad en la formación de ingenieros y la necesidad de investigación aplicada para resolver problemas del país. Narra la historia del Laboratorio Hidráulico "Ernesto León Delgado", desde su creación para estudiar el control de crecientes del Río Guaire hasta su desaparición. Destaca el diseño innovador del laboratorio, los estudios pioneros realizados (como el transporte de sedimento en flujo supercrítico), la colaboración con expertos internacionales y los avances tecnológicos implementados, incluyendo la medición de velocidad con un "transducer" de su invención. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería e Ingeniería Hidráulica.

Vivienda y Economía Frente al Año 2000 / David Darío Brillembourg (Sillón XXIII) / Boletín 10: 97-107

El autor argumenta que la industria de la construcción, especialmente la vivienda, es un motor clave para el desarrollo económico de países como Venezuela, no un mero sector de consumo. Analiza el problema de la urbanización acelerada y la marginalidad, proponiendo a la construcción como una solución de corto plazo para generar empleo, formar mano de obra y estimular la inversión, gracias a su alto efecto multiplicador en la economía. **Áreas temáticas:** Construcción y Política de Vivienda.

Empleo y Bienestar / Manuel Torres Parra (Sillón III) / Boletín 10: 109-113

Este texto expone el grave problema del desempleo y la pobreza en Venezuela, presentando estadísticas que muestran un alto índice de desocupación e informalidad. Propone líneas de acción en los ámbitos político, económico, social y tecnológico para abordar la crisis, como pactos políticos, fomento de la inversión privada y pública (especialmente en vivienda), y el fortalecimiento de la educación para el trabajo productivo. **Áreas temáticas:** Economía y Políticas Públicas.

Propuesta para la Reactivación del País con Base a la Construcción de Edificios para Viviendas (marzo 2004) / Roberto Pérez Lecuna (Sillón XVIII) / Boletín 10: 115-123

El autor propone un plan nacional de emergencia para reactivar la economía mediante la construcción de grandes edificios de viviendas, aprovechando el efecto multiplicador de la construcción y los recursos petroleros. Detalla la logística del programa, incluyendo la creación de una oficina ejecutora, la forma de pago (50% efectivo, 50% bonos), la selección de contratistas, y la necesidad de medidas excepcionales para superar la crisis social, con un ejemplo numérico de costos y producción de viviendas. **Áreas temáticas:** Política de Vivienda y Reactivación Económica.

Informe sobre el proyecto ferrocarril de vía angosta "Narrow Gauge" (Sistema de Fairlie) de Caracas al mar / F.A.B. Geneste / Boletín 10: 125-164

Este informe histórico, fechado en 1874, presenta el estudio, planos y presupuesto para la construcción de un ferrocarril de vía angosta entre La Guaira y Caracas. Describe detalladamente el trazado de la ruta, las obras de arte necesarias (viaductos, túneles, muros de contención), las pendientes y curvas del terreno, el tipo de locomotora y material rodante (sistema Fairlie), y los costos estimados. El documento, que incluye el contrato y la especificación de las obras, constituye un valioso testimonio de la ingeniería civil venezolana del siglo XIX. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería y Transporte.

El río Guaire, su canalización a su paso por la ciudad de Caracas / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 11: 32-56

El trabajo realiza un examen técnico e histórico de la canalización del río Guaire, analizando los estudios hidrológicos y las intervenciones que han buscado mitigar los riesgos y mejorar el drenaje del área metropolitana. Se subraya la necesidad de una evaluación continua de las estructuras existentes, incluyendo puentes, y la importancia de considerar la topografía y los factores socio-económicos en la planificación de estas obras hidráulicas esenciales para la seguridad de Caracas. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica.

Ley habilitante de transporte ferroviario: un cuestionamiento / Alberto Méndez Arocha / Boletín 11: 57-92

Este artículo analiza críticamente la Ley Habilitante de Transporte Ferroviario, cuestionando la ausencia de normas claras sobre rentabilidad, subsidios y metodologías tarifarias, lo cual podría comprometer la viabilidad financiera de los proyectos. El autor advierte sobre el riesgo de tomar decisiones basadas únicamente en la disponibilidad de financiamiento sin una planificación económica integral que garantice la eficiencia operativa y el uso racional de los recursos del Estado. **Áreas temáticas:** Transporte e Ingeniería Ferroviaria.

Reflexiones sobre ferrocarriles, puertos y transporte / César Quintini Rosales / Boletín 11: 93-127

El autor reflexiona sobre la eficiencia comparativa de los distintos modos de transporte a lo largo de la historia, subrayando cómo las decisiones sobre infraestructura impactan la economía nacional y regional. Se discuten las distorsiones causadas por los subsidios a los combustibles y la falta de imputación del costo real de las obras a los usuarios, abogando por un enfoque que priorice la eficiencia energética y la sostenibilidad técnica en el desarrollo de redes de transporte. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Transporte.

Tecnología e ingeniería: ¿más o menos? Caso petrolero / Martín Essenfeld Yahr / Boletín 11: 128-139

El texto plantea interrogantes fundamentales sobre la integración de conocimientos técnicos en el sector petrolero, cuestionando quién es responsable de integrar resultados y estimar niveles de incertidumbre en las áreas de exploración, producción, transporte y mercadeo. Se aboga por una gestión más rigurosa que incorpore análisis técnicos avanzados, históricos y económicos, fundamentales para optimizar las operaciones y tomar decisiones estratégicas basadas en el conocimiento profundo de los recursos. **Áreas temáticas:** Ingeniería Petrolera y Gestión Técnica.

Conferencia: La ingeniería en la historia de la ciencia y la técnica en Venezuela / Yajaira Freites / Boletín 11: 140-162

Esta conferencia explora la evolución de la ingeniería en Venezuela durante el siglo XX, analizando su transición hacia una profesión técnica, respetable y ligada a las políticas públicas y al desarrollo industrial. Se destaca la importancia de historiar la disciplina más allá de la rama civil, reconociendo la diversidad de especialidades y el impacto de la ingeniería en la configuración del entorno urbano y territorial del país a lo largo del tiempo. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería.

Crítica de libros, Tras la ruta del hambre. Nutrición y salud pública en el siglo XX / José María Bengoa Lecanda / Boletín 11: 163-177

A través de un comentario crítico, se analiza la obra de José María Bengoa, médico que, a partir de su experiencia profesional en Venezuela, documentó profundamente los desafíos de la desnutrición y la salud pública. El texto destaca el compromiso social y la trayectoria del autor, ofreciendo un testimonio valioso sobre la interrelación entre las condiciones de pobreza, el saneamiento ambiental y el desarrollo de sistemas de salud, con implicaciones vigentes para la región. **Áreas temáticas:** Salud Pública y Nutrición.

Guerra y progreso, la artillería: un medio / Gonzalo J. Morales / Boletín 12: 15-36

El trabajo examina el papel de las guerras como motor de progreso tecnológico, enfocándose en la evolución de la metalurgia impulsada por el perfeccionamiento de la artillería. Analiza hitos desde la antigüedad hasta el siglo XX,

demostrando cómo los avances logrados para aplicaciones militares tuvieron aplicaciones civiles inmediatas, tales como la fundición, el desarrollo de la máquina de vapor y nuevas aleaciones. **Áreas temáticas:** Historia de la tecnología y metalurgia.

Apostilla sobre "La Faja del Orinoco" de Aníbal R. Martínez / Alberto Méndez Arocha / Boletín 12: 37-48

El autor realiza una reseña crítica y elogiosa del libro del académico Aníbal R. Martínez sobre la Faja Petrolífera del Orinoco. Se destaca el relato histórico y técnico de los descubrimientos y desarrollos de la Faja, valorando la obra como un texto fundamental realizado por un testigo presencial que escudriña los conflictos de intereses y la evolución de la industria petrolera venezolana. **Áreas temáticas:** Historia petrolera.

La ingeniería sísmica en Venezuela. Notas para su historia / José Grases / Boletín 12: 49-94

Se presenta una síntesis histórica sobre la evolución de la ingeniería sísmica en Venezuela en las últimas siete décadas. El autor destaca cómo el terremoto de 1967 fue un punto de inflexión para la ingeniería estructural y el desarrollo de normativas preventivas, subrayando la importancia de contar con comisiones técnicas competentes para la gestión del riesgo sísmico. **Áreas temáticas:** Ingeniería sismorresistente e Historia de la Ingeniería.

Gumersindo Torres, iniciador del nacionalismo petrolero / Aníbal R. Martínez / Boletín 12: 95-103

Este trabajo reconoce al Dr. Gumersindo Torres como el pionero del nacionalismo petrolero en Venezuela debido a su conducta intachable y su comprensión sobre la interrelación del interés nacional frente a las concesionarias extranjeras. Se relatan sus gestiones en el Ministerio de Fomento, incluyendo la creación del Servicio Técnico de Hidrocarburos y las leyes de hidrocarburos de la época. **Áreas temáticas:** Historia petrolera y política energética.

Reflexiones sobre ferrocarriles, puertos y transporte (II) / César Quintini Rosales / Boletín 12: 104-120

En esta segunda parte, el autor profundiza en el análisis del proyecto ferroviario Puerto Ordaz-Maturín-Araya, contrastándolo con soluciones alternativas de transporte multimodal. Argumenta la necesidad de evaluar opciones menos costosas y cuestiona la viabilidad del puerto de aguas profundas en Araya, sugiriendo revisar la rehabilitación del Caño Macareo y el uso de otras rutas. **Áreas temáticas:** Ingeniería de transporte.

Presente y futuro del sector eléctrico / Guillermo Capriles Echeverría / Boletín 12: 121-133

El trabajo ofrece un recuento histórico de la evolución del sector eléctrico venezolano desde finales del siglo XIX hasta la actualidad. Describe el paso de plantas aisladas a la integración regional y la conformación del Sistema Interconectado Nacional, detallando los procesos organizativos y el marco legal que permitieron esta evolución técnica. **Áreas temáticas:** Energía eléctrica.

Recuento Histórico de la Difluencia del Río Arauca sobre su margen derecha, conocida como la "Fuga Bayonero" / Roberto Pérez Lecuna (Sillón XVIII) / Boletín 13: 43-76

El autor narra detalladamente la historia de la "Fuga Bayonero", una difluencia del río Arauca hacia territorio colombiano, originada por una acción humana a mediados del siglo XX. Describe el contexto geográfico e hidrológico de la cuenca, la evolución de la fuga y los esfuerzos de Venezuela para reclamar su cierre, incluyendo la construcción de diques y los conflictos diplomáticos con Colombia. El artículo es un testimonio de un problema de límites y recursos hídricos que se prolongó por décadas. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica.

Material de Discusión para Tópicos de Transporte en Venezuela / Alberto Méndez Arocha (Sillón I) y César Quintini R. (Sillón XIX) / Boletín 13: 77-105

Este trabajo, elaborado para unas jornadas de transporte, plantea diversos temas para la discusión sobre la planificación y operación del transporte en Venezuela. Cuestiona la falta de políticas de precios, la ineficiencia regulatoria, el problema de los subsidios (especialmente a los combustibles), la viabilidad económica de proyectos ferroviarios como el Ferrocarril del Tuy y la necesidad de un enfoque sistémico. Incluye un llamado a revisar las políticas de costos y tarifas, y a fomentar la formación de reguladores competentes. **Áreas temáticas:** Planificación del Transporte y Políticas Públicas.

Gente y Tecnología: Un enfoque sistémico referido a los procesos de desarrollo nacional (II) /César Quintini Rosales (Sillón XIX) / Boletín 13: 107-123

Continuando con su serie, el autor profundiza en el modelo sistémico de desarrollo, analizando la interacción entre los sistemas educativo, productivo y social. Critica la tendencia a emular sistemas educativos extranjeros sin considerar el contexto local y la "especialización prematura". Propone una formación de pregrado más amplia y general, que permita a los ingenieros adaptarse mejor al mercado laboral, y destaca la necesidad de una realimentación efectiva entre la educación y las necesidades del país. **Áreas temáticas:** Desarrollo Nacional y Educación en Ingeniería.

Los Secretos de los Albañiles (Masones) Medievales y El Código Da Vinci / Alberto Méndez Arocha (Sillón I) / Boletín 13: 125-134

El artículo investiga el supuesto "secreto" de los masones medievales mencionado en la novela "El Código Da Vinci". Aclara que el secreto no era la piedra angular, sino el método para obtener la elevación de un plano mediante el uso de proporciones geométricas (ad quadratum y ad triangulum) como el cuadrado y el triángulo equilátero, basados en la tradición platónica y pitagórica. El autor explica cómo este método práctico compensaba la falta de medidas estandarizadas en la Edad Media, citando el ejemplo de la Catedral de Milán y los cuadernos de Villard de Honnecourt. **Áreas temáticas:** Historia de la Arquitectura y Geometría.

Influencia de algunas disposiciones de la Ley de Trabajo en la forma de la ciudad / Gustavo Ferrero Tamayo / Boletín 13: 135-154

Se analiza cómo la legislación laboral venezolana (específicamente las disposiciones sobre transporte y vivienda para trabajadores) ha influido en el desarrollo urbano de ciudades como las de la Costa Oriental del Lago, Paraguaná, Ciudad Guayana y Guri. Explica cómo la norma de los "dos kilómetros" (posteriormente aumentada) llevó a la creación de campamentos o a la dispersión urbana, y propone soluciones alternativas para futuros desarrollos industriales, como el uso de "Centros de Apoyo Operacional" y el "Mejoramiento Urbano Progresivo". **Áreas temáticas:** Urbanismo y Legislación Laboral.

La Producción Formal de Viviendas y sus Perspectivas / Alfonso J. Linares / Boletín 13: 155-173

Se presenta un análisis estadístico de la crisis de la producción de viviendas en Venezuela, mostrando una caída drástica desde los años 90. Estima un déficit de 1.6 millones de viviendas y analiza los factores que inhiben o activan la producción, incluyendo las nuevas leyes y los problemas de financiamiento. El autor propone un plan de cooperación de la Cámara Venezolana de la Construcción llamado "Hogar Semilla: la casa que crece contigo", que consiste en viviendas progresivas de bajo costo, y concluye que un acuerdo nacional entre los sectores público y privado es fundamental para resolver el problema. **Áreas temáticas:** Política de Vivienda y Economía de la Construcción.

El Ingeniero del 2025 / Vladimir Yackovlev / Boletín 14: 63-70

El trabajo explora las competencias que deberá poseer el ingeniero hacia el año 2025 en un mundo globalizado. Destaca que, además de la excelencia técnica en ciencias y matemáticas, el ingeniero deberá cultivar habilidades de liderazgo, ética, sensibilidad interdisciplinaria y compromiso social permanente. **Áreas temáticas:** Educación en ingeniería y prospectiva.

El Ingeniero del 2020 - Síntesis y comentarios del reporte de la Academia Nacional de la Ingeniería de los Estados Unidos / Asdrúbal Romero M. / Boletín 14: 71-92

El autor presenta una síntesis comentada del reporte estadounidense sobre el perfil del ingeniero en 2020. Analiza desafíos tecnológicos como la biotecnología y la nanotecnología, y enfatiza la necesidad de una visión sistémica y multidisciplinaria en la educación profesional para enfrentar un mundo interconectado. **Áreas temáticas:** Educación en ingeniería y prospectiva.

Gente y Tecnología: Un enfoque sistémico referido a los procesos de desarrollo nacional (III) / César Quintini R. / Boletín 14: 93-104

El autor analiza la relación entre el sistema educativo, el sistema productivo y la sociedad. Propone la necesidad de definir el perfil del personal técnico auxiliar y cuestiona la dependencia exclusiva de los hidrocarburos, sugiriendo identificar nuevas ventajas comparativas para el desarrollo del país. **Áreas temáticas:** Planificación y desarrollo nacional.

Secuencias de Sismos Sentidos o Destructores en el Área de Caracas y sus alrededores / José Grases / Boletín 14: 105-138

Este trabajo analiza estadísticamente los sismos ocurridos en Caracas entre 1802 y 1998, identificando cinco secuencias principales de réplicas. El autor concluye que el evento de 1865 fue ruinoso y, mediante métodos estadísticos, le asigna una magnitud estimada de 6.5, aportando datos fundamentales para la historia sísmica regional. **Áreas temáticas:** Ingeniería sismorresistente.

Influencia de la Morfología en las Estructuras Sismorresistentes / Eduardo Arnal Myerston / Boletín 14: 139-144

El autor analiza cómo la forma y regularidad de las edificaciones influyen en su respuesta ante sismos. Resalta la importancia de considerar la morfología desde la etapa de concepción arquitectónica para asegurar la integridad estructural, superando los límites de los cálculos normativos convencionales. **Áreas temáticas:** Ingeniería sismorresistente.

La Seguridad como Principio, el Desarrollo y la Defensa, sus fundamentos / Víctor Maldonado Michelena / Boletín 14: 145-152

El autor argumenta que la seguridad es una síntesis de desarrollo y defensa. Detalla cómo la seguridad familiar, organizacional y estatal están interconectadas a través de tres componentes: el medio físico, el factor humano y los sistemas legales o normativos que los rigen. **Áreas temáticas:** Defensa nacional y desarrollo estratégico.

Actualización del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos / Pedro Pablo Azpúrua Q. y Eduardo Buroz Castillo / Boletín 14: 165-171

Los autores proponen una modernización del Plan Nacional de Recursos Hidráulicos, integrando la ordenación del territorio, la gestión socio-ambiental y el transporte multimodal. Argumentan la necesidad de una visión de largo plazo para la seguridad alimentaria, el abastecimiento urbano y el desarrollo hidroeléctrico. **Áreas temáticas:** Recursos hídricos y planificación.

Ética Ambiental de los Ingenieros / Manuel Torres Parra / Boletín 15: 25-31

El autor argumenta que los ingenieros tienen una responsabilidad ineludible en la prevención del deterioro ambiental debido a su rol en la transformación del medio físico. Analiza la magnitud del deterioro ambiental, los principios ecológicos y de conservación, y las diferentes responsabilidades del ingeniero (penal, civil, administrativa y social). Destaca la inclusión del artículo 16 en el Código de Ética del CIV, que prohíbe la destrucción de recursos naturales, y enfatiza la necesidad de una formación ambiental sólida y de estudios de impacto ambiental. **Áreas temáticas:** Ética Ambiental y Responsabilidad Profesional.

Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989 / Ing. Antonio J. de Guruceaga, Armando Vegas, Mari Carmen Rodríguez Amengual, Ana Teresa Caraballo de Celis, Manuel Torres Parra, Orlando Rodríguez Amaya, Francisco Díaz Lovera, Juan Carlos Hiedra Cobo, Vladimir Yackovler, Jorge Pérez, Mineau Reyes, Fernando Trías / Boletín 15: 33-37

Este informe de una comisión del CIV analiza la necesidad de enseñar y difundir la ética profesional entre los ingenieros. La comisión concluye que la intervención de la universidad es decisiva, recomendando la creación de cátedras obligatorias de deontología y la enseñanza constante de principios éticos en todas las asignaturas. También propone que el Colegio de Ingenieros complemente esta labor mediante la divulgación de los principios éticos y la formación de un tribunal disciplinario efectivo. **Áreas temáticas:** Educación en Ética Profesional.

El Componente Ético del Desarrollo Nacional / Humberto Peñaloza / Boletín 15: 39-66

El autor argumenta que el desarrollo nacional es un fenómeno ético y cultural, no meramente económico. Analiza la crisis de Venezuela, la necesidad de un desarrollo integral y los valores que lo propician, como la fe en el individuo y el fomento de la competencia. Identifica los "siete pecados sociales" de Gandhi como obstáculos y critica la falta de liderazgo y planificación, concluyendo que el desarrollo es una responsabilidad ciudadana que requiere cambios de actitud y una lucha contra la corrupción. **Áreas temáticas:** Desarrollo Nacional y Ética.

Ética y Liderazgo / Humberto Peñaloza / Boletín 15: 67-84

El autor explora la relación entre la ética y el liderazgo en un mundo cambiante. Analiza el ámbito creciente de las profesiones, la necesidad de un liderazgo auténtico que movilice a la sociedad para enfrentar sus problemas, y la importancia de la integridad personal y la "ética de la responsabilidad". Propone una reflexión ética como proceso previo a la toma de decisiones, destacando que el liderazgo no es un conjunto de atributos personales sino un "trabajo de adaptación" para guiar a la organización hacia sus metas. **Áreas temáticas:** Liderazgo y Ética Profesional.

Ética y Profesión / Jesús Sanabria / Boletín 15: 85-105

El autor realiza un análisis profundo de los fundamentos filosóficos de la ética y su aplicación en el ejercicio profesional de la ingeniería. Diferencia entre ética y moral, y define la deontología profesional como la teoría de los deberes. Examina la conciencia profesional, los principios fundamentales de la moral profesional y los distintos tipos de responsabilidad. Incluye un análisis de la ética en los negocios, el dilema ético en la gerencia y la importancia de una visión esperanzadora y de cambios en la educación. **Áreas temáticas:** Deontología Profesional.

Ética, moral y honestidad / Lenning, Caets / Boletín 15: 107-108

Este artículo reflexiona sobre la creciente demanda de ética en las sociedades desarrolladas. El autor argumenta que esta demanda surge del desequilibrio entre la capacidad tecnológica y la capacidad para resolver conflictos, y de la necesidad de un "desarrollo sostenible". Sostiene que la competencia moral debe incrementarse y que la moral se basa en la rendición mutua de cuentas y la comunicación, siendo la honestidad una condición previa para esta última. **Áreas temáticas:** Ética y Tecnología.

Ética de la Ingeniería / Editorial de Wm. A. Wulf, NAE / Boletín 15: 109-110

El entonces presidente de la Academia Nacional de Ingeniería de EE.UU. reflexiona sobre los logros de la ingeniería en el siglo XX y el desafío ético para el siglo XXI. Sostiene que el impacto social de la ingeniería conlleva profundas responsabilidades morales. Plantea que los ingenieros deben pensar en cómo sus acciones afectan a las personas, y sugiere que la NAE debe liderar la discusión sobre ética en la ingeniería, abordando nuevos temas derivados de la nanotecnología, biotecnología y sistemas complejos. **Áreas temáticas:** Ética Profesional y Futuro de la Ingeniería.

La Bioética, el Ambiente y la Ingeniería / Manuel Torres Parra / Boletín 15: 111-116

El autor vincula la bioética, la ética ambiental y la ingeniería, argumentando que el ámbito de competencia de la ingeniería le otorga una gran responsabilidad en el deterioro ambiental.

Introduce el concepto de bioética, con sus principios de consentimiento informado, evaluación de riesgos y justicia. Presenta un "Credo Individual" y la "Declaración de Caracas sobre Bioética 2001", que reclama la enseñanza de la bioética y la creación de comités nacionales para velar por la dimensión ética del desarrollo tecnológico. **Áreas temáticas:** Bioética y Ética Ambiental.

La Ética y la Ingeniería en Venezuela / Eduardo Roche Lander / Boletín 15: 117-120

El autor argumenta que los problemas de Venezuela son éticos y no solo estructurales. Sostiene que la construcción de una ética pública es fundamental y que los ingenieros deben asumir la "prioridad de lo ético sobre lo técnico". Critica la búsqueda de interés propio en la profesión y propone una alianza entre la Contraloría General, el CIV y otras instituciones para rescatar la honestidad. Finalmente, sugiere una reformulación del Código de Ética del CIV para que sea más efectivo y combata la corrupción. **Áreas temáticas:** Ética Profesional y Lucha contra la Corrupción.

La Ética del Ingeniero Vendedor de Productos Nocivos / Alberto Méndez Arocha / Boletín 15: 175-176

El autor plantea el conflicto ético de los ingenieros que participan en la venta de productos dañinos como armas, drogas o petróleo. Analiza la justificación utilitarista y la falta de conciencia sobre el impacto a largo plazo en la humanidad. Concluye que la monoexportación petrolera, sin considerar las limitaciones ambientales, representa una irresponsabilidad, y critica la falta de debate nacional sobre el futuro de la industria y su impacto en el planeta. **Áreas temáticas:** Ética Profesional.

Comentarios relativos al artículo primero del Código de Ética Profesional del CIV / Héctor Hernández Carabaño / Boletín 15: 137-139

El autor realiza una reflexión sobre el Artículo Primero del Código de Ética del CIV, que trata sobre el honor, la responsabilidad, la honestidad, la integridad y la veracidad. Argumenta que el comportamiento ético se fundamenta en la condición de persona humana, que conlleva responsabilidades, y que estos principios son esenciales para un ejercicio profesional "cabal". **Áreas temáticas:** Ética Profesional y Lucha contra la Corrupción.

Laminación en frío y recocido de aleaciones comerciales de aluminio provenientes de colada continua de doble rodillo, producidas en ALCASA, División Guacara, Edo. Carabobo / Eli Saúl Puchi Cabrera / Boletín 16: 11-30

Este trabajo de incorporación académica analiza el procesamiento de aleaciones de aluminio tipo Al-1% Mn (AA 3003) fabricadas mediante colada continua de doble rodillo. El autor propone optimizar la laminación primaria manteniendo constante la carga del laminador en lugar de la reducción de espesor, mejorando la eficiencia y calidad. Asimismo, evalúa la recristalización bajo condiciones anisotérmicas mediante una versión modificada de la ecuación de Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorov (JMAK), ofreciendo soluciones racionales para evitar errores costosos en la producción industrial de papel de aluminio y aletas de intercambiadores de calor. **Áreas temáticas:** Metalurgia e Ingeniería de Materiales.

La lengua española y/en Las Nuevas Tecnologías / Oscar Sambrano Urdaneta / Boletín 16: 195-206

El autor examina el impacto de la tecnología y la globalización en el idioma español, diferenciando entre la necesaria incorporación de términos técnicos extranjeros y el peligro de empobrecimiento léxico y deformación sintáctica que conlleva el uso de la "ciberlingua" en chats y mensajes de texto. Defiende la vitalidad del idioma como un organismo vivo que se adapta y se defiende, pero advierte sobre la necesidad de una formación educativa sólida que fomente la capacidad expresiva y evite la afectación innecesaria en el uso de la lengua. **Áreas temáticas:** Lengua y Tecnología.

Semblanza del Dr. Melchor Centeno Vallenilla / César Quintini Rosales / Boletín 16: 81-104

Este trabajo reedita la semblanza de quien es considerado mentor de la ingeniería eléctrica en Venezuela. Se destacan sus facetas como docente, investigador y pionero en la aplicación de energía solar en el país, resaltando su invención de equipos, su labor académica en la UCV y su compromiso con la formación de recursos humanos de alto nivel. Se incluye su artículo técnico "Algunas relaciones útiles para la técnica de la energía solar en las regiones intertropicales", que sigue siendo un referente de la capacidad innovadora de la ingeniería venezolana. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería y Energía.

Recursos Humanos y Tecnología / XI Congreso-C.I.V. / Boletín 16: 121-193

Este documento reedita una ponencia del XI Congreso del C.I.V. de 1986, enriquecida con comentarios actuales del editor que evalúan la vigencia de los planteamientos originales sobre la educación secundaria, técnica y superior. Se analiza críticamente la formación de profesionales, la crisis de las escuelas técnicas, el financiamiento universitario, la orientación profesional y la necesidad de una estrategia de desarrollo tecnológico nacional basada en la excelencia, la investigación aplicada y la estrecha vinculación entre la academia y el mercado laboral. **Áreas temáticas:** Educación en Ingeniería y Tecnología.

La Urbanización Sustentable: Un Reto para Venezuela / Arnoldo José Gabaldón / Boletín 17: 43-101

El trabajo, que sirve como base para la incorporación académica del autor, realiza un análisis crítico del proceso de urbanización en Venezuela durante el siglo XX. Argumenta que el crecimiento desordenado y acelerado, fruto de una mala gestión pública, ha derivado en la precariedad habitacional, el deterioro de la calidad de vida y un grave impacto ambiental. Propone un modelo de urbanización sustentable que requiere consenso nacional, reciente fortalecimiento municipal, planificación integral participativa, inversión privada, políticas de población, educación ciudadana y, fundamentalmente, un clima de libertad política para alcanzar la modernidad. **Áreas temáticas:** Desarrollo Urbano y Sostenibilidad.

Políticas públicas y desarrollo tecnológico agrícola en Venezuela / Carlos Machado Allison / Boletín 17: 103-126

Este artículo examina las causas estructurales que impiden la competitividad y el desarrollo tecnológico del sector agrícola venezolano en comparación con otros países latinoamericanos. El autor analiza cómo los modelos de sustitución de importaciones, el sesgo antiexportador, la intervención estatal, el control de precios y la inseguridad jurídica han obstaculizado la innovación. Concluye que la superación de la brecha tecnológica requiere un entorno competitivo y un papel del Estado orientado a la promoción y formación de capital humano, en lugar de uno basado en la tutela y estatización. **Áreas temáticas:** Agricultura y Desarrollo Tecnológico.

La Gestión Ambiental: de la Restricción a la Acción / Eduardo Buroz Castillo / Boletín 17: 183-200

Este trabajo propone una transición necesaria en el paradigma de la gestión ambiental, superando el modelo tradicional basado exclusivamente en la restricción y la prohibición hacia un enfoque orientado a la acción proactiva y al desarrollo sostenible. El autor analiza las megatendencias ambientales actuales y se apoya en conceptos de autores como Lomborg y Trefil para proponer mecanismos más eficientes que conecten el conocimiento con resultados concretos. Se introduce el paradigma "convicción-acción", sugiriendo que la gestión debe materializarse en proyectos tangibles que mejoren la calidad de vida de la ciudadanía y fomenten la corresponsabilidad. Buroz Castillo destaca que el cumplimiento normativo depende de un adecuado entrenamiento ciudadano y propone la "extensión ambiental" (acción-conocimiento) como complemento a la educación ambiental tradicional, ofreciendo recomendaciones prácticas para que instituciones públicas y sociedad civil logren una relación armónica y efectiva entre el desarrollo humano y la preservación del entorno. **Áreas temáticas:** Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible.

Conclusiones y Recomendaciones del Foro Ambiente, Energía y Economía / Manuel Torres Parra, Ing. Juan Carlos Sánchez, Ing. Alberto Méndez Arocha, Nelson Hernández, Diego González, Arnoldo Gabaldón / Boletín 18: 35-45

Este documento recoge las conclusiones y recomendaciones del foro, que abordó la interrelación entre ambiente, energía y economía. Se tratan temas como el deterioro ambiental y el cambio climático, el impacto del consumo energético, las transacciones de capital ambiental, el futuro de la Faja Petrolífera del Orinoco y la transición de una economía rentista a una sostenible. Las recomendaciones incluyen la necesidad de políticas de Estado, el fomento de energías renovables y la planificación a largo plazo. **Áreas temáticas:** Política Energética y Ambiental.

Conclusiones y Recomendaciones del Foro Situación y Prospectiva de la Ingeniería / Varios autores / Boletín 18: 48-52

Este foro, realizado en el marco del Décimo Aniversario de la Academia, analizó la situación y el futuro de la ingeniería en Venezuela. Las conclusiones abordan el estado de la infraestructura, la importancia del sector construcción en el PIB, los cuellos de botella en la cadena de valor y la necesidad de un plan nacional de infraestructura. En el área de consultoría, se destaca su valor agregado y la necesidad de mejorar los procesos de contratación. **Áreas temáticas:** Política de Infraestructura y Desarrollo Industrial.

Reventones de la línea de gas Anaco-La Mariposa (Gasducto Anaco-Caracas) / Rubén Caro / Boletín 18: 141-156

Este documento histórico relata los reventones ocurridos en el gasoducto Anaco-Caracas en septiembre de 1958, poco después de finalizadas las pruebas de presión. Incluye la correspondencia oficial y los informes técnicos de inspección que descartaron fallas en el material o la construcción, apuntando a una posible causa externa no determinada, y mencionando la coincidencia de los hechos con un intento de golpe de estado, lo que sugiere que los reventones pudieron haber sido provocados. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería y Seguridad Industrial.

Hitos de Ciencia, Tecnología e Ingeniería entre 1958-1999 / Manuel Torres Parra / Boletín 18: 157-208

El autor presenta una extensa cronología de los principales hitos científicos, tecnológicos y de ingeniería a nivel mundial y nacional durante el período democrático venezolano (1958-1999). La recopilación, organizada por décadas, abarca desde avances en la carrera espacial y la física hasta el desarrollo de la computación, la biotecnología y la construcción de grandes obras de infraestructura en Venezuela, proporcionando un contexto histórico para la evolución de la ingeniería. **Áreas temáticas:** Historia de la Ciencia y la Tecnología.

Discusión Foro: Papel de las Academias en el Desarrollo del País / Eduardo Buróz, Vladimir Yackovlev, Gonzalo J. Morales, Aníbal R. Martínez / Boletín 19: 51-73

Se presenta un debate y reflexiones sobre el Foro "Papel de las Academias en el Desarrollo del País". Eduardo Buróz propone una síntesis de las ideas expuestas y sugiere acciones como el estudio de la nacionalidad y las instituciones. Vladimir Yackovlev coincide y profundiza en la necesidad de la doctrina universitaria y la acreditación. Gonzalo Morales cuestiona la posición de las universidades venezolanas a nivel mundial, y Aníbal R. Martínez destaca la importancia de la certificación de reservas petroleras. **Áreas temáticas:** Rol de las Academias y Políticas Públicas.

Evaluación del Desarrollo Agrícola / Eduardo Mendoza Goiticoa y Héctor Hernández Carabaño / Boletín 19: 75-148

Este extenso trabajo analiza la crisis del sector agrícola venezolano, presentando datos sobre inflación, devaluación, Producto Interno Bruto, producción agrícola y animal, y balanza comercial. Compara los subsidios agrícolas en Venezuela con los de la OCDE y analiza el proteccionismo internacional, concluyendo que el país no ha utilizado los instrumentos de la OMC para proteger su agricultura. Propone un programa de desarrollo agroalimentario basado en un gran acuerdo nacional, con recomendaciones para la producción de rubros estratégicos y la necesidad de garantizar la seguridad jurídica y la infraestructura. **Áreas temáticas:** Economía Agrícola y Políticas Públicas.

El Viaducto N° 1 de la Autopista de Caracas al Litoral Central / Aníbal R. Martínez (compilador) / Boletín 19: 155-178

Este trabajo compila documentos históricos, principalmente informes de la Sociedad Venezolana de Geólogos (SVG), sobre el colapso del Viaducto N° 1 en 2006. Se incluyen análisis geológicos que atribuyen el deterioro a un proceso de "parademorfismo" (acción depredatoria humana) debido a la infiltración de aguas servidas desde las barriadas de los Cerros de Gramoven, advirtiendo desde 1988 sobre la inminente catástrofe si no se tomaban medidas correctivas. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería y Geología Ambiental.

Opciones y medidas de adaptación y mitigación a los cambios climáticos globales y su relación con el desarrollo sustentable / Arnoldo José Gabaldón / Boletín 20: 99-109

El académico Gabaldón analiza el cambio climático global como un fenómeno que requiere medidas de adaptación y mitigación. Describe las opciones de adaptación en sectores como agua, agricultura, infraestructura y salud, y las medidas de mitigación para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Destaca los costos económicos del cambio climático, citando el Informe Stern, y la necesidad de una acción global con justicia social, donde los países desarrollados asuman mayores responsabilidades. Áreas temáticas: Cambio Climático y Desarrollo Sustentable.

Relaciones petroleras entre Venezuela y Estados Unidos / Petr. Arévalo Guzmán Reyes / Boletín 20: 111-122

El autor analiza la histórica relación comercial entre Venezuela y Estados Unidos en el sector petrolero. Describe las ventajas del mercado estadounidense como mercado natural para el crudo venezolano y la estrategia de PDVSA con la adquisición de CITGO. Critica la desviación de recursos de PDVSA hacia gastos sociales, la pérdida de personal calificado y la falta de inversión, pronosticando un difícil futuro financiero para la empresa y cuestionando la viabilidad de los planes de desarrollo de la Faja Petrolífera del Orinoco. **Áreas temáticas:** Política Energética y Economía Petrolera.

Primeros Pasos de la Ingeniería Estructural en Venezuela / José Grases / Boletín 20: 123-170

El académico Grases presenta una extensa investigación histórica sobre los orígenes de la ingeniería estructural en Venezuela. Comienza con la enseñanza en la Academia de Matemáticas de Cajigal (1831) y recorre los primeros proyectos de ingeniería, el desarrollo de normas, laboratorios, la introducción del concreto armado, la evolución de la sismología y la ingeniería sismorresistente, y la creación de instituciones como el IMME y el CCCA, destacando a los pioneros y sus obras. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería Estructural.

Indicadores de Desarrollo en Venezuela y Crecimiento de la Ingeniería / Manuel Torres Parra / Boletín 20: 171-189

El académico Torres Parra presenta un análisis de los indicadores de desarrollo en Venezuela en los ámbitos político, social, económico, tecnológico y ambiental. Cuantifica el crecimiento de la ingeniería por disciplinas y sectores económicos, y los compara con indicadores internacionales. Concluye que la situación política, la desigualdad, el déficit de infraestructura y la caída de la inversión son críticos, y formula recomendaciones para que la ingeniería contribuya a mejorar estos indicadores. **Áreas temáticas:** Desarrollo Nacional e Indicadores de Ingeniería.

Integración Energética en América Latina / Aníbal R. Martínez / Boletín 21: 61-72

Ponencia presentada en la tercera reunión regional del World Petroleum Council en Cartagena, Colombia, donde el académico Martínez analiza la integración energética en América Latina. Explica que OLADE (1972) es la organización política y técnica clave para la integración, y que ésta se ha desarrollado principalmente mediante acuerdos bilaterales. Presenta el sistema de gestión de recursos petroleros PRMS (SPE/WPC/AAPG/SPEE) para la definición estandarizada de reservas. Expone las capacidades energéticas de Venezuela: reservas probadas de gas natural de 4,9 tera metros cúbicos (91% asociado), reservas de crudo de 33,5 giga metros cúbicos (con 16,6 en la Faja del Orinoco certificados mediante el proyecto Magna Reserva), y la producción de orimulsión que había alcanzado 20 millones de toneladas anuales. Advierte sobre la confusión generalizada

en la información de reservas debido a intereses políticos y económicos. Áreas temáticas: Energía, Política Energética, Petróleo e Integración Regional.

Una nueva geocronología del macizo El Baúl, estado Cojedes, Venezuela / Patxi Viscarret, Franco Urbani Patat y James Wright / Boletín 21: 73-102

Estudio geocronológico del macizo de El Baúl que presenta cinco nuevas edades U-Pb en circón obtenidas con el método SHRIMP-RG, reemplazando las dataciones K-Ar y Rb-Sr previas consideradas poco confiables. Los resultados revelan edades del Pérmico Temprano para la Riolita de El Corcovado (286,4±2,8 Ma), la Riolita de La Segoviera (283,3±2,5 Ma), el Granito de Piñero (289,0±2,9 Ma) y el Granito de Mata Oscura (294,1±3,1 Ma), mientras que el Granito de Mogote sorpresivamente resultó del Cámbrico Tardío (493,8±5,2 Ma). Estas nuevas edades permiten interpretar que el macizo de El Baúl forma parte de un cinturón pericratónico Paleozoico de rocas ígneas y metamórficas, con características más afines a la geología de los Andes de Mérida que al Escudo de Guayana, comportándose como un alto estructural del basamento y no como un "arco" que se extiende desde Guayana hasta Paraguaná, como se había interpretado previamente. Áreas temáticas: Geología / Geocronología / Tectónica / Petrología.

Índice General del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, No. 1 (2001) al No. 20 (2010) / Franco Urbani Patat / Boletín 21: 103-158

Índice completo y exhaustivo de los primeros veinte números del Boletín de la ANIH, elaborado por el académico Franco Urbani Patat con motivo del décimo aniversario de la publicación. Incluye tres secciones: la lista de números publicados con sus fechas, números de páginas y editores; el índice por números con la identificación de cada artículo y su ubicación; y el índice por autores con todas las contribuciones organizadas alfabéticamente. El índice abarca desde el N° 1 (junio 2001) hasta el N° 20 (junio 2010), documentando la producción académica de la Academia durante su primera década, incluyendo discursos de incorporación, declaraciones institucionales, artículos técnicos, testimonios históricos y reseñas bibliográficas. Incluye también las Normas para la aceptación de artículos para las publicaciones impresas de la Academia. Áreas temáticas: Bibliografía y Documentación Académica.

Indicadores de desarrollo del país relacionados con la Ingeniería / Manuel Torres Parra y María Rojas de Beltrán / Boletín 21: 159-244

Trabajo de gran envergadura que presenta un sistema completo de indicadores para evaluar el aporte de la ingeniería al desarrollo nacional, analizando tendencias en siete áreas: sociales, económicas, ciencia y tecnología, infraestructura, ambientales y desastres. En el ámbito social, señala que la esperanza de vida alcanza 74 años, los accidentes viales han aumentado significativamente, el 83% de la población tiene acceso a agua potable y 64% a saneamiento. En lo económico, destaca la disminución de la participación de actividades relacionadas con la ingeniería en el PIB (del 60,5% al 46%) y la alta inflación (la más alta de América Latina). En ciencia y tecnología, resalta que los gastos en CyT pasaron del 0,42% al 2,34% del PIB gracias a la LOCTI, pero hay disminución de investigadores y patentes. En infraestructura, señala que la formación bruta de capital fijo cayó al 11% del PIB, el déficit habitacional es de 1,8 millones de viviendas y la densidad vial está estancada. En lo ambiental, Venezuela es el mayor emisor de CO2 per cápita de América Latina (6,04 ton/hab) y tiene bajas áreas verdes urbanas (1 m²/hab en Caracas). Incluye 36 recomendaciones para mejorar la recolección y uso de indicadores. Áreas temáticas: Indicadores de Desarrollo / Políticas Públicas / Ingeniería y Desarrollo / Estadísticas.

Relaciones Históricas: Ferrocarril La Guaira y Caracas, Venezuela / Allen Morrison / Boletín 21: 245-263

Artículo histórico (traducido por Kenneth Miller) que documenta la historia del Ferrocarril La Guaira y Caracas, construido entre 1881 y 1883 para conectar el puerto de La Guaira con Caracas, superando un desnivel de 914 metros en 37 kilómetros con gradientes de hasta 4%. Describe las locomotoras a vapor fabricadas por Nasmyth, Wilson y Beyer, Peacock, la electrificación de la línea en 1928 con locomotoras Brown Boveri y autovías English Electric que redujeron el tiempo de viaje de 2 horas a 75 minutos, y la competencia de la construcción de carreteras en los años treinta. El ferrocarril fue nacionalizado en los años cuarenta y finalmente comprado por el gobierno en 1950; daños por tormentas en 1951 no fueron reparados debido a la construcción de la autopista, cesando operaciones definitivamente. Incluye numerosas fotografías históricas de la línea, estaciones y material rodante. Áreas temáticas: Historia de la Ingeniería, Ferrocarriles, Transporte y Patrimonio Histórico.

Anotaciones sobre el tema de Transporte / César Quintini R. / Boletín 22: 48-81

Trabajo que realiza un recuento histórico de la evolución del Sistema de Transporte en Venezuela desde el siglo XIX hasta la actualidad, examinando los resultados obtenidos con los diversos modos de transporte. Analiza cómo durante el siglo XX el transporte automotor desplazó totalmente a las líneas férreas que se construyeron a fines del siglo XIX, y evalúa las decisiones de política pública en materia de transporte, incluyendo la construcción de autopistas, puertos, aeropuertos y el dragado de canales. Examina la situación actual y los proyectos futuros, planteando interrogantes sobre la conveniencia de reactivar el ferrocarril en diversas regiones, criticando la falta de planificación integral y la tendencia a construir infraestructura sin considerar su interacción con el territorio y la generación de carga. Presenta una visión crítica de la inversión en el Ferrocarril del Tuy y otros proyectos ferroviarios que han resultado de alto costo y bajo

rendimiento. Áreas temáticas: Transporte / Infraestructura / Planificación Territorial / Historia de la Ingeniería.

Indicadores de Mantenimiento / Manuel Torres Parra y María Rojas / Boletín 22: 82-142

Estudio que presenta una primera aproximación a los indicadores de mantenimiento en tres grandes áreas: mantenimiento en industrias (PYMES y grandes empresas), mantenimiento de infraestructura social (vialidad, edificaciones, obras hidráulicas y sanitarias), y mantenimiento de la producción petrolera. Realiza un recorrido por la evolución del concepto de mantenimiento desde el Mantenimiento Correctivo hasta el Mantenimiento de Clase Mundial, pasando por el Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Productivo Total (TPM). Analiza casos concretos de evaluación en empresas venezolanas utilizando las Normas Covenin 3049-93 y 2500-93, y presenta indicadores comparativos de mantenimiento vial, de edificaciones públicas, de obras hidráulicas y sanitarias, y de la industria petrolera a lo largo de varias décadas, evidenciando una tendencia decreciente en los niveles de inversión en mantenimiento que ha afectado la funcionalidad de la infraestructura nacional. Áreas temáticas: Mantenimiento Industrial / Gestión de Activos / Indicadores.

Vida y obra del geólogo Dr. Louis Kehrer (1897-1979) / Franco Urbani Patat / Boletín 22: 143-175

Trabajo biográfico y científico que recupera la vida y contribuciones del Dr. Louis Kehrer, geólogo suizo que trabajó para el Grupo Royal/Dutch Shell en Venezuela durante tres décadas (1921-1948). Narra su formación en la Universidad de Zurich, su llegada a Venezuela en 1921, su trabajo en condiciones difíciles en los campamentos del sur del Lago de Maracaibo, y sus contribuciones a la cartografía geológica y estratigrafía de los estados Zulia, Falcón, Lara, Yaracuy, Táchira y Miranda. Destaca especialmente su papel fundamental en el establecimiento de la estratigrafía del Cretácico en el occidente del país, sus publicaciones en los Primer y Segundo Congresos Geológicos Venezolanos (1937-1938), la elaboración del primer mapa geológico de Venezuela a escala 1:1.000.000, y su influencia en la geología venezolana a través de la formación de geólogos y la dirección de excursiones geológicas. Incluye una exhaustiva bibliografía de sus 14 publicaciones y 45 informes inéditos. Áreas temáticas: Historia de la Geología / Geología / Petróleo.

Indicadores Petroquímicos / Manuel Torres Parra y María Rojas / Boletín 23: 112-150

Trabajo que presenta un análisis exhaustivo de la industria petroquímica venezolana desde sus inicios en 1953 hasta el año 2010, examinando capacidad nominal, producción bruta, ventas, utilidades y eficiencia del trabajo. Describe la evolución histórica desde la creación de la Petroquímica Nacional (1953), la instalación del Complejo Morón (1956), la conversión en Pequiven (1977), la construcción del Complejo El Tablazo (1976), la inauguración del Complejo José Antonio Anzoátegui (1990), hasta la situación actual con complejos en Morón, El Tablazo, El Palito y José. Analiza la producción estatal y de empresas mixtas, la capacidad nominal (5,5 millones de TM en 2009), la capacidad utilizada (69% en 2008), la productividad del trabajo (que cayó de 1.200 a 688 TM/persona entre 2002 y 2008), las ventas nacionales vs exportaciones, y las utilidades que mostraron pérdidas en 2008 y 2009. Incluye recomendaciones para orientar la petroquímica hacia su función operacional y no cargarla con proyectos conexos que afectan su eficiencia. Áreas temáticas: Petroquímica y Política Industrial.

La Formación Profesional: Vinculación con la Industria Petrolera / Martín Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo / Boletín 23: 151-170

Trabajo que propone una hoja de ruta para la formación de recursos humanos en el sector hidrocarburos, basada en la experiencia de ocho décadas de la industria petrolera venezolana y mundial. Identifica los elementos básicos del éxito: formación sólida en ciencias básicas, compromiso ético, trabajo en equipos multidisciplinarios, manejo del inglés como idioma universal, relación estrecha entre centros de formación e industria, y metas claras a nivel personal, empresarial y nacional. Propone un plan de formación que requiere primero fijar las metas del Plan Operacional a 2, 5 y 10 años en exploración, explotación, refinación y mercadeo, cuantificar los recursos humanos requeridos, realizar un censo rápido de competencias, y diseñar programas específicos de formación que pueden incluir universidades, centros de formación técnica, instrucción en el trabajo y cursos intensivos. Enfatiza la necesidad de un entorno de excelencia y ética en todas las acciones. Áreas temáticas: Educación en Ingeniería e Industria.

Indicadores de Hierro y Acero / Manuel Torres Parra y María Rojas / Boletín 24: 59-127

Trabajo que presenta un análisis exhaustivo de la industria del mineral de hierro y la siderurgia venezolana desde sus orígenes hasta el año 2012. Describe las propiedades del hierro y el acero, los hitos de la industria venezolana (descubrimiento del Cerro El Pao en 1926, Cerro Bolívar en 1947, fundación de SIVENSA en 1948, inicio de SIDOR en 1957, nacionalización de la minería en 1975, privatización en 1997-98 y renacionalización en 2008-2010). Analiza las reservas probadas de mineral de hierro (4.000 millones de TM, 2,5% de las mundiales), la producción nacional que no supera los 20 millones de TMA (1% de la mundial), las exportaciones que han caído del 90% al 23% de las ventas totales, y la productividad que ha disminuido significativamente. Examina la capacidad instalada de la industria siderúrgica (6,14 millones de TMA de acero en 2008), la producción que en 2010 cayó a 4,2 millones de TM, el consumo aparente de acero y productos terminados (156 kg/hab en 2010 vs 365 kg/hab mundial), y la ocupación creciente contrastando con la tendencia mundial decreciente. Incluye recomendaciones para mejorar la productividad, la sustentabilidad ecológica y laboral, y la disponibilidad de

estadísticas. Áreas temáticas: Minería, Siderurgia e Indicadores Económicos.

Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Manuel Torres Parra y María Rojas / Boletín 24: 129-172

Trabajo que actualiza catorce indicadores clave relacionados con la ingeniería en las áreas social, económica, tecnológica y ambiental, basándose en el sistema de indicadores presentado en el Boletín 21. En el área social, presenta el Índice de Desarrollo Humano (IDH) de Venezuela que en 2012 fue de 0,747 (puesto 71), en nivel Mediano-Alto, sin superar el máximo de 0,861 alcanzado en 1997. En el área económica, analiza el PIB per cápita real (28.500 Bs en 2011, inferior a los niveles de 1977-1979), la tasa de crecimiento del PIB (4,0% en 2011 vs 2,8% mundial), la participación de actividades relacionadas con la ingeniería en el PIB (que ha disminuido del 60,5% al 39%), el ingreso petrolero per cápita (promedio de 2.000 en los últimos 10 años, con picos de 3.500 *en los últimos* 10 *años*, *con picos de* 3.500 en 2008 y 2011), y el índice de competitividad global (GCI) que muestra a Venezuela en el puesto 126 de 144 países, con un puntaje de 3,5. En el área tecnológica, actualiza el índice de ingenieros por mil habitantes (7,63 en 2011), el gasto en Ciencia y Tecnología (2,34% del PIB en 2009), las exportaciones de manufactura (que han caído al 5% de las exportaciones totales), la formación de capital fijo (18% del PIB en 2011, muy por debajo del 42% de 1978), la inversión en infraestructura (1,5% del PIB en 2011) y la capacidad eléctrica instalada por habitante (891 vatios en 2011). En el área ambiental, presenta el índice de desempeño ambiental (EPI) de Venezuela que cayó de 80 en 2008 a 55,6 en 2012 (puesto 56), y el índice de desarrollo sostenible (0,635, puesto 58). Incluye extensas fuentes consultadas. Áreas temáticas: Indicadores de Desarrollo y Políticas Públicas.

Primer Centenario de la Prospección Petrolera en Venezuela / Franco D'Orazio P. / Boletín 24: 173-193

Artículo histórico que conmemora el centenario del inicio de la campaña exploratoria profesional en Venezuela, liderada por el geólogo Ralph Arnold entre 1911 y 1916, cuyos trabajos condujeron al descubrimiento de las primeras acumulaciones comerciales de petróleo en el país. Basado en el libro "The First Big Oil Hunt, Venezuela 1911-1916" de Arnold, Macready y Barrington, publicado en 1960. Narra cómo la General Asphalt Company contrató a Arnold para explorar las concesiones Valladares (27 millones de hectáreas, casi un tercio del país), y cómo el Grupo Royal Dutch Shell adquirió la empresa en 1913. Describe los métodos de prospección con geología de superficie, la identificación de menes y rezumaderos, y las primeras perforaciones exitosas: el pozo Bababui Nº 1 en el oriente (1913), el legendario Zumaque Nº 1 en Mene Grande (perforado entre enero y julio de 1914, produciendo 250 BPPD), y el espectacular reventón de Los Barrosos Nº 2 en Cabimas (diciembre de 1922, que arrojó 100.000 BPPD durante nueve días). Destaca la participación de geólogos venezolanos como Santiago Aguerrevere y sus hijos, y la importancia de estos descubrimientos para colocar a Venezuela en el concierto mundial de países productores de hidrocarburos. Áreas temáticas: Historia del Petróleo y Exploración Petrolera.

La Universidad Posmoderna frente a las Nuevas Realidades Globales / José Moreno León / Boletín 25: 37-42

Artículo del Acad. Moreno León que profundiza en las ideas expuestas en su discurso de incorporación, analizando el proceso de tránsito de la modernidad hacia la postmodernidad y sus implicaciones para la universidad. Describe el surgimiento de la "Sociedad de la Información y el Conocimiento", donde la competencia económica reemplaza a la competencia militar, y la necesidad de una universidad de tercera generación que promueva el emprendimiento, la investigación aplicada, las alianzas con los sectores productivos y la gestión institucional eficiente. Define el perfil del profesional que debe formar la nueva universidad: con conocimientos interdisciplinarios, visión global, habilidades para manejar incertidumbres, dominio de lenguajes básicos, pensamiento creativo, trabajo en equipo y ética profesional. Critica el rezago de América Latina en educación, ciencia y tecnología (inversión en I+D de apenas 0,67% del PIB vs 4,7% en Israel), y llama a un gran esfuerzo concertado para repotenciar el sistema educativo, defender la autonomía universitaria, promover el emprendimiento y la cultura de paz. Áreas temáticas: Educación Superior / Sociedad del Conocimiento / Políticas Educativas.

Sistema de generación hidroeléctrica por rebombeo en el lago de Valencia / José M. Pérez Godoy, Ing. Jesús Augusto Gómez Medina / Boletín 25: 44-76

Estudio que propone un sistema de generación hidroeléctrica por rebombeo en el Lago de Valencia para aliviar la crisis del sistema eléctrico nacional, especialmente en la Región Central donde se concentra la mayor demanda. El sistema utilizaría el Lago de Valencia como embalse inferior (cota 408,5 msnm) y un pequeño valle al norte del lago como embalse superior (cota 1009,5 msnm), con una caída bruta de 589,7 metros. La operación propuesta consiste en bombear agua durante 10 horas diarias (consumiendo 530 MW) y generar 1000 MW durante 4 horas pico, aprovechando la capacidad ociosa de las líneas de transmisión de Guri. La simulación muestra que el sistema podría operar todo el año con un caudal medio turbinado de 194,6 m^3/s. La inversión estimada es de 775,4 millones de dólares, con una relación beneficio-costo de 1,95. El sistema reduciría el consumo de combustibles líquidos, disminuiría las emisiones de CO_2, y proporcionaría servicios auxiliares críticos como Black Start, regulación de voltaje y frecuencia, y reserva rodante. Áreas temáticas: Energía Eléctrica / Ingeniería Hidráulica / Sistemas de Rebombeo / Planificación Energética.

Indicadores del Aluminio / Manuel Torres Parra y María Rojas / Boletín 25: 77-125

Trabajo que presenta un análisis exhaustivo de la industria del aluminio en Venezuela desde sus orígenes hasta el año 2012. Describe las propiedades del aluminio, el proceso de producción (bauxita-alúmina-aluminio primario), y las empresas del sector (Bauxilum, Interalúmina, Carbonorca, Alcasa y Venalum). Analiza las reservas de bauxita (320 millones de TM, 1,1% de las mundiales), la capacidad instalada (6 millones de TM de bauxita, 1,8 millones de TM de alúmina, 600.000 TM de aluminio primario en 2011), la producción que ha caído drásticamente (aluminio primario de 642.000 TM en 1997 a 335.000 TM en 2011, y alúmina de 1,9 millones a 1,2 millones de TM), las exportaciones que han disminuido (de 473.000 TM en 1994 a 108.000 TM en 2011, con valor de 1.300 millones de dólares en 2006 a 91 millones en 2011), y el coeficiente de autosuficiencia que ha pasado de 520% en 1994 a 150% en 2011. Examina la productividad del trabajo, que ha caído de 116 TM/trabajador en Venalum en 2007 a 60 TM/trabajador en 2011, y de 56 a 19 TM/trabajador en Alcasa. Incluye tendencias mundiales hacia el reciclaje y la eficiencia energética, y recomendaciones para mejorar la productividad y la gestión de la industria. Áreas temáticas: Minería / Industria del Aluminio / Indicadores Económicos / Productividad.

Indicadores de Desastres y Accidentes / Manuel Torres Parra y María Rojas / Boletín 25: 126-176

Trabajo que actualiza los indicadores de desastres naturales y tecnológicos en Venezuela, así como los accidentes viales y de trabajo. En desastres, reporta 377 eventos desde 1950 (21,5% naturales, 78,5% tecnológicos) con 32.836 muertos, 7.840 heridos y 1.143.037 afectados, y costos de 3.638 millones de dólares. Las inundaciones son los desastres más letales (30.434 muertos), seguidas por terremotos (364). En accidentes viales, Venezuela mantiene la quinta posición en la región en muertes por accidentes de tránsito, con tasa de 21,8 por 100.000 habitantes, y el índice de accidentes por 100 km de vialidad ha aumentado de 81 en 1995 a 169 en 2008. En accidentes de trabajo, el subregistro es significativo: 56.416 accidentes formalizados en 2010 vs una estimación de 360.000 accidentes anuales. Las industrias manufactureras concentran el 46% de los accidentes y la construcción el 12%. La industria petrolera muestra un índice de frecuencia bruta de 9,4 lesiones por millón de horas en 2011 y un índice de severidad de 530 días perdidos por millón de horas. Se recomienda mejorar los sistemas de registro y prevención. Áreas temáticas: Desastres Naturales / Accidentes Viales / Seguridad Laboral / Indicadores de Riesgo.

La Ley de Hidrocarburos de Venezuela del año 1943 / Ernesto Fronjosa Lasalle / Boletín 25: 177-210

Artículo histórico que analiza el proceso de negociación que condujo a la promulgación de la Ley de Hidrocarburos de 1943, considerada una de las leyes más importantes de la historia legislativa de Venezuela. La ley introdujo el principio del "fifty-fifty" (participación paritaria del 50% entre el Estado y las empresas concesionarias en los beneficios de la comercialización del petróleo), transformando la relación de simple arrendatario-arrendador a una de socios en el negocio. El autor analiza la ley en el contexto de dos eventos contemporáneos: la nacionalización de México (1938) y la de Irán (1951), destacando que el éxito venezolano se debió a la capacidad negociadora del presidente Medina, la mediación del presidente Roosevelt y el contexto de la Segunda Guerra Mundial, que hizo indispensable el suministro confiable de petróleo venezolano para los aliados. El trabajo, basado en una investigación doctoral, utiliza el método de estudio de caso y hermenéutica para interpretar los complejos procesos de negociación. Áreas temáticas: Historia del Petróleo / Política Energética / Negociación Internacional / Legislación.

Notas sobre la Incorporación de Conocimiento Incierto en la Ingeniería Estructural Venezolana / José Grases / Boletín 26: 61-87

Artículo que presenta un recorrido histórico de la incorporación de conceptos probabilísticos en la ingeniería estructural venezolana desde el siglo XIX hasta la actualidad. Comienza con contribuciones tempranas del ingeniero Francisco José Duarte en los años 1920 sobre cálculo de probabilidades, el texto de Alberto Eladio Olivares (1952) sobre instalaciones sanitarias que empleó criterios probabilistas para caudales de aguas servidas, y las Normas MOP de 1945 que ya reconocían la naturaleza no determinista de las propiedades mecánicas de materiales de construcción. Destaca las contribuciones del Dr. Víctor Sardi (1962, 1967, 1968) sobre el Método de Cross, caudales máximos de crecientes y distribución de sismos, y los trabajos post-terremoto de 1967 sobre evaluación de daños y confiabilidad. Analiza la evolución de las normas de concreto y sismorresistentes desde 1967 hasta 2006, con la incorporación progresiva de conceptos probabilísticos como la resistencia característica, la desviación estándar, la zonificación sísmica con probabilidad de excedencia de 10% en 50 años, y los factores de importancia. Incluye ejemplos de cálculo de confiabilidad estructural y recomienda la enseñanza de estos conceptos en pregrado y postgrado. Áreas temáticas: Ingeniería Estructural, Confiabilidad / Normas Técnicas.

A Prueba de Temblores. Reflexiones sobre Construcción y Sismorresistencia en la Venezuela de 1900 / Alejandra Leal Guzmán, José Antonio Rodríguez, Franck A. Audemard / Boletín 26: 89-134

Estudio histórico que analiza el terremoto de San Narciso del 29 de octubre de 1900, uno de los más importantes de la historia venezolana (magnitud estimada de 7,6), y las reflexiones técnicas que generó sobre construcción y sismorresistencia. Basado en una compilación documental de artículos de prensa, informes técnicos del Colegio de Ingenieros de Venezuela, y crónicas, el trabajo examina tres documentos clave: el "Informe del Colegio de Ingenieros sobre los mejores modos de construcción en Venezuela" (1901) de Roberto García, Alejandro Chataing, Diego Morales y Ricardo Razetti; el artículo "Los movimientos

seísmicos y las construcciones" del Dr. Armando Blanco (1900); y el escrito "Sobre construcciones" del Ing. Avelino Fuentes (1900). Los autores demuestran que estos textos presentan una noción amplia de sismorresistencia que va más allá de las consideraciones técnicas, abarcando la calidad de los terrenos, la respuesta sísmica del suelo, la microzonificación, los aspectos jurídicos de la sismorresistencia y la planificación urbana. El trabajo contextualiza estas reflexiones en el marco de las transformaciones arquitectónicas de finales del siglo XIX y la introducción de nuevos materiales como el hierro y el concreto. Áreas temáticas: Sismología Histórica / Ingeniería Sísmica / Historia de la Ingeniería / Urbanismo.

Impacto del Ambiente Tropical en la Durabilidad de las Estructuras de Concreto Armado / Oladis Troconis de Rincón / Boletín 26: 135-198

Trabajo de incorporación de la académica Troconis que presenta los resultados del proyecto iberoamericano DURACON (CYTED) sobre la influencia del ambiente en la durabilidad del concreto armado. El estudio involucró 10 países iberoamericanos con 46 estaciones de ensayo en ambientes marinos y urbanos, utilizando dos tipos de mezclas de concreto (a/c=0,45 y 0,65). Los resultados demuestran que la agresividad de la atmósfera es mayor en los países tropicales, particularmente cuando la temperatura supera los 25°C. En ambientes marinos, el umbral de cloruros que despasiva a la armadura fue mucho menor en Venezuela (0,42%) que en Portugal (0,89%), debido a la mayor temperatura y tiempo de humectación. En ambientes urbanos, la profundidad de carbonatación fue mayor en Maracaibo (Venezuela) donde la temperatura promedio es superior a 25°C y el tiempo de humectación es alto. El trabajo incluye una propuesta de normativa de durabilidad para Iberoamérica, basada en la clasificación de ambientes de exposición y requisitos de calidad del concreto (relación a/c, contenido mínimo de cemento, recubrimiento), con énfasis en la porosidad efectiva o absorción capilar como parámetro clave para garantizar la durabilidad. Áreas temáticas: Durabilidad de Obras / Corrosión.

La Elipse de Culmann como Calibradora del Comportamiento de Plantas de Edificios Bajo Flexotorsión en un Plano Horizontal / Mario Paparoni / Boletín 26: 199-238

Trabajo de incorporación del académico Paparoni que rescata la Elipse de Culmann (método clásico de la Estática Gráfica del siglo XIX) como instrumento moderno para evaluar el comportamiento flexotorsional de plantas de edificios. El autor presenta más de 18 años de investigación a través de una serie de Trabajos Especiales de Grado en la UCV, UNIMET y UCAB. Describe la metodología para determinar las elipses sucesivas: elipse de deflexiones, elipse de flexibilidad, elipse de rigidez, elipse de radios de giro al cuadrado, y finalmente la Elipse de Culmann (dibujable a la misma escala de los planos). La elipse permite generar el núcleo central de resistencia de cada planta mediante relaciones de polaridad, que indica el dominio de posiciones del centro de masa que producen factores de amplificación torsional menores de 2. El trabajo demuestra que elipses muy alargadas indican diferencias de rigideces principales que pueden llevar a inestabilidades, y que plantas isótropas (elipses circulares) tienen el mejor comportamiento. La metodología permite diagnosticar y optimizar estructuraciones extremas que las normas no contemplan adecuadamente. Áreas temáticas: Ingeniería Estructural / Análisis Estructural / Sismorresistencia / Flexotorsión.

Calentamiento Electromagnético del Petróleo / Roberto C. Callarotti / Boletín 27: 25-85

El trabajo de incorporación del Acad. Roberto C. Callarotti presenta un estudio detallado sobre el calentamiento electromagnético como método para la producción mejorada de crudos pesados y extrapesados. Se describen los procesos de calentamiento concentrado y distribuido para diferentes rangos de frecuencia, desde 60 Hz hasta microondas, explicando los mecanismos físicos involucrados y las ecuaciones que rigen el flujo de fluidos y la transferencia de calor. El autor analiza la eficiencia energética de estos métodos en comparación con la inyección de vapor, presentando modelos teóricos y resultados de pruebas de campo en diversos países, incluyendo Venezuela, y destacando la importancia de la instrumentación y el control de temperatura. El artículo concluye con un análisis del desarrollo tecnológico futuro y la necesidad de un enfoque multidisciplinario para la implementación exitosa de estas técnicas. **Áreas temáticas:** Ingeniería de petróleos, métodos de recuperación mejorada y calentamiento electromagnético.

Laminación en Frío y Recocido de Aleaciones Comerciales de Aluminio Provenientes de Colada Continua de Doble Rodillo, Producidas en Alcasa División Guacara (Alucasa), Edo. Carabobo / Eli Saúl Puchi Cabrera / Boletín 27: 87-148

El trabajo de incorporación del Acad. E. S. Puchi Cabrera analiza el procesamiento termomecánico de la aleación comercial de aluminio AA 3003, producida por colada continua de doble rodillo (CCDR). En una primera parte, propone un nuevo programa de laminación en frío basado en mantener una carga de laminación constante, lo que permite un diseño más racional, reduce el número de pases y mejora el control del espesor final. En segundo lugar, estudia la cinética de recristalización de la aleación durante recocidos anisotérmicos, empleando los modelos de Semiatin y Puchi Cabrera, y determinando la influencia de la deformación en la energía de activación. Finalmente, evalúa el comportamiento de recristalización de microestructuras parcialmente recristalizadas, concluyendo que el modelo de distribución igualitaria de la deformación no se cumple plenamente, ya que la deformación tiende a acumularse en las fases más blandas. **Áreas temáticas:** Ingeniería de materiales, metalurgia, procesamiento de aluminio, laminación, recristalización.

Una Década de Cartografía Geológica en el Norte de Venezuela: 2003-2013 / Franco Urbani Patat, Alí Gómez / Boletín 27: 150-178

El artículo de los Académicos Franco Urbani Patat y Alí Gómez presenta un balance de la cartografía geológica realizada en el norte de Venezuela entre 2003 y 2013, en el marco del proyecto GEODINOS. Se detalla la metodología empleada para la integración de 240 mapas a escala 1:25.000 y 12 a escala 1:50.000, abarcando un área total de 24.400 km². Los autores describen los hallazgos más relevantes de cada una de las once regiones estudiadas, desde la Península de La Guajira hasta la Isla de Margarita. Se destacan descubrimientos geocronológicos inesperados que revelan la complejidad tectónica de la región, como la identificación de una unidad proterozoica en Cojoro, la datación de la ofiolita de Siquisique en el Cretácico Tardío, y la reinterpretación de la edad de los granitos de El Baúl como del Pérmico y el Cámbrico. El trabajo consolida el conocimiento geológico de la interacción entre las placas del Caribe y Sudamérica. **Áreas temáticas:** Geología, cartografía, tectónica de placas, geocronología.

Obras Civiles de Carácter Permanente y su Diferencia con las Provisionales. Garantía de la Vida de Servicio en Ambos Casos. Recomendaciones para la Mejora de las Normas de Proyecto y Construcción Vigentes en Venezuela. / Roberto Centeno Werner / Boletín 27: 179-211

El Acad. Roberto Centeno Werner aborda las diferencias críticas entre las obras civiles de carácter permanente y las provisionales en Venezuela. El autor expone la problemática del inmediatismo político que resulta en obras de baja calidad y vida útil reducida, enfatizando la necesidad de un adecuado aseguramiento estadístico de la calidad y la correcta definición de responsabilidades en los contratos. Se discute la importancia de la certificación profesional, la actualización de las normas COVENIN para incluir métodos estadísticos, el uso de instrumentación para monitoreo en tiempo real, y la necesidad de contar con planos "tal como construida". Finalmente, ofrece recomendaciones para mejorar la durabilidad y seguridad de las obras, proponiendo un enfoque basado en el riesgo, la geomorfología y la capacitación técnica del personal. **Áreas temáticas:** Ingeniería civil, construcción y control de calidad, Durabilidad.

Estudios para la Optimización de Prótesis Total de Cadera (Trabajo de Incorporación a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, 2011) / Joaquín A. Lira-Olivares / Boletín 28: 77-156

Este trabajo de incorporación del Acad. Joaquín A. Lira-Olivares presenta una investigación exhaustiva sobre la optimización de prótesis total de cadera (RTC). El estudio aborda el diseño mecánico de los componentes, incluyendo el acetábulo, la cabeza del fémur y el vástago, mediante análisis de elementos finitos para minimizar la concentración de esfuerzos y el escudamiento de esfuerzos. Se investigan nuevos materiales, como aleaciones nanocristalinas de Ti6Al4V y nanocompuestos cerámicos de Al_2O_3/TiO_2, $Al_2O_3/TiO_2/SiC$ y $Al_2O_3/TiO_2/ZrO_2$, para mejorar la resistencia al desgaste y la tenacidad a la fractura. Además, se estudian métodos de recubrimiento con hidroxiapatita (HA) sobre sustratos metálicos y poliméricos, y se explora la influencia de la piezoelectricidad del colágeno y polímeros como el PVDF en la deposición de HA y la orientación de osteoblastos, demostrando que la mineralización ósea puede ser inducida por fenómenos electroquímicos sin la intervención directa de células. Finalmente, se presenta el diseño de un simulador de cadera para ensayos tribológicos y un método de electrodeposición de HA sobre acero 316L. **Áreas temáticas:** Ingeniería biomédica, biomateriales, prótesis, biomecánica, tribología, piezoelectricidad.

Emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste del estado Falcón / Franco Urbani Patat, David Mendi, Walter Reátegui, Alí Gómez, Omar Contreras, Armando Ramírez, Eduardo Carrillo, Pedro Arias y José Baena / Boletín 28: 158-174

Los autores presentan la ubicación y características geológicas de tres menes de petróleo (Quebrada Petróleo, Macuere y Quebrada La Poderosa), una fuente termal (El Amparo de Tapatapa) y tres fuentes sulfurosas frías (Socremo, Agua Negra y Montaña Grande) en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste de Falcón. El estudio, realizado en el marco de un proyecto de cartografía geológica regional, describe el contexto geológico de cada manifestación, incluyendo las formaciones rocosas asociadas (Cerro Pelado, Matatere, Capadare, Casupal). Se proporcionan mediciones de temperatura, pH y conductividad, así como análisis físico-químicos de las aguas, que revelan composiciones bicarbonatadas sódicas o cálcicas. El trabajo contribuye a los inventarios nacionales de este tipo de fenómenos, que no habían sido previamente caracterizados. **Áreas temáticas:** Geología, hidrogeología, geotermia, hidrocarburos, recursos naturales.

Aspectos estratégicos del negocio del petróleo y su influencia en el desarrollo económico de Venezuela / Ernesto Fronjosa / Boletín 28: 176-224

El Dr. Ernesto Fronjosa realiza un análisis estratégico de la industria petrolera y su impacto en la economía venezolana. Explica la estructura de la cadena de valor agregado del petróleo y la importancia de la integración vertical y horizontal para las empresas multinacionales, quienes refuerzan el eslabón más débil (el suministro de crudo) diversificando sus fuentes de producción y optimizando beneficios mediante valores de transferencia. Describe el caso de Venezuela, destacando el proceso de internacionalización de PDVSA entre 1979 y 1989, cuando la empresa estatal adquirió refinerías y redes de distribución en Estados Unidos y Europa, logrando una integración vertical completa y horizontal. Concluye analizando la reversión de este proceso en el siglo XXI, que ha llevado a la descapitalización de

PDVSA, la caída de la producción y una creciente dependencia de terceros, con graves consecuencias estratégicas y económicas para el país. **Áreas temáticas:** Economía petrolera, estrategia empresarial, PDVSA, desarrollo económico.

Las Fuentes Termales del Estado Trujillo, Venezuela / Eduardo Carrillo, Franco Urbani Patat y Armando Ramírez / Boletín 29: 36-72

Este artículo presenta un inventario detallado de las fuentes termales y sulfurosas del estado Trujillo, Venezuela. Los autores recopilan y sistematizan información histórica y de campo, ubicando geográficamente nueve manifestaciones principales: El Baño de Motatán, Valerita, Agua Viva, Aguas Calientes, San Jacinto, La Mata (Escuque), La Vega (Chejendé), Tirandá (Tostós), El Lambedero (San Antonio), La Viciosa y El Azufre (Escuque). Para cada fuente se proporcionan coordenadas UTM, marco geológico (asociado a los sistemas de fallas de Valera y Boconó), descripción de los manantiales, mediciones de temperatura, pH, conductividad y análisis fisicoquímicos, que revelan aguas bicarbonatadas sódicas, sulfatadas cálcicas o carbonatadas cálcicas. Se estiman las temperaturas de los acuíferos profundos mediante geotermómetros químicos, que alcanzan hasta 126°C en Agua Viva, sugiriendo un potencial geotérmico de media a alta entalpía. El trabajo concluye con recomendaciones para el aprovechamiento turístico y energético de estos recursos, y destaca la necesidad de continuar las exploraciones para completar el inventario nacional. **Áreas temáticas:** Geología, hidrogeología, geotermia, recursos naturales, turismo.

Antecedentes de la Ingeniería Forense en Venezuela / José Grases / Boletín 29: 75-138

El Ing. José Grases presenta una extensa recopilación de eventos catastróficos ocurridos en Venezuela entre 1766 y 2010, que constituyen los antecedentes de la ingeniería forense en el país. El trabajo organiza la casuística en una tabla cronológica que incluye terremotos, inundaciones, deslaves, huracanes, maremotos, incendios, accidentes y fallas estructurales. Se analizan en detalle las causas más frecuentes, como el insuficiente tiro de aire en puentes, las socavaciones de fundaciones, los fenómenos hidro-meteorológicos extremos, los sismos y la licuación, los vientos huracanados, las sobrecargas imprevistas, la corrosión en concreto armado y los accidentes industriales. Destaca el caso del derrumbe de un edificio en Cumaná durante el sismo de Cariaco de 1997, que es examinado con un alto nivel de detalle técnico, desde el estudio del subsuelo hasta la evaluación de los coeficientes sísmicos resistentes, demostrando que la causa de la ruina no fue el incumplimiento de la norma vigente en ese momento, sino una subestimación de la peligrosidad sísmica. El trabajo concluye con lecciones aprendidas para la prevención y el diseño, y enfatiza la importancia de la ingeniería forense como herramienta para mejorar las normativas y reducir el riesgo de futuros desastres. **Áreas temáticas:** Ingeniería forense, patología de estructuras, riesgos naturales, sismología, hidrología, Gestión de desastre.

Historia y Testimonios de la Ingeniería Estructural en Venezuela. Epígrafes / José Grases / Boletín 29: 140-160

Este artículo, también del Acad. José Grases, recopila una serie de epígrafes, citas y reflexiones de destacados ingenieros, profesores y pensadores venezolanos, organizados en doce grupos temáticos, que ofrecen un testimonio de la historia y el pensamiento de la ingeniería estructural en Venezuela. Los temas abarcan la importancia del testimonio histórico, la figura de los profesores y las universidades, el reconocimiento de las incertidumbres en el conocimiento, la persistencia en la ignorancia, las limitaciones en el dominio de ciertas materias, la venezolanización de la ingeniería, la evolución de las normas, la prefabricación, los laboratorios, la ética y la modestia, la vivienda y las obras de infraestructura, y el mejoramiento profesional. Las citas provienen de figuras como Juan Manuel Cajigal, Melchor Centeno Graü, José Sanabria, Edgar Pardo Stolk, Arnoldo Gabaldón, entre otros, y ofrecen una valiosa perspectiva sobre la evolución de la profesión y los valores que la han guiado. **Áreas temáticas:** Historia de la ingeniería, pensamiento ingenieril, educación en ingeniería, ética profesional.

Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Manuel Torres Parra y Econ. María Rojas H. de Beltrán / Boletín 30: 54-103

Este artículo presenta una actualización de quince indicadores clave relacionados con la ingeniería y el desarrollo de Venezuela. Los autores analizan el Índice de Desarrollo Humano (IDH), el PIB per cápita, la tasa de crecimiento económico, la participación de las actividades de ingeniería en el PIB, el ingreso petrolero per cápita, el Índice de Competitividad Global (GCI), la cantidad de ingenieros por habitante, el gasto en ciencia y tecnología, las exportaciones de manufactura, la formación de capital fijo, el gasto en infraestructura, la capacidad instalada de energía eléctrica per cápita, el Índice de Pobreza de Agua (IPA), el Índice de Desarrollo Sostenible y el Índice de Desempeño Ambiental (EPI). Los datos revelan una tendencia decreciente en la mayoría de los indicadores, incluyendo una caída en el IDH desde 1998, un estancamiento del PIB per cápita, una disminución de la competitividad, un bajo gasto en infraestructura y un deterioro ambiental significativo. El artículo concluye con un llamado a la acción para la recuperación del país, destacando la capacidad profesional en el área de ingeniería. **Áreas temáticas:** Indicadores económicos, sociales y tecnológicos, desarrollo, competitividad, infraestructura.

Inventario de Daños y Efectos Geológicos Co y/o Post-Sísmicos del Sismo Ocurrido el 18 de mayo de 1875, en la Frontera entre Colombia y Venezuela / L. Rodríguez, E. Salcedo, H. Diederix, Alí Gómez, S. Yépez, A. Singer, E. Torres, J. Rodríguez, A. Leal, C. Pérez, J. Choy, F. Audemard y A. Espinosa / Boletín 30: 105-263

Este trabajo binacional presenta un inventario exhaustivo de los daños y efectos geológicos del terremoto del 18 de mayo de 1875, conocido como el terremoto de Cúcuta, que afectó la frontera entre Colombia y Venezuela. Los autores realizaron una búsqueda en archivos históricos de ambos países, recopilando descripciones de efectos en personas, objetos, construcciones y la naturaleza. Con base en esta información, evaluaron las intensidades macrosísmicas en 68 localidades utilizando las escalas de Mercalli Modificada (MM) y Macrosísmica Europea (EMS-98), determinando una intensidad máxima de I=10 en San José de Cúcuta, Villa del Rosario, San Antonio y San Juan de Ureña. Además, utilizaron la escala ESI-2007 INQUA para cuantificar los efectos geológicos, concentrados en un radio de 30 km. El estudio concluye que la magnitud del evento ha sido sobreestimada en trabajos previos (Ms 7,3 / Mw 7,4), y la proponen en el orden de Mw 6,8-6,9, basándose en la extensión del área de daños y la manifestación de efectos geológicos. **Áreas temáticas:** Sismología histórica, ingeniería sísmica, riesgos naturales, geología.

El Ministerio de Obras Públicas en la Construcción de la Infraestructura para el Desarrollo (1878-1976) (Trabajo de Incorporación a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, 2015) / Alfredo Cilento Sarli / Boletín 30: 265-364

El Acad. Alfredo Cilento Sarli presenta un extenso y documentado estudio sobre la historia del Ministerio de Obras Públicas (MOP) de Venezuela, desde su creación en 1874 hasta su desaparición en 1976. El trabajo analiza la evolución institucional y tecnológica del MOP, destacando su papel fundamental en la construcción de la infraestructura que permitió la modernización del país. El autor describe las primeras obras públicas bajo la Secretaría de Interior y Justicia, la transición al Ministerio de Fomento y finalmente la creación del MOP. Se abordan en detalle la construcción de ferrocarriles y puentes metálicos en el siglo XIX, el cambio hacia las carreteras en el siglo XX, la creación del Banco Obrero y el INOS, la construcción de superbloques, la Ciudad Universitaria, los grandes proyectos hidroeléctricos (Macagua y Guri), el Terminal Portuario de Sidor y el Metro de Caracas. El trabajo enfatiza dos rasgos clave del MOP: la continuidad administrativa y la permanente actualización tecnológica, que le otorgaron un reconocido prestigio. Concluye con el análisis de la descentralización del MOP en tres nuevos ministerios (MARNR, MINDUR, MTC) y la reflexión sobre el legado de esta institución en la ingeniería venezolana. **Áreas temáticas:** Historia de la ingeniería, infraestructura y obras públicas.

Nuevos Estudios sobre la Formación Matatere, Estados Lara y Yaracuy / Franco Urbani Patat, David Mendi, Alí Gómez, Grazziana Valletta, Gladys Johana Martínez y Walter Reátegui / Boletín 31: 94-206

Este extenso artículo presenta los resultados de investigaciones geológicas de la Formación Matatere, una unidad turbidítica de gran extensión en el estado Lara. Los autores realizan una cartografía detallada y estudios petrográficos de las facies gruesas (areniscas y conglomerados), así como de los olistolitos (capas de peñones) y grandes bloques incluidos en la formación. Se identifican y clasifican numerosos tipos de rocas sedimentarias, volcánicas y plutónicas, derivados principalmente del margen pasivo suramericano. Se proponen la formalización de las capas de peñones de Paragüito y Pavia como unidades válidas dentro de la Formación Matatere, y se incluyen dataciones geocronológicas U-Pb en circones que aportan edades ordovícicas para algunos granitos. El trabajo integra antecedentes históricos de exploración petrolera desde 1928, y discute las implicaciones paleogeográficas y tectónicas para la evolución del Caribe y el norte de Suramérica. Áreas temáticas: Geología, petrografía, estratigrafía, tectónica de placas.

Protección de las Escuelas contra los Terremotos / Oscar Andrés López Sánchez / Boletín 32: 30-135

El Ing. Oscar Andrés López Sánchez presenta un estudio integral sobre la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones escolares en Venezuela, motivado por los derrumbes ocurridos durante el terremoto de Cariaco en 1997, que causaron 23 muertes. Analiza en detalle las causas del colapso de la Escuela Valentín Valiente y el Liceo Raimundo Martínez Centeno, atribuyéndolas a deficiencias sismorresistentes de las normas de 1947, 1955 y 1967: baja rigidez y resistencia lateral, poca capacidad de disipación de energía y presencia de columnas cortas que generan fallas frágiles. Propone una metodología de evaluación en tres fases: una primera basada en la edad y localización del edificio, una segunda mediante inspección visual para determinar índices de vulnerabilidad, y una tercera con estudios detallados y análisis no-lineales. Aplica estos procedimientos a tipologías escolares comunes (Antiguo I, Cajetón Abierto y Cajetón Cerrado), demostrando que la demanda sísmica excede la capacidad en la mayoría de las zonas del país. Concluye que el 69,4% de los aproximadamente 28.000 planteles del país están en zonas de alta amenaza sísmica y que cientos de ellos son similares a los derrumbados, por lo que urge un programa nacional de refuerzo estructural. **Áreas temáticas:** Ingeniería sísmica, vulnerabilidad estructural, políticas de prevención.

Minerales Secundarios de la Región Septentrional de los Estados Lara y Yaracuy / Franco Urbani Patat, Sebastián Grande, David Mendi, Alí Gómez, Walter Reátegui, Luís Melo y Rafael Carreño / Boletín 32: 136-163

Este artículo presenta un inventario de minerales secundarios hallados en taludes, túneles mineros y zonas de falla en los estados Lara y Yaracuy. Mediante difracción de rayos X y microscopía electrónica, se identificaron tres carbonatos (calcita, azurita y malaquita), dos óxidos-hidróxidos (goethita y gibbsita) y dieciséis sulfatos, entre los cuales la boussingaultita, la aluminocopiapita, la tamarugita y la parabutlerita constituyen primeros reportes para Venezuela. Se describen las localidades de hallazgo, como la Quebrada El Petróleo en Urucure (natrojarosita y tamarugita), la falla de

Los Algodones (alunita, natroalunina y amonioalunita), las minas de Aroa (melanterita, calcantita, brochantita, azurita, malaquita, goethita y gibbsita), y otras ocurrencias en la Formación Paují y la "Formación La Luna". Se discute el origen de estos minerales a partir de la oxidación de sulfuros primarios (pirita y calcopirita) y la interacción con aguas ácidas, guano de murciélagos y rocas encajantes, lo que permite inferir las condiciones geoquímicas y ambientales de cada depósito. **Áreas temáticas:** Mineralogía, geoquímica, petrografía.

Indicadores de la Industria Manufacturera / Manuel Torres Parra y María Rojas H. de Beltrán / Boletín 32: 164-235

Este informe presenta un análisis exhaustivo de los indicadores de la industria manufacturera venezolana, en el marco de una serie iniciada por la ANIH sobre indicadores de desarrollo relacionados con la ingeniería. Los autores revisan la evolución histórica del sector desde el siglo XIX hasta la actualidad, destacando que la participación de las actividades relacionadas con la ingeniería en el PIB ha caído del 60% en las décadas de 1950-1970 al 45,7% en 2015. La manufactura, que alcanzó un pico del 21% del PIB en 1970, declinó a partir de 2009 y en 2015 representó solo el 13,4%. Se analiza la tasa de crecimiento industrial (1% en 2013, ocupando el puesto 151 a nivel mundial), la caída de las exportaciones manufactureras (por debajo del 10% desde 2008), y la reducción de la ocupación industrial de 31 a 16 trabajadores por 1.000 habitantes entre 1976 y 2008. Se examinan las empresas públicas básicas del sector hierro-acero, aluminio, cemento y mecánico, evidenciando una dramática caída de la capacidad utilizada y la productividad entre 2009 y 2013. Los autores recomiendan establecer políticas para recuperar la producción manufacturera por encima del 20% del PIB y las exportaciones por encima del 30%, así como disponer de estadísticas oficiales oportunas y consistentes. **Áreas temáticas:** Economía industrial, políticas públicas, indicadores de desarrollo.

Las Normas Sísmicas de Edificaciones en Venezuela y otros países de América Latina: Conocimiento e Ingeniería para el Desarrollo Sostenible / Marianela Lafuente / Boletín 33: 117-329

La Ing. Marianela Lafuente presenta su trabajo de incorporación como Individuo de Número, Sillón XXV, sobre las normas sísmicas en Venezuela y América Latina. Analiza la evolución histórica de las normativas sismorresistentes en la región, los desastres naturales y su impacto en el desarrollo, y la importancia de la gestión de riesgos. Describe la normativa venezolana COVENIN 1756:2001, identificando sus fortalezas y debilidades, y la compara con las normas de Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, República Dominicana y Estados Unidos. Propone recomendaciones para su actualización, incluyendo la adopción de un enfoque basado en desempeño, espectros de amenaza uniforme, y la necesidad de fortalecer las instituciones y la formación profesional en ingeniería sísmica. Destaca la urgencia de evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones escolares y de viviendas populares, y de implementar un sistema nacional de reducción de riesgos de desastres. **Áreas temáticas:** Ingeniería sísmica, normas técnicas, gestión de riesgos, políticas públicas.

Elementos de una Iniciativa Empresarial Exitosa / Francisco Javier Larrañaga Vázquez / Boletín 33: 330-476

El Ing. Francisco Javier Larrañaga presenta su trabajo de incorporación como Miembro Correspondiente por el estado Falcón, que documenta el caso de una empresa petrolera internacional "junior" (EIESL) creada por profesionales venezolanos despedidos de PDVSA en 2003. Describe el proceso de constitución, crecimiento y consolidación de la empresa, destacando la aplicación de ingeniería gerencial, mejores prácticas corporativas, tecnología de punta en gerencia integrada de yacimientos, y un modelo de responsabilidad integral corporativa (SSA, RSE, gestión del conocimiento). Analiza los factores clave de éxito, como el equipo directivo, la cultura corporativa, la planificación estratégica, las alianzas y la captación de capital. Extrae lecciones aprendidas sobre financiamiento, alianzas, gestión del talento y sostenibilidad, y propone que este modelo sea replicable en una eventual apertura petrolera en Venezuela. **Áreas temáticas:** Ingeniería gerencial, políticas energéticas, emprendimiento empresarial.

Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Manuel Torres Parra y María Rojas H. de Beltrán / Boletín 33: 478-539

Este artículo presenta la actualización de diecisiete indicadores prioritarios relacionados con la ingeniería, agrupados en cinco categorías: políticos (Índice de Calidad Institucional), sociales (Índice de Desarrollo Humano, Índice de Seguridad Personal), económicos (PIB per cápita, tasa de crecimiento, participación de actividades de ingeniería en el PIB, ingreso petrolero per cápita, Índice de Competitividad Global), tecnológicos (ingenieros por 1.000 habitantes, gasto en CTI, exportación de manufactura, formación de capital fijo, gasto en infraestructura, capacidad eléctrica instalada, Índice de Pobreza de Agua) y ambientales (Índice de Desarrollo Sostenible, Índice de Desempeño Ambiental). Los autores analizan la evolución de cada indicador, comparan a Venezuela con otros países de la región y del mundo, y concluyen que la mayoría de los indicadores muestran un deterioro significativo, especialmente los políticos, económicos y tecnológicos, lo que refleja una crisis estructural que requiere un cambio de modelo económico y un plan integral de recuperación. **Áreas temáticas:** Indicadores de desarrollo, políticas públicas, economía, tecnología, medio ambiente.

Indicadores de Hierro y Acero / Manuel Torres Parra y María Rojas H. de Beltrán / Boletín 33: 540-591

Este informe actualiza los indicadores de la industria del hierro y el acero en Venezuela, en el marco de una serie

iniciada por la ANIH. Los autores analizan las reservas probadas de mineral de hierro (3.588 millones de TM), la producción (que ha caído a niveles históricos de 5,8 millones de TM en 2014), la capacidad instalada y utilizada (con un uso de solo el 25% en mineral de hierro y el 17% en siderurgia), las exportaciones (que han disminuido drásticamente), la cotización internacional, el consumo aparente (que ha caído a 72 kg/habitante), la ocupación y la productividad (que ha disminuido significativamente). En el sector siderúrgico, la producción de acero cayó a 1,3 millones de toneladas en 2015 (0,08% de la producción mundial), las importaciones y exportaciones también se han reducido, y el consumo aparente per cápita ha descendido a 66 kg en 2014. Concluyen que el sector está estancado o en declive, con una participación mundial menor, y que la falta de estadísticas actualizadas dificulta el análisis, por lo que recomiendan políticas para reactivar la producción y mejorar la transparencia. **Áreas temáticas:** Industria siderúrgica, indicadores económicos, políticas industriales.

Relatoría del Foro Venezuela +30 / Manuel Torres Parra (coordinador) / Boletín 34: 81-108

Esta relatoría documenta el Foro Venezuela +30, realizado en la UCV en noviembre de 2016, organizado por la ANIH para discutir la construcción de una visión compartida de país y el uso de métodos prospectivos. Se incluye la ponencia del Presidente Gonzalo Morales sobre la necesidad de visualizar el futuro de Venezuela hacia 2050, los avances tecnológicos y la importancia de la educación y la innovación. El Dr. Werner Corrales presenta los siete consensos de la "Venezuela que queremos Todos", sobre convivencia, erradicación de la pobreza, economía productiva, institucionalidad, desarrollo ambiental, educación y superación del rentismo. El Acad. Manuel Torres Parra actualiza los indicadores relacionados con la ingeniería (IDH, PIB, competitividad, gasto en CTI, infraestructura, etc.) y plantea tendencias y metas. El Dr. Eduardo Garmendia analiza la industria del futuro, la Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0), los nuevos materiales y el impacto tecnológico en el empleo y la educación. El Dr. Diego González Cruz presenta un plan de acción para rescatar y relanzar la industria petrolera nacional, proponiendo cambios institucionales, legales y operativos. El foro concluye con un llamado a la acción y a la participación de la academia en el desarrollo nacional. Áreas temáticas: Prospectiva, políticas públicas, desarrollo nacional, industria, energía.

Energía Nuclear Verde: Reactor Nuclear a Sal Fundida / Laszlo Sajo Bohus / Boletín 34: 111-168

El Dr. Laszlo Sajo Bohus presenta su trabajo de incorporación sobre el concepto de reactor de sal fundida (MSR) de cuarta generación, una tecnología nuclear que ofrece ventajas significativas en seguridad, sostenibilidad y reducción de residuos. Propone un esquema alternativo para un reactor de investigación con combustible de torio-uranio en sales fundidas, alimentado por una fuente externa de neutrones (subcrítico). Describe el ciclo del torio-233U, destacando su superioridad sobre el ciclo uranio-plutonio en términos de seguridad y resistencia a la proliferación. Presenta los resultados experimentales obtenidos con un prototipo subcrítico (D-USB) instalado en la USB, utilizando detectores pasivos y espectrometría gamma para evaluar la producción de neutrones y la eficiencia del combustible. Analiza la conveniencia de utilizar boro como conversor de neutrones y la posibilidad de fuentes externas como aceleradores lineales o láseres. Concluye que el MSR es una opción viable para Venezuela, aprovechando sus recursos de torio y la experiencia en ingeniería, y que este estudio provee una base tecnológica para un programa nuclear nacional. **Áreas temáticas:** Energía nuclear, física nuclear, ingeniería nuclear.

Respuesta Morfodinámica a la Construcción de Presas de Retención de Sedimentos en Ríos de Montaña / José Luis López Sánchez / Boletín 34: 170-246

El Ing. José Luis López Sánchez presenta su trabajo de incorporación, que analiza la respuesta morfodinámica de ríos de montaña a la construcción de presas de retención de sedimentos, basado en 20 años de investigación y experiencia. Describe los procesos de gradación (sedimentación) aguas arriba de las presas, con la formación de deltas de sedimentos, y de degradación (erosión) aguas abajo, incluyendo el acorazamiento del lecho. Propone dos modelos matemáticos para simular estos procesos: uno para cambios altimétricos y granulométricos del lecho, y otro para flujos torrenciales con presencia de resaltos hidráulicos. Los modelos son validados con datos de campo (presa La Honda, presas del estado Vargas, río Cocorotico) y ensayos de laboratorio. Se analizan diferentes tipos de presas (cerradas, abiertas con ranuras, ventanas o rastrillos) y su influencia en la dinámica fluvial. El trabajo incluye aplicaciones prácticas para el diseño y evaluación de presas de retención en Venezuela, y concluye que estos modelos son herramientas útiles para la gestión de sedimentos y la prevención de desastres.

Áreas temáticas: Hidráulica fluvial. Desviación y Captación de Sedimentos Gruesos / Julián Aguirre Pe / Boletín 34: 248-269

El Ing. Julián Aguirre Pe presenta su trabajo de incorporación sobre la captación de sedimentos gruesos en flujos torrenciales de alta pendiente, utilizando el método del tubo vorticoso. Describe los antecedentes de este dispositivo, utilizado tradicionalmente para sedimentos finos, y su adaptación a condiciones de flujo supercrítico. A partir de experimentos en un canal de laboratorio de 23 m de longitud y pendiente variable hasta 7%, con material granular grueso (D50 = 0.0175 m), determina la eficiencia de captación en función de la anchura de la trampa, la pendiente y el transporte adimensional de Einstein. Obtiene ecuaciones de diseño que relacionan la anchura de la trampa con la profundidad y la pendiente, y propone una fórmula general para estimar el ancho requerido para una eficiencia preestablecida. Concluye que para eficiencias superiores al 80% el ancho de la trampa aumenta rápidamente, por lo que se recomienda diseñar trampas con eficiencias menores para

optimizar costos. Este trabajo proporciona criterios prácticos para el diseño de trampas de sedimentos en ríos de montaña. **Áreas temáticas:** Hidráulica fluvial, Mecánica de Fluidos, Ingeniería de transporte de sedimentos.

Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la UCV., Medio Siglo de Servicios a Venezuela / José Grases, Carlos Ramos, Gilberto Velazco, Marianela Lafuente y Carlos Genatios / Boletín 34: 272-347

Este artículo conmemora los 55 años de la fundación del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la UCV, documentando su historia y contribución al país. Los autores repasan los antecedentes desde el siglo XIX con las iniciativas del CIV para tener laboratorios de ensayo de materiales, hasta la fundación del Laboratorio de Santa Rosa (1936) y el primer laboratorio docente en la UCV. Describen la evolución del Laboratorio de Ensayo de Materiales hasta su transformación en el IMME en 1962, bajo la dirección del Ing. Ramón Espinal Vallenilla. Detallan las actividades del IMME en docencia de pregrado y postgrado (Maestría en Ingeniería Sismorresistente), investigación (tecnología del concreto, mampostería estructural, dinámica experimental, elementos finitos), y servicios técnicos (ensayos de materiales, modelos estructurales, estudios de corrosión, evaluación de estructuras). Destacan la participación del IMME en el estudio del terremoto de Caracas de 1967, el desarrollo de normas y especificaciones técnicas, y su papel en la formación de profesionales y en la creación de instituciones similares en el país. Concluyen que el IMME ha sido una institución pionera y fundamental para la ingeniería estructural venezolana. **Áreas temáticas:** Historia de la ingeniería, educación universitaria, investigación y desarrollo.

Diseño e Implementación de la Técnica de Autonucleación y Recocidos Sucesivos: Una Herramienta para la Caracterización de Materiales Poliméricos Mediante Fraccionamiento Térmico / Alejandro J. Müller S. / Boletín 35: 56-168

Este trabajo de incorporación presenta una técnica de fraccionamiento térmico denominada Autonucleación y Recocidos Sucesivos (SSA), diseñada para evaluar heterogeneidades en macromoléculas lineales de materiales termoplásticos semicristianos, como la presencia de comonómeros, ramificaciones o defectos de estereoregularidad. La técnica, basada en Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), constituye una alternativa más rápida y sencilla a métodos analíticos de separación en solución como TREF y CRYSTAF. El autor describe el procedimiento experimental, que consiste en la aplicación secuencial de pasos de autonucleación y recocido seguidos de un calentamiento final que revela la distribución de puntos de fusión inducida por el tratamiento, relacionada directamente con la estructura heterogénea de la cadena del polímero. Se comparan los resultados obtenidos con otras técnicas de fraccionamiento térmico como la Cristalización por Pasos (SC), demostrando la superioridad de SSA en términos de resolución y tiempo de análisis. El trabajo incluye una extensa revisión bibliográfica de aplicaciones de fraccionamiento térmico desde 1964 hasta 2008, abarcando copolímeros etileno/α-olefina, polipropileno, poliésteres y otros materiales. Se presentan aplicaciones prácticas de la técnica para la caracterización de materiales funcionalizados, polietilenos entrecruzados, mezclas de polietilenos y copolímeros en bloque, así como métodos para la determinación cuantitativa de la distribución de ramificaciones cortas y la longitud de secuencias metilénicas. **Áreas temáticas:** Ciencia de los Materiales - Polímeros y Caracterización Térmica.

Producción Conjunta El Operador contra el Estado o el Operador junto al Estado / Martín Essenfeld Yahr / Boletín 35: 169-205

Este trabajo de incorporación aborda las bases técnicas para reglamentar adecuadamente la producción conjunta o mezclada de hidrocarburos provenientes de distintos intervalos que producen de un mismo pozo, pero provienen de acumulaciones consideradas separadas. El autor analiza la problemática desde la perspectiva del control de yacimientos y el control fiscal, proponiendo un "Esquema Mínimo" para que los Operadores presenten propuestas de producción conjunta al Ministerio de Energía y Petróleo. El esquema propuesto incluye siete segmentos: definición de acumulaciones asociadas, evaluación detallada de opciones de explotación, análisis de factores críticos, instrumentación y programa de monitoreo, análisis económico de opciones, recomendaciones del operador, y condiciones para la aprobación. El trabajo presenta el antecedente histórico de los campos Mata y La Ceibita como caso exitoso donde se aplicó una estrategia de producción conjunta por horizontes, demostrando que la reglamentación flexible permite lograr los objetivos del Estado. Se realizaron pruebas del procedimiento propuesto en ocho oportunidades con siete unidades operacionales de cinco operadores distintos, cubriendo diversos escenarios de producción conjunta. El autor concluye que la producción conjunta es un esquema válido de explotación donde el operador trabaja junto al Estado para lograr los objetivos estatales, recomendando que el procedimiento propuesto forme parte de la reglamentación de la Ley Orgánica de Hidrocarburos. **Áreas temáticas:** Ingeniería Petrolera - Legislación y Producción de Hidrocarburos.

Una Nueva Metodología para Determinar la Resistencia al Corte en Macizos Rocosos y en el Concreto / Roberto Ucar Navarro / Boletín 35: 206-432

Este trabajo de incorporación desarrolla una expresión analítica que permite hallar la resistencia al corte en macizos rocosos y en materiales de rotura frágil como el concreto en función de los esfuerzos principales. El autor propone un nuevo criterio empírico de rotura bidimensional que relaciona los esfuerzos principales mediante una ecuación adimensional que incorpora la resistencia a compresión sin confinar, la resistencia a tracción y dos constantes K_1 y K_2 características de cada material. La investigación incluye el desarrollo

matemático completo para determinar la envolvente de rotura o curva de resistencia intrínseca, expresada paramétricamente a través del ángulo de fricción interna instantáneo. Se presentan aplicaciones prácticas utilizando datos experimentales de ensayos en concreto y se comparan los resultados con criterios clásicos como Hoek-Brown, Murrell-Bieniawski y Mohr-Coulomb, demostrando que el nuevo criterio ofrece el menor error estándar. El trabajo incluye además una revisión exhaustiva de los principales criterios empíricos de rotura en rocas, la influencia del esfuerzo principal intermedio σ_2 en el proceso de fractura, y las teorías de resistencia considerando diferentes estados de tensión. Finalmente, se propone una extensión del criterio para macizos rocosos fracturados y meteorizados mediante clasificaciones geomecánicas como RMR y GSI, así como su generalización a tres dimensiones considerando la influencia del esfuerzo principal intermedio. **Áreas temáticas:** Geotecnia, Mecánica de Rocas y Resistencia de Materiales.

Conocimiento e innovación para el desarrollo. Sobre el relanzamiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación / Carlos Genatios / Boletín 35: 433-542

Este trabajo de incorporación analiza la evolución del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) en Venezuela, desde la creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología en 1999 hasta su progresivo debilitamiento y destrucción institucional a partir de 2003. El autor describe los lineamientos fundamentales establecidos en el período 1999-2001, que incluyeron la innovación y calidad de vida, el talento humano, la innovación y sector productivo, las redes y capacidades asociativas, el uso del conocimiento en la gestión pública y el desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación. Se destaca la promulgación de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI) en 2001 como un hito que estableció inversiones y aportes del sector empresarial para actividades de I+D, y su posterior reforma en 2010 que eliminó los incentivos a la innovación productiva, centralizando los recursos en el Estado. El trabajo presenta una recopilación de lineamientos estratégicos, políticas públicas y respuestas a problemas del sector, incluyendo el rol de las TIC, la educación online y las perspectivas globales de innovación. Se analizan los indicadores internacionales de competitividad que muestran el deterioro de Venezuela, ocupando los últimos lugares mundiales en institucionalidad e innovación. El autor propone estrategias de recuperación del SNCTI basadas en el fortalecimiento de la demanda de ciencia y tecnología, la articulación de redes y la vinculación entre oferta y demanda para resolver problemas prioritarios del país. **Áreas temáticas:** Política Científica y Tecnológica - Gestión de la Innovación.

Historia, Recursos Minerales y Métodos de Explotación en la Mina de Bauxita de los Pijiguaos, Municipio Cedeño, Estado Bolívar, Venezuela, Propuestas para el Incremento de la Producción, a Corto Plazo. Gestión Ambiental / Noel Santiago Mariño Pardo / Boletín 35: 543-655

Este trabajo de incorporación presenta una visión integral de la minería de bauxita en Venezuela, con énfasis en el yacimiento de Los Pijiguaos. El autor documenta la historia de la exploración de bauxita en la Guayana venezolana, desde los primeros trabajos en la década de 1940 hasta el descubrimiento del yacimiento en 1970 y su posterior explotación a partir de 1987. Se describe la geología y génesis del depósito, caracterizado por perfiles de laterización sobre rocas graníticas con espesores promedio de 7,6 metros y una densidad de 1,625 t/m3. El trabajo cuantifica los recursos minerales del "Cuadrilátero de Reservas de Bauxita del Municipio Cedeño" en 1,48 Gt de recursos inferidos, posicionando a Venezuela en el tercer lugar mundial con 2,6 Gt de recursos inferidos. Se detallan los métodos de explotación a cielo abierto sin voladura, incluyendo las operaciones de arranque, carga, acarreo, trituración y formación de pilas de homogeneización para garantizar la calidad requerida por la Planta de Alúmina. Se exponen propuestas para incrementar la producción mediante contratos de explotación compensada, analizando escenarios con equipos adicionales que podrían aportar entre 1,1 y 1,3 millones de toneladas adicionales al año. Finalmente, se documenta la exitosa gestión ambiental desarrollada entre 1999-2006, incluyendo programas de rehabilitación de zonas explotadas y el uso del vetiver para control de erosión y sedimentación, que mereció cuatro premios internacionales de la OLAMI. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Minas - Recursos Minerales y Gestión Ambiental.

La Energía en la Producción de Alimentos / Nelson Hernández / Boletín 35: 656-734

Este trabajo de incorporación estima la cantidad de energía consumida por el sistema alimentario mundial y venezolano mediante un modelo matemático que integra los factores productivos de energía, agua y tierra. El autor desarrolla un sistema cerrado que calcula los alimentos necesarios para una población sin inseguridad alimentaria, considerando la producción agrícola y pecuaria, el procesamiento, distribución, comercialización y cocción. Los resultados para el caso mundial indican que el sistema alimentario consume 183 EJ en 2016 y 261 EJ en 2050, representando aproximadamente un tercio del consumo energético global. Para Venezuela, los valores son 0,81 EJ en 2016 y 1,42 EJ en 2050, equivalentes al 23% del consumo nacional de energía. El trabajo demuestra que el sistema alimentario es altamente ineficiente energéticamente, con una relación de energía de salida a energía de entrada de solo 8% a nivel mundial y 7% en Venezuela, debido principalmente a pérdidas de alimentos estimadas en 40% desde la siembra hasta la ingesta. Se analiza un escenario de reducción del 15% de pérdidas que permitiría alimentar 1.000 millones de personas adicionales sin incrementar el consumo energético. El autor recomienda estrategias para mejorar la eficiencia energética, reducir la dependencia de hidrocarburos mediante energías renovables en fincas y granjas, y educar a la población sobre hábitos

alimenticios sostenibles. **Áreas temáticas:** Energía y Seguridad Alimentaria – Sostenibilidad.

Entre lo Formal y lo Informal: una aproximación para reducir la conflictividad urbana. Caso de estudio: Caracas, Venezuela / Oscar Grauer / Boletín 36: 74-209

Este trabajo de incorporación analiza la conflictividad y violencia urbana en Caracas a partir de la coexistencia de dos tipos de asentamientos: el formal y el informal. El autor propone una aproximación conceptual y física para reducir las tensiones entre ambos sectores, centrándose en el "espacio entre" como objeto de atención prioritaria. El trabajo incluye un análisis histórico de la urbanización de Caracas desde la época colonial hasta el siglo XXI, examinando las ordenanzas de zonificación y su influencia en la forma urbana. Se estudian los procesos de globalización y su impacto en las ciudades latinoamericanas, así como el papel del espacio público como mediador entre sectores en conflicto. El autor propone criterios y propuestas conceptuales de intervención físico-morfológica en el espacio de relación entre la formalidad y la informalidad, incluyendo la incorporación de "conectores urbanos" o "grapas urbanas" que integren servicios de infraestructura y transporte. Se destaca el caso de Medellín como ejemplo exitoso de reducción de violencia mediante intervenciones urbanas que incluyen parques bibliotecas, metrocables y espacios públicos. Áreas temáticas: Urbanismo - Planificación Territorial.

Curso Básico de Microcontroladores en un Aula Virtual. Uso Plataforma Arduino –Iniciación- / Alfredo Avella Guevara / Boletín 36: 210-445

Este trabajo de incorporación presenta el diseño de un curso básico de microcontroladores en un aula virtual utilizando la plataforma Arduino, ofertado como asignatura electiva para las carreras de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Abierta (UNA). El autor describe los antecedentes de la educación a distancia virtual, las teorías de aprendizaje (conductismo, cognitivismo, constructivismo y conectivismo), y las estrategias instruccionales para entornos virtuales (e-estrategias). El curso se desarrolla en tres módulos que cubren la estructura del entorno Arduino, la programación en lenguaje C modificado, y un trabajo práctico. Se utiliza el simulador virtual Fritzing para evitar costos de adquisición de hardware. El paquete instruccional incluye plan de curso, guía instruccional, selección de lecturas y laboratorio virtual. El documento incluye reflexiones sobre la educación superior en Venezuela, la formación de ingenieros, el uso de redes sociales en educación, los cursos masivos abiertos (MOOC), y la necesidad de una educación continua a lo largo de la vida profesional, citando referencias como la Khan Academy y el Centro Pascal. Áreas temáticas: Educación en Ingeniería - Electrónica y Tecnologías de Información.

Uso de Inhibidores en la Industria de los Hidrocarburos / Darío Alfredo Viloria Vera / Boletín 36: 446-657

Este trabajo de incorporación presenta un estudio integral sobre el uso de inhibidores en la industria de los hidrocarburos, enmarcado en los postulados de la química verde y el desarrollo sostenible. El autor aborda la corrosión en las operaciones de perforación, producción y transporte de petróleo y gas, describiendo los mecanismos de corrosión por CO_2 y H_2S, y el desarrollo de nuevas metodologías para su estudio mediante equipos como el ADINCAMPO y el SECLI. Se presentan desarrollos de inhibidores de incrustaciones (INTAV™) a partir de gel de Aloe vera, con excelentes resultados en laboratorio y campo. Se estudian sinergias con la agroindustria mediante el uso de vinaza y concentrado soluble de melaza para la remoción de gases ácidos en procesos de endulzamiento de gas. Se analizan inhibidores de hidratos basados en principios activos naturales del Aloe vera y el mango. Se desarrollan tratamientos químicos multifuncionales para aseguramiento de flujo en instalaciones costa afuera y en tierra. Se exploran sinergias con empresas básicas de Guayana para la remoción de H_2S utilizando óxidos de hierro de procedencia nacional (INTSORB™, PIAROA™), y con la industria pesquera mediante aminas biogénicas y proteínas anticongelantes. El trabajo incluye un anexo con la protección industrial de las tecnologías desarrolladas (patentes y marcas registradas). Áreas temáticas: Desarrollo Sostenible, Hidrocarburos.

The El Palmar Bauxite Deposit in Venezuela / Noel Mariño / Boletín 36: 658-667

Este artículo técnico presenta la caracterización del depósito de bauxita de El Palmar, ubicado en el estado Bolívar, Venezuela, identificado por CVG-Tecmin en la década de 1980. El depósito presenta patrones geomorfológicos de meseta similares al yacimiento de Los Pijiguaos, con un perfil laterítico dividido en tres zonas: una cobertura laterítica superior de 2-3 metros con 39% de alúmina total y 32% de sílice; una zona media de 4-5 metros de bauxita pisolítica con 34% de alúmina y 44% de sílice; y una zona inferior con arcillas de alto contenido de sílice. Los recursos inferidos se estiman en 475 millones de toneladas para una profundidad de 4 metros, o 270 millones de toneladas para 2 metros. El depósito tiene una ubicación geográfica favorable por su proximidad a la refinería de alúmina de CVG-Bauxilum en Ciudad Guayana (90 km), aunque limitaciones legales y ambientales (Reserva Forestal Imataca) y la calidad de la bauxita restringen su desarrollo a corto plazo. El artículo fue presentado en el encuentro de ICSOBA en Hamburgo en octubre de 2017. Áreas temáticas: Geología Minera - Recursos Minerales.

A short communication arising from: "R. Speed and K. A. Foland (1992, unpublished) Tectonics of the Venezuelan Coastal Cordillera: constraints from 40Ar/39Ar dates of schists near Caracas" / H. W. Fournier and F. Urbani / Boletín 36: 668-702

Este artículo técnico revisa e interpreta los resultados geocronológicos inéditos obtenidos por Robert C. Speed y

Kenneth Foland en 1992 mediante la técnica de datación 40Ar/39Ar en rocas metasedimentarias de las unidades Las Brisas, Las Mercedes y el Mármol de Antímano en la Cordillera de la Costa de Venezuela. Los autores reevalúan los espectros de edad a la luz de estudios geocronológicos recientes y modelos tectónicos de la interacción entre las placas suramericana y del Caribe durante el Cenozoico. Se destaca que solo un análisis de mica blanca de la unidad Las Brisas arrojó una edad de meseta de 32.9 ± 0.6 Ma, consistente con edades U/Pb en zircones relacionadas con el metamorfismo retrógrado en facies de anfibolita del Terreno Carayaca. Otra muestra del Mármol de Antímano arrojó una edad integrada de 36.6 Ma, ligeramente mayor que edades reportadas para el evento de alta presión/baja temperatura del Terreno Carayaca, lo que sugiere posible contaminación por exceso de 40Ar. El resto de los análisis arrojó resultados espurios debido a contaminación por inclusiones fluidas u otras fases mineralógicas. El trabajo incluye el manuscrito original inédito de Speed y Foland como apéndice. Áreas temáticas: Geología - Geocronología y Tectónica.

La Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, en el marco de la educación universitaria / Rafael Isidro Quevedo Camacho / Boletín 38: 48-600

Este trabajo de incorporación como Miembro Correspondiente por el Estado Barinas constituye una monografía integral sobre la Facultad de Agronomía de la UCV. El autor establece un marco conceptual sobre la educación como proceso de formación integral, analizando el papel del Estado, la familia y los componentes educativos, con énfasis en los descubrimientos neurocientíficos sobre inteligencias múltiples y su aplicación pedagógica. Revisa la evolución histórica de la educación venezolana durante el siglo XX, destacando el surgimiento de la educación rural y la creación de la Universidad Central de Venezuela. Documenta el proceso de creación de la Facultad de Agronomía desde sus orígenes como Escuela Superior de Agricultura y Zootecnia en 1937 hasta su consolidación como facultad universitaria. Analiza en profundidad los planes de estudio, con especial atención a los modelos de 1976 (vigente más de 30 años) y el aprobado en 2009, comparando sus estructuras, enfoques pedagógicos y niveles de flexibilidad curricular. Caracteriza la institución en todos sus componentes: Escuela de Agronomía, estudiantes, profesores, programas de postgrado (18 programas entre especializaciones, maestrías y doctorados), investigación con 96 líneas y 9 institutos, extensión universitaria, estaciones experimentales, sistema de bibliotecas, publicaciones y servicios. Presenta indicadores jurídicos, físicos, académicos, financieros y relacionales que dimensionan la institución. Concluye con un análisis crítico de las amenazas actuales (presupuesto insuficiente, fuga de talentos, deterioro de infraestructura) y formula recomendaciones para un plan estratégico de largo plazo que incluya reformas curriculares y generación de ingresos propios. **Áreas temáticas:** Historia de la educación, educación superior agropecuaria, planificación curricular, gestión universitaria, investigación agrícola.

El Drenaje y su Importancia para una Ciudad Sustentable / José Ochoa Iturbe / Boletín 38: 601-687

Este trabajo de incorporación como Individuo de Número aborda la problemática del drenaje urbano desde la perspectiva de la sustentabilidad. El autor define el concepto de ciudad sustentable, caracterizándola como aquella que ofrece calidad de vida minimizando impactos ambientales y preservando activos para generaciones futuras. Plantea la necesidad de una gestión integrada de las aguas urbanas que contemple el aprovechamiento de aguas pluviales, servidas y subterráneas como alternativa ante la creciente escasez hídrica. Explica en detalle los Sistemas Urbanos de Drenaje Sustentable (SUDS), describiendo técnicas como lagunas de retención y detención, zanjas y pozos de infiltración, pavimentos permeables y techos verdes, con sus respectivos fundamentos hidrológicos, metodologías de cálculo y experiencias internacionales documentadas. Presenta estudios de caso en Singapur, Melbourne, Washington D.C., Denver, y menciona investigaciones realizadas en Venezuela sobre captación de aguas pluviales en la Colonia Tovar, la quebrada Chacaíto y la Universidad Metropolitana. Analiza los inconvenientes para la implantación de SUDS, incluyendo la falta de legislación específica, la variabilidad en la calidad de las aguas, los costos y beneficios, y la necesidad de educación ciudadana. Concluye que Venezuela cuenta con un marco legal favorable, pero requiere desarrollar normas técnicas, reglamentos municipales y mayor conciencia ambiental, destacando el potencial de estas técnicas para aumentar la resiliencia urbana ante inundaciones y sequías, mejorar el paisaje y contribuir a la seguridad hídrica. **Áreas temáticas:** Ingeniería hidráulica, drenaje urbano sustentable, gestión del agua, cambio climático.

Gasterópodos de la Formación Escorzonera Rellenos de Material Volcánico, Morros de San Juan, Estado Guárico / Urbani Franco, Grande Sebastián & Díaz Pedrimar / Boletín 38: 689-709

Este artículo técnico presenta un estudio paleontológico y petrográfico de gasterópodos fósiles encontrados en la Formación Escorzonera, en el flanco suroccidental de los Morros de San Juan, Estado Guárico. Los fósiles, identificados como Trochacteon (Neocylindrites) sp., presentan sus cámaras rellenas mayoritariamente con material de origen ígneo. El análisis petrográfico revela que el relleno está compuesto por un cemento espático que rodea abundantes cristales de clinopiroxeno, fragmentos de rocas volcánicas máficas a intermedias, así como escasos cristales de cuarzo y fragmentos de chert y limolita. Los autores interpretan que los clastos de origen ígneo provienen de unidades del actual Terreno San Sebastián (Basalto de Las Hermanas), que durante el Maastrichtiense fueron transportados a un ambiente batial de ante-arco, depositándose de manera inconforme sobre el Granofel de Santa Isabel. Este hallazgo aporta información relevante para comprender la evolución geológica de la región y la historia sedimentaria del Cretácico Tardío en el norte de Venezuela.

Áreas temáticas: Paleontología, geología, petrografía, estratigrafía, tectónica de placas.

Lineamientos para un plan destinado a superar el déficit en la infraestructura carretera y mejorar la movilidad y competitividad / Daniel Quintini Alizo / Boletín 39: 10-29

Este trabajo presenta un plan integral para abordar el déficit en la infraestructura carretera del país, partiendo de la premisa de que Venezuela contaba en las décadas de 1960 y 1970 con la mejor infraestructura vial de Latinoamérica, pero que el estancamiento y deterioro de las inversiones desde los años 1980 ha llevado al país a ocupar el penúltimo lugar en la región en calidad de infraestructura. El autor propone acciones a corto plazo (2 años) que incluyen la actualización del Plan Nacional de Carreteras, estudios integrales de mejoras, establecimiento de retribuciones justas mediante ajuste del precio de la gasolina, tasas de peaje e impuestos vehiculares, y la creación de entes regionales de transporte. A mediano plazo (4 años) se contempla la culminación de obras paralizadas como la Autopista San Cristóbal-La Fría, la Variante Kempis, la Autopista Oriente y la Av. Boyacá. A largo plazo (15 años, divididos en 3 quinquenios) se propone la construcción o ampliación de 3.000 a 3.500 km de vías de primer y segundo orden, con una inversión estimada de 50.000 millones de US$, mediante financiamiento de la banca multilateral y asociaciones público-privadas (APP). El plan enfatiza la necesidad de restablecer la confianza y seguridad jurídica para atraer inversión privada, y propone la descentralización de la gestión a través de ocho entes regionales de transporte. ***Áreas temáticas:*** Planificación vial, infraestructura carretera.

Legislación existente y estructura organizacional en el área de vialidad, transporte y movilidad / Teresa Borges García / Boletín 39: 30-54

Este trabajo constituye un análisis exhaustivo del marco legal y la estructura organizacional que rige el sector de vialidad, transporte y movilidad en Venezuela. La autora inicia con definiciones conceptuales de vialidad, transporte y movilidad, para luego examinar las disposiciones constitucionales relevantes (artículos 15, 50, 150, 156, 164 y 178) que distribuyen competencias entre los niveles nacional, estadal y municipal. Realiza un recorrido por los pactos internacionales suscritos por Venezuela, como el Protocolo de Kioto y la Convención sobre circulación vial de Ginebra, y analiza la extensa legislación nacional, incluyendo la Ley de Transporte Terrestre (2008), su Reglamento, la Ley de Construcción de Obras Viales en Régimen de Concesión, y el Decreto Ley de Promoción de la Inversión Privada bajo Régimen de Concesiones. Destaca la multiplicidad de normas técnicas COVENIN y la constante modificación de los órganos rectores (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, con sucesivos cambios de denominación entre 1999 y 2017), lo que genera inseguridad jurídica y falta de continuidad administrativa. Concluye que urge una modificación legislativa que respete la planificación interinstitucional, promueva la descentralización, compile la normativa técnica y entienda el transporte como un todo integrado. ***Áreas temáticas:*** Legislación de transporte.

Propuesta de transporte inclusivo, accesible y resiliente para ciudades venezolanas / Jesús Uzcátegui, Juan Andrés Rondón y Celia Herrera / Boletín 39: 55-114

Este extenso trabajo propone políticas públicas de transporte urbano metropolitano para el Área Metropolitana de Caracas, basadas en los principios de inclusión social, accesibilidad universal y resiliencia urbana. Los autores diagnostican la situación actual del transporte en Caracas, donde el 54% de los viajes diarios se realiza en transporte colectivo, el 27% en transporte individual y el 18,5% a pie, con una flota de más de 10.500 vehículos de transporte público operando en 514 rutas. Critican la desarticulación entre modos, la falta de integración tarifaria y la ausencia de una autoridad única de transporte. Proponen la creación del Instituto de Coordinación de Movilidad Metropolitana (ICMM), una Mancomunidad de Transporte, un Sistema Centralizado de Control de Tránsito Metropolitano (SCCTM), y un Fideicomiso Metropolitano para la Movilidad (FIMEMO). Plantean la jerarquización de la movilidad priorizando peatones, ciclistas y transporte público sobre el vehículo privado, inspirados en la Pirámide de Jerarquía de la Movilidad Urbana del ITDP. Sugieren la integración física, tarifaria y operacional de todos los modos, la creación de Centros de Transferencia Modal (CT-MODAL), y un programa de apoyo al transporte urbano (PATUM). Finalmente, proponen la creación de una Autoridad Única de Movilidad para cada ciudad capital, con estructura organizativa definida y funciones claras, y esbozan un proyecto de ley para su creación. ***Áreas temáticas:*** Transporte urbano, movilidad sostenible, planificación urbana, seguridad vial.

Lineamientos para un sistema ferroviario nacional factible / Daniel Quintini Alizo / Boletín 39: 115-182

Este trabajo propone la construcción de un sistema ferroviario nacional "compacto" de aproximadamente 2.300 km de longitud, organizado en tres etapas de ejecución, como alternativa a los proyectos ferroviarios actualmente inviables económicamente. El autor recomienda suspender definitivamente la construcción de los ferrocarriles Tinaco-Anaco (468 km), Chaguaramas-Las Mercedes-Cabruta (202 km) y Cagua-San Juan de Los Morros-San Fernando de Apure (291 km) por considerarlos económicamente injustificados. En el corto plazo (0-6 años) propone culminar rehabilitaciones (Puerto Cabello-Barquisimeto, Yaritagua-Acarigua-Turén y Caracas-Tuy Medio), culminar construcciones en curso (La Encrucijada-Valencia-El Palito y Petare-Guarenas-Guatire) y construir el tramo La Encrucijada-Tuy Medio (73 km). En el mediano plazo (5-12 años) plantea construir los tramos Tuy Medio-Barcelona (255 km), Barcelona-Ciudad Guayana (330 km) y Barquisimeto-Sabana de Mendoza (212 km). En el largo plazo (10-20 años) propone los tramos Sabana de Mendoza-La Fría (225 km),

Acarigua-El Piñal (400 km) y Sabana de Mendoza-Puerto El Tablazo (170 km). El autor estima una inversión total de 30.750 millones de US$ y recomienda que el sistema sea financiado, construido y operado mediante concesiones a la inversión privada, con el Estado limitándose a la pre-inversión (estudios). Incluye un extenso Anexo con descripciones detalladas de los corredores topográficos, características geológicas y obras mayores requeridas para cada tramo. ***Áreas temáticas:*** Ingeniería de transporte, planificación de infraestructura.

El Recurso Hídrico, su Calidad y su Protección a través de Tecnologías de Tratamiento Biológico de Líquidos Residuales hasta Nivel Terciario: Remoción de Nitrógeno / Griselda Ferrara de Giner / Boletín 40: 89-244

Trabajo de incorporación que aborda la problemática del recurso hídrico desde una perspectiva integral, vinculando su calidad con la salud pública, la sustentabilidad, el cambio climático y la gestión basada en los Principios de Dublín. La autora presenta los fundamentos del tratamiento biológico de aguas residuales para la remoción de materia orgánica y nutrientes, con especial énfasis en el nitrógeno, y detalla sus propias investigaciones sobre la configuración de un reactor por carga secuencial combinado (biopelícula y crecimiento suspendido) para la nitrificación y desnitrificación, demostrando su eficacia para efluentes de composición débil típicos del país, logrando concentraciones de nitrógeno total que cumplen la normativa nacional. El estudio evalúa también las características de sedimentabilidad de los lodos producidos, consolidando una valiosa base de datos para el diseño de plantas de tratamiento adaptadas a la realidad venezolana. **Áreas temáticas:** Ingeniería Ambiental y Gestión del Recurso Hídrico.

Perspectiva Conceptual y Sistema de Indicadores para Evaluar el Desarrollo de Venezuela / Werner Corrales Leal / Boletín 40: 245-446

Trabajo de incorporación que propone un marco conceptual y un sistema de indicadores para evaluar el desarrollo de Venezuela, partiendo de un análisis crítico de los enfoques convencionales de desarrollo para proponer una perspectiva más amplia que integra variables económicas, sociales, institucionales y de infraestructura. El autor desarrolla una metodología para la selección, ponderación y agregación de indicadores que permitan generar un índice sintético, con el objetivo de proporcionar una herramienta útil para el diagnóstico, la planificación estratégica y el seguimiento de políticas públicas orientadas al desarrollo sostenible, identificando áreas críticas que requieren atención prioritaria. **Áreas temáticas:** Planificación y Desarrollo.

Evolución del Conocimiento Geológico de la Cordillera de la Costa, Venezuela / Franco Urbani Patat / Boletín 40: 447-553

Trabajo de incorporación que ofrece una detallada revisión histórica y conceptual de la evolución del conocimiento geológico de la Cordillera de la Costa en Venezuela, desde los primeros trabajos pioneros hasta las interpretaciones más recientes basadas en la teoría de la tectónica de placas. El autor sintetiza las diferentes hipótesis sobre el origen y la evolución de esta importante cadena montañosa, analizando su compleja estructura, sus unidades litológicas y sus fallas principales, enmarcando su formación en el contexto de la interacción entre las placas del Caribe y Suramérica. El trabajo constituye una valiosa contribución a la geología regional, integrando décadas de investigación y ofreciendo una visión actualizada del estado del conocimiento sobre esta región. **Áreas temáticas:** Geología y Geofísica.

Ley de Inmigración y Colonización de 1936. Poblar la Nación y mejorar la capacidad productiva del venezolano a través de su relación directa con agricultores europeos / Patricia Ramos Cárquez y Sofía Artigas Ramos / Boletín 41: 85-148

Artículo que analiza la Ley de Inmigración y Colonización de 1936, promulgada durante el gobierno de Eleazar López Contreras, como un instrumento de política pública destinado a fomentar la inmigración selectiva de agricultores europeos para impulsar la capacidad productiva del país y transformar la estructura social venezolana. Las autoras examinan el contexto histórico, los objetivos de la ley, los mecanismos de selección y colonización, así como los resultados y limitaciones de esta iniciativa, destacando su importancia en la configuración de la política migratoria y su impacto en el desarrollo agrícola nacional, al tiempo que reflexionan sobre el papel del Estado en la planificación del poblamiento y la mejora de la productividad. **Áreas temáticas:** Historia, Políticas Públicas y Desarrollo Agrícola.

El Plan Preliminar de Vialidad de 1947 y las Comunicaciones desde el Centro con la Región Andina / Alfredo Cilento Sarli y Juan José Martín Frechilla / Boletín 41: 149-189

Artículo que analiza el Plan Preliminar de Vialidad de 1947 como un hito fundamental en la planificación de la infraestructura de transporte en Venezuela, con especial énfasis en su impacto en las comunicaciones entre la región central y la región andina. Los autores examinan los criterios técnicos y estratégicos que guiaron la selección de las rutas, la jerarquización de la red vial y la concepción de los ejes de comunicación, evaluando la coherencia del plan con las necesidades de integración territorial y desarrollo económico de la época, así como su legado en la configuración de la red vial actual y su influencia en la dinámica de los flujos de personas y mercancías. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Transporte, Historia de la Infraestructura.

La minería de oro en Carabobo, Venezuela: 1551-2018 / Franco Urbani Patat / Boletín 41: 190-248

Artículo que ofrece una detallada revisión histórica de la actividad minera aurífera en el estado Carabobo desde el siglo XVI hasta la actualidad, documentando las diferentes etapas

de explotación, las técnicas empleadas y los contextos económicos y sociales que la enmarcaron. El autor analiza la evolución de la minería desde la época colonial hasta los desarrollos tecnológicos recientes, incluyendo la minería artesanal e informal contemporánea, y evalúa los impactos ambientales, territoriales y socioeconómicos de esta actividad a lo largo del tiempo, así como las perspectivas futuras del recurso en la región. **Áreas temáticas:** Minería, Geología e Historia de la ingeniería.

Aportes de la Investigación y Postgrado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo al Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Venezuela / Edilberto Guevara Pérez / Boletín 42: 102-688

Trabajo de incorporación que presenta una sistematización y análisis de los aportes de la investigación y los programas de postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo al desarrollo científico y tecnológico del país. El autor, con base en su extensa trayectoria como investigador y docente, examina la evolución de las líneas de investigación, la formación de recursos humanos a nivel de maestría y doctorado, y la transferencia de conocimientos al sector productivo y a la solución de problemas nacionales, destacando el papel de la Facultad como un polo de generación de conocimiento en diversas áreas de la ingeniería y su impacto en el desarrollo regional y nacional. **Áreas temáticas:** Educación en Ingeniería, Ciencia y Tecnología.

Isla de Aves, Venezuela. 1: Cartografía y documentación, 1529-1957 / Franco Urbani Patat / Boletín 42: 689-892

Artículo que presenta una exhaustiva investigación histórica y cartográfica sobre la Isla de Aves, territorio insular venezolano en el Mar Caribe, cubriendo el período comprendido entre 1529 y 1957. El autor recopila y analiza una vasta documentación, incluyendo mapas antiguos, crónicas, informes y registros históricos, para reconstruir el descubrimiento, la exploración, los intentos de ocupación y la reclamación de soberanía sobre esta isla, destacando su importancia estratégica y los conflictos de intereses con otras potencias coloniales, así como su evolución cartográfica a lo largo de más de cuatro siglos. **Áreas temáticas:** Historia de la ingeniería, Cartografía y Geografía.

Investigaciones Marinas y Costeras Desarrolladas por Funvisis a fin de Mejorar la Estimación de la Amenaza por Sismos y Tsunamis / Franck A. Audemard M. / Boletín 42: 893-954

Artículo que presenta los resultados de las investigaciones marinas y costeras llevadas a cabo por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis) con el objetivo de mejorar la estimación de la amenaza sísmica y por tsunamis en el litoral venezolano. El autor describe las metodologías empleadas, los estudios de campo y las técnicas de análisis utilizados para caracterizar la actividad tectónica, la sismicidad histórica y los depósitos de tsunami, con el fin de refinar los modelos de peligrosidad y proporcionar herramientas más precisas para la gestión del riesgo y la planificación territorial en las zonas costeras. **Áreas temáticas:** Sismología, Geofísica y Gestión del Riesgo.

Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Manuel Torres Parra y María Rojas H. de Beltrán / Boletín 43: 9-96

Artículo que presenta una actualización de indicadores prioritarios relacionados con la ingeniería para el año 2018, organizados en categorías políticas, sociales, económicas, tecnológicas y ambientales. Los autores analizan el desplome del índice de calidad institucional, que ubica a Venezuela en el puesto 183 de 191 países, la caída del índice de desarrollo humano a niveles de 1985, el aumento de la violencia, la contracción del PIB per cápita y la participación decreciente de las actividades de ingeniería en el PIB, así como el deterioro de la competitividad global, la caída de las exportaciones de manufactura y la inversión en infraestructura, ofreciendo un diagnóstico cuantificado de la crisis multidimensional que atraviesa el país. **Áreas temáticas:** Indicadores de Desarrollo, Políticas Públicas e Ingeniería.

Historia Geológica del Escudo de Guayana, Venezuela, y sus Recursos Minerales: Evolución de Supercontinentes, Tectónica de Placas y Plumas del Manto / Vicente Mendoza, Héctor Márquez, Pedro Petit y Antonio Brojanigo / Boletín 43: 97-228

Artículo que ofrece una síntesis actualizada de la historia geológica del Escudo de Guayana en Venezuela, enmarcándola en los grandes procesos de la evolución de los supercontinentes, la tectónica de placas y la actividad de plumas del manto. Los autores recorren los distintos cratones y provincias geológicas que componen el escudo, describen las principales unidades litológicas, las edades de formación y los eventos tectono-metamórficos que han modelado su estructura, y analizan la relación de esta historia geológica con la formación de sus vastos recursos minerales, incluyendo depósitos de hierro, oro, diamantes y bauxita, entre otros. **Áreas temáticas:** Geología, Recursos Minerales y Tectónica.

Vicente Marcano (1848-1891), su vida y sus obras en las Ciencias de la Tierra / Franco Urbani Patat y Héctor Pérez-Marchan / Boletín 43: 229-280

Artículo que presenta una investigación biográfica y científica sobre la vida y obra del naturalista venezolano Vicente Marcano, pionero en el estudio de las ciencias de la Tierra en Venezuela durante el siglo XIX. Los autores reconstruyen su trayectoria vital, su formación en Europa, sus viajes y exploraciones por el territorio venezolano, y analizan sus principales contribuciones científicas en campos como la geología, la mineralogía, la paleontología y la geografía, destacando su papel en la fundación de instituciones científicas y su legado como uno de los primeros investigadores en abordar sistemáticamente el conocimiento

del subsuelo y la historia natural de Venezuela. **Áreas temáticas:** Historia de la Ciencia, Geología.

Nos dijo adiós Aníbal R. Martínez, geólogo e historiador venezolano / Gustavo Coronel / Boletín 44: 62-65

Nota biográfica en memoria del Acad. Aníbal R. Martínez, geólogo e historiador venezolano, fallecido recientemente, en la que se resaltan sus contribuciones a la geología y la historia de Venezuela, su trayectoria académica y su legado en el estudio de los recursos minerales y la evolución geológica del país. **Áreas temáticas:** Nota biográfica.

Expansión Urbana y del Lago, y Disponibilidad de Tierras para el Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Lago de Valencia, Venezuela / Jesús Arnaldo Viloria Rendón / Boletín 44: 67-110

Trabajo de incorporación que analiza la expansión urbana y el crecimiento del lago en la cuenca del Lago de Valencia mediante el uso de imágenes satelitales Landsat de 1976, 1986, 2000 y 2017, complementadas con el sistema de información de suelos SISDELAV. El autor cuantifica la pérdida de tierras agrícolas de alto potencial por la urbanización (7.300 ha entre 1986 y 2017) y la inundación por el crecimiento del lago (casi 9.000 ha), estimando que en 31 años se perdieron más de 10 mil hectáreas de tierras fértiles, equivalentes a la demanda de maíz de 2,5 millones de personas por año. El estudio clasifica las tierras disponibles según su potencial para uso agrícola intensivo, urbano o protección ambiental, y propone un ordenamiento territorial basado en la negociación entre actores para evitar la creación de una gran conurbación y proteger las tierras agrícolas de alta calidad, que son escasas en el país y el mundo. **Áreas temáticas:** Ordenamiento Territorial, Desarrollo Sostenible.

Caracterización mineralógica y geoquímica isotópica de un cuerpo de la Formación Matatere. Caño Negro, Lara Nororiental, Venezuela / Fernando Daniel Nevado Pérez / Boletín 44: 111-167

Artículo que presenta una caracterización mineralógica y geoquímica isotópica de un cuerpo de la Formación Matatere, una unidad geológica de interés en la región nororiental del estado Lara, Venezuela. El autor analiza la composición mineralógica, la geoquímica de elementos mayores y traza, y las relaciones isotópicas para determinar el origen y la evolución de este cuerpo, contribuyendo al conocimiento de la geología regional y a la comprensión de los procesos de formación de rocas y minerales en el contexto de la evolución tectónica de la Cordillera de la Costa. **Áreas temáticas:** Geología, Mineralogía y Geoquímica.

Situación operativa en el sector aluminio de Venezuela al 2018. Análisis y propuestas / Noel Mariño Pardo / Boletín 44: 168-205

Artículo que analiza la situación operativa del sector aluminio en Venezuela hasta el año 2018, evaluando la producción, la capacidad instalada, los problemas de infraestructura y la competitividad de la industria. El autor identifica las principales causas del deterioro del sector, incluyendo la falta de inversión, los problemas de suministro eléctrico y la gestión ineficiente, y propone un conjunto de medidas para reactivar la producción, mejorar la eficiencia y recuperar la posición de Venezuela en el mercado internacional del aluminio. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Procesos, Industria Metalúrgica y Desarrollo Industrial.

La Agricultura Venezolana y su Crisis Actual / Rafael Isidro Quevedo Camacho / Boletín 45: 68-77

Artículo que analiza la profunda crisis del sector agrícola venezolano, caracterizada por la caída de la producción, la dependencia alimentaria, el deterioro de la infraestructura y la falta de políticas efectivas, proponiendo un diagnóstico de las causas estructurales y coyunturales que han llevado al colapso de la agricultura nacional. **Áreas temáticas:** Agricultura y Desarrollo Rural.

La Nueva Ruralidad / Patricia Ramos Cárquez / Boletín 45: 78-92

Artículo que explora el concepto de nueva ruralidad como un enfoque renovado para entender el espacio rural, sus transformaciones socioeconómicas, las nuevas funciones que cumplen los territorios rurales más allá de la producción agropecuaria, y las implicaciones para el diseño de políticas de desarrollo territorial en el contexto venezolano. **Áreas temáticas:** Desarrollo Rural y Territorial.

El Desarrollo Rural, la Problemática de la Vialidad Agrícola y las Dificultades para Mantener la Producción Agropecuaria / Riad Bujana Saldivia / Boletín 45: 93-99

Artículo que analiza la importancia de la vialidad agrícola como infraestructura crítica para el desarrollo rural y la producción agropecuaria, identificando los problemas de deterioro y abandono de las vías rurales y su impacto negativo en la comercialización, los costos de producción y la viabilidad de las actividades agrícolas en el país. **Áreas temáticas:** Infraestructura Vial y Desarrollo Rural.

Cuando la Investigación Agrícola se Instaló en la UCV: Del Optimismo a la Frustración / Alfredo Cilento Sarli / Boletín 45: 100-119

Artículo que narra la historia de la instalación de la investigación agrícola en la Universidad Central de Venezuela, describiendo los períodos de optimismo y los logros alcanzados en sus primeras décadas, así como las dificultades y la frustración posterior que han limitado su impacto, ofreciendo una reflexión sobre los desafíos de la investigación universitaria en el sector agropecuario. **Áreas temáticas:** Historia de la Ciencia y Educación Superior Agrícola.

Las Universidades con Facultades y Programas de Ciencias Agrícolas y Afines de Venezuela y sus Aportes a la Agricultura y la Ruralidad / Rafael Isidro Quevedo Camacho / Boletín 45: 120-157

Artículo que ofrece un inventario y análisis de las universidades venezolanas que cuentan con facultades y programas en ciencias agrícolas y afines, evaluando sus aportes a la formación de recursos humanos, la investigación, la extensión y su contribución al desarrollo de la agricultura y las comunidades rurales, destacando tanto los logros como los desafíos actuales. **Áreas temáticas:** Educación Superior Agrícola y Desarrollo Rural.

Desarrollo de Productos Tecnológicos Verdes para el Aseguramiento de Flujo / Darío Alfredo Viloria Vera / Boletín 45: 158-176

Artículo que aborda el desarrollo de productos tecnológicos verdes, de bajo impacto ambiental, para el aseguramiento de flujo en la industria petrolera, describiendo las investigaciones y aplicaciones de inhibidores de incrustaciones, parafinas e hidratos, así como otras soluciones químicas amigables con el ambiente para mejorar la producción y el transporte de hidrocarburos. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Petróleo y Tecnologías Ambientales.

Propuesta de Marco Conceptual para una Política Energética en Venezuela / Comisión de Energía de la ANIH / Boletín 46: 7-45

Documento técnico y propositivo de la Comisión de Energía de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat que presenta un marco conceptual integral para una política energética de Estado para Venezuela. El documento diagnostica en profundidad la profunda inseguridad energética del país, derivada de la crisis de los sectores hidrocarburos y eléctrico, y analiza las tendencias mundiales de descarbonización, la irrupción de los hidrocarburos no convencionales (fracking) y el pico de demanda de petróleo previsto para 2035. Propone cuatro grandes objetivos (seguridad energética, mejora de la gestión, contribución macroeconómica y transición energética), lineamientos estratégicos y líneas de acción concretas en áreas como la evaluación de recursos, la racionalización del consumo, el desarrollo de energías renovables (solar, eólica, hidráulica), la apertura al sector privado, la sinceración de precios y la creación de un Consejo Nacional de Energía, concluyendo que Venezuela no puede recuperar el sector por sí sola y requiere un cambio de paradigma que priorice la sustentabilidad y la eficiencia. Áreas temáticas: Energía, Planificación Estratégica y Políticas Públicas.

Fundamentos y Cristalización del Urbanismo en Venezuela: de Gómez a Medina (1908-1945) / Arturo José Almandoz / Boletín 46: 46-232

Trabajo de incorporación que ofrece un estudio histórico y conceptual sobre los orígenes y la evolución del urbanismo en Venezuela durante el período comprendido entre 1908 y 1945, abarcando las dictaduras de Juan Vicente Gómez y el gobierno de Isaías Medina Angarita. El autor analiza los fundamentos ideológicos, las influencias europeas, las primeras leyes y planes urbanos, y la cristalización de las primeras prácticas de planificación urbana en el país, examinando cómo el proceso de modernización y las transformaciones políticas, sociales y económicas de la época dieron forma a las ciudades venezolanas y sentaron las bases para el desarrollo urbano posterior. **Áreas temáticas:** Historia del Urbanismo, Planificación Urbana y Arquitectura.

La Litósfera del Caribe Oriental: Una Visión Geofísica Integrada / Arnaiz Rodríguez, Mariano Simón / Boletín 46: 233-388

Artículo-libro de geofísica que presenta una visión integrada de la estructura y evolución de la litósfera en la región del Caribe Oriental, utilizando datos sísmicos, gravimétricos, magnéticos y de tomografía para caracterizar las principales unidades tectónicas, los límites de placas, la corteza oceánica y continental, y el manto superior, con el objetivo de comprender la compleja interacción entre las placas del Caribe, Suramérica y Norteamérica, así como la subducción y los procesos de formación de arcos volcánicos y cuencas sedimentarias. **Áreas temáticas:** Geofísica, Tectónica de Placas y Geología Marina.

Transmisión de Señales Digitales. Una breve síntesis / Paolo Maragno / Boletín 47: 9-46

Trabajo de incorporación que presenta un resumen del libro didáctico "Transmisión de señales digitales" (coedición CITEC-ANIH), elaborado por el autor como parte de su incorporación como Miembro Correspondiente Extranjero. El texto comienza con una reseña histórica de la evolución de las telecomunicaciones y el sector universitario en Venezuela desde 1950 hasta 2020, destacando el auge, la crisis y la "desertificación" del sector, para luego describir la estructura del libro, que consta de diez capítulos dedicados a la conversión analógico-digital, la multicanalización, los códigos de línea, la recepción de señales binarias, la transformación señal-vector y los sistemas de modulación y detección en banda base y banda pasante, incluyendo simulaciones computacionales, con el objetivo de preservar el patrimonio intelectual y ofrecer una herramienta didáctica en castellano para estudiantes y profesionales. **Áreas temáticas:** Telecomunicaciones, Ingeniería Eléctrica y Educación.

Diez Proyectos Importantes de Infraestructura durante el período 1958-1998 / Alfonso Linares / Boletín 47: 64-95

Artículo que reseña diez proyectos emblemáticos de infraestructura ejecutados en Venezuela durante el período democrático comprendido entre 1958 y 1998, describiendo sus características técnicas, su importancia para el desarrollo del país y su impacto en la modernización de la ingeniería nacional. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería e Infraestructura.

Terminal portuario de la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR) en Matanzas / Alfredo Cilento Sarli e Ing. Juan José Martín Frechilla / Boletín 47: 96-110

Artículo que analiza el diseño, construcción y operación del terminal portuario de la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR) en Matanzas, destacando su importancia como obra de ingeniería para el desarrollo de la industria siderúrgica nacional y su integración con el sistema de transporte fluvial y marítimo. **Áreas temáticas:** Ingeniería Portuaria e Industrial, Historia de la Ingeniería.

La Vivienda en la Posguerra y el Programa Experimental de Vivienda del Banco Obrero / Alfredo Cilento Sarli / Boletín 47: 111-154

Artículo que examina la política de vivienda en la posguerra en Venezuela y el Programa Experimental de Vivienda del Banco Obrero, analizando los enfoques arquitectónicos y urbanísticos, los prototipos construidos y su influencia en el desarrollo de la vivienda social y la planificación urbana en el país. **Áreas temáticas:** Historia de la ingeniería, Vivienda, Urbanismo.

Aportes de la Ingeniería y carreras afines al País durante el período 1958-1998. El Urbanismo en Venezuela 1958-1998 / Zulma Bolívar / Boletín 47: 155-189

Artículo que evalúa los aportes de la ingeniería y las carreras afines al desarrollo de Venezuela en el período 1958-1998, con un enfoque particular en la evolución del urbanismo, las políticas de ordenación territorial, los planes urbanos y la construcción de ciudades. **Áreas temáticas:** Urbanismo y Planificación Urbana, Historia de la ingeniería.

Los Servicios Públicos de agua, electricidad y telefonía en la Venezuela del Siglo XX / Germán Uzcátegui / Boletín 47: 190-207

Artículo que analiza la evolución de los servicios públicos de agua potable, electricidad y telefonía en Venezuela durante el siglo XX, destacando el crecimiento de la cobertura, los hitos tecnológicos, la creación de empresas estatales y los desafíos para mantener la calidad y sostenibilidad de estos servicios. **Áreas temáticas:** Servicios Públicos e Historia de la Ingeniería.

Rasgos en la Evolución de la actividad Agrícola y del Medio Rural durante la Segunda Mitad del Siglo XX / José Raúl Alegrett / Boletín 47: 208-284

Artículo que describe la evolución de la actividad agrícola y del medio rural en Venezuela durante la segunda mitad del siglo XX, analizando las transformaciones tecnológicas, los cambios en la estructura agraria, las políticas de desarrollo rural y los impactos sociales y ambientales de la modernización agrícola. **Áreas temáticas:** Agricultura, Desarrollo Rural e Historia de la Ingeniería.

Bases para la Formación de una Matriz de Generación Eléctrica con Elevada Participación de Energías Renovables / Jesús Augusto Gómez Medina / Boletín 48: 11-79

Trabajo de incorporación que establece las bases para la definición de una nueva matriz de generación eléctrica para Venezuela con alta participación de energías renovables, en el contexto de la crisis del Sistema Eléctrico Nacional y los compromisos del Convenio COP 21 sobre cambio climático. El autor evalúa el potencial de las fuentes hidroeléctrica, solar fotovoltaica y eólica en el país, analiza los costos de generación y las emisiones de CO2, proyecta la demanda hasta 2040 bajo escenarios de crecimiento del 3% y 4%, y diseña tres escenarios de participación de renovables (bajo, intermedio y alto), comparándolos mediante un proceso de análisis jerárquico (AHP) que concluye que el escenario de alta participación es el más conveniente para satisfacer la demanda futura, reducir emisiones y liberar combustibles fósiles para exportación. **Áreas temáticas:** Energía, Planificación Eléctrica y Desarrollo Sostenible.

¿Qué significó el INTEVEP y otros Institutos de Investigación en el campo de la Ingeniería? / Alfredo Viloria Vera / Boletín 48: 181-206

Artículo que analiza la importancia del Instituto Venezolano de Investigaciones Tecnológicas para el Petróleo (INTEVEP) y otros institutos de investigación en el desarrollo de la ingeniería en Venezuela, destacando sus contribuciones a la innovación, la formación de recursos humanos y la transferencia de tecnología. **Áreas temáticas:** Historia de la Ciencia, Tecnología e Investigación.

Que sucedió en la Industria Petrolera Venezolana entre 1958 y 1998. Situación para el 2017 / Diego González P. / Boletín 48: 207-220

Artículo que ofrece un análisis de la evolución de la industria petrolera venezolana durante el período 1958-1998, describiendo los hitos de su desarrollo, los cambios institucionales, la política de apertura y la situación crítica a partir de 2017. **Áreas temáticas:** Industria Petrolera e Historia.

Proyecto Hidroeléctrico José Manuel Piar (Tocoma) y Aprovechamiento Hidroeléctrico Integral Uribante Caparo: descripción, situación actual y tareas pendientes para finalización de obras y puesta en operación / Sergio Marín Ernst / Boletín 48: 221-247

Artículo que describe los proyectos hidroeléctricos José Manuel Piar (Tocoma) y el Aprovechamiento Hidroeléctrico Integral Uribante Caparo, analiza su situación actual, las obras paralizadas y las tareas pendientes para su finalización y puesta en operación. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidroeléctrica e Infraestructura.

Proyectos hidroeléctricos Tocoma y Uribante Caparo. Análisis comparativo de costos con plantas de generación termoeléctrica / José Luis García Martínez-Barruchi / Boletín 48: 248-288

Artículo que presenta un análisis comparativo de costos entre los proyectos hidroeléctricos Tocoma y Uribante Caparo y alternativas de generación termoeléctrica, evaluando su viabilidad económica y su contribución a la matriz energética. **Áreas temáticas:** Energía eléctrica y Planificación Eléctrica.

Micromodelo didáctico para demostración de los Aludes Torrenciales y sus Medidas de Mitigación / José Luis López, Enrique Luque y Jimmy Gomes / Boletín 48: 289-321

Artículo que presenta el diseño y construcción de un micromodelo didáctico para la demostración de los aludes torrenciales y las medidas de mitigación, con fines educativos y de divulgación sobre la gestión del riesgo en zonas de montaña. **Áreas temáticas:** Hidráulica, Hidrología, Gestión del Riesgo y Educación en ingeniería.

Coronavirus, emergencia humanitaria, crisis ambiental, teletrabajo. Hospitales, escuelas y vecindarios y barrios sostenibles / Alfredo Cilento Sarli y Marcos Troccoli Hernández / Boletín 48: 322-373

Artículo que analiza el impacto del coronavirus en la crisis humanitaria y ambiental, y propone reflexiones sobre el teletrabajo, el diseño de hospitales, escuelas, vecindarios y barrios sostenibles como respuesta a los desafíos de la pandemia y el cambio climático. **Áreas temáticas:** Salud Pública, Ambiente y Urbanismo Sostenible.

COVID 19 y el fin de la Globalización / Juvencio Molina A. y Oswaldo Gómez A. / Boletín 48: 374-390

Artículo que analiza el impacto de la pandemia de COVID-19 en el proceso de globalización, explorando las tendencias hacia el repliegue de las cadenas de suministro, el resurgimiento de políticas nacionalistas y los cambios en la economía mundial. **Áreas temáticas:** Economía Global y Políticas Públicas.

El petróleo de Pedernales, Delta Amacuro: La Compañía de asfalto del Orinoco, 1900-1903 / Franco Urbani Patat / Boletín 48: 391-428

Artículo de investigación histórica sobre el petróleo de Pedernales en el Delta Amacuro y la Compañía de Asfalto del Orinoco, que operó entre 1900 y 1903, documentando los primeros intentos de explotación petrolera en la región. **Áreas temáticas:** Historia de la Industria Petrolera.

Primera Revolución Industrial y su incidencia en Venezuela entre la Independencia y la Guerra Federal, 1810-1863 / Nelson Méndez **P**. / Boletín 48: 429-453

Artículo que analiza la incidencia de la Primera Revolución Industrial en Venezuela durante el período comprendido entre la Independencia y la Guerra Federal (1810-1863), explorando los cambios tecnológicos, económicos y sociales que afectaron al país. **Áreas temáticas:** Historia Económica e Industrial.

Doctor Víctor Manuel López (1905–1989): Un Pionero de la Geología de Venezuela / Víctor A. Ramos / Boletín 48: 454-464

Semblanza biográfica y científica del Dr. Víctor Manuel López, destacado geólogo venezolano, pionero en el estudio de la geología del país, en la que se resaltan sus contribuciones a la cartografía geológica y la exploración de recursos minerales. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología y Biografía.

Oliver Macsotay (1940-2020). Una aproximación a su vida y obra / Tulio Peraza / Boletín 48: 465-495

Semblanza biográfica y académica del geólogo Oliver Macsotay, fallecido en 2020, en la que se destacan sus contribuciones a la paleontología, la estratigrafía y la geología de Venezuela, así como su trayectoria como investigador y profesor. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología y Biografía.

La Energía Solar Fotovoltaica traspasa las Fronteras / Jesús Augusto Gómez / Boletín 48: 496-500

Nota breve sobre el avance de la energía solar fotovoltaica a nivel mundial y su creciente competitividad, destacando su potencial para transformar la matriz energética. **Áreas temáticas:** Energía eléctrica.

¿Qué haremos con nuestro Petróleo? / Jesús A**ugusto** Gómez Medina / Boletín 48: 501-506

Nota breve que reflexiona sobre el futuro del petróleo venezolano en el contexto de la transición energética global y la necesidad de diversificar la economía. **Áreas temáticas:** Economía y Petróleo.

La innovación y el proceso de protección industrial / Alfredo Viloria Vera y Marvin Ricaurtt / Boletín 49: 247-255

Artículo que analiza el proceso de protección industrial en el contexto de la innovación, describiendo los mecanismos de propiedad intelectual como patentes, modelos de utilidad y marcas, y su importancia para el desarrollo tecnológico y la competitividad. **Áreas temáticas:** Propiedad Intelectual, Innovación y Desarrollo Tecnológico.

La demanda en la industria eléctrica nacional escenarios 2020-2040 / Álvaro Yáber / Boletín 49: 256-317

Artículo que presenta un análisis de la demanda de electricidad en Venezuela, proyectando escenarios de crecimiento hasta el año 2040 con base en variables macroeconómicas, demográficas y de eficiencia energética, y evaluando las implicaciones para la planificación de la expansión del sistema eléctrico. **Áreas temáticas:** Planificación Energética y Demanda Eléctrica.

El rol del transporte de carga y la sostenibilidad en la economía nacional / Riad Bujana Saldivia / Boletín 49: 318-366

Artículo que analiza la importancia del transporte de carga para la economía nacional y su relación con la sostenibilidad, evaluando la infraestructura vial, los costos logísticos, las emisiones y las propuestas para un sistema de transporte más eficiente y ambientalmente responsable. **Áreas temáticas:** Transporte, Logística y Desarrollo Sostenible.

Propuesta de reconstrucción y rehabilitación de plantas generación termoeléctrica turbogas de CORPOELEC / José Luis García Martínez-Barruchi / Boletín 49: 367-418

Artículo que presenta una propuesta técnica y económica para la reconstrucción y rehabilitación de las plantas de generación termoeléctrica del tipo turbogas de CORPOELEC, diagnosticando la situación actual de indisponibilidad y proponiendo un plan de recuperación para restablecer la capacidad de generación. **Áreas temáticas:** Ingeniería Eléctrica y Generación Termoeléctrica.

Valores éticos y morales prioridad nacional / Herbert Lynch Blackman / Boletín 49: 419-468

Artículo que reflexiona sobre la importancia de los valores éticos y morales como prioridad nacional para la reconstrucción del tejido social y la superación de la crisis, abordando la necesidad de formar ciudadanos íntegros y profesionales con principios. **Áreas temáticas:** Ética, Valores y Sociedad.

La Calima en Caracas / Juan Andrés Arévalo Groening, Carmelo Alfredo Gil Solórzano y Rafael Elías Mundaray Mago / Boletín 49: 469-523

Artículo que analiza el fenómeno de la calima en Caracas, estudiando su origen, composición, efectos sobre la salud y el ambiente, y las condiciones meteorológicas que favorecen su ocurrencia. **Áreas temáticas:** Meteorología, Ambiente y Salud Pública.

El petróleo de la cuenca del Río Lora, Sierra de Perijá. 1917-1926 / Franco Urbani Patat / Boletín 49: 524-603

Artículo de investigación histórica sobre la exploración y explotación petrolera en la cuenca del Río Lora, en la Sierra de Perijá, durante el período 1917-1926, documentando los primeros pozos, las compañías involucradas y el desarrollo de la industria en la región. **Áreas temáticas:** Historia de la Industria Petrolera.

Doctor Guillermo Zuloaga (1904-1984): Pionero Geólogo Venezolano en la Exploración Petrolera / Víctor A. Ramos / Boletín 49: 604-614

Semblanza biográfica y científica del Dr. Guillermo Zuloaga, destacado geólogo venezolano pionero en la exploración petrolera, en la que se resaltan sus contribuciones a la geología, la cartografía y el descubrimiento de yacimientos. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología y Biografía.

El Decano Fernando Polanco Lorca y la Facultad de Agronomía de la UCV: Una corta vida al servicio de las ciencias y la educación agrícola venezolana / Germán Pacheco Troconis / Boletín 49: 615-644

Semblanza biográfica del Decano Fernando Polanco Lorca, resaltando su contribución a la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela y su servicio a la educación agrícola en el país. **Áreas temáticas:** Historia de la Educación Agrícola y Biografía.

Integración de energía solar fotovoltaica flotante y sistemas de abastecimiento de agua / Jesús Augusto Gómez Medina / Boletín 49: 645-651

Nota breve sobre la integración de sistemas de energía solar fotovoltaica flotante con sistemas de abastecimiento de agua, destacando sus ventajas para el ahorro de espacio y la reducción de la evaporación en embalses. **Áreas temáticas:** Energías Renovables y Gestión del Agua.

Por efecto del cambio climático, Venezuela podría perder cerca de 400.000 km2 de aguas de zona económica exclusiva / Jesús Augusto Gómez Medina / Boletín 49: 652-657

Nota breve que alerta sobre la posible pérdida de cerca de 400.000 km² de aguas de la zona económica exclusiva de Venezuela debido al aumento del nivel del mar y otros efectos del cambio climático. **Áreas temáticas:** Cambio Climático y Geopolítica Marina.

Aprendiendo del Desastre de Vargas. Una visión crítica y constructiva sobre las medidas adoptadas para la mitigación del riesgo / José Luis López / Boletín 50: 9-62

Trabajo de incorporación que evalúa críticamente las medidas estructurales y no estructurales implementadas en el estado Vargas después de los aludes torrenciales de diciembre

de 1999, incluyendo la construcción de 63 presas de retención de sedimentos y la canalización de 25 quebradas. El autor analiza los procesos fluviales de sedimentación y erosión generados por las obras, los impactos de las lluvias extraordinarias de 2005 y 2010, el deterioro y colmatación de las presas, y la reocupación de zonas de alto riesgo, concluyendo que, dado el cambio climático y el estado actual de las obras, una gran parte de las comunidades siguen siendo vulnerables y se requiere tomar medidas correctivas urgentes. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica, Gestión del Riesgo y Mitigación de Desastres.

Infraestructura y vialidad en la cuenca oriental petrolera de Venezuela 1910-1981 / Alfredo Cilento / Boletín 50: 151-174

Artículo que analiza el desarrollo de la infraestructura y la vialidad en la cuenca oriental petrolera de Venezuela durante el período 1910-1981, examinando la relación entre la explotación petrolera, la construcción de vías de comunicación y la transformación del territorio en los estados Anzoátegui, Monagas y Delta Amacuro. **Áreas temáticas:** Historia de la Infraestructura y Desarrollo Petrolero.

El potencial de la diáspora venezolana para el desarrollo del país / Carlos Genatios y Marianela Lafuente / Boletín 50: 175-187

Artículo que analiza el fenómeno de la diáspora venezolana y su potencial para contribuir al desarrollo del país, evaluando las capacidades, el conocimiento y las redes de los venezolanos en el exterior, y proponiendo estrategias para aprovechar este capital humano en la reconstrucción nacional. **Áreas temáticas:** Migración, Desarrollo.

Estudio geológico del mármol de Patao, península de Paria, estado Sucre / José García, Iván Baritto, Luis Camposano, José Zamora, Clevis Medina y Lenín Ortega / Boletín 50: 188-228

Artículo que presenta un estudio geológico detallado del mármol de Patao en la península de Paria, estado Sucre, caracterizando su mineralogía, textura, composición química y origen, y evaluando su potencial como recurso mineral para aplicaciones industriales y ornamentales. **Áreas temáticas:** Geología, Mineralogía y Recursos Minerales.

El petróleo de la cuenca del río Caraño, Escuque, Estado Trujillo: El Colombio y Cristóforo Dacovich, 1883-1886 / Franco Urbani Patat / Boletín 50: 229-285

Artículo de investigación histórica sobre la exploración y explotación petrolera en la cuenca del río Caraño, en el estado Trujillo, durante el período 1883-1886, documentando las actividades de la compañía El Colombio y el empresario Cristóforo Dacovich, y los primeros intentos de desarrollo petrolero en la región andina. **Áreas temáticas:** Historia de la Industria Petrolera.

El Ministerio de Obras Públicas / Arnoldo Gabaldón / Boletín 50: 286-288

Nota breve sobre la historia y la importancia del Ministerio de Obras Públicas en Venezuela, destacando su rol en la construcción de infraestructura y el desarrollo del país. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería.

Energía solar y el Costo Nivelado de la Energía LCOE / Jesús Gómez / Boletín 50: 289-293

Nota breve que explica el concepto del Costo Nivelado de la Energía (LCOE) y su aplicación en la evaluación de proyectos de energía solar, analizando la competitividad de esta fuente renovable en el contexto energético actual. **Áreas temáticas:** Energías Renovables y Economía de la Energía.

Lagunas de estabilización en el medio rural venezolano. Caso: zona panamericana de los estados Mérida y Trujillo, Venezuela / Carlos Francisco Abel Espinosa Jiménez / Boletín 51: 135-174

Trabajo de incorporación que analiza el uso de lagunas de estabilización como sistema de tratamiento de aguas residuales en el medio rural venezolano, tomando como caso de estudio la zona panamericana de los estados Mérida y Trujillo. El autor evalúa el diseño, operación y mantenimiento de estos sistemas, su eficiencia en la remoción de contaminantes, su viabilidad técnica y económica, y su adecuación a las condiciones socioambientales de las comunidades rurales, proponiendo criterios para su optimización y replicabilidad. **Áreas temáticas:** Ingeniería Sanitaria, Tratamiento de Aguas y Desarrollo Rural.

Sistema de transmisión nacional 765/400/230 kV. Estado actual y requerimientos. Una propuesta para su recuperación / Pedro Maninat y Luis G. Ceballos / Boletín 51: 9-29

Artículo que analiza el estado actual del Sistema de Transmisión Nacional de Venezuela, caracterizado por la senescencia y obsolescencia de equipos, la falta de mantenimiento, la excedencia de capacidades operativas y la deserción de personal calificado. Los autores proponen acciones a corto, mediano y largo plazo para la estabilización y recuperación de la red troncal de transmisión, basándose en la capacidad instalada y la necesidad de rehabilitar la infraestructura existente. **Áreas temáticas:** Ingeniería Eléctrica y Sistemas de Transmisión, Recuperación del sistema eléctrico.

El Club de Roma y la conferencia de Estocolmo, hitos fundamentales en torno al concepto de desarrollo sustentable ¿Oportunidades para una economía extractiva en Venezuela? / José Luis García Martínez-Barruchi / Boletín 51: 30-63

Artículo que analiza el Club de Roma y la Conferencia de Estocolmo como hitos fundamentales en la configuración del concepto de desarrollo sustentable, y reflexiona sobre las oportunidades para una economía extractiva en Venezuela a la luz de estos principios, evaluando los desafíos y las posibilidades de un desarrollo compatible con la sostenibilidad ambiental y social. **Áreas temáticas:** Desarrollo Sustentable, Políticas Públicas y Economía.

Infraestructura portuaria en Venezuela siglos XIX-XX / Alfredo Cilento Sarli / Boletín 51: 64-101

Artículo que ofrece un recorrido histórico por el desarrollo de la infraestructura portuaria en Venezuela durante los siglos XIX y XX, analizando la evolución de los puertos, las obras de ingeniería, los sistemas de transporte y su importancia para el comercio y la economía nacional. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería e Infraestructura Portuaria.

Reflexiones sobre las Tecnologías de la RI 4.0 y la Adecuación del Sistema Educativo / Julio César Ohep Cardier / Boletín 51: 102-111

Artículo que reflexiona sobre el impacto de las tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0) en el ámbito educativo, analizando la necesidad de adecuar los sistemas de formación y capacitación para responder a los nuevos desafíos tecnológicos, la automatización y la digitalización. **Áreas temáticas:** Educación, Tecnología e Innovación.

Montajes Experimentales Dedicados al Análisis y Caracterización de Hidratos: más de 15 años de Evolución Técnica / Joseph Díaz y Marvin Ricaurte / Boletín 51: 112-120

Artículo que presenta la evolución técnica de los montajes experimentales dedicados al análisis y caracterización de hidratos de gas y petróleo en la industria de los hidrocarburos, describiendo los avances en más de 15 años de investigación y desarrollo en esta área. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Petróleo y Tecnología Experimental.

El colapso del sistema energético en Venezuela en dos figuras / Jesús Augusto Gómez Medina / Boletín 51: 121-124

Nota breve que sintetiza en dos figuras el colapso del sistema energético en Venezuela, mostrando la relación entre la producción de petróleo, la generación eléctrica y la crisis de suministro. **Áreas temáticas:** Energía y Crisis Sectorial.

Campo El Roble: esfuerzo pionero en Sismoestratigrafía / Martín Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo / Boletín 51: 125-127

Nota breve que destaca el campo El Roble como un esfuerzo pionero en la aplicación de la sismoestratigrafía en Venezuela, contribuyendo al conocimiento geológico y a la exploración de hidrocarburos. **Áreas temáticas:** Geología y Exploración de Hidrocarburos.

Acciones recomendadas para mejorar el uso de fertilizantes en Venezuela / Juan Comerma, Heman Espinosa y Magaly Ruiz / Boletín 51: 128-132

Nota breve que presenta un conjunto de acciones recomendadas para mejorar el uso de fertilizantes en Venezuela, con el fin de optimizar la productividad agrícola, reducir costos y minimizar el impacto ambiental. **Áreas temáticas:** Agricultura, Suelos y Nutrición Vegetal.

El crecimiento industrial en Venezuela: Perspectivas / Gonzalo Morales / Boletín 52: 140

Opinión del Acad. Gonzalo Morales sobre las perspectivas del crecimiento industrial en Venezuela y los desafíos para su reactivación.

La muerte de las universidades / Carlos Machado Allison / Boletín 52: 141

Reflexión crítica del Acad. Carlos Machado Allison sobre la grave crisis que afecta a las universidades venezolanas y las consecuencias de su deterioro para el país.

Generación de energía eléctrica en plantas hidroeléctricas operando en "régimen de pico" aprovechamiento hidroeléctrico: río Capaz (región occidental) / José Luis García Martínez-Barruchi / Boletín 52: 8-30

Artículo que presenta una propuesta de optimización para el aprovechamiento hidroeléctrico del río Capaz en el estado Mérida, recuperando estudios de CADAFE entre 1960 y 1981. El autor analiza la posibilidad de desarrollar un sistema de embalses en cascada con una capacidad instalada de 500 MWc operando en régimen de pico, con caídas de 1.088 m y 670 m, y propone la gestión integral del agua para fines múltiples (energía, riego, agua potable) dentro de un mercado eléctrico abierto con participación privada. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidroeléctrica y Planificación Energética.

Evaluación local del riesgo de desastres y participación comunitaria para mejorar la resiliencia / Genatios Carlos, López Oscar A., Núñez Alexander, Coronel Gustavo, García Reinaldo, Lamar Simón, King Robert y Lafuente Marianela / Boletín 52: 31-44

Artículo que aborda la evaluación local del riesgo de desastres y la importancia de la participación comunitaria para mejorar la resiliencia, proponiendo metodologías y estrategias para la gestión del riesgo a nivel local. **Áreas temáticas:** Gestión del Riesgo.

Revisión del método sísmico de reflexión en la industria petrolera / Jesús Pereira Vidal / Boletín 52: 45-61

Artículo que ofrece una revisión del método sísmico de reflexión aplicado en la industria petrolera, describiendo los fundamentos, las técnicas de adquisición y procesamiento de datos, y su importancia para la exploración y caracterización de yacimientos de hidrocarburos. **Áreas temáticas:** Geofísica y Exploración de Hidrocarburos.

Reforzamiento de edificios con columnas frágiles. Aplicaciones a hospitales en Venezuela / Luis Bernardo Fargier Gabaldón / Boletín 52: 62-77

Artículo que presenta técnicas y criterios para el reforzamiento estructural de edificios con columnas frágiles, con aplicaciones específicas a hospitales en Venezuela, evaluando la vulnerabilidad sísmica y proponiendo soluciones para mejorar la seguridad de estas infraestructuras críticas. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural y Gestión del Riesgo Sísmico.

Identificación de mejoras operacionales en la producción de GLP mediante la simulación de procesos: Caso estudio – Mercado Ecuatoriano / Maritza Echeverría, Marvin Ricaurte y Alfredo Viloria / Boletín 52: 78-84

Artículo que presenta un estudio de simulación de procesos para identificar mejoras operacionales en la producción de Gas Licuado de Petróleo (GLP), tomando como caso de estudio el mercado ecuatoriano y analizando variables para optimizar la eficiencia y rentabilidad. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Procesos y Simulación.

Modelaje predictivo de sedimentadores primarios en plantas de tratamiento de aguas residuales basado en redes neuronales artificiales / Carlos Veloz, Carlos Pazmiño y Marvin Ricaurte / Boletín 52: 85-92

Artículo que propone un modelo predictivo para sedimentadores primarios en plantas de tratamiento de aguas residuales utilizando redes neuronales artificiales, con el objetivo de mejorar la eficiencia de remoción de sólidos y optimizar el proceso. **Áreas temáticas:** Ingeniería Ambiental e Inteligencia Artificial.

Aguas en problemas: Lago de Maracaibo, octubre 2021 / Michael Carlowicz y Joshua Stevens / Boletín 52: 93-94

Nota técnica sobre la problemática ambiental del Lago de Maracaibo, basada en imágenes satelitales y análisis de la calidad del agua. **Áreas temáticas:** Ingeniería Ambiental y Gestión de Recursos Hídricos.

Producción conjunta: una estrategia válida de explotación (Joint Production: A Valid Exploitation Strategy) / Martin Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo / Boletín 52: 95-97

Nota técnica que analiza la producción conjunta como una estrategia válida para la explotación de yacimientos de hidrocarburos, evaluando sus ventajas técnicas y económicas. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Petróleo y Estrategias de Producción.

Cuevas en cuarcitas proterozoicas de la Guayana Venezolana / Franco Urbani Patat y Rafael Carreño / Boletín 52: 98-103

Nota técnica que presenta el estudio de cuevas desarrolladas en cuarcitas proterozoicas de la Guayana Venezolana, destacando su génesis, morfología y relevancia espeleológica. **Áreas temáticas:** Geología y Espeleología.

La evolución del pensamiento ambiental: en un mundo en crisis / Rafael Lairet Centeno / Boletín 53: 183-217

Trabajo de incorporación que analiza la evolución del pensamiento ambiental desde sus orígenes hasta la actualidad, en el contexto de un mundo en crisis ecológica y social. El autor examina las corrientes filosóficas, los hitos históricos, las conferencias internacionales y los conceptos clave como desarrollo sostenible, justicia ambiental y transición ecológica, proponiendo una reflexión crítica sobre las relaciones entre sociedad, tecnología y naturaleza. **Áreas temáticas:** Filosofía Ambiental, Desarrollo Sostenible y Políticas Públicas.

Campos de aterrizaje, aeródromos y aeropuertos en Venezuela. Siglo XX / Alfredo Cilento-Sarli / Boletín 53: 1-30

Artículo que ofrece un extenso y documentado recorrido histórico por el desarrollo de la infraestructura aeroportuaria en Venezuela durante el siglo XX, desde los primeros vuelos pioneros en 1912 hasta la consolidación de los principales aeropuertos del país. El autor enmarca este desarrollo en el contexto de la planificación nacional impulsada por el Plan Preliminar de Vialidad de 1947, analizando el papel fundamental de la aviación en la integración del territorio y la superación del aislamiento de las regiones productivas. Se describen cronológicamente los campos de aterrizaje, aeródromos y aeropuertos en las regiones Centro, Occidente, Los Andes, Los Llanos y Guayana, detallando su evolución, las obras de ampliación y modernización, su interacción con otros modos de transporte y su importancia estratégica para el desarrollo económico, comercial y turístico del país a lo largo de la centuria. **Áreas temáticas:** Infraestructura Aeroportuaria, Historia de la Ingeniería.

Obras destacadas de la ingeniería en Venezuela. 1750-1810 / Juan José Pérez Rancel / Boletín 53: 31-41

Artículo que reseña y analiza las principales obras de ingeniería ejecutadas en Venezuela durante el período colonial tardío, comprendido entre 1750 y 1810, una época de significativa actividad constructiva y modernización territorial. El autor examina un variado conjunto de infraestructuras,

incluyendo fortificaciones militares para la defensa costera, sistemas de obras hidráulicas para el abastecimiento de agua y riego, puentes y caminos que facilitaban la comunicación y el comercio interior, así como edificios públicos y religiosos que evidencian la aplicación de conocimientos técnicos y constructivos de la época. El estudio valora la importancia de estas obras en la organización del espacio colonial, el impulso a la economía regional y el legado patrimonial que representan para la ingeniería venezolana. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería y Arquitectura Colonial.

Lineamientos para la elaboración de un plan dirigido a la complementación y mejoras del sistema vial expreso de la Gran Caracas. Plan Vial Caracas 2040 / Daniel Quintini / Boletín 53: 42-56

Artículo que presenta un conjunto de lineamientos estratégicos y propuestas técnicas para la elaboración de un plan vial integral para la Gran Caracas con horizonte al año 2040, denominado "Plan Vial Caracas 2040". El autor diagnostica la problemática actual del sistema vial expreso de la ciudad, caracterizada por la congestión, el deterioro de la infraestructura y la falta de una visión de futuro, y propone mejoras y complementaciones orientadas a optimizar la movilidad, reducir los tiempos de desplazamiento y promover un desarrollo urbano más sostenible. Se discuten alternativas para la gestión del tráfico, la integración con otros modos de transporte público y la necesidad de una planificación territorial coherente que acompañe las inversiones en infraestructura vial. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Transporte y Planificación Urbana.

Avances en modelaje hidráulico y mapeo de amenazas por inundaciones y aludes torrenciales. A 20 años de la tragedia de Vargas / Reinaldo García y Jacinto Artigas / Boletín 53: 57-62

Artículo que presenta y evalúa los avances significativos en las técnicas de modelaje hidráulico y mapeo de amenazas por inundaciones y aludes torrenciales, en el contexto de las lecciones aprendidas dos décadas después de la tragedia de Vargas en 1999. Los autores revisan las metodologías modernas para la simulación de flujos, la delimitación de áreas de peligro y la estimación de la magnitud de eventos extremos, y analizan cómo estas herramientas pueden contribuir a una gestión más efectiva del riesgo de desastres. Se discuten los desafíos en la aplicación de estos modelos en el contexto venezolano, la necesidad de información hidrometeorológica confiable y la importancia de su integración en los procesos de planificación territorial y de respuesta a emergencias. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica y Gestión del Riesgo de Desastres.

Estimación de gases de efecto invernadero (GEI) por aguas residuales municipales en el Municipio Libertador del Estado Mérida, Venezuela / Carlos Espinosa Jiménez, Jorge Rodríguez Ayala y Stefanoy Ramírez Rodríguez / Boletín 53: 63-86

Artículo que presenta un estudio cuantitativo para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), específicamente metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), generadas por el tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales en el Municipio Libertador del Estado Mérida. Los autores aplican las metodologías recomendadas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) para inventarios nacionales, utilizando datos locales de carga orgánica, población servida y características de los sistemas de tratamiento. Los resultados permiten dimensionar la contribución del sector de aguas residuales al total de emisiones de GEI en la región y proponen un conjunto de estrategias de mitigación y buenas prácticas operacionales para reducir este impacto ambiental. **Áreas temáticas:** Ingeniería Ambiental y Cambio Climático.

Venezuela – Futuro de la generación hidroeléctrica / José Aguilar Suárez, Sergio Marín Ernst y Pascual Perazzo / Boletín 53: 87-93

Artículo que analiza el panorama y las perspectivas futuras de la generación hidroeléctrica en Venezuela, un pilar fundamental del sistema eléctrico nacional. Los autores evalúan el potencial hidroeléctrico remanente del país, identificando los principales proyectos en desarrollo y aquellos que han sido paralizados, y discuten los desafíos técnicos, financieros y de gestión que enfrenta el sector para su recuperación y expansión. Se examinan las condiciones actuales de los embalses, la infraestructura de transmisión asociada y la necesidad de inversiones para garantizar la confiabilidad y sostenibilidad de este recurso energético limpio, así como su papel en la futura matriz eléctrica y en el cumplimiento de los compromisos ambientales. **Áreas temáticas:** Planificación Energética e Ingeniería Hidroeléctrica.

Conceptos, criterios y enseñanza de la geotecnia / Heriberto Echezuría / Boletín 53: 94-120

Artículo de corte académico y pedagógico que aborda los conceptos fundamentales, los criterios de análisis y las metodologías de enseñanza de la geotecnia como disciplina de la ingeniería civil. El autor reflexiona sobre la importancia de una sólida formación en los principios de la mecánica de suelos y rocas, la caracterización geotécnica del terreno y el diseño de cimentaciones y obras de tierra. Se discuten las mejores prácticas para la transmisión de este conocimiento en el aula y el laboratorio, así como la necesidad de actualizar los programas de estudio para incorporar los avances en la modelación numérica y la instrumentación de campo, con el objetivo de formar profesionales competentes y críticos. **Áreas temáticas:** Geotecnia y Educación en Ingeniería.

Modelo hiperbólico integrado de suelos sometidos a corte no drenado / Andrés Torres y Heriberto Echezuría / Boletín 53: 121-129

Artículo técnico que propone un modelo hiperbólico integrado para la caracterización del comportamiento mecánico de suelos finos sometidos a condiciones de corte no drenado, una condición crítica en el análisis de la estabilidad de taludes y cimentaciones. Los autores presentan el desarrollo del modelo, su calibración con datos de ensayos de laboratorio y su capacidad para predecir la curva esfuerzo-deformación y la generación de presión de poros en suelos saturados. Se evalúa la aplicabilidad del modelo en problemas prácticos de ingeniería geotécnica, comparando su desempeño con otros enfoques constitutivos y destacando su potencial para mejorar el diseño y la evaluación de la seguridad de las obras. **Áreas temáticas:** Geotecnia y Mecánica de Suelos.

Análisis de la presión de preconsolidación con base en la ley edométrica-continua / Wagdi Naime Yehia / Boletín 53: 130-142

Artículo que presenta un método analítico para la determinación de la presión de preconsolidación (σ'p) en suelos arcillosos, basado en la interpretación de la curva de compresibilidad edométrica a partir de una ley de comportamiento continúa. El autor propone un procedimiento que supera las limitaciones de los métodos gráficos tradicionales, ofreciendo una solución matemática que permite estimar σ'p de manera más objetiva y reproducible. Se aplica el método a casos de estudio con diferentes tipos de suelos, validando la metodología y discutiendo su utilidad para la caracterización de la historia de esfuerzos y el cálculo de asentamientos en depósitos de arcilla. **Áreas temáticas:** Geotecnia y Mecánica de Suelos.

Efectos de la energía del sismo en la intensidad y la amplificación local / Gerardo Ruiz y Heriberto Echezuría / Boletín 53: 143-151

Artículo que investiga la influencia de la energía liberada por un sismo, caracterizada por su magnitud, en la intensidad del movimiento del suelo y en los fenómenos de amplificación local debidos a las condiciones geológicas y topográficas del sitio. Los autores analizan registros sísmicos y modelos de propagación de ondas para estudiar la relación entre la energía sísmica de entrada, el amortiguamiento del medio y la respuesta espectral en la superficie. Los resultados resaltan la importancia de considerar no solo la aceleración pico, sino también la duración y el contenido de frecuencias del movimiento para una adecuada evaluación de la amenaza sísmica y el diseño de estructuras resilientes en zonas con suelos blandos o irregulares. **Áreas temáticas:** Ingeniería Sísmica y Geotecnia.

Influencia del comportamiento al levantamiento de cimentaciones superficiales en la respuesta no lineal de estructuras de acero con arriostramiento concéntrico / Edinson Guánchez, Montserrat Sánchez y Rafael Weyler / Boletín 53: 152-165

Artículo que estudia, mediante análisis numéricos no lineales, el efecto del comportamiento al levantamiento (uplift) de cimentaciones superficiales en la respuesta sísmica de estructuras de acero con sistemas de arriostramiento concéntrico (CBF). Los autores modelan la interacción suelo-estructura considerando la posible separación entre la base de la cimentación y el suelo bajo cargas sísmicas severas, y evalúan cómo este fenómeno modifica la distribución de fuerzas, los desplazamientos laterales y la demanda de ductilidad en los elementos estructurales. Los resultados indican que el levantamiento de la cimentación puede tener un impacto significativo en el comportamiento global de la estructura, alterando su rigidez y capacidad de disipación de energía, lo que debe ser considerado para un diseño más realista y seguro. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural y Geotecnia.

Presa los pajaritos, río El Borbollón, Managua, Nicaragua / Oscar Silva P., Cinthya Miranda P. y Luis Huete M. / Boletín 53: 166-177

Artículo técnico que describe el proyecto, diseño y construcción de la presa Los Pajaritos, ubicada en el río El Borbollón en las cercanías de Managua, Nicaragua. Los autores detallan las características geotécnicas del sitio, los criterios de diseño de la presa de materiales sueltos con núcleo impermeable, y las principales obras de toma y vertedero. Se analiza la función de la presa para la regulación de caudales, el control de avenidas y el abastecimiento de agua para la región, así como los desafíos constructivos enfrentados y las soluciones implementadas. El artículo constituye un valioso caso de estudio sobre la ingeniería de presas en el contexto centroamericano. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica y Recursos Hídricos.

A 266 años del Gran Terremoto de Lisboa / Alejandro Liñayo / Boletín 53: 178-179

Nota técnica conmemorativa del 266º aniversario del Gran Terremoto de Lisboa de 1755, uno de los sismos más devastadores de la historia europea. El autor analiza las características del terremoto, el tsunami y los incendios que lo acompañaron, así como su profundo impacto en la sociedad, la cultura y el pensamiento científico de la época. Se destaca la importancia de este evento como catalizador del desarrollo de la sismología moderna y las primeras aproximaciones al estudio de las causas de los terremotos, y se extraen lecciones para la concienciación sobre el riesgo sísmico en la actualidad. **Áreas temáticas:** Sismología, Gestión de Riesgos, Historia de la Ingeniería.

Optimización integral de producción petrolera: un enfoque exitoso ya probado / Martín Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo / Boletín 53: 180-182

Nota técnica que presenta y resume un enfoque metodológico probado para la optimización integral de la producción en campos petroleros, abarcando desde la caracterización del yacimiento hasta la gestión de la

producción en superficie. Los autores describen las estrategias clave empleadas, como la integración de datos multidisciplinarios, la simulación numérica de yacimientos, la optimización de la perforación y completación de pozos, y la implementación de sistemas de levantamiento artificial eficientes. Se resaltan los resultados exitosos obtenidos en casos de aplicación, demostrando que una gestión integral y basada en análisis técnico-económico puede maximizar la recuperación de hidrocarburos y la rentabilidad de los proyectos. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Petróleo y Producción.

Semblanza de Héctor Pérez – Marchelli (1939-2021) / Franco Urbani Patat / Boletín 53: 321-323

Semblanza biográfica y académica del Dr. Héctor Pérez-Marchelli, destacado geólogo y paleontólogo venezolano, fallecido en 2021. El autor repasa su extensa trayectoria como investigador y docente en la Universidad Central de Venezuela y en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), resaltando sus fundamentales contribuciones al conocimiento de la geología de Venezuela, en particular en las áreas de estratigrafía, paleontología de vertebrados e invertebrados y evolución de cuencas sedimentarias. Se destaca su legado como formador de generaciones de geólogos y su pasión por la divulgación científica. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería, Biografía.

Ventajas y desventajas de construir pozos de agua en Caracas, para solventar la escasez de agua / Noel Mariño Pardo / Boletín 54: 139-141

Opinión técnica del Acad. Noel Mariño Pardo sobre la viabilidad de construir pozos de agua en Caracas para hacer frente a la escasez del servicio. El autor analiza en detalle las ventajas (disponibilidad de fuentes subterráneas, rapidez de ejecución relativa, posibilidad de suministro localizado) y desventajas (riesgos de sobreexplotación y agotamiento de acuíferos, potencial contaminación por infiltración de aguas superficiales o residuales, altos costos de operación y mantenimiento, necesidad de estudios hidrogeológicos previos rigurosos) de esta alternativa. Ofrece recomendaciones para su implementación responsable, enfatizando la necesidad de un enfoque integral de gestión del recurso hídrico que combine fuentes superficiales y subterráneas con medidas de eficiencia y ahorro. **Áreas temáticas:** Hidrogeología, Ingeniería sanitaria.

Situación de los derrames de hidrocarburos en Venezuela (2010-2021) y nuevas tecnologías de monitoreo / Klaus Essig / Boletín 54: 8-33

Artículo que documenta de manera exhaustiva la alarmante situación de los derrames de hidrocarburos en Venezuela entre 2010 y 2021, basado en una rigurosa recopilación y verificación de reportes publicados en medios de comunicación y redes sociales, que contabilizan 301 eventos verificados. El autor identifica cinco áreas críticas de alta incidencia: el Lago de Maracaibo, las refinerías de Paraguaná y El Palito, y las regiones de Anzoátegui y Monagas. Analiza los datos oficiales de PDVSA (2010-2016), que reportan 46.080 derrames y 856.712 barriles derramados en ese período, con un incremento del 341% en la cantidad de eventos y del 150% en el volumen, y señala que el área saneada representa apenas el 4,35% de la afectada, evidenciando una grave falta de respuesta y mitigación. El artículo presenta y describe nuevas tecnologías de monitoreo satelital combinadas con modelado numérico y geointeligencia (servicio ISMO), demostrando su eficacia para la detección, seguimiento y atribución de fuentes de derrames. Se ejemplifica con el caso del derrame del Parque Nacional Morrocoy en agosto de 2020, donde se utilizaron imágenes satelitales ópticas y de radar, junto con datos de sistemas de identificación automática (AIS) de buques, para identificar posibles responsables y rastrear el origen de la mancha. **Áreas temáticas:** Contaminación Ambiental, Monitoreo y Tecnología Satelital.

Balance geológico de las rocas ornamentales aflorantes en la cuenca baja del río Parguaza y sus alternativas de desarrollo, estado Bolívar, Venezuela / Noel Mariño Pardo y Sebastián Grande / Boletín 54: 34-41

Artículo que presenta un balance geológico detallado de las rocas ornamentales (granitos, sienitas, cuarcitas y otras litologías) que afloran en la cuenca baja del río Parguaza, en el estado Bolívar. Los autores evalúan la calidad, variedad, resistencia y características estéticas de estos recursos, así como su potencial económico para su explotación como materiales de construcción y revestimiento. El estudio incluye un análisis de las alternativas de desarrollo sostenible para esta actividad, considerando los aspectos técnicos (métodos de extracción y procesamiento), ambientales (mitigación de impactos, restauración de áreas intervenidas) y socioeconómicos (generación de empleo, desarrollo local), y proponen lineamientos para una explotación ordenada y responsable que maximice el valor agregado y beneficie a las comunidades locales. **Áreas temáticas:** Geología, Recursos Minerales.

Evaluación de la integridad de pilotes y pilas para obras públicas y privadas con tecnologías disponibles a comienzos del siglo XXI / Francisco Centeno Pulido / Boletín 54: 42-56

Artículo que presenta una revisión exhaustiva y comparativa de las tecnologías disponibles a comienzos del siglo XXI para la evaluación no destructiva de la integridad de pilotes y pilas en obras de infraestructura. El autor describe en detalle los fundamentos, procedimientos, equipos y aplicaciones de métodos como el ensayo de integridad por ultrasonidos (Cross-Hole Sonic Logging), el ensayo de impedancia mecánica (Pile Integrity Tester) y el ensayo de eco (Pile Driving Analyzer), analizando sus ventajas, limitaciones, rangos de aplicación y la interpretación de los resultados. La revisión incluye criterios para la selección del método más adecuado según el tipo de cimentación, las condiciones del terreno y los objetivos de la inspección, ofreciendo una guía

práctica para ingenieros y técnicos involucrados en el control de calidad de cimentaciones profundas. **Áreas temáticas:** Geotecnia e Ingeniería de Cimentaciones.

Empleo del método de vibrocompactación para el mejoramiento de suelos: caso de puerto de La Guaira / Alvaro Boiero / Boletín 54: 57-66

Artículo que describe en detalle la aplicación exitosa del método de vibrocompactación para el mejoramiento de suelos granulares en el caso específico del puerto de La Guaira. El autor explica los fundamentos de la técnica, que consiste en la introducción de un vibrador de alta frecuencia en el terreno para densificar los suelos y aumentar su resistencia y capacidad de carga. Se describen los equipos utilizados, la metodología de ejecución, el control de calidad mediante ensayos de campo (penetrómetro dinámico, cono de arena), y los resultados obtenidos en términos de mejora de las propiedades mecánicas del suelo. El artículo destaca las ventajas de la vibrocompactación como una solución eficiente y sostenible para la estabilización de terrenos en proyectos portuarios y costeros. **Áreas temáticas:** Geotecnia y Mejoramiento de Suelos.

Diseño optimizado para la prefabricación de fundaciones superficiales / Miguel Morales, Heriberto Echezuría y José Velásquez / Boletín 54: 67-74

Artículo que propone un enfoque de diseño optimizado para la prefabricación de fundaciones superficiales, con el objetivo de reducir costos, tiempos de construcción y mejorar la calidad y durabilidad de las obras. Los autores analizan los criterios de dimensionamiento, el uso de materiales de alto desempeño, la estandarización de elementos y la aplicación de técnicas de prefabricación en taller para garantizar un control de calidad riguroso. Se presentan casos de estudio y se discuten las ventajas económicas y logísticas de la prefabricación en comparación con los métodos constructivos tradicionales, así como las consideraciones para el transporte e instalación de los elementos prefabricados. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural, Ingeniería de Fundaciones y Construcción.

Estimación de desplazamientos horizontales y deformaciones unitarias en el suelo debajo de fundaciones superficiales con base en la ley edométrica continua corregida / Wagdi Naime Yehia y Andrés Gavidia / Boletín 54: 75-82

Artículo técnico que presenta un método analítico para la estimación de desplazamientos horizontales y deformaciones unitarias (deformaciones verticales y cortantes) en el suelo debajo de fundaciones superficiales, basado en la ley edométrica continua corregida. Los autores derivan expresiones que relacionan las tensiones aplicadas con las deformaciones del suelo, considerando la no linealidad del comportamiento edométrico. El método propuesto ofrece una herramienta práctica para el análisis de la interacción suelo-estructura y la evaluación de asentamientos y movimientos laterales, superando algunas limitaciones de los enfoques elásticos lineales. Se incluyen ejemplos de aplicación y se discute la sensibilidad de los resultados a los parámetros del suelo. **Áreas temáticas:** Geotecnia y Mecánica de Suelos.

Definición de zonas de falla en suelos debajo de fundaciones superficiales con base en la ley edométrica continua corregida / Wagdi Naime Yehia y Andrés Gavidia / Boletín 54: 83-91

Artículo que propone un método para la definición de las zonas de falla (o superficies de rotura) en el suelo debajo de fundaciones superficiales, basado en la ley edométrica continua corregida. Los autores utilizan este enfoque para evaluar la distribución de tensiones y la condición de falla en el terreno, permitiendo estimar la capacidad de carga última y el tipo de mecanismo de rotura (falla general, local o por punzonamiento). El método se presenta como una alternativa a las teorías clásicas de capacidad de carga, ofreciendo una base más realista para el diseño de fundaciones al considerar el comportamiento no lineal del suelo. **Áreas temáticas:** Geotecnia y Mecánica de Suelos.

Factibilidad de uso del Cement – Kiln - Dust (CKD) en el mejoramiento y estabilización de suelos granulares y cohesivos / Rhenzel Hernández Saturno / Boletín 54: 92-100

Artículo que evalúa la factibilidad técnica y económica del uso del polvo de horno de cemento (Cement-Kiln-Dust, CKD) como un material alternativo y sostenible para el mejoramiento y estabilización de suelos granulares y cohesivos. El autor analiza las propiedades físicas y químicas del CKD, su efecto en la resistencia a la compresión, la durabilidad y la plasticidad de los suelos tratados, a través de una serie de ensayos de laboratorio. Los resultados indican que el CKD puede ser efectivo para mejorar las propiedades mecánicas de diversos tipos de suelo, ofreciendo una solución de bajo costo y ambientalmente amigable para la estabilización de terrenos en obras de infraestructura, al mismo tiempo que se da un uso a un residuo industrial. **Áreas temáticas:** Geotecnia, Mejoramiento de suelos y Materiales de Construcción.

Asentamientos en fundaciones continuas con análisis sísmico utilizando modelos numéricos / Johannes Briceño Balza, Norly Belandria Rodríguez, Francisco León Oviedo / Boletín 54: 101-109

Artículo que presenta un estudio numérico sobre el comportamiento de asentamientos en fundaciones continuas (zapatas corridas) sometidas a cargas sísmicas. Los autores utilizan modelos de elementos finitos para simular la interacción suelo-estructura, considerando la no linealidad de los materiales y la aplicación de acelerogramas representativos. Se evalúa la influencia de la intensidad del sismo, las características del suelo y la rigidez de la estructura en los asentamientos permanentes y en la redistribución de tensiones. Los resultados permiten identificar los factores

críticos que controlan los asentamientos y proponer criterios de diseño para mejorar la seguridad y el desempeño de las cimentaciones en zonas sísmicas. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural y Geotecnia Sísmica.

Daños y derrumbes de puentes. Una cronología de eventos registrados en medios de comunicación / Arnaldo José Gutiérrez Rodríguez / Boletín 54: 110-123

Nota técnica que presenta una cronología documentada de eventos de daños y derrumbes de puentes en Venezuela y otras partes del mundo, recopilados a partir de registros en medios de comunicación. El autor organiza los casos por fecha, ubicación y tipo de falla, identificando causas recurrentes como la falta de mantenimiento, el deterioro por corrosión, la fatiga de materiales, el impacto de vehículos o crecidas, y errores de diseño o construcción. La recopilación permite extraer lecciones aprendidas sobre la importancia crítica de los programas de inspección periódica, el mantenimiento preventivo, y la necesidad de una cultura de seguridad en la gestión de la infraestructura vial, para prevenir el colapso de estas obras esenciales. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural y Mantenimiento de Infraestructura.

A 210 años del terremoto de 1812 / Alejandro Liñayo / Boletín 54: 124-127

Nota técnica conmemorativa del 210º aniversario del devastador terremoto del 26 de marzo de 1812 que afectó a gran parte del territorio venezolano, especialmente a las ciudades de Caracas, La Guaira y Mérida. El autor revisa las características del sismo, su magnitud estimada, los daños estructurales y humanos causados, y el impacto en el contexto histórico de la Guerra de Independencia. Se analizan también las interpretaciones del evento en la época y las primeras aproximaciones a la sismología en Venezuela, destacando la importancia de recordar este evento para mantener viva la conciencia sobre el riesgo sísmico y la necesidad de la preparación, la construcción con normas sismorresistentes y la planificación urbana para reducir la vulnerabilidad ante futuros terremotos. **Áreas temáticas:** Sismología, Gestión de Desastres e Historia de la Ingeniería.

Necesitamos crear un país diferente. La industria en el 2050 / Gonzalo J. Morales / Boletín 55: 150-152

Opinión del Acad. Gonzalo J. Morales en la que reflexiona sobre la necesidad de transformar el modelo productivo y económico de Venezuela de cara al año 2050. El autor analiza los desafíos que enfrenta la industria nacional, la importancia de la innovación y la tecnología, y la urgencia de diversificar la economía más allá de la dependencia petrolera, proponiendo una visión de futuro basada en la sostenibilidad, la eficiencia y la creación de un país diferente con un sector industrial moderno y competitivo.

Nueva normativa venezolana para edificaciones sismorresistentes de mampostería estructural / Ángelo Marinilli y Oscar A. López / Boletín 55: 8-3

Artículo que presenta los aspectos más relevantes de la nueva Norma Venezolana COVENIN 5008:2019 para el análisis, diseño y construcción de edificaciones de mampostería estructural, así como su incorporación en la norma sísmica actualizada COVENIN 1756-1:2019. Los autores, con base en más de tres décadas de investigación en el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la UCV, describen los requisitos para la mampostería confinada (MC) y la mampostería reforzada internamente (MRI), incluyendo especificaciones sobre materiales, elementos de confinamiento, resistencia a corte en el plano y perpendicular, y criterios de diseño sismorresistente. El artículo destaca que esta norma, que sustituye a la de 1955, llena un vacío normativo de varias décadas y proporciona herramientas para construir viviendas y edificaciones más seguras en un país con alta amenaza sísmica, incorporando además guías prácticas para la construcción popular derivadas de investigaciones experimentales realizadas en el IMME. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural, Sismorresistencia y Normativa Técnica.

Disponibilidad de Fe, Mn, Zn y Cu para las plantas, según el pH, en suelos venezolanos / Pedro Raúl Solórzano Peraza / Boletín 55: 33-37

Artículo que analiza la disponibilidad de los micronutrientes hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu) para las plantas en función del pH del suelo, con base en datos de suelos venezolanos. El autor examina cómo el pH afecta la solubilidad y absorción de estos elementos esenciales, identificando rangos de pH críticos donde se producen deficiencias o toxicidades, y ofrece recomendaciones para el manejo de la fertilidad y la corrección de suelos en el contexto agrícola venezolano. **Áreas temáticas:** Edafología, Nutrición Vegetal y Agricultura.

Aplicación de índices de desarrollo humano ¿Un enfoque de gestión del capital natural para Venezuela? / José Luis García Martínez**-**Barruchi / Boletín 55: 38-66

Artículo que propone la aplicación de índices de desarrollo humano como un enfoque para la gestión del capital natural en Venezuela, explorando la relación entre el bienestar humano, el desarrollo económico y la sostenibilidad de los recursos naturales. El autor analiza las limitaciones de los indicadores económicos tradicionales y sugiere la incorporación de variables ambientales y sociales en la medición del progreso, con el objetivo de orientar políticas públicas que promuevan un desarrollo más equilibrado y respetuoso con el medio ambiente. **Áreas temáticas:** Desarrollo Sostenible, Indicadores Sociales y Gestión Ambiental.

Propuesta de evaluación del suelo para su mejoramiento o estabilización aplicando químicos y electroquímicos / José Vicente Heredia Tenía / Boletín 55: 67-77

Artículo que presenta una propuesta metodológica para la evaluación de suelos con el fin de determinar su aptitud para ser mejorados o estabilizados mediante la aplicación de productos químicos y electroquímicos. El autor describe los procedimientos de laboratorio y campo, los criterios de selección de los aditivos, y los parámetros de control de calidad, ofreciendo una herramienta para ingenieros y técnicos en proyectos de mejoramiento de terrenos. **Áreas temáticas:** Geotecnia, Mejoramiento de Suelos.

Criterios de rotura no-lineales aplicados a la estabilidad de macizos rocosos con grietas de tracción / Norly Belandria, Roberto Ucar Navarro, Alfredo Corredor y Ferri Hassani / Boletín 55: 78-84

Artículo que aplica criterios de rotura no-lineales al análisis de estabilidad de macizos rocosos que presentan grietas de tracción, evaluando la influencia de estas discontinuidades en la resistencia y el mecanismo de falla. Los autores proponen metodologías para la caracterización de los macizos y el cálculo de factores de seguridad, contribuyendo a un diseño más seguro de taludes y excavaciones en roca. **Áreas temáticas:** Geotecnia, Mecánica de Rocas.

La resistencia al corte en macizos rocosos y en el concreto: una metodología reciente de cálculo / Roberto Ucar Navarro / Boletín 55: 85-94

Artículo que presenta una metodología reciente para el cálculo de la resistencia al corte en macizos rocosos y en el concreto, basada en criterios de rotura no-lineales y en la consideración de la rugosidad de las superficies de discontinuidad. El autor describe los fundamentos teóricos, las ecuaciones de cálculo y los parámetros requeridos, ofreciendo una herramienta práctica para el diseño de obras civiles en roca y estructuras de concreto. **Áreas temáticas:** Geotecnia, Mecánica de Rocas.

Geología y evaluación geotécnica del macizo rocoso: estación pico espejo (4765 msnm). sistema teleférico de Mérida. Venezuela / Omar A. Guerrero, Patxo J. Viscarret, Luis Yegres, Jelime Aray, Jesús Ávila, Milgreya Cerrada y Omar A. Guerrero–Camargo / Boletín 55: 95-103

Artículo que presenta los resultados de la evaluación geológica y geotécnica del macizo rocoso en la estación Pico Espejo (4.765 msnm) del sistema teleférico de Mérida, Venezuela. Los autores describen las características litológicas, estructurales y geomecánicas del terreno, identificando las condiciones de estabilidad y los riesgos potenciales para la infraestructura del teleférico, y proponen medidas para garantizar su seguridad y operatividad. **Áreas temáticas:** Geología, Geotecnia, Mecánica de Rocas.

Adecuación del proyecto de los rellenos de las quebradas Macayapa y Tacagua, haciendo uso de los materiales del túnel Baralt / Pascual Perazzo y Miguel Ángel Morales / Boletín 55: 104-113

Artículo que describe la adecuación del proyecto de rellenos de las quebradas Macayapa y Tacagua, utilizando los materiales provenientes de la excavación del túnel Baralt. Los autores evalúan las propiedades de los materiales, proponen alternativas de uso y presentan los criterios de diseño y construcción para la estabilización de estos cauces, contribuyendo a la solución de problemas de erosión y sedimentación en la zona. **Áreas temáticas:** Ingeniería Geotécnica, Control de Calidad, Material y ensayos.

La gestión racional del riesgo: un caso práctico en el tratamiento probabilístico durante la inspección del diseño y construcción de túneles y carreteras del proyecto hidroeléctrico miguillas en Bolivia / Pascual Perazzo y Miguel Ángel Morales / Boletín 55: 114-127

Artículo que presenta un caso práctico de gestión racional del riesgo en la inspección del diseño y construcción de túneles y carreteras del proyecto hidroeléctrico Miguillas en Bolivia. Los autores describen la metodología probabilística empleada para evaluar y mitigar los riesgos geológicos y geotécnicos durante la ejecución de la obra, destacando la importancia de este enfoque para la seguridad y el éxito de proyectos de infraestructura en condiciones adversas. **Áreas temáticas:** Gestión del Riesgo, Geotecnia.

John Charles Davey (1905 - 1974). Vida y obra de un ingeniero de minas Cornualles en Venezuela, Egipto y Reino Unido / Franco Urbani Patat / Boletín 55: 128-139

Semblanza biográfica y profesional del ingeniero de minas John Charles Davey (1905-1974), un ingeniero de Cornualles que desarrolló una destacada carrera en Venezuela, Egipto y el Reino Unido. El autor describe su formación en la Escuela de Minas de Camborne, su llegada a Venezuela en 1926 para trabajar en la compañía de asfalto en el estado Trujillo, su posterior paso por Egipto donde participó en importantes proyectos mineros, y su regreso al Reino Unido. La semblanza destaca sus contribuciones a la exploración y explotación de recursos minerales, así como su legado en la ingeniería de minas. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería de Minas y Biografía Profesional.

Indicadores de la crisis de desarrollo de Venezuela desde su gestación / Werner Corrales Leal / Boletín 56: 173-175

Opinión del Acad. Werner Corrales Leal en la que analiza los indicadores que evidencian la crisis de desarrollo de Venezuela desde sus orígenes, examinando variables económicas, sociales e institucionales que han contribuido al deterioro del país y proponiendo una reflexión sobre las causas estructurales de la crisis.

Estado del sistema de ciencia, tecnología e innovación del agro en Venezuela / Miguel A. Padrón, Editor / Boletín 56: 176-180

Opinión del Acad. Miguel A. Padrón que presenta un diagnóstico del estado del sistema de ciencia, tecnología e innovación aplicado al sector agroalimentario en Venezuela, evaluando las capacidades de investigación, la inversión, los recursos humanos y las políticas públicas, y proponiendo recomendaciones para su fortalecimiento.

Protección de Plantas y Agricultura Sustentable / Asdrúbal Arcia / Boletín 56: 181-186

Opinión del Acad. Asdrúbal Arcia en la que reflexiona sobre la importancia de la protección de plantas para una agricultura sustentable en Venezuela, analizando los desafíos fitosanitarios, el uso de controladores biológicos y la necesidad de enfoques integrados para la producción agrícola.

Tecnología, Innovación y el Sistema Agroalimentario en Venezuela / Carlos Machado Allison / Boletín 56: 187-195

Opinión del Acad. Carlos Machado Allison en la que aborda la relación entre tecnología, innovación y el sistema agroalimentario en Venezuela, examinando las oportunidades y desafíos para la modernización del sector y la seguridad alimentaria.

La Universidad y el Futuro / Gonzalo J. Morales / Boletín 56: 196-197

Opinión del Acad. Gonzalo J. Morales en la que reflexiona sobre el papel de la universidad en la construcción del futuro de Venezuela, destacando la necesidad de fortalecer la educación superior, la investigación y la vinculación con el desarrollo nacional.

Estructuras Hidráulicas estudio de casos y propuesta de soluciones docentes / Sergio Marín Ernst / Boletín 56: 108-150

Trabajo de incorporación que presenta un estudio de casos y una propuesta de soluciones docentes en el campo de las estructuras hidráulicas, basado en la experiencia profesional del autor en el diseño, construcción y operación de proyectos de ingeniería hidráulica en Venezuela. El trabajo analiza casos concretos de estructuras como presas, canales, compuertas y sistemas de conducción, identificando problemas recurrentes y proponiendo soluciones técnicas, y deriva de esta experiencia un enfoque pedagógico para la enseñanza de la ingeniería hidráulica en las universidades, con énfasis en la integración de teoría y práctica. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica, Ingeniería de Presas.

La Educación y el Perfil del Ingeniero / Rafael Isidro Quevedo Camacho / Boletín 56: 8-18

Artículo que plantea bases conceptuales sobre el proceso educativo y el perfil del ingeniero, abordando la necesidad de reformas curriculares y la vinculación con el entorno. El autor analiza la situación de la educación universitaria en Venezuela, afectada por la crisis y la migración de talentos, y propone un enfoque de diseño curricular flexible con certificaciones intermedias, que permita al estudiante insertarse en el mercado laboral en diferentes etapas de su formación. **Áreas temáticas:** Educación en Ingeniería y Desarrollo Curricular.

Estudio Geológico de la Base del TOC-1S, Cuenca de Agua Salada, Estado Falcón / Iván Baritto, Luis Camposano, Sebastián Grande, Mayra Cañizares, Olga Betancourt, Francisco Araujo y Jesús Monsalve / Boletín 56: 19-64

Artículo que presenta un estudio geológico detallado de la base del pozo TOC-1S en la cuenca de Agua Salada, estado Falcón. Los autores analizan las características litológicas, estratigráficas y estructurales de las formaciones geológicas encontradas, así como su potencial para la exploración de hidrocarburos. **Áreas temáticas:** Geología, Exploración de Hidrocarburos.

La necesidad de frenar las Deforestaciones y Conservar los Bosques en Venezuela / Omar Carrero, José Rafael Lozada, Yajaira Plaza, Tulio Bastidas, Oscar Noguera, Samuel Mendoza y Carlos Contreras / Boletín 56: 65-76

Artículo que analiza la problemática de la deforestación en Venezuela y la necesidad de conservar los bosques, evaluando las causas, las tasas de pérdida de cobertura forestal y las consecuencias ambientales y sociales. Los autores proponen estrategias para frenar la deforestación y promover la conservación de los ecosistemas forestales. **Áreas temáticas:** Conservación Ambiental, Ingeniería Forestal.

Los Profesionales de las Geociencias en la Industria Petrolera Venezolana, 1912-1956 / Omar Contreras y Franco Urbani Patat / Boletín 56: 77-92

Nota técnica basada en una semblanza histórica sobre los profesionales de las geociencias (geólogos, geofísicos, paleontólogos) que trabajaron en la industria petrolera venezolana durante el período 1912-1956, documentando sus contribuciones a la exploración y el desarrollo de los yacimientos, y su papel en la formación de la disciplina en el país. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología y la Industria Petrolera.

Juan Bautista Dalla Costa Soublette (1823-1894), Empresario minero y mentor de la educación gratuita en la región de Guayana / Noel Mariño Pardo / Boletín 56: 93-107

Nota técnica biográfica sobre Juan Bautista Dalla Costa Soublette, empresario minero y promotor de la educación gratuita en la región de Guayana. El autor destaca su trayectoria en la minería, su papel en el desarrollo económico de la región y su legado en la fundación de escuelas para la

formación de los habitantes de Guayana. **Áreas temáticas:** Historia de la Minería y la Educación en Venezuela.

El Nuevo Orden Mundial / Gonzalo J. Morales / Boletín 57: 151-153

Opinión del Acad. Gonzalo J. Morales en la que analiza el concepto del nuevo orden mundial y sus implicaciones para la geopolítica, la economía y la sociedad, destacando los cambios en el equilibrio de poder, las tensiones internacionales y los desafíos para países como Venezuela.

Estimación de la cantidad de vehículos híbridos y eléctricos que irán reemplazando a los vehículos de combustión en Caracas y en Venezuela / Riad Bujana Saldivia / Boletín 57: 154-165

Opinión del Acad. Riad Bujana Saldivia en la que presenta una estimación de la cantidad de vehículos híbridos y eléctricos que reemplazarán a los de combustión interna en Caracas y Venezuela, analizando las tendencias globales, la infraestructura necesaria y los impactos en el consumo de energía y las emisiones.

¿Lograremos el ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles? / Alfredo Cilento-Sarli / Boletín 57: 166

Opinión del Acad. Alfredo Cilento-Sarli en la que reflexiona sobre la posibilidad de alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) en el contexto venezolano, analizando los desafíos y las acciones necesarias para avanzar hacia este objetivo.

Ciudades de Hoy / Marco Negrón / Boletín 57: 167-169

Opinión del Acad. Marco Negrón en la que ofrece una visión sobre las ciudades de hoy, sus problemas, sus potencialidades y la necesidad de repensar la planificación urbana para hacerlas más habitables, equitativas y sostenibles.

La Ciudad Deseable: El Papel de las Ciudades Intermedias en la Sostenibilidad Urbana / Domingo Acosta / Boletín 57: 8-41

Artículo que examina el papel de las ciudades intermedias en la sostenibilidad urbana en Venezuela, argumentando que estas ciudades, que concentran más del 54% de la población, ofrecen una escala ideal para intervenciones de renovación urbana y promoción del bienestar. El autor analiza su ubicación, número y rangos poblacionales, discute sus problemas (deterioro, dispersión urbana, vulnerabilidad) y propone estrategias de renovación urbana, adecuación de servicios y acción frente al cambio climático, con ejemplos de aplicación en Porlamar y Pampatar, donde se sugiere el uso de sistemas de información geográfica para la planificación del espacio público. **Áreas temáticas:** Urbanismo, Sostenibilidad y Planificación Territorial.

Oportunidades de Sinergia entre Fuentes de Energía Primaria Convencionales y Alternativas para el Aprovechamiento Eficiente de los Recursos Energéticos en Venezuela / Alaiza Balza, Alfredo Viloria y Marvin Ricaurte / Boletín 57: 42-47

Artículo que analiza las oportunidades de sinergia entre fuentes de energía convencionales (hidrocarburos) y alternativas (renovables) en Venezuela, con el objetivo de optimizar el aprovechamiento de los recursos energéticos y avanzar hacia una matriz más eficiente y sostenible. **Áreas temáticas:** Energía y Desarrollo Sostenible.

La Cooperación Internacional. Una Necesidad para la situación actual de Venezuela / Manuel Torres Parra / Boletín 57: 48-60

Artículo que reflexiona sobre la cooperación internacional como una necesidad para la situación actual de Venezuela, analizando los diferentes tipos de cooperación, los actores involucrados y las áreas prioritarias para la recuperación y el desarrollo del país. **Áreas temáticas:** Desarrollo.

Cambio Climático y Medio Ambiente / Griselda Ferrara / Boletín 57: 61-75

Artículo que aborda la problemática del cambio climático y su relación con el medio ambiente, analizando las causas, los efectos y las estrategias de mitigación y adaptación, con un enfoque en la importancia de la ingeniería ambiental para enfrentar este desafío global. **Áreas temáticas:** Cambio Climático e Ingeniería Ambiental.

Vulnerabilidad e Infraurbanización de los Barrios Autoproducidos de Caracas / Alfredo Cilento-Sarli / Boletín 57: 76-85

Artículo que analiza la vulnerabilidad y el proceso de infraurbanización de los barrios autoproducidos de Caracas, examinando las condiciones de precariedad, la falta de servicios y la exposición a riesgos, y proponiendo estrategias para su mejoramiento integral. **Áreas temáticas:** Urbanismo y Gestión de Riesgos.

Robustez de los modelos de presión de poros para estratos licuables en programas de respuesta dinámica acoplada de perfiles geotécnicos / Heriberto Echezuría / Boletín 57: 86-95

Artículo que estudia la robustez de los modelos de presión de poros para estratos licuables en programas de respuesta dinámica acoplada de perfiles geotécnicos, evaluando la precisión y confiabilidad de diferentes modelos para la predicción de la licuación de suelos ante cargas sísmicas. **Áreas temáticas:** Geotecnia e Ingeniería Sísmica.

La Actividad Agrícola en la Modernidad y la Tecnología de Avanzada / Carmelo Ecarri / Boletín 57: 96-101

Nota técnica que analiza la actividad agrícola en la modernidad y el papel de la tecnología de avanzada para mejorar la productividad, la sostenibilidad y la eficiencia del sector agroalimentario en Venezuela. **Áreas temáticas:** Agricultura, Tecnología.

Las Enseñanzas del Desastre de Las Tejerías / José Luis López / Boletín 57: 102-106

Nota técnica que analiza las enseñanzas del desastre ocurrido en Las Tejerías, identificando las causas, las lecciones aprendidas para la gestión del riesgo de desastres y la necesidad de una planificación territorial que considere los eventos hidrometeorológicos extremos. **Áreas temáticas:** Gestión del Riesgo, Desastres Naturales, Hidrometeorológica.

Miguel Emilio Palacio Viso (1849 – 1931), Un Ícono en la Minería del Siglo XIX en El Yuruari, Guayana Venezolana / Noel Mariño Pardo y Franco Urbani Patat / Boletín 57: 107-126

Nota técnica basada en trabajo biográfico sobre Miguel Emilio Palacio Viso, un destacado empresario minero del siglo XIX en la región de El Yuruari, Guayana. Los autores documentan su trayectoria, su papel en el desarrollo de la minería del oro en la región y su legado en la historia económica de Venezuela. **Áreas temáticas:** Historia de la Minería.

Propuesta de marco conceptual para una política de estado para el sector minero en Venezuela / Comisión de Minería y Materiales **–** CMM / Boletín 58: 109-122

Documento de la Comisión de Minería y Materiales de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat que propone un marco conceptual para una política de Estado para el sector minero en Venezuela. El documento analiza la situación actual del sector, sus potencialidades y desafíos, y propone lineamientos estratégicos, objetivos y acciones para el desarrollo de una minería sostenible, responsable y que contribuya al desarrollo económico y social del país, con énfasis en la gobernanza, la gestión ambiental y la participación ciudadana.

Proyectos de infraestructura inconclusos: Elementos para la formulación de una política pública / Comisión Especial ANIH y Grupo Orinoco / Boletín 58: 123-135

Documento elaborado por una comisión especial de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat y el Grupo Orinoco que aborda la problemática de los proyectos de infraestructura inconclusos en Venezuela, analizando las causas, las consecuencias económicas y sociales, y proponiendo elementos para la formulación de una política pública que permita su reactivación, finalización y puesta en operación, con base en criterios de priorización, evaluación técnica y financiera, y transparencia en la gestión.

Pavimentación asfáltica: Del aula al trabajo de campo / Herbert Lynch Blackman / Boletín 58: 136-155

Opinión del Acad. Herbert Lynch Blackman en la que aborda la pavimentación asfáltica desde una perspectiva integral, que va desde la formación académica y los fundamentos teóricos hasta la aplicación práctica en el trabajo de campo, analizando los materiales, las técnicas constructivas, el control de calidad y los desafíos de la ingeniería vial en Venezuela.

Vivir en modo digital. Una mirada a la sociedad actual / Beatriz Sandia Saldini / Boletín 58: 156-160

Opinión de la invitada Beatriz Sandia Saldini en la que ofrece una mirada a la sociedad actual inmersa en el modo digital, analizando el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la vida cotidiana, las relaciones sociales, el trabajo y la educación, y reflexionando sobre los desafíos y oportunidades de la era digital.

Los desastres no son naturales. A propósito de los terremotos de Turquía y Siria / Rogelio Altez / Boletín 58: 161-162

Opinión del invitado Rogelio Altez en la que reflexiona sobre la idea de que los desastres no son naturales, sino que resultan de la combinación de un evento natural (como un terremoto) y la vulnerabilidad de la sociedad, a propósito de los terremotos ocurridos en Turquía y Siria, y analiza las lecciones para la gestión del riesgo en Venezuela.

Agua y recursos hídricos no son sinónimos / Axel Dourojeanni / Boletín 58: 163

Opinión del invitado Axel Dourojeanni en la que analiza la diferencia conceptual entre agua y recursos hídricos, argumentando que el agua es un elemento natural mientras que los recursos hídricos son el resultado de la gestión humana para su aprovechamiento, y discute las implicaciones para la planificación y la gestión del agua.

A 211 años del Terremoto de 1812 / Alejandro Liñayo / Boletín 58: 164-165

Opinión del Acad. Alejandro Liñayo en la que conmemora los 211 años del Terremoto de 1812 que afectó a Venezuela, recordando sus características, los daños causados, su impacto histórico y la importancia de mantener viva la memoria de este evento para la conciencia sobre el riesgo sísmico y la necesidad de la preparación.

Las manifestaciones Geotermales de Venezuela: inventario y aplicaciones / Franco Urbani Patat / Boletín 58: 166-167

Opinión del Acad. Franco Urbani Patat en la que presenta un inventario de las manifestaciones geotermales de Venezuela, describiendo su distribución, características y potencial para aplicaciones en la generación de energía geotérmica, el turismo, la balneología y otros usos.

Propuesta para determinar los límites de Atterberg a partir de ensayos de veleta de laboratorio / Heriberto Echezuría / Boletín 58: 8-13

Artículo técnico que propone un nuevo método para determinar los límites de Atterberg (líquido y plástico) a partir de ensayos de veleta de laboratorio, basado en la correlación lineal en log-log entre la resistencia al corte no drenado y el contenido de humedad. El autor demuestra que, aunque la resistencia al corte en los límites convencionales no es única, es posible definir límites equivalentes con valores de resistencia de 1,5 kN/m² para el límite líquido y 300 kN/m² para el límite plástico, que presentan excelente correlación con los valores obtenidos por los métodos normativos. El método propuesto reduce la dispersión de los resultados, los hace menos dependientes de la destreza del operador y mantiene toda la base de datos y conocimientos desarrollados con los parámetros convencionales. Se incluye además una nueva carta de plasticidad modificada que incorpora el lugar geométrico de la pendiente de la recta Log(Su)-Log(ω), aportando mayor información sobre el comportamiento del suelo. **Áreas temáticas:** Geotecnia, Mecánica de Suelos.

Antecedentes y contextos del 162º aniversario del CIV / Juan José Pérez Rancel / Boletín 58: 14-24

Artículo histórico que aborda las circunstancias académicas, profesionales e institucionales que determinaron la constitución del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV) y su posterior participación en el desarrollo del país. El autor remonta el origen de la colegiación de la ingeniería a la Reforma Borbónica en España, y analiza los intentos de formar ingenieros en Venezuela desde finales del período hispánico, con especial énfasis en la figura de Juan Manuel Cagigal, su formación en París y su propuesta de la Academia de Matemáticas en 1829, que cristalizaría en 1831. El artículo concluye que el pensamiento racionalista científico de Cagigal logró imponerse luego de múltiples vicisitudes y casi un siglo después de ser formulado, y formula preguntas para estimular la continuación de la investigación sobre el desarrollo de las ingenierías a partir del vertiginoso proceso de cambios ocurridos en el país y en el mundo con el avance tecnológico. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería.

Megatendencias que marcarán el urbanismo y las ciudades / Alfredo Cilento-Sarli / Boletín 58: 26-34

Nota técnica que analiza las megatendencias globales que marcarán el urbanismo y las ciudades en el futuro cercano, incluyendo la digitalización, la movilidad sostenible, el cambio climático, la resiliencia urbana y la participación ciudadana. El autor reflexiona sobre cómo estas tendencias afectarán la planificación, el diseño y la gestión de las ciudades, y propone estrategias para adaptarse a estos cambios y construir ciudades más habitables, equitativas y sostenibles. **Áreas temáticas:** Urbanismo, Planificación Urbana.

Detección de inundaciones en cuevas con el uso de sensores de temperatura: Caso Sumidero Los Cantos (Zu.70), Cuenca del Río Socuy, estado Zulia, Venezuela / R. Carreño, F. Urbani P. y J. Astort / Boletín 58: 35-44

Nota técnica que presenta un estudio sobre la detección de inundaciones en cuevas utilizando sensores de temperatura, aplicado al caso del Sumidero Los Cantos (Zu.70) en la cuenca del río Socuy, estado Zulia. Los autores describen la metodología empleada, los resultados obtenidos y las implicaciones para el monitoreo hidrológico y la gestión de recursos hídricos en sistemas kársticos. **Áreas temáticas:** Hidrología, Espeleología.

Hans Kugler (1893-1986) / Iván Baritto / Boletín 58: 45-77

Nota técnica basada en estudio biográfico sobre Hans Kugler (1893-1986), destacado geólogo suizo que realizó importantes contribuciones a la geología de Venezuela, particularmente en la exploración petrolera en la Cuenca de Maracaibo y en el estudio de la geología de la Cordillera de la Costa. El autor documenta su trayectoria, su formación en Suiza, su llegada a Venezuela en la década de 1920 y su legado en la geología nacional. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología.

Patrick Meurant (1952 - 2023) / Eduardo Yánez M / Boletín 58: 78-79

Nota biográfica sobre Patrick Meurant (1952-2023), geólogo belga que trabajó extensamente en Venezuela, especialmente en el estudio de los depósitos de bauxita en el Escudo de Guayana y en la geología económica. El autor destaca su trayectoria profesional, sus contribuciones a la exploración de recursos minerales y su legado en el campo de la geología venezolana. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología y la Minería.

Nada Vunjak (1922-1966) / Franco Urbani Patat / Boletín 58: 80-89

Nota biográfica sobre Nada Vunjak (1922-1966), geóloga de origen yugoslavo que trabajó en Venezuela en el Ministerio de Minas e Hidrocarburos y realizó importantes contribuciones al estudio de la geología de la región de Guayana y a la cartografía geológica del país. El autor destaca su trayectoria y su legado en la geología venezolana. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología.

Una experiencia en ordenamiento territorial a escala de gestión. Plan de ordenamiento local predio Cantilote / Cathy Villalba, Eduardo Cudisevich, Marco Colmenares y Natalia Díaz Peña / Boletín 59: 8-25

Artículo que presenta el desarrollo de un Plan de Ordenamiento Local (PLO) para el predio Cantilote (900 ha), ubicado dentro de la Zona Protectora de la cuenca alta y media del río Pao, en los estados Carabobo y Cojedes, que cuenta con un Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU). Los autores, ante el nivel de abstracción del PORU que no permite establecer la localización precisa de los usos permitidos y restringidos, desarrollan una metodología que reinterpreta a mayor detalle las condiciones físico-naturales y de intervención de los terrenos utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica. El estudio incluye la elaboración de mapas de unidades homogéneas, el análisis de presión antrópica, la evaluación de las condiciones de ordenamiento y limitaciones legales, y la propuesta de una zonificación detallada con asignación de usos (agrícola, forestal, residencial rural, científico, protección ambiental) para 18 sectores delimitados, lo que constituye un aporte metodológico para la gestión del territorio a escala de predio en áreas bajo regímenes especiales de uso. **Áreas temáticas:** Ordenamiento Territorial, Gestión Ambiental y Sistemas de Información Geográfica.

Marco conceptual de políticas y lineamientos para promover la educación en línea en escenarios de desigualdad / Fabio Capra-Ribeiro / Boletín 59: 26-40

Artículo que propone un marco conceptual de políticas y lineamientos para promover la educación en línea en escenarios de desigualdad, analizando los desafíos y oportunidades que plantea la educación a distancia en contextos de brecha digital, pobreza y exclusión social. El autor examina las experiencias internacionales y las condiciones específicas de Venezuela, y propone un conjunto de directrices para diseñar e implementar políticas educativas que garanticen el acceso, la calidad y la equidad en la educación en línea, considerando las limitaciones de infraestructura, conectividad y capacitación docente, con el objetivo de reducir las brechas educativas y promover la inclusión digital. **Áreas temáticas:** Educación, Tecnología y Políticas Públicas.

Manejo de las aguas residuales en el Parque Nacional Laguna de Canaima, Estado Bolívar, Venezuela / Carlos Espinosa, Jorge Rodríguez, Stefanoy Ramírez y Alfonso Rincón / Boletín 59: 41-64

Artículo que aborda la problemática del manejo de las aguas residuales en el Parque Nacional Laguna de Canaima, estado Bolívar, un área de gran importancia ecológica y turística. Los autores diagnostican la situación actual de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las zonas de uso público del parque, evaluando su eficiencia, los impactos ambientales y los riesgos para la salud, y proponen soluciones técnicas y de gestión para mejorar el saneamiento, proteger la calidad del agua y conservar los ecosistemas acuáticos del parque. **Áreas temáticas:** Ingeniería Ambiental, Saneamiento y Conservación de Áreas Protegidas.

La energía del sismo y los daños a las obras / Heriberto Echezuría / Boletín 59: 65-85

Artículo que analiza la relación entre la energía liberada por un sismo y los daños que puede ocasionar en las obras de infraestructura, profundizando en el concepto de energía sísmica y su influencia en la respuesta de las estructuras. El autor examina cómo la energía del movimiento sísmico, más allá de la aceleración pico, es un factor determinante en el nivel de daño y colapso de edificaciones, puentes y otras obras civiles, y propone criterios para su consideración en el diseño sismorresistente y la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. **Áreas temáticas:** Sismogeotecnia, Ingeniería Sísmica, Estructuras.

Las minas de oro de Petaquire y altos Mirandinos desde el siglo XVI / Iván Baritto y Franco Urbani Patat / Boletín 59: 86-115

Artículo de investigación histórica y geológica sobre las minas de oro de Petaquire y Altos Mirandinos, en la región central de Venezuela, cuya explotación se remonta al siglo XVI. Los autores documentan la historia de la minería aurífera en esta zona, desde la época colonial hasta las exploraciones modernas, describiendo las características geológicas de los yacimientos, las técnicas de extracción empleadas a lo largo del tiempo y la importancia económica y social de esta actividad minera en el desarrollo de la región. **Áreas temáticas:** Historia de la Minería y Geología Económica.

Capacidad, aptitud y vocación de la tierra en Venezuela / Juan Comerma / Boletín 59: 116-119

Nota técnica que analiza los conceptos de capacidad, aptitud y vocación de la tierra para el uso agrícola y forestal en Venezuela, diferenciando estos términos y discutiendo su aplicación en la planificación del uso del suelo y la ordenación territorial. El autor ofrece una reflexión sobre la importancia de estos conceptos para la gestión sostenible de los recursos naturales y el desarrollo rural. **Áreas temáticas:** Edafología, Ordenación del Territorio.

Louis Martin Robert Rutten (1884-1946) / Johny Edgar Casas / Boletín 59: 120-138

Nota biográfica sobre Louis Martin Robert Rutten (1884-1946), destacado geólogo y paleontólogo holandés que realizó importantes contribuciones a la geología de Venezuela en las décadas de 1920 y 1930. El autor documenta su trayectoria académica, sus exploraciones en el país, sus estudios sobre la geología de la Cordillera de la Costa y la Cuenca de Maracaibo, y su legado en el conocimiento de la estratigrafía y

la paleontología venezolana. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología.

Norman Edward Weisbord (1901-1990) / Johny Edgar Casas / Boletín 59: 139-145

Nota biográfica sobre Norman Edward Weisbord (1901-1990), geólogo y paleontólogo estadounidense que trabajó extensamente en Venezuela, especialmente en el estudio de la paleontología de invertebrados y la estratigrafía del Terciario en la Cuenca de Maracaibo y la región de Falcón. El autor destaca su trayectoria, sus publicaciones y su contribución al conocimiento de la geología del país. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología.

Diseñando la ciudad moderna: unidades vecinales en la metrópoli El caso de Caracas y la urbanización La California / Lorenzo González Casas / Boletín 60: 182-208

Trabajo de incorporación que analiza el concepto de unidades vecinales como modelo de planificación urbana en la construcción de la ciudad moderna, tomando como caso de estudio la urbanización La California en Caracas. El autor examina los fundamentos teóricos de este modelo, su aplicación en el contexto venezolano, y su influencia en la morfología urbana y la vida social de la metrópoli caraqueña, aportando una reflexión sobre el urbanismo moderno y sus legados. **Áreas temáticas:** Urbanismo, Planificación Urbana.

Líneas de acción para la gestión urbana del agua en el marco de la gestión ambiental urbana / Griselda Ferrara de Giner / Boletín 60: 8-27

Artículo que propone líneas de acción para alcanzar una gestión eficiente y sostenible del agua en el entorno urbano, en el marco del ciclo integral del agua. La autora analiza los fundamentos del marco legal e institucional nacional, el enfoque actualizado de la gestión del agua (línea dura vs. línea blanda), y desarrolla el ciclo integral del agua desde las cuencas productoras y fuentes de captación hasta la potabilización, distribución, drenaje pluvial, saneamiento, depuración y reutilización, para finalmente proponer líneas de acción concretas para una gestión integral que mantenga la calidad del recurso y optimice los servicios de agua potable y saneamiento. **Áreas temáticas:** Gestión del Agua, Ingeniería Ambiental, Urbanismo Sostenible.

Formación Gasparico - una nueva formación volcano-sedimentaria del Cretácico en la isla de Margarita, Venezuela / Jhonny Edgar Casas, Franz Urbani, Franco Urbani Patat, Héctor Pérez-Marchelli y Johnny Salazar / Boletín 60: 28-41

Artículo que presenta la definición y caracterización de la Formación Gasparico, una nueva unidad litoestratigráfica de origen volcano-sedimentario del Cretácico, aflorante en la isla de Margarita, Venezuela. Los autores describen su localización, composición litológica, edad, relaciones estratigráficas y su importancia para la comprensión de la evolución geológica de la región. **Áreas temáticas:** Geología y Estratigrafía.

El terremoto de Dubrovnik de 1667, Croacia: una relación de sucesos en el archivo de Francisco de Miranda / Iván Baritto / Boletín 60: 42-65

Artículo de investigación histórica que documenta el terremoto de Dubrovnik de 1667, ocurrido en Croacia, a través de una relación de sucesos encontrada en el archivo del prócer venezolano Francisco de Miranda. El autor analiza el documento histórico, su contexto, y la importancia de esta fuente para el estudio de la sismicidad histórica y la circulación de información en la época. **Áreas temáticas:** Historia de la Sismología.

Tales of the twentieth Century: Oil exploration, geological and paleontological laboratories, and the development of palynology / María Antonieta Lorente / Boletín 60: 66-102

Artículo en inglés que narra las historias del siglo XX sobre la exploración petrolera, los laboratorios geológicos y paleontológicos, y el desarrollo de la palinología en Venezuela. La autora documenta la evolución de esta disciplina, su importancia para la industria petrolera, y el papel de los científicos y laboratorios en el avance del conocimiento geológico y paleontológico del país. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología, Paleontología y la Industria Petrolera.

Adaptación del merey (Anacardium occidentale) a la zona protectora de la cuenca alta y media del río Pao, con fines agroforestales sostenibles. Cantilote, Municipio Libertador, Estado Carabobo / Cathy Villalba, Luis Cedeño, Marco Colmenares y Leonardo Cedeño / Boletín 60: 103-128

Artículo que analiza la adaptación del merey (Anacardium occidentale) en la zona protectora de la cuenca alta y media del río Pao, en el predio Cantilote, estado Carabobo, con fines agroforestales sostenibles. Los autores evalúan las condiciones edafoclimáticas, la viabilidad del cultivo, y su potencial para la diversificación productiva y la conservación ambiental en el marco de las restricciones del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU). **Áreas temáticas:** Agroforestería, Desarrollo Sostenible.

Recomendaciones para el control de huanglongbing (HLB) o enfermedad de los retoños amarillos en plantaciones de cítricos en Venezuela / Edmundo E. Monteverde Soto / Boletín 60: 129-132

Nota técnica que presenta recomendaciones para el control del huanglongbing (HLB) o enfermedad de los retoños amarillos, una grave enfermedad que afecta a las plantaciones de cítricos en Venezuela. El autor describe la enfermedad, su agente causal, los vectores, y propone un conjunto de

medidas integradas para su manejo y control. **Áreas temáticas:** Fitopatología y Agricultura.

Conservación ambiental y desarrollo sostenible / Edilberto Guevara Pérez / Boletín 60: 133-140

Nota técnica que reflexiona sobre la relación entre la conservación ambiental y el desarrollo sostenible, analizando los principios, desafíos y estrategias para armonizar el desarrollo económico con la protección del ambiente. **Áreas temáticas:** Desarrollo Sostenible, Conservación Ambiental.

Ely Mencher (1913-1978) A New Yorker geologist and educator in Venezuelan lands / Jhonny Casas y Franco Urbani Patat / Boletín 60: 141-150

Nota biográfica en inglés sobre Ely Mencher (1913-1978), geólogo estadounidense que trabajó extensamente en Venezuela como educador e investigador. Los autores documentan su trayectoria, sus contribuciones a la geología venezolana, su labor como profesor en la Universidad Central de Venezuela y su legado en la formación de geólogos en el país. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología y la Educación.

August Tobler (1872-1929) y sus contribuciones a la micropaleontología de Indonesia, Trinidad y Venezuela / Iván Baritto / Boletín 60: 151-181

Nota biográfica sobre August Tobler (1872-1929), paleontólogo suizo que realizó importantes contribuciones a la micropaleontología en Indonesia, Trinidad y Venezuela. El autor describe su trayectoria, sus investigaciones sobre foraminíferos y su legado en el conocimiento de la geología y la paleontología del Caribe y América del Sur. **Áreas temáticas:** Historia de la Paleontología y la Micropaleontología.

Publicaciones sobre la Zona Rental Plaza Venezuela de la UCV, 1994-2023 / compilador José Molina / Boletín 61: 179-231

Documento que compila las publicaciones realizadas sobre la Zona Rental Plaza Venezuela de la Universidad Central de Venezuela, un espacio urbano de gran importancia para la vida universitaria y la ciudad de Caracas, durante el período 1994-2023, abarcando estudios, proyectos y reflexiones sobre su planificación, diseño y gestión.

Estudios de las instituciones de investigación del agro en Venezuela / Rafael Dávila, Miguel Padrón y Daniel Vargas/ Boletín 61: 232-236

Documento que presenta un estudio sobre las instituciones de investigación del agro en Venezuela, analizando su estructura, capacidades, líneas de investigación y su contribución al desarrollo agrícola y rural del país.

Evaluación rápida de daños en edificaciones / Oscar Andrés López Sánchez, Gustavo Coronel D., Carmen Ginés, Félix Fierro, Ángelo Marinilli y Alfredo Urich / Boletín 61: 8-31

Artículo que presenta una metodología completa para la evaluación rápida de edificaciones dañadas por eventos socio-naturales o tecnológicos (terremotos, incendios, inundaciones, explosiones, deslizamientos). La metodología, diseñada para ser aplicada por inspectores certificados, consiste en una inspección de corta duración que permite tomar decisiones sobre la seguridad estructural y definir el grado de habitabilidad o uso, clasificando el acceso como permitido (etiqueta verde), restringido (etiqueta amarilla) o no permitido (etiqueta roja). El trabajo incluye cuatro documentos: una planilla de captación de datos con un manual de campo, las etiquetas de acceso, un manual de entrenamiento con material gráfico para la correcta calificación de daños en elementos estructurales (columnas, vigas, muros, juntas, estructuras de acero y mampostería) y no estructurales, y un ejemplo de aplicación en el Hotel Macuto Sheraton tras el sismo de Caracas de 1967, que ilustra el proceso de inspección y toma de decisiones. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural, Gestión del Riesgo y Evaluación de Daños.

Campo La Concepción, Estado Zulia: Un siglo de historia petrolera / Jesús S. Porras M. y Vinicio Díaz Añez / Boletín 61: 32-50

Artículo de investigación histórica que documenta un siglo de historia petrolera del Campo La Concepción, ubicado en el estado Zulia, uno de los campos más emblemáticos y productivos de la industria petrolera venezolana. Los autores recorren su historia desde los primeros descubrimientos y su desarrollo, hasta su declive y su legado en la región, destacando la importancia de este campo en la economía y la vida social de la zona. **Áreas temáticas:** Historia de la Industria Petrolera.

Utilización de lodos residuales de cervecería como acondicionadores de suelos / Oswaldo Luque Mirabal / Boletín 61: 51-60

Artículo que analiza la utilización de los lodos residuales generados por la industria cervecera como acondicionadores de suelos para fines agrícolas. El autor evalúa las propiedades de estos lodos, su efecto en la fertilidad del suelo, y su potencial como una alternativa sostenible para el manejo de residuos y la mejora de la productividad agrícola. **Áreas temáticas:** Gestión de Residuos, Agricultura, Sostenibilidad.

Los drones: presente y futuro en la ingeniería / Rafael Reyes Madriz / Boletín 61: 61-77

Artículo que explora el uso de los drones (vehículos aéreos no tripulados) en el campo de la ingeniería, analizando sus aplicaciones actuales en la topografía, la inspección de infraestructuras, la agricultura de precisión, el monitoreo

ambiental y la gestión de desastres, así como las tendencias y el potencial futuro de esta tecnología en la profesión. **Áreas temáticas:** Tecnología, Infraestructura, Topografía.

Posibilidades y tecnologías para la mitigación y adaptación de las infraestructuras a los efectos del cambio climático / Carlos Rodríguez Álvarez / Boletín 61: 78-110

Artículo que examina las posibilidades y tecnologías disponibles para la mitigación y adaptación de las infraestructuras a los efectos del cambio climático, analizando los impactos esperados (aumento del nivel del mar, eventos climáticos extremos, cambios en los patrones de precipitación) y proponiendo estrategias de diseño, construcción y mantenimiento para aumentar la resiliencia de las obras civiles. **Áreas temáticas:** Cambio Climático, Infraestructura.

The worst years of our lives started with: apocalypse 536 ad. Terrestrial and extraterrestrial causes / Jhonny Edgar Casas / Boletín 61: 111-116

Nota técnica en inglés que analiza las causas terrestres y extraterrestres del "apocalipsis" del año 536 d.C., un período de enfriamiento global, malas cosechas y hambrunas documentado en fuentes históricas, explorando las hipótesis de erupciones volcánicas y posibles impactos de cometas o asteroides. **Áreas temáticas:** Historia de la ingeniería y Cambio Climático.

Los inicios de la fotogeología en el mundo y en Venezuela. Contribuciones de Karl Rohr (1895-1995) / Iván Baritto / Boletín 61: 117-149

Nota biográfica e histórica sobre los inicios de la fotogeología en el mundo y en Venezuela, destacando las contribuciones del geólogo Karl Rohr (1895-1995), pionero en la aplicación de la fotogeología para la exploración petrolera y el estudio geológico en Venezuela. El autor documenta la evolución de esta técnica, su importancia para la industria y el legado de Rohr en el país. Áreas temáticas: Historia de la Geología y la Fotogeología.

Tipología de las evaluaciones de impacto ambiental / Joaquín Benítez Maal / Boletín 62: 228-262

Trabajo de incorporación que presenta una tipología de las evaluaciones de impacto ambiental (EIA), analizando los diferentes enfoques, metodologías y herramientas utilizadas en la gestión ambiental de proyectos. El autor clasifica las EIA según su alcance, temporalidad y objetivos, y discute su importancia para la toma de decisiones y el desarrollo sostenible, ofreciendo un marco conceptual para la aplicación de esta herramienta en el contexto venezolano. **Áreas temáticas:** Gestión Ambiental, Impacto Ambiental.

El Fradiear, un mecanismo internacional de las facultades de ciencias agrarias y afines de la región andina. En el marco de la cooperación e integración / Rafael Isidro Quevedo Camacho / Boletín 62: 263-309

Trabajo de incorporación que analiza El Fradiear (Foro Regional Andino para el Desarrollo Integral de las Ciencias Agrarias y Afines), un mecanismo de cooperación e integración de las facultades de ciencias agrarias y afines de la región andina. El autor examina los objetivos, la estructura, las actividades y los logros de este foro, destacando su importancia para la articulación de las instituciones de educación superior, la investigación y el desarrollo agrícola en la región. **Áreas temáticas:** Educación Superior, Desarrollo Agrícola.

Identificación de anomalías radiactivas en yacimientos del subsuelo de la faja petrolífera del Orinoco, Venezuela / Iván Baritto y Zureisy Marín / Boletín 62: 8-35

Artículo que presenta la identificación, análisis e interpretación de anomalías radiactivas (torio >25 ppm) en yacimientos de la Faja Petrolífera del Orinoco, detectadas en registros espectrales y geoquímicos de pozos en los bloques Boyacá, Junín y Ayacucho. Los autores demuestran que estas anomalías, que afectan los registros de rayos gamma totales y enmascaran las arenas contentivas de petróleo, son generadas por el mineral pesado monacita (fosfato de tierras raras), proveniente de rocas félsicas y graníticas del Escudo de Guayana (Provincia de Cuchivero y Complejo de Imataca). El estudio revela que la anomalía de torio/gadolinio (Th/Gd) es diacrónica en el tiempo, apareciendo desde el Cretácico hasta el Mioceno Temprano, por lo que no debe ser utilizada como un marcador cronoestratigráfico (K/Pg) en el área. Se infiere que la configuración actual del río Orinoco se produjo posterior al Mioceno Temprano, y se destaca la importancia de considerar estas anomalías en los cálculos de reservas y las estrategias de explotación. **Áreas temáticas:** Geología, Geoquímica, Exploración Petrolera.

Agricultura Venezolana del futuro. Una aproximación / José Raúl Alegrett Ruiz / Boletín 62: 36-68

Artículo que ofrece una aproximación a la agricultura venezolana del futuro, analizando los desafíos, las oportunidades y las tendencias que marcarán el desarrollo del sector agroalimentario en las próximas décadas. El autor examina factores como la innovación tecnológica, la sostenibilidad, la seguridad alimentaria, el cambio climático y las políticas públicas, y propone estrategias para transformar la agricultura venezolana hacia un modelo más productivo, eficiente y resiliente. **Áreas temáticas:** Agricultura, Desarrollo Rural y Seguridad Alimentaria.

An approach for water quality restoration by applying In Situ (Phytoremediation using Vetiveria zizanioides) and Ex Situ (Coupled bioreactors) bioremediation techniques for the removal of eutrophic conditions and organochlorine pesticides in rivers of Carabobo and

Aragua states, Venezuela / Adriana Márquez-Romance, Edilberto Guevara, Alejandro Méndez, José Luis Gutiérrez y María Gabriela Ocanto / Boletín 62: 69-83

Artículo que presenta un enfoque para la restauración de la calidad del agua mediante la aplicación de técnicas de biorremediación in situ (fitorremediación con Vetiveria zizanioides) y ex situ (bioreactores acoplados), para la remoción de condiciones eutróficas y plaguicidas organoclorados en ríos de los estados Carabobo y Aragua, Venezuela. Los autores evalúan la eficiencia de estas técnicas en la reducción de nutrientes y contaminantes, proponiendo una estrategia integral para la recuperación de ecosistemas acuáticos degradados. **Áreas temáticas:** Ingeniería Ambiental, Biorremediación, Recursos Hídricos.

In situ and ex situ bioremediation proposal for aquifer contaminated / Adriana Márquez-Romance, Edilberto Guevara, Alejandro Méndez, José Luis Gutiérrez y María Gabriela Ocanto / Boletín 62: 84-100

Artículo que presenta una propuesta de biorremediación in situ y ex situ para un acuífero contaminado, diseñando estrategias para la remoción de contaminantes utilizando técnicas biológicas y evaluando su viabilidad técnica y ambiental. **Áreas temáticas:** Ingeniería Ambiental, Biorremediación y Recursos Hídricos.

Caracterización de un conjunto de fincas ganaderas en Venezuela / Gustavo Nouel Borges / Boletín 62: 101-120

Nota técnica que presenta la caracterización de un conjunto de fincas ganaderas en Venezuela, analizando variables productivas, reproductivas, sanitarias, de manejo y de infraestructura, con el objetivo de diagnosticar la situación del sector y proponer mejoras para aumentar la productividad y sostenibilidad de la ganadería nacional. **Áreas temáticas:** Producción Animal, Desarrollo Rural.

El pensamiento geológico de Leonardo da Vinci / Jhonny Edgar Casas / Boletín 62: 121-139

Nota biográfica que analiza el pensamiento geológico de Leonardo da Vinci (1452-1519), destacando sus observaciones, escritos y dibujos sobre temas como la formación de montañas, fósiles, estratos y el ciclo del agua, que lo convierten en un precursor de la geología moderna. El autor examina sus contribuciones al conocimiento de la Tierra y su legado en la historia de la ciencia. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología.

Reclus Roca Vila (1928-2024), un ingeniero civil especializado en Dinámica de Fluidos y graduado en Arquitectura / José G. Álvarez-Cornett / Boletín 62: 140-160

Nota biográfica sobre el ingeniero Reclus Roca Vila (1928-2024), destacado profesional venezolano de origen catalán, especializado en Dinámica de Fluidos y también graduado en Arquitectura. El autor documenta su trayectoria académica y profesional, sus contribuciones a la ingeniería hidráulica y a la arquitectura en Venezuela, y su legado en la docencia y la investigación. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería y la Arquitectura.

Mejoras a la circulación de la Avenida Libertador entre Chacao y el Distribuidor Altamira, Caracas / Riad Bujana Saldivia / Boletín 63: 214-253

Opinión técnica del Acad. Riad Bujana Saldivia en la que analiza en detalle los problemas de circulación en el tramo de la Avenida Libertador entre Chacao y el Distribuidor Altamira en Caracas, identificando las causas de la congestión, los conflictos viales y las deficiencias en el diseño. El autor propone un conjunto de mejoras específicas, como la reconfiguración de intersecciones, la optimización de semáforos, la creación de carriles exclusivos para el transporte público y la mejora de la señalización, con el objetivo de aumentar la capacidad vial, reducir los tiempos de viaje y mejorar la seguridad de conductores y peatones. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Transporte, Movilidad Urbana.

Moisés, las diez plagas de Egipto, cruce del mar rojo y su analogía con el actual cambio climático / Roque García Ruiz / Boletín 63: 254-264

Opinión del invitado Roque García Ruiz que establece una analogía entre el relato bíblico de las diez plagas de Egipto y el cruce del Mar Rojo con los fenómenos del cambio climático actual, explorando las similitudes entre los eventos narrados y los impactos observados en el clima, la agricultura, la salud y la sociedad, y reflexionando sobre las lecciones que pueden extraerse para la adaptación y la mitigación del cambio climático. **Áreas temáticas:** Cambio Climático, geomorfología, Reflexión Histórica.

Entrevista radial sobre "¿cómo actuar en caso de un sismo?" / Noel Mariño Pardo / Boletín 63: 208-213

Opinión reflejada en el resumen de una entrevista radial concedida por el Acad. Noel Mariño Pardo, en la que se ofrecen recomendaciones prácticas sobre cómo actuar antes, durante y después de un sismo, con el objetivo de educar a la población sobre las medidas de prevención, autoprotección y respuesta ante eventos sísmicos, y promover una cultura de gestión del riesgo en Venezuela.

Lineamientos para el ordenamiento urbano de la ciudad venezolana a partir del espacio público / Maritza Rangel Mora, Alberto Pérez Maldonado y Viviana Moreno Troconis / Boletín 63: 8-23

Artículo que formula un cuerpo de lineamientos para el ordenamiento urbanístico de las ciudades venezolanas, partiendo de la premisa de que el espacio público, entendido como una esfera física, social, cultural y ambiental, debe ser el

elemento motriz de la planificación urbana. Con base en más de 25 años de investigación documental y de campo, las autoras diagnostican la precaria situación de los espacios públicos en el país, caracterizada por su escasez, mala calidad, falta de conectividad y exclusión social, y proponen la consolidación de una red de espacios públicos (REP) y el desarrollo de una infraestructura verde urbana como herramientas para estructurar la ciudad, mejorar la movilidad, la accesibilidad y la seguridad, fomentar la vida ciudadana y la identidad, y enfrentar los efectos del cambio climático. El artículo incluye una tipología detallada de los espacios públicos, la definición de los elementos de la REP (interfases, nuevas naturalezas y ejes estructurantes) y las unidades de la infraestructura verde (espacios naturales, parques, linealidades verdes, jardines privados y verde arquitectónico), con ejemplos de aplicación en la ciudad de Mérida. **Áreas temáticas:** Urbanismo, Ordenamiento Territorial.

An approach for evaluating municipal model for providing drinking water and sanitation services / Kerlyn Lugo-Piña, Adriana Márquez-Romance, Edilberto Guevara, Yorman Peraza y José Luis Gutiérrez / Boletín 63: 24-52

Artículo que presenta un enfoque metodológico para evaluar el desempeño de los modelos municipales de prestación de servicios de agua potable y saneamiento, con el objetivo de mejorar la gestión, la gobernanza y la sostenibilidad del servicio a nivel local. Los autores desarrollan un conjunto de indicadores que abarcan dimensiones técnicas, financieras, operativas, de cobertura, calidad y participación ciudadana, y proponen un procedimiento para su aplicación que permite diagnosticar fortalezas y debilidades, identificar áreas de mejora y orientar la toma de decisiones hacia modelos más eficientes y equitativos, en el contexto de la crisis del servicio en Venezuela. **Áreas temáticas:** Ingeniería Sanitaria, Gestión del Agua, Servicios Públicos y Gobernanza.

Análisis del comportamiento en desplazamientos no motorizados en las ciudades según la disponibilidad de espacio verde urbano / Wilmer Bueno-Silva y Luis Soto-Cerda / Boletín 63: 53-63

Artículo que investiga la relación entre la disponibilidad de espacios verdes urbanos y el comportamiento de los desplazamientos no motorizados (peatones y ciclistas), analizando cómo la presencia de áreas verdes influye en la movilidad activa, la calidad del espacio público y la salud urbana. Los autores proponen estrategias para fomentar el uso de modos de transporte sostenibles a través de un diseño urbano que integre la vegetación y promueva la conectividad peatonal y ciclista. **Áreas temáticas:** Movilidad Urbana, Espacio Público, Sostenibilidad.

Reflexiones de la cosecha de agua de lluvia basado en un estudio de caso como alternativa a la crisis de suministro de agua / Henry Blanco, María Virginia Najul, Griselda Ferrara de Giner y Rebeca Sánchez / Boletín 63: 64-72

Artículo que presenta un análisis crítico de la cosecha de agua de lluvia como una alternativa viable para hacer frente a la crisis de suministro de agua en Venezuela, basado en un estudio de caso que evalúa la viabilidad técnica, económica y social de esta práctica en un contexto urbano o rural. Los autores discuten los beneficios potenciales en términos de seguridad hídrica, reducción de la dependencia de fuentes centralizadas y mitigación de inundaciones, así como los desafíos relacionados con la calidad del agua, la infraestructura de almacenamiento y la aceptación social. **Áreas temáticas:** Ingeniería Sanitaria, Recursos Hídricos, Gestión del Agua.

Factibilidad ambiental de las opciones de ruta del ferrocarril Cagua, San Juan de Los Morros. categoría ingeniería y costos / Keissy Díaz y Kélika González / Boletín 63: 73-81

Artículo que evalúa la factibilidad ambiental de las diferentes opciones de ruta para el proyecto ferroviario entre Cagua y San Juan de los Morros, analizando los impactos ambientales potenciales, los costos de ingeniería y las implicaciones técnicas de cada alternativa. Los autores proponen criterios para la selección de la ruta más viable desde el punto de vista ambiental y económico, considerando la minimización de la afectación a ecosistemas, la optimización de los costos de construcción y la integración con el territorio. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Transporte, Evaluación Ambiental y Planificación Territorial.

Propuesta de curva carga–asiento no lineal para cimentación de estructuras mediante losa pilotada / Alejandro Camargo, Francisco León Oviedo y Norly Belandria / Boletín 63: 82-93

Artículo que propone un modelo de curva carga-asiento no lineal para el análisis y diseño de cimentaciones mediante losa pilotada, considerando la interacción compleja entre el suelo, la losa y los pilotes. Los autores desarrollan un enfoque que permite predecir de manera más precisa los asentamientos de este tipo de cimentaciones bajo cargas variables, mejorando la seguridad y la optimización del diseño estructural en comparación con métodos lineales simplificados. **Áreas temáticas:** Ingeniería Geotécnica, Cimentaciones y Mecánica de Suelos.

Wolfgang Alejandro Lorenz Fabián (1926-2017). La vida de un geólogo, para ser recordada / Jhonny Edgar Casas y Franco Urbani Patat / Boletín 63: 94-112

Nota biográfica sobre el geólogo Wolfgang Alejandro Lorenz Fabián (1926-2017), destacando su trayectoria profesional en Venezuela, sus contribuciones a la geología, su labor como docente e investigador, y su legado en el estudio de la geología del país. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología.

James W. Parkinson - el geólogo que describió el "mal de Parkinson" / Jhonny Edgar Casas / Boletín 63: 113-125

Nota biográfica sobre James W. Parkinson, el geólogo que describió el "mal de Parkinson", explorando su vida, su obra y sus contribuciones a la medicina y a la geología. **Áreas temáticas:** Historia de la Medicina y la Geología.

Cenizas Volcánicas sobre Venezuela: antecedentes, afectaciones, factores de riesgos y prevención / Noel Mariño Pardo / Boletín 64: 249-258

Opinión del Acad. Noel Mariño Pardo en la que analiza el fenómeno de las cenizas volcánicas sobre Venezuela, revisando los antecedentes históricos, las afectaciones a la salud, la infraestructura y el ambiente, los factores de riesgo y las medidas de prevención y mitigación, ofreciendo recomendaciones para la gestión de este tipo de eventos.

Determinación de la probabilidad de falla en taludes rocosos considerando rotura plana / Roberto Ucar Navarro / Boletín 64: 11-23

Artículo que analiza y compara tres métodos diferentes para determinar la probabilidad de falla en taludes de macizos rocosos bajo el modelo de rotura plana. El autor desarrolla las expresiones para calcular el factor de seguridad utilizando el criterio de Mohr-Coulomb, considerando las fuerzas actuantes (peso, sísmicas, presiones intersticiales y sobrecarga), y presenta un ejemplo de aplicación. Los métodos analizados incluyen el procedimiento recomendado por Duncan y colaboradores (1999) basado en la serie de Taylor y una distribución lognormal, el método aproximado de los segundos momentos con la serie de expansión de Taylor de Baecher y Christian (2003), y la técnica de simulación de Monte Carlo asistida por el programa Crystal Ball. Los resultados obtenidos mediante los tres métodos son muy semejantes, con índices de confiabilidad y probabilidades de falla cercanos, destacando la simplicidad y eficacia del método de Duncan para aplicaciones prácticas en ingeniería geotécnica. **Áreas temáticas:** Geotecnia, Mecánica de Rocas, Ingeniería de Confiabilidad.

Evaluación estructural de los muros de la iglesia Inmaculada Concepción, de Pueblo Nuevo, municipio Falcón, estado Falcón / José L. Morillo, Víctor Piñero y Fernando Valle / Boletín 64: 24-31

Artículo que presenta la evaluación estructural de los muros de mampostería de piedra de la iglesia Inmaculada Concepción, un monumento histórico ubicado en Pueblo Nuevo, Península de Paraguaná, estado Falcón. Los autores realizan un modelado bidimensional mediante elementos finitos y aplican un análisis dinámico lineal espectral de tres grados de libertad para determinar las solicitaciones sísmicas según la norma COVENIN 1756-2019. Los resultados indican que la acción de un sismo de diseño podría ocasionar colapsos parciales o totales, comprometiendo la mayor parte de la edificación, por lo que concluyen que se debe realizar un reforzamiento estructural de los muros y pilastras para aumentar la rigidez en la dirección del sismo transversal y garantizar la seguridad de esta obra patrimonial. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural, Patrimonio Histórico, Sismorresistencia.

Una estrategia de implementación de metodología BIM en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción / Luis José Carrillo, Luis Sánchez, Yosmar González, Jesús Pérez, José Ramírez, Daniel Carrillo, María Carrillo, Gabriela Hernández y Francisco Hernández / Boletín 64: 32-37

Artículo que plantea una estrategia práctica para la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción, un sector que enfrenta barreras para adoptar esta tecnología debido a costos, curvas de aprendizaje y falta de personal calificado. La estrategia contempla tres objetivos clave: acelerar el proceso de aprendizaje de los profesionales a partir de la práctica directa, comenzar la adopción de la metodología en empresas de menor escala y mejorar el rendimiento de los equipos de trabajo sin comprometer significativamente su estructura de costos. **Áreas temáticas:** Ingeniería de la Construcción, Tecnología, Gestión Empresarial.

Rehabilitación de la Presa Turimiquire. Historia reciente y propuesta de reparación / Pascual Perazzo / Boletín 64: 38-48

Artículo que presenta la historia reciente de la presa Turimiquire, una estructura de enrocado con cara de concreto de 113 m de altura y 480 m de largo, ubicada en el estado Anzoátegui, que ha presentado filtraciones desde su puesta en funcionamiento en 1989, con fugas detectables que han alcanzado valores máximos superiores a los 4.000 l/s, rebasando los límites de seguridad según la opinión de expertos. El autor explica las diferentes etapas de intervención realizadas en la presa, analiza la situación actual y propone una solución conceptual para su reparación definitiva, abordando los desafíos técnicos y de seguridad que implica la rehabilitación de una obra de esta magnitud. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica, Seguridad de Presas, Rehabilitación de Infraestructura.

Capacidad estructural a compresión de pilotes perforados con Eurocódigos y ACI 318, y comparación con otras normativas disponibles / Álvaro Villarino Redondo, Jorge Cañizal, Miguel Ángel Fernández y Héctor García / Boletín 64: 49-58

Artículo que analiza la capacidad estructural a compresión de pilotes perforados según los Eurocódigos y la norma ACI 318, comparando los resultados con otras normativas disponibles. Los autores evalúan los criterios de diseño, los factores de seguridad y las metodologías de cálculo, encontrando que los esfuerzos admisibles basados en el concepto de "tope estructural" utilizado en España en las últimas décadas resultan conservadores en comparación con el criterio de "resistencias admisibles" de la norma ACI 318-19. Asimismo, determinan que las resistencias axiales últimas

calculadas con la norma ACI 318-19 son conservadoras en comparación con las obtenidas mediante el Eurocódigo, lo que tiene implicaciones importantes para el diseño y la optimización de cimentaciones profundas. **Áreas temáticas:** Ingeniería Geotécnica, Cimentaciones y Normativa Técnica.

Jerarquización del riesgo en tramos de la Línea Vital Vial de montaña del municipio El Jarillo del estado Miranda, mediante la evaluación de la exposición ante escenarios potencialmente destructivos / Miguel Ángel Morales Collazos, Omar Guerrero, Patxo Viscarret, Luis Yegres, Jelime Aray, Jesús Ávila, Milgreya Cerrada y Omar A. Guerrero-Camargo / Boletín 64: 59-72

Artículo que presenta un estudio de jerarquización del riesgo en tramos de la Línea Vital Vial de montaña en el municipio El Jarillo, estado Miranda, evaluando la exposición ante escenarios potencialmente destructivos como deslizamientos, caídas de rocas e inundaciones. A partir de la caracterización geológica, geomorfológica, hidrológica y geotécnica del sector, y de la evaluación de la situación actual de daños en la infraestructura vial, los autores analizan la susceptibilidad del sistema vial y jerarquizan los tramos según su nivel de riesgo. Los resultados del estudio proporcionan una base fundamental para la implantación planificada de medidas de mitigación, requeridas para garantizar la operatividad del sistema vial ante posibles eventos catastróficos, contribuyendo a la gestión del riesgo y la planificación territorial en zonas de montaña. **Áreas temáticas:** Gestión del Riesgo de Desastres, Infraestructura Vial, Geotecnia.

Conectividad de calidad para disrupción digital, 2019-2023, Procesamiento de Lenguaje Natural –PLN- y propuesta para el sector telecomunicaciones e informática –t+i- / Alfredo Avella Guevara / Boletín 64: 87-151

Trabajo de incorporación que analiza la conectividad de calidad como un elemento fundamental para la disrupción digital, abordando el procesamiento del lenguaje natural (PLN) y proponiendo mejoras para el sector de telecomunicaciones e informática en Venezuela. El autor examina las tecnologías y metodologías del PLN, su aplicación en la gestión de redes y servicios, y su potencial para optimizar la comunicación y la toma de decisiones, ofreciendo un marco para la modernización del sector y la mejora de la conectividad en el país. **Áreas temáticas:** Telecomunicaciones, Informática.

Bioética y biopolítica en ciudades sostenibles y resilientes. Una propuesta de indicadores de sostenibilidad ambiental urbana para Venezuela / Loraine Mayrim Giraud Herrera / Boletín 64: 152-223

Trabajo de incorporación que explora la intersección entre la bioética, la biopolítica y la construcción de ciudades sostenibles y resilientes, proponiendo un conjunto de indicadores de sostenibilidad ambiental urbana adaptados a la realidad venezolana. La autora analiza los fundamentos éticos y políticos de la planificación urbana, discute la importancia de la participación ciudadana y la gobernanza, y ofrece una herramienta metodológica para evaluar y monitorear el desempeño ambiental de las ciudades, con el objetivo de orientar políticas públicas hacia un desarrollo urbano más equitativo y sostenible. **Áreas temáticas:** Urbanismo, Sostenibilidad Ambiental.

Cambio climático, transición energética y desarrollo sostenible (características, impactos y proyecciones) / Griselda Ferrara de Giner / Boletín 65: 228-236

Opinión de la Acad. Griselda Ferrara de Giner en la que analiza las características del cambio climático, la transición energética y el desarrollo sostenible, evaluando los impactos y las proyecciones para Venezuela y el mundo, y destacando la necesidad de acciones urgentes para la mitigación y la adaptación.

Reflexiones sobre cómo enfrentar algunos de los problemas ambientales de Venezuela / Rafael J. Bermúdez / Boletín 65: 237-239

Opinión del invitado Rafael J. Bermúdez en la que reflexiona sobre cómo enfrentar algunos de los problemas ambientales de Venezuela, proponiendo estrategias para la gestión sostenible de los recursos, la conservación de la biodiversidad y la mitigación de la contaminación.

Cuatro reflexiones y siete saberes necesarios para la educación del futuro / Edgar José Jaimes Cárdenas / Boletín 65: 240-243

Opinión del Acad. Edgar José Jaimes Cárdenas en la que presenta cuatro reflexiones y siete saberes necesarios para la educación del futuro, basados en los planteamientos de Edgar Morin, abordando la necesidad de una formación integral, crítica y holística para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

La nueva ley edométrico-continua y sus aplicaciones en el análisis de fundaciones superficiales / Wagdi Naime Yehia / Boletín 65: 142-169

Trabajo de incorporación que presenta el desarrollo y las aplicaciones de la nueva ley edométrico-continua para el análisis de fundaciones superficiales, ofreciendo un marco teórico y metodológico para la estimación de asentamientos y el estado de esfuerzos-deformaciones de suelos debajo de fundaciones superficiales. El autor describe los fundamentos de la ley, su calibración con datos experimentales y su utilidad para el diseño geotécnico, proponiendo una herramienta práctica para ingenieros y técnicos. **Áreas temáticas:** Geotecnia, Mecánica de Suelos.

Complejidad y homogeneidad multivariada, bases termodinámicas / Edgar José Jaimes Cárdenas / Boletín 65: 170-220

Trabajo de incorporación que explora los conceptos de complejidad y homogeneidad multivariada desde una perspectiva termodinámica, analizando las bases físicas y matemáticas de estos fenómenos y su aplicación en la ingeniería y las ciencias de los materiales. **Áreas temáticas:** Termodinámica, Ciencias de los Materiales.

Sistema de fracturamiento termoquímico, aplicado en pruebas de fracturamiento de laboratorio / Miguel Castillo, Miguel Castillejo, Diego Marchán y Harald Stockhausen / Boletín 65: 11-16

Artículo que describe la situación actual de la explotación de yacimientos no convencionales (lutitas petrolíferas y gasíferas) y propone un método de fracturamiento basado en una reacción exotérmica controlada, denominado Sistema de Fracturamiento Termoquímico (SFT), como una alternativa al fracturamiento hidráulico (fracking) que podría mitigar los riesgos ambientales. Los autores presentan los resultados de una prueba de laboratorio realizada sobre un bloque de cemento, demostrando que la reacción termoquímica de sales amoniacales puede alcanzar la presión necesaria (3.123 psi) para fracturar la roca, generando gas nitrógeno, calor y salmuera, y recuperando un 40% del hidrocarburo simulado, con un consumo de agua inferior al 5% del requerido por el fracking convencional. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Petróleo, Tecnología de Fracturamiento.

Implantación del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la Universidad Católica Andrés Bello. UCAB. Campus Montalbán / Henry Blanco, Debbie Méndez, Vicenzo Bonadio, Harry Castellanos, Douglas Sánchez, Karla Zapata, Francisco Velásquez, Alejandra Ayala y Bryan Muñoz / Boletín 65: 17-27

Artículo que presenta la implantación de un programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en el Campus Montalbán de la Universidad Católica Andrés Bello, un proyecto inédito en las universidades venezolanas desarrollado desde 2020 a través de tesis de grado. El programa, que sigue los lineamientos de la OMS y la normativa nacional, comprende 19 puntos de muestreo distribuidos en toda la red de distribución del campus (incluyendo el Parque Social) para la determinación de parámetros físico-químicos (color, turbiedad, pH, cloro residual, hierro, alcalinidad) y bacteriológicos (coliformes totales y fecales, organismos heterótrofos). Se diseñó una infraestructura de casetas de protección para los puntos de captación y una base de datos para el registro histórico, y el programa se ha integrado a la docencia práctica de la carrera de Ingeniería Civil, contribuyendo a la mejora de la calidad del agua y al concepto de campus sustentable. **Áreas temáticas:** Ingeniería Sanitaria, Gestión del Agua, Campus Sustentables.

Aspectos geotécnicos relevantes de los proyectos hidroeléctricos del bajo Caroní / Pascual Perazzo / Boletín 65: 28-35

Artículo que presenta los aspectos geotécnicos más relevantes del diseño y construcción de las presas de tierra y enrocado de los proyectos hidroeléctricos del bajo Caroní, correspondientes a la etapa final de Guri y al proyecto Caruachi. El autor resume las lecciones aprendidas durante el diseño y la construcción, referentes a la preparación de los materiales de relleno, los tratamientos de fundaciones y el potencial de licuación de las arenas superficiales, ofreciendo una valiosa experiencia para futuros proyectos de ingeniería hidráulica. **Áreas temáticas:** Geotecnia, Ingeniería Hidráulica, Proyectos Hidroeléctricos.

Propuesta de mapa geotécnico mediante la integración de estudios de referencia en municipios del estado Zulia / Luis Fuenmayor y Cariana Maury / Boletín 65: 36-46

Artículo que presenta el diseño de un mapa geotécnico integrado para municipios del estado Zulia, basado en los resultados obtenidos de más de 1.125 estudios de exploración geotécnica en la zona. El mapa de carácter referencial abarca propiedades índices, propiedades ingenieriles y capacidades constructivas de los suelos, ofreciendo una herramienta de gran utilidad para la planificación de proyectos de infraestructura y la gestión del territorio en la región. **Áreas temáticas:** Geotecnia, Mapas Geotécnicos.

Crónicas, mudanzas y leyendas del puente colgante sobre el río Cuyuni, en la población de EL Dorado, municipio Sifontes del estado Bolívar / Noel Mariño Pardo / Boletín 65: 47-53

Artículo de investigación histórica que desmiente la creencia popular de que los puentes Juan Vicente Gómez y Libertador fueron diseñados por Gustave Eiffel. El autor establece, a partir de una investigación documental, que el puente Juan Vicente Gómez, inaugurado en 1930 sobre el río Guárico y trasladado en 1956 a la Troncal 10 sobre el río Cuyuní, fue diseñado y prefabricado por la empresa francesa Gaston Leinekugel le Coeq et Fils, en Corréze, y que el puente Libertador sobre el río Torbes tuvo el mismo origen. El artículo narra las crónicas, mudanzas y leyendas de este puente colgante, contribuyendo al conocimiento de la historia de la ingeniería en Venezuela. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería e Infraestructura.

Francisco de Miranda (1750-1816): sus exploraciones espeleológicas en Europa / Iván Baritto / Boletín 65: 54-74

Artículo de investigación histórica que describe las diversas exploraciones espeleológicas realizadas por Francisco de Miranda en localidades de Italia, Grecia, Francia e Inglaterra a partir de 1786, en las que realizó descripciones precisas de la morfología interna de las cavernas. El autor expone las principales características geológicas de estas cavidades y afirma que Miranda fue el primer venezolano en realizar exploraciones espeleológicas fuera del país, tiempo antes de que los naturalistas europeos iniciaran este tipo de

exploraciones en Venezuela a partir de 1799. **Áreas temáticas:** Historia de la Ciencia y Espeleología.

Geomitología: ¿Una conexión entre el diluvio universal, la desaparición de Doggerland y la Atlántida? / Jhonny Edgar Casas / Boletín 65: 75-88

Nota técnica que explora la conexión entre la mitología y los eventos geológicos catastróficos, estableciendo una posible relación entre el diluvio universal, la desaparición de Doggerland (una masa de tierra sumergida en el Mar del Norte) y la leyenda de la Atlántida, analizando las evidencias geológicas y las fuentes históricas. **Áreas temáticas:** Geología, Geomorfología, Mitología e Historia de la ingeniería.

De la revisión y diseño de nueva política de ordenamiento territorial como base para atender la crisis económica y social de Venezuela / Alberto Pérez y Maritza Rangel / Boletín 65: 89-101

Nota técnica que analiza el proceso de ordenación del territorio en Venezuela, destacando aspectos que deben ser revisados y proponiendo acciones para una nueva política de ordenamiento territorial que sirva de base para atender la crisis económica y social del país, abordando la necesidad de una planificación integral, la gestión sostenible de los recursos y la participación ciudadana. **Áreas temáticas:** Ordenamiento Territorial.

Cecilia Martin Franchi (1921-2006), Primera mujer geóloga venezolana / José Antonio Rodríguez Arteaga y Marianto Castro Mora / Boletín 65: 102-109

Nota biográfica sobre Cecilia Martin Franchi (1921-2006), la primera mujer geóloga venezolana, que presenta una síntesis de su intensa actividad geológica desarrollada tanto en Venezuela como a nivel internacional, destacando su trayectoria profesional, sus contribuciones a la geología y su papel como pionera en el campo de las geociencias en el país. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología y Biografía.

Las Fronteras de la Infotecnología "El hombre quántico" / Luis Gilberto Caraballo / Boletín 66: 104-109

Opinión del prospectivista Luis Gilberto Caraballo en la que realiza un recorrido histórico por las fuerzas que han impulsado profundos cambios sociales y humanos, propiciando el surgimiento de una nueva conciencia humana. El autor analiza el grupo de tendencias tecnológicas, sociales, ambientales y humanas que comenzaron a emerger a finales del siglo XX, generando las condiciones para nuevas fuerzas emergentes como la nanotecnología, biotecnología, infotecnología y cognotecnología. Desarrolla la tesis sobre un nuevo estado de conciencia y diserta acerca de hacia dónde nos dirigimos, señalando que uno de los desafíos actuales más importantes es la construcción de un hardware cuántico apropiado.

Gobernabilidad es misericordia para servir / Riad Bujana / Boletín 66: 110-127

Opinión del Acad. Riad Bujana, desarrollada durante los dos últimos años, que se origina considerando las pésimas condiciones de la atención administrativa en Venezuela y la necesidad de una transición, intentando responder cuánto personal se requerirá para cambiar la conducción. El autor hace evidente la necesidad de adiestramiento en todo el país a través de las academias y universidades, de acuerdo a una programación nacional que tardaría dos lustros para equilibrar el tiempo desperdiciado. Se concibe el ofrecimiento de la estimación de los formadores en cada estado y sus municipios, con base en un estudio comparativo de estadísticas de empleo público latinoamericano y del Caribe, que conformó el sistema ideal para lograr las cantidades humanas óptimas que alcanzarán la obligación hacia el adecentamiento de la gobernabilidad.

55 conceptos para sobrevivir al 2025 / Manuel Torres Parra / Boletín 66: 128-132

Opinión del Acad. Manuel Torres Parra que presenta conceptos clave que invitan a reflexionar sobre la complejidad de un futuro interconectado, donde la adaptación y la conciencia serán esenciales. El autor se pregunta si estamos listos para abrazar un futuro que se construye sobre la intersección de la tecnología, la economía y la filosofía, abordando temas de economía y política, tecnología y digitalización, sociedad y cultura, bienestar y sociología, y filosofía y reflexión, ofreciendo una mirada al futuro e invitando a reflexionar sobre nuestras decisiones actuales y su impacto en el mañana.

Diez reflexiones sobre el desastre hidroclimático de Valencia (España) del 29 octubre 2024 / Alejandro Liñayo / Boletín 66: 133-140

Opinión del Acad. Alejandro Liñayo que ofrece diez reflexiones sobre lo acaecido en Valencia, España, y las similitudes y diferencias que dicho desastre pudiera tener con otros escenarios similares. Estas reflexiones prioritarias tienen como objetivo ayudar a entender los hechos ocurridos para actuar mejor ante los futuros desastres hidroclimáticos que, con toda seguridad, la sociedad española deberá enfrentar en el futuro próximo.

La sustentabilidad ambiental venezolana en el año que se fue / Pablo Kaplún y Joaquín Benítez / Boletín 66: 141-144

Opinión del Acad. Joaquín Benítez en entrevista con Pablo Kaplún, a través de una conversación realizada por la sección de Ambiente: situación y retos del semanario Novedades en Ciencia y Tecnología. La entrevista aborda la gestión ambiental en Venezuela, destacando, con base en las principales noticias ambientales del año 2024, que los temas clave son la contaminación por petróleo, mercurio, residuos y efluentes urbanos no tratados. Se indica que la tasa de

deforestación en Venezuela es alarmantemente alta y se habla de la falta de un sistema efectivo de monitoreo y protección que prepare a la población para reducir su vulnerabilidad ante eventos relacionados con el cambio climático, discutiendo también el papel de la academia venezolana y las universidades en los avances en la institucionalidad y en el tratamiento del tema ambiental.

Balance de la economía venezolana 2024 y perspectivas 2025 / Alejandro Gutiérrez / Boletín 66: 145-151

Opinión del invitado Alejandro Gutiérrez que explica que, aunque 2024 mostró avances económicos en comparación con 2023, los problemas estructurales persisten y las proyecciones para 2025 no son optimistas. El autor señala que el crecimiento bajo, la escasa inversión y la crisis política continúan impactando negativamente el bienestar de la población y la reducción de la pobreza.

Sindéresis – Altruismo – Ciudadanía / Alicia Ponte Sucre / Boletín 66: 152-154

Opinión de la invitada Alicia Ponte Sucre, artículo publicado por MiradorSalud en el año 2023 y nuevamente en 2025 por su pertinencia en los tiempos actuales. La autora afirma que la sindéresis es una de las herramientas que nos permite trabajar en conjunto para la preservación de la propia especie desde un punto de vista no biológico, representando un nivel primario de conciencia moral. El altruismo es actuar en el mejor interés de los demás, siendo generoso y sintiendo empatía por el otro. Ambos conceptos, la sindéresis y el altruismo, se interrelacionan y son deseables para lograr el entendimiento de ciudadanía, de forma conceptual y práctica.

El estudio del futuro podría convertirse en carrera universitaria / Entrevista a Luis Gilberto Caraballo / Boletín 66: 155-159

Entrevista realizada por Violeta de Portillo, de la revista Suma, a Luis Gilberto Caraballo, basada en una propuesta sobre el estudio del futuro que él realiza a través del programa avanzado de prospectiva a nivel de postgrado, de su autoría, que luego se convirtió en el Diplomado de Prospectiva y Estrategia. La entrevista muestra las diversas facetas de este autor y se habla acerca de sus últimos trabajos.

Lecciones aprendidas: 30 años de la ingeniería clínica / Rodrigo Mijares / Boletín 66: 160-163

Opinión del invitado Rodrigo Mijares que analiza la evolución de la Ingeniería Clínica en Venezuela entre 1992 y 2023, destacando su interacción con las políticas de salud del país. El autor muestra que el deterioro del sistema político afectó negativamente la adquisición y gestión de tecnologías en este campo, incrementando los riesgos de infecciones en el ámbito sanitario, lo que significó un retroceso hasta una situación existente en Venezuela cuando se iniciaron esfuerzos para mejorar la potabilidad del agua en la segunda mitad del siglo XX. Tras un recuento histórico de la evolución y cambios de la Ingeniería Clínica en Venezuela, el autor afirma que, para la recuperación tecnológica de las instituciones de salud del país, se requiere, como primer paso, volver a la democracia.

Estudio de reacciones exotérmicas para la estimulación matricial no reactiva / Miguel Castillo, Miguel Castillejo, Diego Marchán y Harald Stockhausen / Boletín 66: 12-21

Artículo que presenta los resultados de pruebas de laboratorio realizadas en la Universidad del Zulia para evaluar la efectividad del Sistema de Estimulación Termoquímica en pozos (WSTCS) en la remoción de daños por precipitación de asfáltenos en yacimientos de petróleo y gas. La tecnología se basa en una reacción exotérmica controlada entre sales amoniacales y un catalizador (ácido orgánico) que libera energía in situ (79,9 Kcal/mol), genera nitrógeno (N_2) y produce una espuma caliente que reduce la viscosidad del crudo, activa surfactantes naturales y dispersa los precipitados orgánicos que obstruyen el espacio poroso. Los resultados muestran que, tras la inyección del fluido de estimulación, la permeabilidad efectiva al petróleo se incrementó de 7,9 mD (en condición dañada) a 71,06 mD, superando la permeabilidad original de 8,6 mD, y se recuperó un 34,99% del crudo, evidenciando la efectividad del sistema para restaurar el flujo en pozos con daño por precipitados orgánicos. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Petróleo, Estimulación de Pozos.

Implementación de sistemas de drenajes urbanos sostenibles como alternativa de regulación y control de inundaciones en la región metropolitana de Santiago (Chile) / Fernando Torres Dugarte, Christian Sánchez, Francisco Gallardo y Daniela Bustamante / Boletín 66: 22-29

Artículo que describe los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) como una alternativa para la regulación y control de inundaciones en la región metropolitana de Santiago de Chile, analizando las dificultades de implementación y las variables urbanas y climáticas que intervienen. Los autores proponen una conexión entre diferentes niveles organizacionales del país (nacional, regional, intercomunal y comunal) para elaborar normas y procedimientos que orienten el financiamiento y la gestión de los SUDS, con el objetivo de promover su ejecución acertada en el contexto urbano, ofreciendo criterios de experiencia para la asignación idónea del personal capacitado según el nivel de organización correspondiente. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica, Drenaje Urbano, Gestión del Riesgo de Inundaciones.

La nueva estructura de las competencias profesionales específicas en el plan de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Andrés Bello -UCAB / Henry Alberto Blanco Salas / Boletín 66: 30-38

Artículo que presenta la revisión y actualización de la estructura de las Competencias Profesionales Específicas (CPE) en el plan de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Andrés Bello, como parte del proyecto institucional de currículo por competencias iniciado en 2013. El autor identifica vacíos, fallas e inconsistencias en la estructura original luego de seis años de implementación, y propone una nueva estructura de CPE que fue asumida en el nuevo plan de estudios de Ingeniería Civil, vigente desde septiembre de 2023, con la que se espera una mejor efectividad para el desarrollo de las competencias del ingeniero civil de la UCAB, alineándolas con los requerimientos del ejercicio profesional y las tendencias educativas. **Áreas temáticas:** Educación en Ingeniería, Desarrollo Curricular.

Miranda y su visita a las minas metálicas de Escandinavia en 1787 / Iván Baritto / Boletín 66: 39-82

Artículo de investigación histórica que describe con detalle la visita de Francisco de Miranda a las minas metálicas de Escandinavia en 1787, como parte de sus viajes por Europa. El autor documenta las exploraciones y observaciones realizadas por el prócer en las minas de cobre, hierro y plata de Noruega y Suecia, donde demostró un profundo interés por la geología, la mineralogía y las técnicas mineras, dejando descripciones precisas de los procesos de extracción y fundición. El trabajo exalta las cualidades de Miranda como explorador y naturalista, destacando que fue el primer venezolano en realizar este tipo de exploraciones en el extranjero, y complementa su trabajo anterior sobre las exploraciones espeleológicas de Miranda en Europa. **Áreas temáticas:** Historia de la Ciencia, Minería, Biografía.

Miguel Emilio Palacio: Nuevos datos sobre la primera escuela de minas fundada en Guasipati, estado Bolívar, Venezuela / Noel Mariño Pardo y Franco Urbani Patat / Boletín 66: 83-88

Nota técnica que expone los resultados de una investigación para ubicar la sede de la primera escuela de minas de Venezuela, fundada por el Dr. Miguel Emilio Palacio el 28 de marzo de 1893 en Guasipati, estado Bolívar. Los autores también ubican al colegio Vargas, fundado por el Dr. Palacio junto al maestro M. A. Villalobos y el bachiller J. A. Cipriani, que titulaba bachilleres en filosofía. El trabajo incluye un análisis grafológico de la firma autógrafa de Miguel Emilio Palacio, que indica que era una persona sencilla, muy adelantada para su época y sin ninguna ostentación, contribuyendo al conocimiento de la historia de la educación minera en Venezuela. **Áreas temáticas:** Historia de la Minería y la Educación.

Thomas Carroll Wilson (1906 -1969): La vida de un geólogo pionero y sus exploraciones en Venezuela y Colombia / Jhonny Edgar Casas / Boletín 66: 89-103

Nota biográfica sobre Thomas Carroll Wilson (1906-1969), un geólogo pionero que inició su carrera en actividades mineras en 1928 y a partir de 1929 se dedicó a la geología del petróleo, trabajando para la Gulf Oil Corporation en Venezuela. El autor documenta su trayectoria, que incluyó la operación de magnetómetros en los llanos de Barinas, la cartografía geológica en el estado Falcón, levantamientos geológicos de superficie para la Concesión Banco en el norte de Santander, Colombia, y posteriormente actividades en Cuba, Nicaragua, Europa, Estados Unidos y Australia, destacando su contribución al conocimiento geológico y a la exploración de hidrocarburos en la región. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología, Exploración Petrolera.

Motorizados, auditorías de seguridad vial (ASV) y tratamiento de puntos negros (PN) / Riad Bujana / Boletín 67: 206-232

Opinión del Acad. Riad Bujana en la que discute la necesidad de controles estratégicos por parte de los especialistas en transporte para averiguar la variación de la oferta actual en cuanto a la división modal incluyendo el modo de transporte motorizado, tomando en cuenta que el factor moto interviene significativamente en la velocidad y en el espacio de las calles, avenidas y autopistas. Plantea que las auditorías de seguridad vial se utilizan para identificar y corregir las deficiencias de los proyectos para evitar que ocurran accidentes viales y para investigar y evaluar los llamados puntos negros o zonas con concentración de accidentes viales, para proponer medidas efectivas de ingeniería de tránsito que permitan eliminar la siniestralidad en la zona del conflicto. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Transporte y Seguridad Vial.

Develando los secretos de las tierras raras. Compendio de entrevistas, geoconferencia y datos clave para entender la configuración de la tecnología del futuro / Noel Mariño Pardo / Boletín 67: 233-248

Opinión del Acad. Noel Mariño Pardo que, debido al gran interés que recientemente han despertado las tierras raras por sus usos y aplicaciones en los equipos de última generación, sintetiza la información actualizada sobre estos elementos que fue compartida públicamente a través de dos entrevistas radiales y de una geoconferencia online. El autor expone los resultados de las investigaciones bibliográficas llevadas a cabo como un aporte a las geociencias, los datos clave obtenidos, los gráficos e infografías explicativas, los recién descubiertos depósitos de la península escandinava y los lugares potenciales con evidencias de tierras raras en la Guayana venezolana, incorporando además datos sobre la producción mundial, así como sus recursos minerales y reservas por países. **Áreas temáticas:** Geología, Recursos Minerales y Tecnología.

Nuevo desarrollo científico, tecnológico e innovador para Venezuela / José Manuel Martínez Cabrero / Boletín 67: 73-85

Trabajo de incorporación que presenta una revisión de las políticas y prácticas de desarrollo en ciencia, tecnología e

innovación (CTI) de España, de países con desarrollo CTI avanzado (Estados Unidos, China, Alemania y Finlandia) y de tres países importantes de América Latina (Argentina, México y Brasil). El autor revisa también la evolución de la teoría de la innovación y, a partir de toda esa información, extrae aprendizajes con la finalidad de aplicarlos en la definición de políticas en CTI para la construcción de un nuevo y efectivo Sistema Nacional de CTI en Venezuela, ofreciendo un marco para el desarrollo de un país más innovador y competitivo. **Áreas temáticas:** Ciencia, Tecnología, Innovación.

Contribuciones al uso de herramientas y procedimientos básicos para la caracterización de masas rocosas en la práctica de la geoingeniería de taludes / Daniel Salcedo Rodríguez / Boletín 67: 86-139

Trabajo de incorporación que se enmarca dentro del complejo proceso de diseño de taludes en masas rocosas, contemplando una detallada explicación de los fundamentos conceptuales y de las herramientas básicas disponibles para afrontar este esencial requerimiento técnico, con especial énfasis en la previa e indispensable investigación del marco geológico regional, y en la caracterización y clasificación geomecánica de dichas masas, fases primordiales del proceso de diseño. El autor expone los criterios, resultados de investigaciones y propuestas obtenidos de la continua y exhaustiva revisión y el análisis crítico de una selección de referencias bibliográficas que sustentan el estado del conocimiento, información complementada con aportes teóricos y prácticos fundamentados en la experticia adquirida durante el ejercicio profesional y la actividad como docente de pregrado y postgrado. **Áreas temáticas:** Geotecnia, Mecánica de Rocas.

La gestión integral de los recursos hídricos y su relación con los objetivos de desarrollo sostenible / Luis Alfonso Sandia Rondón / Boletín 67: 140-161

Trabajo de incorporación que aborda el compromiso de los países, sus gobiernos y sus pueblos con alcanzar para el año 2030 los retos que se imponen en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), adoptados por la Organización de las Naciones Unidas en 2015, donde resulta indispensable la conservación, recuperación y manejo integral y sostenible de los recursos naturales y del ambiente en general, con principios de perdurabilidad. El autor presenta el análisis documental de la relación del agua y la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) con los ODS, haciendo especial énfasis en el contexto venezolano, y ofreciendo un marco conceptual para la gestión sostenible del agua en el país. **Áreas temáticas:** Gestión de Recursos Hídricos, Desarrollo Sostenible.

Integración estratigráfico secuencial del miembro Guardulio (Formación Guafita), mioceno inferior, campo Guafita, estado Apure, Venezuela / Esdras Rodríguez y Jhonny Edgar Casas / Boletín 67: 11-30

Artículo que presenta la caracterización del miembro superior Guardulio de la Formación Guafita, de edad Mioceno inferior, en el campo Guafita, estado Apure, integrando datos de núcleos, perfiles de pozos y sísmica 3D para generar un modelo sedimentológico y estratigráfico secuencial. Los autores interpretan el Miembro Guardulio como una secuencia limitada por las discordancias SB-30 y SB-21, correspondiente a un sistema de sedimentación fluvial meandriforme compuesto por canales, barras de meandro, abanicos de rotura y llanuras de inundación. Utilizando sísmica 3D, identificaron tres unidades de facies sísmicas coincidentes con conjuntos de parasecuencias de tercer orden, y mediante cortes sísmicos proporcionales confirmaron el carácter fluvial meandriforme de la arquitectura sedimentaria. El entendimiento de las dimensiones, geometría y orientación de los cuerpos de arenisca permitirá realizar correlaciones confiables y definir planes de explotación de hidrocarburos y esquemas de desarrollo con métodos de recuperación secundaria. **Áreas temáticas:** Geología, Estratigrafía, Exploración de Hidrocarburos.

Cornelie Marguerite Bramine Caudri (1904-1991): the Caribbean's micropaleontologist / Iván Baritto / Boletín 67: 31-57

Artículo biográfico en inglés sobre Cornelie Marguerite Bramine Caudri (1904-1991), una micropaleontóloga holandesa que se desempeñó en la industria petrolera a partir de 1939 en Trinidad, luego en la Tropical Oil Company en Bogotá, Colombia, y desde 1950 en la Texas Petroleum Company en Venezuela hasta su jubilación en 1961, dejando un legado en el campo de la micropaleontología de foraminíferos mayores en el Caribe durante casi 30 años. El autor destaca su papel decisivo en la historia de las geociencias, documentando su trayectoria, sus contribuciones científicas y su influencia en el desarrollo de la micropaleontología en la región del Caribe. **Áreas temáticas:** Historia de la Geología y la Paleontología.

Estudio de conexiones a momento tipo end-plate en sistemas estructurales a momento con columnas tubulares HSS y vigas de alma abierta / Eduardo Núñez, Oscar Salazar, Luis Pacheco, Henry Monsalve y José Luis Zambrano / Boletín 67: 58-62

Artículo que propone, con base en un estudio analítico, numérico y experimental, una nueva conexión a momento de perfiles tubulares cuadrados (Hollow Structural Sections-HSS) denominada "EP-HSS", empleando una viga I y columnas tubulares HSS mediante una configuración fuera del rango de precalificación establecido en ANSI/AISC 358-10, como una alternativa a la configuración tradicional de pórticos a momento según normas vigentes. Considerando los protocolos indicados en ANSI/AISC 341-10, los resultados indican que la conexión "EP-HSS" permite concentrar la acción inelástica únicamente en la viga, evitando concentración de tensiones en la columna y permitiendo elevada capacidad de disipación de energía bajo acciones

sísmicas. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural, Sismorresistencia.

Estudio de patrones de carga de análisis no lineal estático incremental en pórticos de concreto armado de estructuras regulares de altura baja, mediana y alta / Ronald Torres, Douglas Peña, Marco Chávez y Juan Sánchez / Boletín 67: 63-70

Artículo que evalúa diferentes procedimientos y patrones de carga sísmica haciendo uso del análisis no lineal estático incremental (Pushover) en pórticos de concreto armado, con el objeto de precisar el procedimiento y el patrón que mejor se adapte durante la respuesta. Los resultados obtenidos de un total de 1620 modelos para estructuras regulares de altura baja, media y alta, indican que, para el procedimiento que hace uso de los diagramas Momento-Curvatura propios de cada elemento estructural, considerando tres ciclos de histéresis, el patrón de carga lateral y el modelo histerético adoptado no influyen en los niveles de ductilidad alcanzados, presentando amplias conclusiones acerca de los procedimientos que mejor precisan el comportamiento. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural, Análisis Sísmico.

El Rol del estado en el desarrollo nacional. Capítulo introductorio / Comisión de Desarrollo Nacional / Boletín 68: 164-165

Documento introductorio de la Comisión de Desarrollo Nacional de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat que aborda el papel fundamental del Estado en el desarrollo nacional, analizando sus funciones, responsabilidades y la necesidad de una visión estratégica para la planificación, la inversión en infraestructura, la promoción de la ciencia y la tecnología, y la generación de políticas que impulsen el crecimiento económico y el bienestar social, sentando las bases para futuras entregas de este trabajo en los próximos números del Boletín.

Visión del país en el año 2050 en áreas de la ingeniería y el hábitat. Visión de la infraestructura de Venezuela en el año 2050 / Comisión de Infraestructura / Boletín 68: 166-191

Documento de la Comisión de Infraestructura de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat que presenta una visión prospectiva de la infraestructura de Venezuela para el año 2050, abordando escenarios deseables y las estrategias necesarias para alcanzarlos en áreas como vialidad, transporte, energía, agua, telecomunicaciones y urbanismo. El trabajo analiza las tendencias globales, los desafíos nacionales y propone lineamientos para una planificación integral, sostenible y resiliente que permita superar el rezago actual y construir un país con infraestructura moderna, eficiente y al servicio del desarrollo.

Energía en el futuro / Gonzalo J. Morales / Boletín 68: 126-129

Opinión del Acad. Gonzalo J. Morales en la que reflexiona sobre el futuro de la energía, partiendo de la premisa de que el mundo se encuentra en un proceso de transición energética impulsado por la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático. El autor analiza el papel de las energías renovables (solar, eólica, hidráulica, geotérmica y de biomasa) y su creciente participación en la matriz energética global, así como el declive progresivo de los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) ante las políticas de descarbonización y la presión social y gubernamental. Morales destaca los desafíos tecnológicos y económicos que implica la transición, como el almacenamiento de energía, la intermitencia de las fuentes renovables y la necesidad de grandes inversiones en infraestructura. En el contexto venezolano, el autor advierte sobre la urgencia de que el país se prepare para este nuevo escenario, diversificando su economía, invirtiendo en energías limpias y aprovechando sus recursos naturales (como el potencial hidroeléctrico, solar y eólico) para garantizar su seguridad energética y su desarrollo sostenible, en lugar de mantener una dependencia casi exclusiva del petróleo que se volverá cada vez más inviable.

Contribución para la actualización de la formación de la ingeniería agronómica en Venezuela. Planteamientos y directrices / Pedro García Montero, Juan Antonio Comerma, Carlos Linares, José Raúl Alegrett y Rafael Isidro Quevedo / Boletín 68: 130-161

Opinión elaborada por integrantes de la XXIX Promoción de Ingenieros Agrónomos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela Ing. José Joaquín Cabrera Malo, presentando directrices para actualizar la formación en ingeniería agronómica en Venezuela bajo una nueva visión integral. Los nuevos profesionales deben ser capaces de aplicar rentablemente tecnologías modernas para impulsar el desarrollo económico y mejorar la calidad de vida en el país. Esto requiere dar respuesta a las necesidades del sistema agroalimentario y a los mercados de exportación mediante un enfoque de cadenas agroproductivas.

Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural / Jorge González, Ronald Torres, Enrique Rodríguez, Raíza García, Luis Rojas, Elimar Gómez, Miguel Castillejo y Diego Marchán / Boletín 68: 12-22

Artículo que presenta un estudio experimental para determinar las propiedades de concretos elaborados con agregado grueso reciclado de granulometría controlada, con sustituciones parciales en peso que van desde el 20% hasta el 100%, manteniendo la relación agua-cemento y los demás componentes. Los autores evaluaron las propiedades mecánicas mediante ensayos de compresión simple, densidad, velocidad de pulso ultrasónico, tracción indirecta, tracción por flexión en vigas, módulo de elasticidad, permeabilidad y adherencia, realizando un total de 360 ensayos. Los resultados indican que las mezclas con agregado reciclado presentan una mayor ganancia de resistencia en el tiempo y convergen a

valores iguales o superiores a los de la muestra patrón, aunque muestran una reducción en el módulo de elasticidad (hasta un 44%) y un aumento de la permeabilidad y porosidad. Los autores proponen criterios de evaluación basados en la rigidez y la durabilidad para clasificar el uso del concreto reciclado en elementos estructurales principales, secundarios o no estructurales, concluyendo que es posible utilizar agregado reciclado para concreto estructural con las adecuadas consideraciones de diseño. **Áreas temáticas:** Ingeniería de Materiales, Concreto Estructural.

Alejandro Magno y el uso de elementos geológicos para derrotar a la ciudad de Tiro - Su impacto pasado y presente / Jhonny Edgar Casas / Boletín 68: 23-29

Artículo de divulgación histórica y geológica que analiza cómo Alejandro Magno, durante el asedio de la ciudad fenicia de Tiro en el año 332 a.C., utilizó hábilmente el contexto geomorfológico de la isla costera para construir un espigón de aproximadamente 1000 metros de longitud y 80 metros de ancho, que le permitió tomar la fortaleza tras siete meses de asedio. El autor explica que la actual formación costera de Tiro, un tómbolo de arena que une la antigua isla con el continente, es el legado geológico de esta hazaña de ingeniería militar, que provocó una rápida progradación de la lengua de tierra natural y deformó profundamente el litoral, mostrando cómo las interacciones entre el ser humano y el medio ambiente pueden tener impactos duraderos a lo largo de los siglos. **Áreas temáticas:** Historia de la Ingeniería, Geología.

Usando la ciencia para descifrar un crimen. Caso Almelina Carrillo, 2017 / Oscar Andrés López Sánchez, Elizabeth Raven y José Luis López / Boletín 68: 30-62

Artículo que presenta una rigurosa investigación científica para determinar el origen de una botella que cayó desde un edificio en Caracas el 19 de abril de 2017, causando la muerte de Almelina Carrillo. Los autores, mediante el análisis del video que registró la caída, levantamientos topográficos del sitio, ensayos de campo, simulaciones con modelos matemáticos para determinar la trayectoria de la botella en el espacio, reproducciones del suceso con un modelo físico y simulaciones computacionales, llegaron a resultados reproducibles y conclusiones irrefutables. La investigación demostró que la botella fue lanzada desde los últimos pisos del edificio Darijak y no desde el edificio Rastol, como indicaban los informes de la Fiscalía y del CICPC, demostrando la inocencia de la persona acusada. **Áreas temáticas:** Ingeniería Forense, Ciencias aplicadas.

From a military expedition to the cabinet of king Louis XV. The amazing story about the birth of vertebrate paleontology in North America / Jhonny Edgar Casas / Boletín 68: 63-71

Nota técnica en inglés que narra cómo los acontecimientos ocurridos en el verano de 1739 en el entorno del río Ohio, en el marco de los enfrentamientos entre las colonias norteamericanas del Imperio Británico y las francesas, propiciaron el nacimiento de la paleontología de vertebrados en Norteamérica. El autor relata cómo un grupo de cazadores indígenas descargó un extraño cargamento que incluía un enorme fémur fosilizado, varios molares y un gran colmillo de marfil, que fueron depositados en el gabinete de curiosidades del rey Luis XV de Francia, convirtiéndose en los primeros fósiles estadounidenses estudiados por científicos europeos, dando así el inicio oficial de la paleontología de vertebrados norteamericana. **Áreas temáticas:** Historia de la Paleontología.

Recuperar y desarrollar la industria energética: clave para superar el rentismo y encarar el futuro / Comisión de Desarrollo Nacional / Boletín 69: 214-215

Documento de la Comisión de Desarrollo Nacional de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat que plantea la recuperación y desarrollo de la industria energética como una estrategia fundamental para superar el rentismo y construir un futuro sostenible para Venezuela. El documento analiza los desafíos del sector, propone lineamientos para su modernización, diversificación y eficiencia, y enfatiza la necesidad de una visión de largo plazo que integre las fuentes renovables y la transición energética.

La gobernanza en el desarrollo nacional / Comisión de Desarrollo Nacional / Boletín 69: 216-217

Documento de la Comisión de Desarrollo Nacional de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat que aborda el concepto de gobernanza y su papel fundamental en el desarrollo nacional, analizando los principios, las instituciones y los mecanismos que deben fortalecerse para una gestión pública eficaz, transparente y participativa que impulse el progreso económico y social del país.

La protección del patrimonio genético del cacao venezolano / Comisión de Agricultura / Boletín 69: 218-220

Documento de la Comisión de Agricultura de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat que aborda la importancia estratégica de proteger el patrimonio genético del cacao venezolano, un recurso de alto valor para la agricultura, la industria y la cultura nacional. El documento analiza las amenazas a la diversidad genética del cacao, como la introducción de variedades foráneas y la pérdida de criollos, y propone medidas para su conservación, caracterización y uso sostenible, con el fin de preservar la identidad y la calidad del cacao venezolano.

Arnoldo José Gabaldón: de la ingeniería hidráulica al desarrollo sustentable / Arturo Almandoz Marte / Boletín 69: 184-193

Entrevista del Acad. Arturo Almandoz Marte al Dr. Arnoldo José Gabaldón, figura emblemática de la ingeniería y la gestión ambiental en Venezuela. En esta amplia conversación, Gabaldón repasa su trayectoria profesional,

desde sus inicios en la ingeniería hidráulica y su papel en la creación del Ministerio del Ambiente, hasta su visión sobre los desafíos actuales del desarrollo sustentable y la necesidad de recuperar proyectos de país con una fuerte base ética y técnica. La entrevista constituye una lección magistral sobre la historia de las obras públicas y la política ambiental en Venezuela.

Sismos del 2025 en la costa oriental del lago de Maracaibo: análisis de la secuencia sísmica, vulnerabilidad de las edificaciones educativas y guía esencial de prevención / Noel Mariño Pardo / Boletín 69: 194-195

Opinión del Acad. Noel Mariño Pardo en la que analiza la secuencia sísmica ocurrida en 2025 en la costa oriental del Lago de Maracaibo, evaluando la vulnerabilidad de las edificaciones educativas en la región y ofreciendo una guía esencial de prevención y preparación para la población, con el objetivo de reducir el riesgo sísmico y mejorar la resiliencia comunitaria.

El futuro de la minería en el municipio Cedeño, estado Bolívar: oportunidades geoeconómicas y desafíos de la gestión ambiental / Noel Mariño Pardo / Boletín 69: 196-204

Opinión del Acad. Noel Mariño Pardo en la que analiza el futuro de la minería en el municipio Cedeño, estado Bolívar, evaluando las oportunidades geoeconómicas que ofrecen sus recursos minerales y los desafíos de la gestión ambiental para garantizar una explotación sostenible y responsable, que genere desarrollo económico sin comprometer los ecosistemas.

Dos entrevistas radiales que abordan temas actuales sobre los pozos de agua en Caracas y el terremoto de Kamchatka, Rusia / Noel Mariño Pardo / Boletín 69: 206-208

Opinión del Acad. Noel Mariño Pardo que presenta el contenido de dos entrevistas radiales concedidas, en las que aborda temas de actualidad como la problemática de los pozos de agua en Caracas como alternativa para paliar la crisis de suministro, y el análisis del terremoto de Kamchatka en Rusia, sus características y las lecciones para la gestión del riesgo sísmico.

Las fronteras de la infotecnología "El Hombre Quántico". Propuesta transdisciplinaria para la activación neurofuncional en entornos cuánticos / Luis Gilberto Caraballo / Boletín 69: 12-20

Artículo de reflexión tecnológica y filosófica que examina cómo el surgimiento de la computadora personal, el internet y la aceleración del intercambio informacional han impulsado profundos cambios en la sociedad humana, generando una nueva conciencia que el autor denomina "El Hombre Quántico". Propone que la mente humana, con sus funciones de conciencia, pensamiento, percepción y sueño, no puede ser comprendida plenamente bajo modelos lineales, sino que posee propiedades que permiten un comportamiento cuántico funcional, respaldado por estudios sobre coherencia cuántica en microtúbulos y membranas neuronales. El artículo explora la arquitectura cuántica de la conciencia, la jerarquización mental, el colapso simbólico y la integración de marcos filosóficos (como Jung y Bohm) como estructuras funcionales, y proyecta escenarios de convergencia entre la mente humana y la computación cuántica, incluyendo interfaces cerebro-máquina, chips cuánticos y una posible simbiosis funcional que redefiniría la ontología humana. **Áreas temáticas:** Infotecnología, Neurociencia, Filosofía de la Mente.

Desarrollo, innovación y educación tecnológica en la era digital / Jonás A. Montilva C. / Boletín 69: 21-39

Artículo que aborda la relación entre desarrollo, innovación y educación tecnológica en la era digital, proponiendo un modelo conceptual del desarrollo tecnológico y un ciclo de innovación como herramientas educativas fundamentales para la formación de ingenieros. El autor analiza los desafíos que plantea la Cuarta Revolución Industrial y la inteligencia artificial generativa para la educación superior, y propone estrategias pedagógicas que incorporan neurociencia y tecnologías digitales para alinear la formación del ingeniero con las demandas de un mundo en transformación, ofreciendo instrumentos metodológicos tangibles para la actualización curricular. **Áreas temáticas:** Educación en Ingeniería, Innovación, Tecnología Digital.

El alud torrencial del 17/10/22 en el sector El Castaño, estado Aragua: ¿Qué se puede hacer para proteger a la población? / José Luis López, Reinaldo García, Jacinto Artigas, Omar Guerrero y José Hernández / Boletín 69: 40-53

Artículo que analiza en detalle el alud torrencial ocurrido el 17 de octubre de 2022 en el sector El Castaño, estado Aragua, un evento que causó daños significativos y pérdidas de vidas humanas. Los autores realizan un análisis hidrológico del evento, identifican las causas antrópicas y geomorfológicas que incrementaron la vulnerabilidad, y proponen un conjunto de medidas de mitigación, tanto estructurales (como presas de retención y canalizaciones) como no estructurales (como sistemas de alerta temprana y ordenamiento territorial), con el objetivo de proteger a la población de futuros eventos similares. El trabajo concluye ofreciendo un modelo de cómo el conocimiento ingenieril debe traducirse en acción protectora para la gestión integral del riesgo de desastres. **Áreas temáticas:** Ingeniería Hidráulica, Gestión del Riesgo de Desastres.

La visita de Henry M. Myers, William B. Gilbert y Reginald H. Forbes a la cueva de El Encantado, sureste de Caracas, 1867 / Franco Urbani Patat / Boletín 69: 54-63

Nota técnica que recupera el relato de la visita de los exploradores Henry M. Myers, William B. Gilbert y Reginald H. Forbes a la Cueva de El Encantado, ubicada al sureste de Caracas, en el año 1867. El autor presenta el contexto histórico de la expedición y reproduce las descripciones decimonónicas de la cavidad, sus formaciones geológicas y su entorno, ofreciendo un valioso testimonio del interés científico y exploratorio de la época, que enriquece el patrimonio histórico y espeleológico de Venezuela. Áreas temáticas: Historia de la Espeleología, Exploración Científica.

Entropía social o una sociedad negentrópica: Revisión del estado del arte / Edgar Jaimes, Yalitza Ramos, Neida Pineda y Enver Jaimes / Boletín 70: 64-75

Opinión de los académicos e invitados que presenta una revisión del estado del arte sobre los conceptos de entropía y negentropía social, analizando cómo estas nociones ayudan a comprender la pérdida o el mantenimiento de la metaestabilidad de la sociedad, el aumento o reducción de los conflictos y el balance o desbalance social en el mundo contemporáneo. Los autores contrastan los modelos de gobernanza en Venezuela de las últimas siete décadas (el modelo democrático-social de 1958-1998 y el modelo socialista-autoritario de 1999-2025), concluyendo que las sociedades sanas y resilientes evolucionan constantemente entre la necesidad de la coherencia y el orden estructurado (negentropía) y la inevitabilidad del surgimiento de la entropía social, asumiendo esta última como una oportunidad para el cambio, adaptación y reconfiguración de la sociedad en función de su metaestabilidad. **Áreas temáticas:** Sociología, Teoría de Sistemas.

El sistema de ciencia, tecnología e innovación en Venezuela: Parques Tecnológicos como estrategia y la experiencia de la Universidad de Los Andes / Genry Vargas Contreras / Boletín 70: 76-81

Opinión del invitado Genry Vargas Contreras que analiza la evolución del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) en Venezuela y la experiencia de la Universidad de Los Andes con los Parques Tecnológicos, destacando que en Venezuela no se ha logrado construir un SNCTI sólido debido a la ausencia de políticas de Estado consistentes, la inestabilidad institucional y la falta de vinculación efectiva entre el sector académico y el productivo. El autor describe la experiencia de la Corporación Parque Tecnológico de Mérida (CPTM) y del CITEC-ULA, que, aunque iniciaron con éxito, enfrentaron obstáculos burocráticos, falta de continuidad en las políticas y problemas de financiamiento que llevaron a su declive. El trabajo concluye que cualquier plan para el desarrollo de un SNCTI debe evaluar el impacto de las políticas de Estado e iniciativas públicas y privadas implementadas en los últimos 40 años, para diseñar una estrategia que garantice seguridad jurídica, continuidad y la incorporación de los tres sectores (gobierno, productivo y académico) a un plan mancomunado de desarrollo. **Áreas temáticas:** Ciencia, Tecnología e Innovación.

Geopolítica y sostenibilidad minera: un análisis integral sobre tierras raras y minerales críticos en el contexto venezolano actual / Noel Mariño Pardo / Boletín 70: 82-83

Opinión del Acad. Noel Mariño Pardo que sintetiza el contenido de tres entrevistas radiales y una geoconferencia sobre las tierras raras y los minerales críticos en Venezuela. El autor destaca el vasto potencial del Escudo de Guayana, donde se han identificado recursos de bauxita tipo gibsita que superan las 1,8 gigatoneladas solo en el municipio Cedeño, y enfatiza que la transformación de esta riqueza depende de la inversión privada, una gestión verde y una política de certificación de reservas bajo estándares internacionales. Señala que el interés despertado por este tema confirma que Venezuela debe transitar hacia la prospección geológica responsable y sistemática, aprovechando las ventajas comparativas del Escudo de Guayana para insertarse en una cadena de suministro confiable que hoy domina el mercado chino, y subraya que el conocimiento geológico es un activo de seguridad nacional. **Áreas temáticas:** Geopolítica, Minería y Recursos Minerales.

Informe del estado de la Inocuidad alimentaria en Venezuela. Propuesta de acciones / Comisión Interacadémica de Sistemas Alimentarios y Nutrición (CISAN) de la ANIH y la ACFIMAN / Boletín 70: 86-96

Informe de la Comisión Interacadémica de Sistemas Alimentarios y Nutrición que examina el estado actual de la inocuidad alimentaria en Venezuela, diagnosticando un debilitamiento institucional significativo, la desvinculación de foros internacionales (ISO y Codex), la pérdida de capacidades técnicas, la proliferación de la informalidad, la fiabilidad limitada de los laboratorios y el incumplimiento de programas de fortificación obligatoria. El informe propone un conjunto de acciones estratégicas para fortalecer el sistema nacional de control de calidad de los alimentos, incluyendo el fortalecimiento institucional, la reactivación del proyecto SNICA, la plena participación internacional, la implementación de programas de ensayos interlaboratorios, la actualización de normativas y un plan de capacitación a múltiples niveles, con un llamado a la acción coordinada entre gobierno, industria, academia y sociedad civil.

Generar empleo de calidad para ampliar la inclusión social en las fases de recuperación, y a lo largo del desarrollo futuro / Comisión de Desarrollo Nacional ANIH / Boletín 70: 97-99

Documento de la Comisión de Desarrollo Nacional que propone una política articulada en tres ejes para la generación de empleos de calidad en Venezuela: la Creación de Capital Humano (con programas cortos de capacitación, estímulo al regreso de la diáspora calificada y promoción de inmigración selectiva), Reformas Institucionales (modernización de la legislación mercantil y laboral, y racionalización de la carga tributaria) y acciones de Política Productiva y Comercial (focalizadas en ramas que requieren baja inversión por

empleo y alto componente de trabajo en su valor agregado). El documento concluye que la reactivación económica depende de la capacidad para transformar el autoempleo en empresas formales y escalables, y que el emprendimiento requiere un entorno legal que promueva la formalidad en lugar de castigarla.

Hacia la emergencia del urbanismo en Venezuela, 1830-1908 / Arturo Almandoz Marte / Boletín 70: 64-98

Trabajo de incorporación que ofrece un estudio histórico sobre los orígenes y la evolución del urbanismo en Venezuela durante el período comprendido entre 1830 y 1908, desde la independencia hasta el inicio del siglo XX. El autor analiza los "pinitos republicanos" en la planificación urbana, el arte urbano guzmancista y las "vísperas" de la disciplina a finales del siglo XIX, rastreando la influencia de las ideas europeas, las primeras leyes y planes urbanos, y la cristalización de las primeras prácticas de planificación urbana en el país. El trabajo examina cómo el proceso de modernización, la expansión de la renta petrolera y las transformaciones políticas, sociales y económicas de la época dieron forma a las ciudades venezolanas, sentando las bases para el desarrollo urbano posterior y afirmando la importancia de la memoria ingenieril y urbana para comprender el presente y proyectar el futuro del hábitat nacional. **Áreas temáticas:** Historia del Urbanismo, Planificación Urbana.

Red venezolana de producción ganadera sostenible gestionada con sistemas silvopastoriles / Gustavo Nouel-Borges / Boletín 70: 99-139

Trabajo de incorporación que presenta una propuesta integral para transformar el sector ganadero venezolano mediante la implementación de sistemas silvopastoriles, un modelo de producción que integra árboles, arbustos y pasturas en una misma unidad productiva para lograr una ganadería de alta productividad, carbono-neutral y orientada a la exportación. El autor realiza un análisis técnico, económico y ambiental que demuestra la viabilidad de este modelo para rescatar suelos degradados, conservar la biodiversidad, mejorar el bienestar animal y generar riqueza de manera sostenible, ofreciendo una hoja de ruta concreta que combina innovación agroforestal con una visión de desarrollo territorial resiliente y orientado a la exportación de productos de alto valor agregado. **Áreas temáticas:** Producción Ganadera Sostenible, Agroforestería.

Propuesta de un Índice de Calidad de Agua para la Amazonía venezolana / Carlos Espinosa, Yajaira Olivo Carmona, Luis Jiménez Puyosa y Juan Carlos Amilibia / Boletín 70: 12-20

Artículo que desarrolla un Índice de Calidad de Agua para la Amazonía venezolana (ICA-Av), una herramienta metodológica diseñada para armonizar la calidad del agua que requieren los ecosistemas acuáticos (enfoque ecocéntrico) con los usos potenciales del agua para el ser humano (enfoque antropocéntrico). Los autores seleccionaron 15 parámetros físico-químicos y microbiológicos, basados en los criterios de la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), y establecieron pesos de ponderación y funciones de transformación mediante investigación documental, consultas con inteligencia artificial y validación por juicio de quince expertos. El ICA-Av se estructura como un promedio ponderado que permite clasificar la calidad del agua en cuatro rangos cualitativos (Buena, Regular, Deficiente y Mala), y está diseñado para ser una herramienta de gestión y alerta temprana para la protección de la biodiversidad en un territorio con alta vulnerabilidad ambiental como la Amazonía venezolana, recomendándose su implementación paralela con otros índices para validar su mayor sensibilidad. **Áreas temáticas:** Gestión de la Calidad del Agua, Ingeniería Sanitaria.

Propuesta de reforzamiento de puentes de concreto mediante técnicas de pretensión exterior / Ronald Torres, María Luisa Díaz y Duilio Marcial / Boletín 70: 21-29

Artículo que presenta una investigación experimental para evaluar la efectividad de una técnica combinada de reforzamiento para tableros de puentes de concreto, basada en la aplicación de pretensado exterior y la adición de elementos metálicos (cerramiento de la sección con planchas de acero, desviadores y rigidizadores). La metodología consistió en la construcción de un modelo a escala real de un tablero típico, sometido a un proceso de envejecimiento acelerado mediante cargas cíclicas para inducir un estado de fisuración controlado, y posteriormente reforzado con un sistema de pretensado exterior con una fuerza efectiva de 28 toneladas. Los ensayos de flexión hasta la rotura demostraron un incremento en el momento resistente último del 84% al 90%, superando ampliamente el objetivo inicial del 33%, y evidenciaron una mejora significativa en el comportamiento a cortante y una recuperación parcial de la rigidez perdida. El estudio concluye que la técnica es altamente efectiva y viable, pero que el éxito del sistema depende críticamente del diseño de los anclajes y desviadores, identificados como los puntos más vulnerables, y recomienda su aplicación en estructuras reales con las optimizaciones adecuadas. **Áreas temáticas:** Ingeniería Estructural, Rehabilitación de Infraestructuras.

Cuevas, Cavernas y Grutas. Una conexión ritual, religiosa y artística con el mundo subterráneo / Jhonny Edgar Casas / Boletín 70: 30-54

Artículo de divulgación histórica y cultural que explora el papel fundamental de las cuevas, cavernas y grutas en el desarrollo de la civilización humana a lo largo de miles de años, desde su uso como refugio y protección hasta su evolución como lugares de enterramiento, ritos espirituales y expresión artística. El autor analiza el significado y uso de las cuevas en distintas religiones (budismo, islamismo, hinduismo, cristianismo), destacando ejemplos emblemáticos como la Gruta de la Natividad en Belén, las cuevas de Ellora y Ajanta en la India, y la Cueva de Hira en el islam. También examina el arte rupestre paleolítico en cuevas como Altamira, Lascaux y Kapova, y describe las cuevas como "cápsulas del

tiempo" que preservan elementos geológicos, paleontológicos y arqueológicos. El artículo culmina con ejemplos del uso cultural y recreacional de las cuevas en la actualidad, incluyendo conciertos musicales en espacios subterráneos como las Cuevas del Drach en Mallorca, la Cueva de Postojna en Eslovenia y Las Cavernas en Tennessee, destacando cómo estos espacios naturales continúan siendo lugares de encuentro, arte y espiritualidad. **Áreas temáticas:** Historia de la ingeniería, Espeleología.

Granitos colgados: un término de uso práctico para el estudio de perfiles de meteorización en el sur del municipio Cedeño, Venezuela / Noel Mariño Pardo y Carlos Eduardo Yánez / Boletín 70: 55-61

Nota técnica que propone el término "granitos colgados" para describir los bolos residuales (corestones o woolsacks) de forma esferoidal o elipsoidal que resisten la meteorización y permanecen aislados dentro de una matriz de material más alterado en el saprolito del Granito de Parguaza, específicamente en la mina de bauxita de Los Pijiguaos, estado Bolívar. Los autores explican que la formación de estas estructuras es un proceso multifactorial impulsado por la meteorización esferoidal, influenciado por dos factores clave: la historia geológica estructural (fracturas, diaclasas y fallas) y el clima tropical húmedo característico de la Guayana. El estudio detalla el proceso de formación, desde la infiltración de agua meteórica a través de las fracturas hasta la descomposición de las aristas y la formación de núcleos resistentes, y recomienda la adopción de este término práctico e informal para describir estas ocurrencias en la vasta zona de la cuenca del Bajo Parguaza, facilitando la comunicación técnica en la exploración minera y geotécnica. **Áreas temáticas:** Geología, Meteorización de Rocas.

Corrosión y durabilidad en edificaciones existentes en el litoral venezolano (Trabajo elaborado como producto del foro desarrollado en la Comisión de Infraestructura de la ANIH) / Valentina Millano González, Andrés Torres Acosta y José Luis Beauperthuy Urich. Editores: Oladis Troconis de Rincón, Carlos Quintini y Carlos Rodríguez Álvarez / Boletín 70: 101-121

Artículo elaborado como producto del foro desarrollado en la Comisión de Infraestructura de la ANIH en colaboración con la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción - Delegación Venezuela (ALCONPAT-Ve). Este documento, cuyos autores son Valentina Millano González, Andrés Torres Acosta y José Luis Beauperthuy Urich, bajo la edición de Oladis Troconis de Rincón, Carlos Quintini y Carlos Rodríguez Álvarez, analiza la grave problemática de degradación que afecta a la infraestructura costera de Venezuela, un entorno caracterizado por una agresividad corrosiva extrema (categoría CX según ISO). A través de la revisión de programas de investigación iberoamericanos (MICAT y DURACON) y el análisis de casos de estudio específicos —como las torres de transmisión eléctrica en el Lago de Maracaibo y estructuras de concreto armado en plantas industriales—, se demuestra que la falta de criterios de diseño orientados a la durabilidad ha provocado fallas prematuras, en ocasiones apenas dos años después de la construcción. El texto resalta que el enfoque tradicional centrado únicamente en la resistencia mecánica es insuficiente para el litoral venezolano y plantea recomendaciones técnicas críticas, incluyendo el cumplimiento riguroso de la norma NTF 4015:2012, el uso de bajas relaciones agua/cementante, recubrimientos adecuados (5 a 7 cm) y la implementación de sistemas de protección superficial. Se concluye que la durabilidad debe ser tratada como una inversión estratégica indispensable para la sostenibilidad y seguridad de las edificaciones en la región.

3.2. Clasificación por grandes ejes temáticos

El análisis detallado de los contenidos del Boletín revela una extraordinaria amplitud temática que, al ser examinada en su conjunto, ha sido sistematizada en quince grandes ejes temáticos. Estos ejes, que se presentan a continuación con el número de trabajos que los integran, no constituyen compartimentos estancos, sino categorías que reflejan la vocación integradora y multidisciplinaria de la Academia. La siguiente tabla resume la distribución de los trabajos en cada uno de estos ejes:

Tabla 3. Número de trabajos por eje temático

Eje Temático	No de trabajos
1. Historia de la Ingeniería, de la ciencia y de la Tecnología	101
2. Geología, Geofísica, Geotecnia, Minería y Geodesia	61
3. Recursos Hídricos, Ingeniería Hidráulica y Saneamiento	41
4. Desastres Naturales, Gestión de Riesgos y Sismología	29
5. Energía, Petróleo y Política Energética	30
6. Desarrollo Nacional, Gobernanza, Economía y Políticas Públicas, Planificación y Prospectiva	40
7. Urbanismo, Planificación Territorial, Vivienda y Hábitat	17
8. Ingeniería Estructural, Ciencia de Materiales y Construcción	22
9. Ética Profesional, Filosofía, Desarrollo Humano y Responsabilidad Social	14
10. Educación en Ingeniería, Arquitectura y Ciencia	21

11. Transporte, Vialidad y Movilidad		24
12. Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Sostenible		29
13. Agricultura y Seguridad Alimentaria		23
14. Ciencias Básicas y Ciencias Aplicadas, Tecnología, Comunicación, Computación e Informática		12
15. Procesos, Industria, Ensayos Sociales, Humanísticos y Temas Institucionales		14
	Total	**478**

Como se desprende de la tabla, el eje de Historia de la Ingeniería, de la Ciencia y de la Tecnología concentra la mayor cantidad de trabajos (101), lo que evidencia el firme compromiso de la Academia con el rescate de la memoria profesional y la documentación de la evolución de las obras, las instituciones y los protagonistas que han forjado el desarrollo del país. Le sigue en importancia el conjunto de ejes relacionados con las Geociencias y la Gestión del Riesgo, que agrupa los trabajos sobre Geología, Geofísica, Geotecnia, Minería y Geodesia (61 trabajos) junto con aquellos dedicados a Desastres Naturales, Gestión de Riesgos y Sismología (29 trabajos), sumando un total de 90 contribuciones. Esta cifra refleja el profundo interés institucional por el conocimiento del territorio nacional, sus recursos minerales, su compleja dinámica tectónica y la vulnerabilidad del país ante amenazas como terremotos, aludes torrenciales e inundaciones, aspectos fundamentales para la planificación de infraestructura y la gestión del riesgo.

Los ejes de Recursos Hídricos, Ingeniería Hidráulica y Saneamiento (41 trabajos) y de Desarrollo Nacional, Gobernanza, Economía y Políticas Públicas (40 trabajos) evidencian la preocupación de la Academia por los temas que afectan directamente el bienestar de la población y la necesidad de una planificación estatal de largo plazo. En el ámbito sectorial, destacan los ejes de Energía, Petróleo y Política Energética (30 trabajos) y Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (29 trabajos), que reflejan la importancia estratégica de estos temas para el futuro del país, junto con los trabajos sobre Agricultura y Seguridad Alimentaria (23 trabajos), que abordan una de las áreas más críticas para la soberanía y el bienestar nacional.

En el ámbito del hábitat y la infraestructura, los ejes de Urbanismo, Planificación Territorial, Vivienda y Hábitat (17 trabajos), Ingeniería Estructural, Ciencia de Materiales y Construcción (22 trabajos) y Transporte, Vialidad y Movilidad (24 trabajos) suman 63 contribuciones que abordan de manera integral los desafíos de la construcción del territorio, desde la planificación urbana y la política de vivienda hasta la calidad de las obras y la movilidad, evidenciando la vocación de la Academia por mejorar el hábitat y la infraestructura del país. La Educación en Ingeniería, Arquitectura y Ciencia (21 trabajos) refleja el interés de la Academia por la formación profesional y la actualización de los modelos pedagógicos, mientras que los ejes de Filosofía, Desarrollo Humano, Ética Profesional y Responsabilidad Social (14 trabajos) abordan dimensiones humanísticas fundamentales para el ejercicio profesional. Finalmente, los ejes de Procesos, Industria, Ensayos Sociales, Humanísticos y Temas Institucionales (14 trabajos) y Ciencias Básicas y Aplicadas, Tecnología, Comunicación, Computación e Informática (12 trabajos) completan el espectro de una publicación que ha sabido integrar el rigor científico con la reflexión humanística.

Esta distribución temática refleja la amplitud de miras de la Academia y su capacidad para abordar, desde distintas perspectivas, los desafíos que enfrenta Venezuela en materia de infraestructura, desarrollo territorial, sostenibilidad y formación profesional. A continuación, se presentan los títulos de los trabajos organizados según estos quince grandes ejes temáticos, que permiten apreciar con mayor detalle la riqueza y diversidad de los contenidos del Boletín.

3.3. Resumen de trabajos agrupados por ejes temáticos

A continuación, se indican los trabajos agrupados por ejes temáticos:

Eje 1: Historia de la Ingeniería y la Tecnología (101 trabajos)

- La Ingeniería y la Tecnología en Función del Desarrollo de Venezuela (Apuntes para la Historia de Venezuela) / Gonzalo J. Morales (vicepresidente de la ANIH) / Boletín 1: 77-131
- La Carretera del Este "Jira Patriótica" (Informe a su ministro) / Luis Edo. Power G. / Boletín 1: 133-145
- El Desarrollo de las Vías de Comunicación en Venezuela / Alfredo Jahn / Boletín 1: 147-190
- Las Aguas del Valle de Caracas (Memorias y Estudios sobre Asuntos Técnicos Nacionales) / Germán Jiménez / Boletín 1: 191-205
- Dr. Santiago Vera Izquierdo: Primer Miembro Honorario de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat / Rodolfo Moleiro (entrevistador) / Boletín 2: 11-20
- Desarrollo del Servicio Postal en Venezuela / Manuel Torres Parra / Boletín 2: 43-78
- Historia de la Educación, Formación y Desarrollo del Petrolero Venezolano / Efraín E. Barberi / Boletín 2: 152-184

- Comisiones Exploradoras de las Carreteras de la República / A. Jahn / Boletín 3: 111-148
- La Ingeniería Militar en Venezuela / Roberto Pérez Lecuna (recopilador) / Boletín 3: 149-154
- De la Petrolia del Táchira a Petróleos de Venezuela: Apuntes para una Tertulia / Aníbal Martínez / Boletín 4: 19-30
- Sobre Algunos Pleitos (Matemáticos) / Alberto Méndez Arocha / Boletín 4: 31-84
- Pozo Séptico / M. F. Herrera Tovar / Boletín 4: 113-120
- Breves comentarios sobre el desarrollo histórico de las carreteras en Venezuela / Daniel Quintini Alizo / Boletín 7: 91-125
- Mapa histórico de la Capitanía General de Venezuela 1810 / Arturo Luján Molina / Boletín 7: 127-165
- Camino de La Guaira Concejo Municipal diversos tomos I, 1779-1810 / Boletín 7: 167-173
- Los puentes de hierro en Europa / Capitán Luis F. Lebrun / Boletín 7: 175-185
- Juan Manuel Cajigal - Semilla Docente / Rubén A. Caro / Boletín 8: 13-18
- Escritos literarios y científicos de Juan Manuel Cajigal / Luis Correa (Compilador) / Boletín 8: 23-56
- Cajigal, Prócer de la Ciencia y la Cultura Universitarias / Willy Ossott / Boletín 8: 71-86
- Homenaje a la Memoria de Juan Manuel Cajigal / Leopoldo Martínez Olavarría / Boletín 8: 87-95
- La Obra Matemática de Cajigal / J. F. Duarte / Boletín 8: 97-108
- La Academia de Matemáticas / Eduardo Arcila Farías / Boletín 8: 109-147
- Cronología de Cajigal / Héctor Pérez Marchelli / Boletín 8: 149-162
- En Memoria del Dr. Hernán Méndez Castellano / Héctor Hernández Carabaño (Sillón XXX) / Boletín 9: 135-157
- La Universidad y la Investigación - Breve Historia del Laboratorio "Ernesto León D." / Santos Michelena / Boletín 10: 51-93
- Informe sobre el proyecto ferrocarril de vía angosta "Narrow Gauge" (Sistema de Fairlie) de Caracas al mar. / F.A.B. Geneste / Boletín 10: 125-164
- El río Guaire, su canalización a su paso por la ciudad de Caracas / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 11: 32-56
- Conferencia: La ingeniería en la historia de la ciencia y la técnica en Venezuela / Dra. Yajaira Freites / Boletín 11: 140-162
- Guerra y progreso, la artillería: un medio / Gonzalo J. Morales / Boletín 12: 15-36
- Apostilla sobre "La Faja del Orinoco" de Aníbal R. Martínez / Alberto Méndez Arocha / Boletín 12: 37-48
- La ingeniería sísmica en Venezuela. Notas para su historia / José Grases / Boletín 12: 49-94
- Gumersindo Torres, iniciador del nacionalismo petrolero / Aníbal R. Martínez / Boletín 12: 95-103
- Recuento Histórico de la Difluencia del Río Arauca sobre su margen derecha, conocida como la “Fuga Bayonero” / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 13: 43-76
- Los Secretos de los Albañiles (Masones) Medievales y El Código Da Vinci / Alberto Méndez Arocha (Sillón I) / Boletín 13: 125-134
- Semblanza del Dr. Melchor Centeno Vallenilla / César Quintini Rosales / Boletín 16: 81-104
- Reventones de la línea de gas Anaco-La Mariposa (Gasducto Anaco-Caracas) / Rubén Caro / Boletín 18: 141-156
- Hitos de Ciencia, Tecnología e Ingeniería entre 1958-1999 / Manuel Torres Parra / Boletín 18: 157-208
- El Viaducto N° 1 de la Autopista de Caracas al Litoral Central / Aníbal R. Martínez (compilador) / Boletín 19: 155-178
- Primeros Pasos de la Ingeniería Estructural en Venezuela / José Grases / Boletín 20: 123-170
- Relaciones Históricas: Ferrocarril La Guaira y Caracas, Venezuela / Allen Morrison / Boletín 21: 245-263
- Vida y obra del geólogo Dr. Louis Kehrer (1897-1979) / Franco Urbani Patat / Boletín 22: 143-175
- Primer Centenario de la Prospección Petrolera en Venezuela / Franco D'Orazio P. / Boletín 24: 173-193

- La Ley de Hidrocarburos de Venezuela del año 1943 / Ernesto Fronjosa Lasalle / Boletín 25: 177-210
- A Prueba de Temblores. Reflexiones sobre Construcción y Sismorresistencia en la Venezuela de 1900 / Alejandra Leal Guzmán, José Antonio Rodríguez, Franck A. Audemard / Boletín 26: 89-134
- Historia y Testimonios de la Ingeniería Estructural en Venezuela. Epígrafes / José Grases / Boletín 29: 140-160
- El Ministerio de Obras Públicas en la Construcción de la Infraestructura para el Desarrollo (1878-1976) (Trabajo de Incorporación a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, 2015) / Alfredo Cilento Sarli / Boletín 30: 265-364
- Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la UCV., Medio Siglo de Servicios a Venezuela / José Grases, Carlos Ramos, Gilberto Velazco, Marianela Lafuente y Carlos Genatios / Boletín 34: 272-347
- Ley de Inmigración y Colonización de 1936. Poblar la Nación y mejorar la capacidad productiva del venezolano a través de su relación directa con agricultores europeos / Patricia Ramos Cárquez y Sofía Artigas Ramos / Boletín 41: 85-148
- Isla de Aves, Venezuela. 1: Cartografía y documentación, 1529-1957 / Franco Urbani Patat / Boletín 42: 689-892
- Vicente Marcano (1848-1891), su vida y sus obras en las Ciencias de la Tierra / Franco Urbani Patat y Héctor Pérez-Marchan / Boletín 43: 229-280
- Nos dijo adiós Aníbal R. Martínez, geólogo e historiador venezolano / Gustavo Coronel / Boletín 44: 62-65
- Diez Proyectos Importantes de Infraestructura durante el período 1958-1998 / Alfonso Linares / Boletín 47: 64-95
- La Vivienda en la Posguerra y el Programa Experimental de Vivienda del Banco Obrero / Alfredo Cilento Sarli / Boletín 47: 111-154
- Los Servicios Públicos de agua, electricidad y telefonía en la Venezuela del Siglo XX / Germán Uzcátegui / Boletín 47: 190-207
- ¿Qué significó el INTEVEP y otros Institutos de Investigación en el campo de la Ingeniería? / Alfredo Viloria Vera / Boletín 48: 181-206
- El petróleo de Pedernales, Delta Amacuro: La Compañía de asfalto del Orinoco, 1900-1903 / Franco Urbani Patat / Boletín 48: 391-428
- Primera Revolución Industrial y su incidencia en Venezuela entre la Independencia y la Guerra Federal, 1810-1863 / Nelson Méndez P. / Boletín 48: 429-453
- Doctor Víctor Manuel López (1905–1989): Un Pionero de la Geología de Venezuela / Víctor A. Ramos / Boletín 48: 454-464
- Oliver Macsotay (1940-2020). Una aproximación a su vida y obra / Tulio Peraza / Boletín 48: 465-495
- El petróleo de la cuenca del Río Lora, Sierra de Perijá. 1917-1926 / Franco Urbani Patat / Boletín 49: 524-603
- Doctor Guillermo Zuloaga (1904-1984): Pionero Geólogo Venezolano en la Exploración Petrolera / Víctor A. Ramos / Boletín 49: 604-614
- El Decano Fernando Polanco Lorca y la Facultad de Agronomía de la UCV: Una corta vida al servicio de las ciencias y la educación agrícola venezolana / Germán Pacheco Troconis / Boletín 49: 615-644
- Infraestructura y vialidad en la cuenca oriental petrolera de Venezuela 1910-1981 / Alfredo Cilento / Boletín 50: 151-174
- El petróleo de la cuenca del río Caraño, Escuque, Estado Trujillo: El Colombio y Cristóforo Dacovich, 1883-1886 / Franco Urbani Patat / Boletín 50: 229-285
- El Ministerio de Obras Públicas / Arnoldo Gabaldón / Boletín 50: 286-288
- Obras destacadas de la ingeniería en Venezuela. 1750-1810 / Juan José Pérez Ranael / Boletín 53: 31-41
- Semblanza de Héctor Pérez – Marchelli (1939-2021) / Franco Urbani Patat / Boletín 53: 321-323
- John Charles Davey (1905 - 1974). Vida y obra de un ingeniero de minas cornualles en Venezuela, Egipto y Reino Unido / Franco Urbani Patat / Boletín 55: 128-139
- Los Profesionales de las Geociencias en la Industria Petrolera Venezolana, 1912-1956 / Omar Contreras y Franco Urbani Patat / Boletín 56: 77-92
- Juan Bautista Dalla Costa Soublette (1823-1894), Empresario minero y mentor de la educación gratuita en la región de Guayana / Noel Mariño Pardo / Boletín 56: 93-107
- Miguel Emilio Palacio Viso (1849 – 1931), Un Ícono en la Minería del Siglo XIX en El Yuruari, Guayana

Venezolana / Noel Mariño Pardo y Franco Urbani Patat / Boletín 57: 107-126

- Antecedentes y contextos del 162º aniversario del CIV / Juan José Pérez Rancel / Boletín 58: 14-24
- Hans Kugler (1893-1986) / Iván Baritto / Boletín 58: 45-77
- Patrick Meurant (1952 - 2023) / Eduardo Yánez M / Boletín 58: 78-79
- Nada Vunjak (1922-1966) / Franco Urbani Patat / Boletín 58: 80-89
- Las minas de oro de Petaquire y altos Mirandinos desde el siglo XVI / Iván Baritto y Franco Urbani Patat / Boletín 59: 86-115
- Louis Martin Robert Rutten (1884-1946) / Johny Edgar Casas / Boletín 59: 120-138
- Norman Edward Weisbord (1901-1990) / Johny Edgar Casas / Boletín 59: 139-145
- El terremoto de Dubrovnik de 1667, Croacia: una relación de sucesos en el archivo de Francisco de Miranda / Iván Baritto / Boletín 60: 42-65
- Ely Mencher (1913-1978) A New Yorker geologist and educator in Venezuelan lands / Jhonny Casas y Franco Urbani Patat / Boletín 60: 141-150
- August Tobler (1872-1929) y sus contribuciones a la micropaleontología de Indonesia, Trinidad y Venezuela / Iván Baritto / Boletín 60: 151-181
- Campo La Concepción, Estado Zulia: Un siglo de historia petrolera / Jesús S. Porras M. y Vinicio Díaz Añez / Boletín 61: 32-50
- The worst years of our lives started with: apocalypse 536 ad. Terrestrial and extraterrestrial causes / Jhonny Edgar Casas / Boletín 61: 111-116
- Los inicios de la fotogeología en el mundo y en Venezuela. Contribuciones de Karl Rohr (1895-1995) / Iván Baritto / Boletín 61: 117-149
- El pensamiento geológico de Leonardo da Vinci / Jhonny Edgar Casas / Boletín 62: 121-139
- Reclus Roca Vila (1928-2024), un ingeniero civil especializado en Dinámica de Fluidos y graduado en Arquitectura / José G. Álvarez-Cornett / Boletín 62: 140-160
- Wolfgang Alejandro Lorenz Fabián (1926-2017). La vida de un geólogo, para ser recordada / Jhonny Edgar Casas y Franco Urbani Patat / Boletín 63: 94-112
- James W. Parkinson - el geólogo que describió el "mal de Parkinson" / Jhonny Edgar Casas / Boletín 63: 113-125
- Crónicas, mudanzas y leyendas del puente colgante sobre el río Cuyuni, en la población de EL Dorado, municipio Sifontes del estado Bolívar / Noel Mariño Pardo / Boletín 65: 47-53
- Francisco de Miranda (1750-1816): sus exploraciones espeleológicas en Europa / Iván Baritto / Boletín 65: 54-74
- Geomitología: ¿Una conexión entre el diluvio universal, la desaparición de Doggerland y la Atlántida? / Jhonny Edgar Casas / Boletín 65: 75-88
- Cecilia Martin Franchi (1921-2006), Primera mujer geóloga venezolana / José Antonio Rodríguez Arteaga y Marianto Castro Mora / Boletín 65: 102-109
- Miranda y su visita a las minas metálicas de Escandinavia en 1787 / Iván Baritto / Boletín 66: 39-82
- Miguel Emilio Palacio: Nuevos datos sobre la primera escuela de minas fundada en Guasipati, estado Bolívar, Venezuela / Noel Mariño Pardo y Franco Urbani Patat / Boletín 66: 83-88
- Thomas Carroll Wilson (1906 -1969): La vida de un geólogo pionero y sus exploraciones en Venezuela y Colombia / Jhonny Edgar Casas / Boletín 66: 89-103
- Cornelie Marguerite Bramine Caudri (1904-1991): the Caribbean's micropaleontologist / Iván Baritto / Boletín 67: 31-57
- Alejandro Magno y el uso de elementos geológicos para derrotar a la ciudad de Tiro - Su impacto pasado y presente / Jhonny Edgar Casas / Boletín 68: 23-29
- From a military expedition to the cabinet of king Louis XV. The amazing story about the birth of vertebrate paleontology in North America / Jhonny Edgar Casas / Boletín 68: 63-71
- Arnoldo José Gabaldón: de la ingeniería hidráulica al desarrollo sustentable / Arturo Almandoz Marte / Boletín 69: 184-193
- La visita de Henry M. Myers, William B. Gilbert y Reginald H. Forbes a la cueva de El Encantado, sureste de Caracas, 1867 / Franco Urbani Patat / Boletín 69: 54-63

- Cuevas, Cavernas y Grutas. Una conexión ritual, religiosa y artística con el mundo subterráneo / Jhonny Edgar Casas / Boletín 70: 30-54

Eje 2: Geología, Geofísica, Geotecnia, Minería y Geodesia (61 trabajos)

- La Isla de Aves / Rubén Alfredo Caro y Geofísico Lester W. Louder / Boletín 2: 185-189

- Contribución a la Geología de los Andes Venezolanos / Víctor Oppenheim / Boletín 3: 155-172

- Comparación de las Cuencas Sedimentarias de Maturín y Maracaibo / C. Wiedenmayer / Boletín 4: 147-174

- Lecciones de Topografía / Luis Ugueto / Boletín 5: 161-180

- Observaciones geológicas en la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela / Santiago E. Aguerrevere y Guillermo Zuloaga / Boletín 6: 155-169

- Introducción al Estudio de la Geología de Venezuela / Clemente González de Juana / Boletín 9: 179-211

- Una nueva geocronología del macizo El Baúl, estado Cojedes, Venezuela / Patxi Viscarret, Franco Urbani Patat y James Wright / Boletín 21: 73-102

- Una Década de Cartografía Geológica en el Norte de Venezuela: 2003-2013 / Franco Urbani Patat, Alí Gómez / Boletín 27: 150-178

- Emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste del estado Falcón / Franco Urbani Patat, David Mendi, Walter Reátegui, Alí Gómez, Omar Contreras, Armando Ramírez, Eduardo Carrillo, Pedro Arias y José Baena / Boletín 28: 158-174

- Aspectos estratégicos del negocio del petróleo y su influencia en el desarrollo económico de Venezuela / Ernesto Fronjosa / Boletín 28: 176-224

- Las Fuentes Termales del Estado Trujillo, Venezuela / Eduardo Carrillo, Franco Urbani Patat y Armando Ramírez / Boletín 29: 36-72

- Nuevos Estudios sobre la Formación Matatere, Estados Lara y Yaracuy / Franco Urbani Patat, David Mendi, Alí Gómez, Grazziana Valletta, Gladys Johana Martínez y Walter Reátegui / Boletín 31: 94-206

- Minerales Secundarios de la Región Septentrional de los Estados Lara y Yaracuy / Franco Urbani Patat, Sebastián Grande, David Mendi, Alí Gómez, Walter Reátegui, Luís Melo y Rafael Carreño / Boletín 32: 136-163

- Una Nueva Metodología para Determinar la Resistencia al Corte en Macizos Rocosos y en el Concreto / Roberto Ucar Navarro / Boletín 35: 206-432

- Historia, Recursos Minerales y Métodos de Explotación en la Mina de Bauxita de los Pijiguaos, Municipio Cedeño, Estado Bolívar, Venezuela, Propuestas para el Incremento de la Producción, a Corto Plazo. Gestión Ambiental / Geólogo Noel Santiago Mariño Pardo / Boletín 35: 543-655

- The El Palmar Bauxite Deposit in Venezuela / Noel Mariño / Boletín 36: 658-667

- A short communication arising from: "R. Speed and K. A. Foland (1992, unpublished) Tectonics of the Venezuelan Coastal Cordillera: constraints from 40Ar/39Ar dates of schists near Caracas" / H. W. Fournier and F. Urbani / Boletín 36: 668-702

- Gasterópodos de la Formación Escorzonera Rellenos de Material Volcánico, Morros de San Juan, Estado Guárico / Urbani Franco, Grande Sebastián & Díaz Pedrimar / Boletín 38: 689-709

- Evolución del Conocimiento Geológico de la Cordillera de la Costa, Venezuela / Franco Urbani Patat / Boletín 40: 447-553

- La minería de oro en Carabobo, Venezuela: 1551-2018 / Franco Urbani Patat / Boletín 41: 190-248

- Historia Geológica del Escudo de Guayana, Venezuela, y sus Recursos Minerales: Evolución de Supercontinentes, Tectónica de Placas y Plumas del Manto / Vicente Mendoza, Héctor Márquez, Pedro Petit y Antonio Brojanigo / Boletín 43: 97-228

- Caracterización mineralógica y geoquímica isotópica de un cuerpo de la Formación Matatere. Caño Negro, Lara Nororiental, Venezuela / Fernando Daniel Nevado Pérez / Boletín 44: 111-167

- La Litósfera del Caribe Oriental: Una Visión Geofísica Integrada / Arnaiz Rodríguez, Mariano Simón / Boletín 46: 233-388

- Estudio geológico del mármol de Patao, península de Paria, estado Sucre / José García, Iván Baritto, Luis Camposano, José Zamora, Clevis Medina y Lenín Ortega / Boletín 50: 188-228

- Campo El Roble: esfuerzo pionero en Sismoestratigrafía / Martín Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo / Boletín 51: 125-127

- Cuevas en cuarcitas proterozoicas de la Guayana Venezolana (2da. Congreso Colombiano de Espeleología, julio 2021) / Franco Urbani Patat y Rafael Carreño / Boletín 52: 98-103

- Conceptos, criterios y enseñanza de la geotecnia / Heriberto Echezuría / Boletín 53: 94-120

- Modelo hiperbólico integrado de suelos sometidos a corte no drenado / Andrés Torres y Heriberto Echezuría / Boletín 53: 121-129

- Análisis de la presión de preconsolidación con base en la ley edométrica-continua / Wagdi Naime Yehia / Boletín 53: 130-142

- Influencia del comportamiento al levantamiento de cimentaciones superficiales en la respuesta no lineal de estructuras de acero con arriostramiento concéntrico / Edinson Guánchez, Montserrat Sánchez y Rafael Weyler / Boletín 53: 152-165

- Balance geológico de las rocas ornamentales aflorantes en la cuenca baja del río Parguaza y sus alternativas de desarrollo, estado Bolívar, Venezuela / Noel Mariño Pardo y Sebastián Grande / Boletín 54: 34-41

- Empleo del método de vibrocompactación para el mejoramiento de suelos: caso de puerto de La Guaira / Alvaro Boiero / Boletín 54: 57-66

- Estimación de desplazamientos horizontales y deformaciones unitarias en el suelo debajo de fundaciones superficiales con base en la ley edométrica continua corregida / Wagdi Naime Yehia y Andrés Gavidia / Boletín 54: 75-82

- Definición de zonas de falla en suelos debajo de fundaciones superficiales con base en la ley edométrica continua corregida / Wagdi Naime Yehia y Andrés Gavidia / Boletín 54: 83-91

- Factibilidad de uso del Cement – Kiln - Dust (CKD) en el mejoramiento y estabilización de suelos granulares y cohesivos / Rhenzel Hernández Saturno / Boletín 54: 92-100

- Asentamientos en fundaciones continuas con análisis sísmico utilizando modelos numéricos / Johannes Briceño Balza, Norly Belandria Rodríguez, Francisco León Oviedo / Boletín 54: 101-109

- Propuesta de evaluación del suelo para su mejoramiento o estabilización aplicando químicos y electroquímicos / José Vicente Heredia Tenías / Boletín 55: 67-77

- Criterios de rotura no-lineales aplicados a la estabilidad de macizos rocosos con grietas de tracción / Norly Belandria, Roberto Ucar Navarro, Alfredo Corredor y Ferri Hassani / Boletín 55: 78-84

- La resistencia al corte en macizos rocosos y en el concreto: una metodología reciente de cálculo / Roberto Ucar Navarro / Boletín 55: 85-94

- Geología y evaluación geotécnica del macizo rocoso: estación pico espejo (4765 msnm). sistema teleférico de Mérida. Venezuela / Omar A. Guerrero, Patxo J. Viscarret, Luis Yegres, Jelime Aray, Jesús Ávila, Milgreya Cerrada y Omar A. Guerrero–Camargo / Boletín 55: 95-103

- Adecuación del proyecto de los rellenos de las quebradas Macayapa y Tacagua, haciendo uso de los materiales del túnel Baralt / Pascual Perazzo y Miguel Ángel Morales / Boletín 55: 104-113

- Estudio Geológico de la Base del TOC-1S, Cuenca de Agua Salada, Estado Falcón / Iván Baritto, Luis Camposano, Sebastián Grande, Mayra Cañizares, Olga Betancourt, Francisco Araujo y Jesús Monsalve / Boletín 56: 19-64

- Robustez de los modelos de presión de poros para estratos licuables en programas de respuesta dinámica acoplada de perfiles geotécnicos / Heriberto Echezuría / Boletín 57: 86-95

- Propuesta de marco conceptual para una política de estado para el sector minero en Venezuela / Comisión de Minería y Materiales – CMM / Boletín 58: 109-122

- Las manifestaciones Geotermales de Venezuela: inventario y aplicaciones / Franco Urbani Patat / Boletín 58: 166-167

- Propuesta para determinar los límites de Atterberg a partir de ensayos de veleta de laboratorio / Heriberto Echezuría / Boletín 58: 8-13

- Detección de inundaciones en cuevas con el uso de sensores de temperatura: Caso Sumidero Los Cantos (Zu.70), Cuenca del Río Socuy, estado Zulia, Venezuela / R. Carreño, F. Urbani P. y J. Astort / Boletín 58: 35-44

- Formación Gasparico - una nueva formación volcano-sedimentaria del Cretácico en la isla de Margarita, Venezuela / Jhonny Edgar Casas, Franz Urbani, Franco

Urbani Patat, Héctor Pérez-Marchelli y Johnny Salazar / Boletín 60: 28-41

- Tales of the twentieth Century: Oil exploration, geological and paleontological laboratories, and the development of palynology / María Antonieta Lorente / Boletín 60: 66-102

- Identificación de anomalías radiactivas en yacimientos del subsuelo de la faja petrolífera del Orinoco, Venezuela / Iván Baritto y Zureisy Marín / Boletín 62: 8-35

- Propuesta de curva carga–asiento no lineal para cimentación de estructuras mediante losa pilotada / D. Alejandro Camargo, Francisco León Oviedo y Norly Belandria / Boletín 63: 82-93

- Determinación de la probabilidad de falla en taludes rocosos considerando rotura plana / Roberto Ucar Navarro / Boletín 64: 11-23

- La nueva ley edométrico-continua y sus aplicaciones en el análisis de fundaciones superficiales / Wagdi Naime Yehia / Boletín 65: 142-169

- Aspectos geotécnicos relevantes de los proyectos hidroeléctricos del bajo Caroni / Pascual Perazzo / Boletín 65: 28-35

- Propuesta de mapa geotécnico mediante la integración de estudios de referencia en municipios del estado Zulia / Luis Fuenmayor y Cariana Maury / Boletín 65: 36-46

- Develando los secretos de las tierras raras. Compendio de entrevistas, geoconferencia y datos clave para entender la configuración de la tecnología del futuro / Noel Mariño Pardo / Boletín 67: 233-248

- Contribuciones al uso de herramientas y procedimientos básicos para la caracterización de masas rocosas en la práctica de la geoingeniería de taludes / Daniel Salcedo Rodríguez / Boletín 67: 86-139

- Integración estratigráfico secuencial del miembro Guardulio (Formación Guafita), mioceno inferior, campo Guafita, estado Apure, Venezuela / Esdras Rodríguez y Jhonny Edgar Casas / Boletín 67: 11-30

- El futuro de la minería en el municipio Cedeño, estado Bolívar: oportunidades geoeconómicas y desafíos de la gestión ambiental / Noel Mariño Pardo / Boletín 69: 196-204

- Geopolítica y sostenibilidad minera: un análisis integral sobre tierras raras y minerales críticos en el contexto venezolano actual / Noel Mariño Pardo / Boletín 70: 82-83

- Granitos colgados: un término de uso práctico para el estudio de perfiles de meteorización en el sur del municipio Cedeño, Venezuela / Noel Mariño Pardo y Carlos Eduardo Yánez / Boletín 70: 55-61

Eje 3: Recursos Hídricos, Ingeniería Hidráulica, Hidrología, Hidrometereologíca, Saneamiento, Ingeniería Mecánica (41 trabajos)

- Drenaje para los filtros rápidos de arena / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 1: 41-48

- El invierno en Caracas (Algo sobre la ley de periodicidad en los fenómenos meteorológicos) / Ricardo Alfonso Rojas / Boletín 1: 215-247

- Algunas Consideraciones sobre el Abastecimiento de Agua para las Poblaciones más Importantes del País y las Propuestas para su Desarrollo / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 2: 195-227

- Informe del Bombeo de Agua a través del Gasoducto La Mariposa-Valencia / Rubén Alfredo Caro / Boletín 3: 79-87

- Los Estanques Domiciliarios y su Problemática Ambiental / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 3: 88-108

- Estanques de Almacenamiento / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 4: 95-110

- Depuración de las Aguas Negras. Pozos Sépticos / Rafael Lugo / Boletín 4: 121-146

- La Combustión y la Formación de Llama / Gonzalo J. Morales / Boletín 5: 55-144

- Drenaje a Través de Red de Tubos Perforados como Fondo Falso para Filtros Rápidos de Arena / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 5: 145-155

- Capítulo IV Turbulencia / Gonzalo Morales / Boletín 6: 45-105

- Consideraciones hidráulicas para el flujo a través de lechos de partículas sólidas / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 6: 107-127

- Notas para el diseño de vertederos / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 7: 53-89

- La Combustión y la Formación de Llama / Gonzalo J. Morales (Sillón X) / Boletín 9: 81-133

- Canales de Pendiente Horizontal / Roberto Pérez Lecuna (Sillón XVIII) / Boletín 9: 159-175

- Sifones Invertidos / Roberto Pérez Lecuna (Sillón XVIII) / Boletín 10: 35-45

- Actualización del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos / Pedro Pablo Azpúrua Q. y Eduardo Buroz Castillo / Boletín 14: 165-171

- Sistema de generación hidroeléctrica por rebombeo en el lago de Valencia / José M. Pérez Godoy, Jesús Augusto Gómez Medina / Boletín 25: 44-76

- Respuesta Morfodinámica a la Construcción de Presas de Retención de Sedimentos en Ríos de Montaña / José Luis López Sánchez / Boletín 34: 170-246

- Eje temático: Hidráulica fluvial. Desviación y Captación de Sedimentos Gruesos / Julián Aguirre Pe / Boletín 34: 248-269

- El Recurso Hídrico, su Calidad y su Protección a través de Tecnologías de Tratamiento Biológico de Líquidos Residuales hasta Nivel Terciario: Remoción de Nitrógeno / Griselda Ferrara de Giner / Boletín 40: 89-244

- Proyecto Hidroeléctrico José Manuel Piar (Tocoma) y Aprovechamiento Hidroeléctrico Integral Uribante Caparo: descripción, situación actual y tareas pendientes para finalización de obras y puesta en operación / Sergio Marín Ernst / Boletín 48: 221-247

- Proyectos hidroeléctricos Tocoma y Uribante Caparo. Análisis comparativo de costos con plantas de generación termoeléctrica / José Luis García Martínez-Barruchi / Boletín 48: 248-288

- Micromodelo didáctico para demostración de los Aludes Torrenciales y sus Medidas de Mitigación / José Luis López, Enrique Luque e Jimmy Gomes / Boletín 48: 289-321

- La Calima en Caracas / Juan Andrés Arévalo Groening, Carmelo Alfredo Gil Solórzano y Rafael Elías Mundaray Mago / Boletín 49: 469-523

- Lagunas de estabilización en el medio rural venezolano. Caso: zona panamericana de los estados Mérida y Trujillo, Venezuela / Carlos Francisco Abel Espinosa Jiménez / Boletín 51: 135-174

- Generación de energía eléctrica en plantas hidroeléctricas operando en "régimen de pico" aprovechamiento hidroeléctrico: río Capaz (región occidental) / José Luis García Martínez-Barruchi / Boletín 52: 8-30

- Modelaje predictivo de sedimentadores primarios en plantas de tratamiento de aguas residuales basado en redes neuronales artificiales / Carlos Veloz, Carlos Pazmiño y Marvin Ricaurte / Boletín 52: 85-92

- Estimación de gases de efecto invernadero (GEI) por aguas residuales municipales en el Municipio Libertador del Estado Mérida, Venezuela / Carlos Espinosa Jiménez, Jorge Rodríguez Ayala y Stefanoy Ramírez Rodríguez / Boletín 53: 63-86

- Presa los pajaritos, río El Borbollón, Managua, Nicaragua / Oscar Silva P., Cinthya Miranda P. y Luis Huete M. / Boletín 53: 166-177

- Ventajas y desventajas de construir pozos de agua en Caracas, para solventar la escasez de agua / Noel Mariño Pardo / Boletín 54: 139-141

- Estructuras Hidráulicas estudio de casos y propuesta de soluciones docentes / Sergio Marín Ernst / Boletín 56: 108-150

- Agua y recursos hídricos no son sinónimos / Axel Dourojeanni / Boletín 58: 163

- Manejo de las aguas residuales en el Parque Nacional Laguna de Canaima, Estado Bolívar, Venezuela / Carlos Espinosa, Jorge Rodríguez, Stefanoy Ramírez y Alfonso Rincón / Boletín 59: 41-64

- An approach for water quality restoration by applying In Situ (Phytoremediation using Vetiveria zizanioides) and Ex Situ (Coupled bioreactors) bioremediation techniques for the removal of eutrophic conditions and organochlorine pesticides in rivers of Carabobo and Aragua states, Venezuela / Adriana Márquez-Romance, Edilberto Guevara, Alejandro Méndez, José Luis Gutiérrez y María Gabriela Ocanto / Boletín 62: 69-83

- In situ and ex situ bioremediation proposal for aquifer contaminated / Adriana Márquez-Romance, Edilberto Guevara, Alejandro Méndez, José Luis Gutiérrez y María Gabriela Ocanto / Boletín 62: 84-100

- An approach for evaluating municipal model for providing drinking water and sanitation services / Kerlyn Lugo-Piña, Adriana Márquez-Romance, Edilberto Guevara, Yorman Peraza y José Luis Gutiérrez / Boletín 63: 24-52

- Reflexiones de la cosecha de agua de lluvia basado en un estudio de caso como alternativa a la crisis de suministro de agua / Henry Blanco, María Virginia Najul, Griselda Ferrara de Giner y Rebeca Sánchez / Boletín 63: 64-72

- Complejidad y homogeneidad multivariada, bases termodinámicas / Edgar José Jaimes Cárdenas / Boletín 65: 170-220

- Implantación del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la Universidad Católica Andrés Bello. UCAB. Campus Montalbán / Henry Blanco, Debbie Méndez, Vicenzo Bonadio, Harry Castellanos, Douglas Sánchez, Karla Zapata, Francisco Velásquez, Alejandra Ayala y Bryan Muñoz / Boletín 65: 17-27

- Implementación de sistemas de drenajes urbanos sostenibles como alternativa de regulación y control de inundaciones en la región metropolitana de Santiago (Chile) / Fernando Torres Dugarte, Christian Sánchez, Francisco Gallardo y Daniela Bustamante / Boletín 66: 22-29

- Propuesta de un Índice de Calidad de Agua para la Amazonía venezolana / Carlos Espinosa, Yajaira Olivo Carmona, Luis Jiménez Puyosa y Juan Carlos Amilibia / Boletín 70: 12-20

Eje 4: Desastres Naturales, Gestión de Riesgos y Sismología (29 trabajos)

- Amenazas Naturales en Venezuela: Referencias sobre la Descripción de Eventos, su Evaluación y Mitigación / José Grases G. / Boletín 2: 109-151

- La Prevención de Desastres / Manuel Torres Parra (Sillón III) / Boletín 10: 17-33

- Secuencias de Sismos Sentidos o Destructores en el Área de Caracas y sus alrededores / José Grases / Boletín 14: 105-138

- Indicadores de Desastres y Accidentes / Manuel Torres Parra y Lic. María Rojas / Boletín 25: 126-176

- Antecedentes de la Ingeniería Forense en Venezuela / José Grases / Boletín 29: 75-138

- Inventario de Daños y Efectos Geológicos Co y/o Post-Sísmicos del Sismo Ocurrido el 18 de mayo de 1875, en la Frontera entre Colombia y Venezuela / L. Rodríguez, E. Salcedo, H. Diederix, Alí Gómez, S. Yépez, A. Singer, E. Torres, J. Rodríguez, A. Leal, C. Pérez, J. Choy, F. Audemard y A. Espinosa / Boletín 30: 105-263

- Protección de las Escuelas contra los Terremotos / Oscar Andrés López Sánchez / Boletín 32: 30-135

- Las Normas Sísmicas de Edificaciones en Venezuela y otros países de América Latina: Conocimiento e Ingeniería para el Desarrollo Sostenible / Marianela Lafuente / Boletín 33: 117-329

- Investigaciones Marinas y Costeras Desarrolladas por Funvisis a fin de Mejorar la Estimación de la Amenaza por Sismos y Tsunamis / Franck A. Audemard M. / Boletín 42: 893-954

- Aprendiendo del Desastre de Vargas. Una visión crítica y constructiva sobre las medidas adoptadas para la mitigación del riesgo / José Luis López / Boletín 50: 9-62

- Evaluación local del riesgo de desastres y participación comunitaria para mejorar la resiliencia / Genatios Carlos, López Oscar A, Núñez Alexander, Coronel Gustavo, García Reinaldo, Lamar Simón, King Robert y Lafuente Marianela / Boletín 52: 31-44

- Avances en modelaje hidráulico y mapeo de amenazas por inundaciones y aludes torrenciales. A 20 años de la tragedia de Vargas / Reinaldo García y Jacinto Artigas / Boletín 53: 57-62

- Efectos de la energía del sismo en la intensidad y la amplificación local / Gerardo Ruiz y Heriberto Echezuría / Boletín 53: 143-151

- A 266 años del Gran Terremoto de Lisboa / Alejandro Liñayo / Boletín 53: 178-179

- A 210 años del terremoto de 1812 / Alejandro Liñayo / Boletín 54: 124-127

- La gestión racional del riesgo: un caso práctico en el tratamiento probabilístico durante la inspección del diseño y construcción de túneles y carreteras del proyecto hidroeléctrico miguillas en Bolivia / Pascual Perazzo y Miguel Ángel Morales / Boletín 55: 114-127

- Vulnerabilidad e Infraurbanización de los Barrios Autoproducidos de Caracas / Alfredo Cilento-Sarli / Boletín 57: 76-85

- Las Enseñanzas del Desastre de Las Tejerías / José Luis López / Boletín 57: 102-106

- Los desastres no son naturales. A propósito de los terremotos de Turquía y Siria / Rogelio Altez / Boletín 58: 161-162

- A 211 años del Terremoto de 1812 / Alejandro Liñayo / Boletín 58: 164-165

- La energía del sismo y los daños a las obras / Heriberto Echezuría / Boletín 59: 65-85

- Evaluación rápida de daños en edificaciones / Oscar Andrés López Sánchez, Gustavo Coronel D., Carmen Ginés, Félix Fierro, Ángelo Marinilli y Alfredo Urich / Boletín 61: 8-31

- Entrevista radial sobre "¿cómo actuar en caso de un sismo?" / Noel Mariño Pardo / Boletín 63: 208-213

- Cenizas Volcánicas sobre Venezuela: antecedentes, afectaciones, factores de riesgos y prevención / Noel Mariño Pardo / Boletín 64: 249-258

- Jerarquización del riesgo en tramos de la Línea Vital Vial de montaña del municipio El Jarillo del estado Miranda, mediante la evaluación de la exposición ante escenarios potencialmente destructivos / Miguel Ángel Morales Collazos, Omar Guerrero, Patxo Viscarret, Luis Yegres, Jelime Aray, Jesús Ávila, Milgreya Cerrada y Omar A. Guerrero-Camargo / Boletín 64: 59-72

- Diez reflexiones sobre el desastre hidroclimático de Valencia (España) del 29 octubre 2024 / Alejandro Liñayo / Boletín 66: 133-140

- Sismos del 2025 en la costa oriental del lago de Maracaibo: análisis de la secuencia sísmica, vulnerabilidad de las edificaciones educativas y guía esencial de prevención / Noel Mariño Pardo / Boletín 69: 194-195

- Dos entrevistas radiales que abordan temas actuales sobre los pozos de agua en Caracas y el terremoto de Kamchatka, Rusia / Noel Mariño Pardo / Boletín 69: 206-208

- El alud torrencial del 17/10/22 en el sector El Castaño, estado Aragua: ¿Qué se puede hacer para proteger a la población? / José Luis López, Reinaldo García, Jacinto Artigas, Omar Guerrero y José Hernández / Boletín 69: 40-53

Eje 5: Energía, Petróleo y Política Energética (30 trabajos)

- La Nueva Ley Orgánica de Hidrocarburos y el Futuro de Venezuela (Primera Parte) / Humberto Peñaloza / Boletín 3: 15-56

- Energía Limpia en América Latina: Oportunidades y Retos para Venezuela / Claus H. Graf / Boletín 3: 73-78

- Documentos en el seno de la Comisión Presidencial de la Ley Orgánica de Hidrocarburos 2001 / Aníbal Martínez / Boletín 7: 39-51

- Presente y futuro del sector eléctrico / Guillermo Capriles Echeverría / Boletín 12: 121-133

- Relaciones petroleras entre Venezuela y Estados Unidos / Petr. Arévalo Guzmán Reyes / Boletín 20: 111-122

- Integración Energética en América Latina / Aníbal R. Martínez / Boletín 21: 61-72

- Calentamiento Electromagnético del Petróleo / Roberto C. Callarotti / Boletín 27: 25-85

- Energía Nuclear Verde: Reactor Nuclear a Sal Fundida / Laszlo Sajo Bohus / Boletín 34: 111-168

- Producción Conjunta El Operador contra el Estado o el Operador junto al Estado / Martín Essenfeld Yahr / Boletín 35: 169-205

- Uso de Inhibidores en la Industria de los Hidrocarburos / Darío Alfredo Viloria Vera / Boletín 36: 446-657

- Propuesta de Marco Conceptual para una Política Energética en Venezuela / Comisión de Energía de la ANIH / Boletín 46: 7-45

- Bases para la Formación de una Matriz de Generación Eléctrica con Elevada Participación de Energías Renovables / Jesús Augusto Gómez Medina / Boletín 48: 11-79

- Que sucedió en la Industria Petrolera Venezolana entre 1958 y 1998. Situación para el 2017 / Diego González P. / Boletín 48: 207-220

- La Energía Solar Fotovoltaica traspasa las Fronteras / Jesús Augusto Gómez Medina / Boletín 48: 496-500

- ¿Qué haremos con nuestro Petróleo? / Jesús Augusto Gómez Medina / Boletín 48: 501-506

- La demanda en la industria eléctrica nacional escenarios 2020-2040 / Álvaro Yáber / Boletín 49: 256-317

- Propuesta de reconstrucción y rehabilitación de plantas generación termoeléctrica turbogas de CORPOELEC / José Luis García Martínez-Barruchi / Boletín 49: 367-418

- Integración de energía solar fotovoltaica flotante y sistemas de abastecimiento de agua / Jesús Augusto Gómez Medina / Boletín 49: 645-651

- Energía solar y el Costo Nivelado de la Energía LCOE / Jesús Gómez / Boletín 50: 289-293

- Sistema de transmisión nacional 765/400/230 kV. Estado actual y requerimientos. Una propuesta para su recuperación / Pedro Maninat y Luis G. Ceballos / Boletín 51: 9-29

- Montajes Experimentales Dedicados al Análisis y Caracterización de Hidratos: más de 15 años de Evolución

Técnica / Joseph Díaz y Marvin Ricaurte / Boletín 51: 112-120

- El colapso del sistema energético en Venezuela en dos figuras / Jesús Augusto Gómez Medina / Boletín 51: 121-124
- Revisión del método sísmico de reflexión en la industria petrolera / Jesús Pereira Vidal / Boletín 52: 45-61
- Producción conjunta: una estrategia válida de explotación (Joint Production: A Valid Exploitation Strategy) / Martin Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo / Boletín 52: 95-97
- Venezuela – Futuro de la generación hidroeléctrica / José Aguilar Suárez, Sergio Marin Ernst y Pascual Perazzo / Boletín 53: 87-93
- Optimización integral de producción petrolera: un enfoque exitoso ya probado / Martín Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo / Boletín 53: 180-182
- Oportunidades de Sinergia entre Fuentes de Energía Primaria Convencionales y Alternativas para el Aprovechamiento Eficiente de los Recursos Energéticos en Venezuela / Alaiza Balza, Alfredo Viloria y Marvin Ricaurte / Boletín 57: 42-47
- Sistema de fracturamiento termoquímico, aplicado en pruebas de fracturamiento de laboratorio / Miguel Castillo, Miguel Castillejo, Diego Marchán y Harald Stockhausen / Boletín 65: 11-16
- Estudio de reacciones exotérmicas para la estimulación matricial no reactiva / Miguel Castillo, Miguel Castillejo, Diego Marchán y Harald Stockhausen / Boletín 66: 12-21
- Energía en el futuro / Gonzalo J. Morales / Boletín 68: 126-129

Eje 6: Desarrollo Nacional, Gobernanza, Economía y Políticas Públicas, Planificación y Prospectiva (40 trabajos)

- Ranchosis / Arg. Tomás José Sanabria / Boletín 3: 57-58
- La Disciplina del Disentimiento / Julio Martí / Boletín 3: 71-72
- La ingeniería enfrenta el futuro de Venezuela / Gonzalo Morales / Boletín 6: 17-26
- Gente y Tecnología: Un Enfoque Sistémico Referido a los Procesos de Desarrollo Nacional / César Quintini Rosales / Boletín 9: 15-30
- Empleo y Bienestar / Manuel Torres Parra / Boletín 10: 109-113
- Propuesta para la Reactivación del País con Base a la Construcción de Edificios para Viviendas (marzo 2004) / Roberto Pérez Lecuna / Boletín 10: 115-123
- Tecnología e ingeniería: ¿más o menos? Caso petrolero / Martín Essenfeld Yahr / Boletín 11: 128-139
- Gente y Tecnología: Un enfoque sistémico referido a los procesos de desarrollo nacional (II) / César Quintini Rosales (Sillón XIX) / Boletín 13: 107-123
- Gente y Tecnología: Un enfoque sistémico referido a los procesos de desarrollo nacional (III) / César Quintini R. / Boletín 14: 93-104
- Políticas públicas y desarrollo tecnológico agrícola en Venezuela / Carlos Machado Allison / Boletín 17: 103-126
- Conclusiones y Recomendaciones del Foro Situación y Prospectiva de la Ingeniería / Varios autores / Boletín 18: 48-52
- Indicadores de Desarrollo en Venezuela y Crecimiento de la Ingeniería / Manuel Torres Parra / Boletín 20: 171-189
- Indicadores de desarrollo del país relacionados con la Ingeniería / Manuel Torres Parra y Econ. María Rojas de Beltrán / Boletín 21: 159-244
- Indicadores de Mantenimiento / Manuel Torres Parra y Econ. María Rojas / Boletín 22: 82-142
- Indicadores Petroquímicos / Manuel Torres Parra y Econ. María Rojas / Boletín 23: 112-150
- Indicadores de Hierro y Acero / Manuel Torres Parra y Econ. María Rojas / Boletín 24: 59-127
- Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Manuel Torres Parra y Econ. María Rojas / Boletín 24: 129-172
- Indicadores del Aluminio / Manuel Torres Parra y Lic. María Rojas / Boletín 25: 77-125
- Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Manuel Torres Parra y Econ. María Rojas H. de Beltrán / Boletín 30: 54-103
- Indicadores de la Industria Manufacturera / Manuel Torres Parra y María Rojas H. de Beltrán / Boletín 32: 164-235

- Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Manuel Torres Parra y María Rojas H. de Beltrán / Boletín 33: 478-539
- Indicadores de Hierro y Acero / Manuel Torres Parra y María Rojas H. de Beltrán / Boletín 33: 540-591
- Relatoría del Foro Venezuela +30 / Manuel Torres Parra (coordinador) / Boletín 34: 81-108
- Perspectiva Conceptual y Sistema de Indicadores para Evaluar el Desarrollo de Venezuela / Werner Corrales Leal / Boletín 40: 245-446
- Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Manuel Torres Parra y Econ. María Rojas H. de Beltrán / Boletín 43: 9-96
- Situación operativa en el sector aluminio de Venezuela al 2018. Análisis y propuestas / Noel Mariño Pardo / Boletín 44: 168-205
- El potencial de la diáspora venezolana para el desarrollo del país / Carlos Genatios y Marianela Lafuente / Boletín 50: 175-187
- El crecimiento industrial en Venezuela: Perspectivas / Gonzalo Morales / Boletín 52: 140
- Necesitamos crear un país diferente. La industria en el 2050 / Gonzalo J. Morales / Boletín 55: 150-152
- Indicadores de la crisis de desarrollo de Venezuela desde su gestación / Werner Corrales Leal / Boletín 56: 173-175
- El Nuevo Orden Mundial / Gonzalo J. Morales / Boletín 57: 151-153
- La Cooperación Internacional. Una Necesidad para la situación actual de Venezuela / Manuel Torres Parra / Boletín 57: 48-60
- Proyectos de infraestructura inconclusos: Elementos para la formulación de una política pública / Comisión Especial ANIH y Grupo Orinoco / Boletín 58: 123-135
- Gobernabilidad es misericordia para servir / Riad Bujana / Boletín 66: 110-127
- Balance de la economía venezolana 2024 y perspectivas 2025 / Alejandro Gutiérrez / Boletín 66: 145-151
- El Rol del estado en el desarrollo nacional. Capítulo introductorio / Comisión de Desarrollo Nacional / Boletín 68: 164-165
- Visión del país en el año 2050 en áreas de la ingeniería y el hábitat. Visión de la infraestructura de Venezuela en el año 2050 / Comisión de Infraestructura / Boletín 68: 166-191
- Recuperar y desarrollar la industria energética: clave para superar el rentismo y encarar el futuro / Comisión de Desarrollo Nacional / Boletín 69: 214-215
- La gobernanza en el desarrollo nacional / Comisión de Desarrollo Nacional / Boletín 69: 216-217
- Generar empleo de calidad para ampliar la inclusión social en las fases de recuperación, y a lo largo del desarrollo futuro / Comisión de Desarrollo Nacional ANIH / Boletín 70: 97-99

Eje 7: Urbanismo, Planificación Territorial, Vivienda y Hábitat (17 trabajos)

- El Problema de la Recreación en la Caracas del Futuro / W.J. Alcock Pérez Matos / Boletín 3: 59-70
- Maracuchos, ¡su atención por favor! / Tomás José Sanabria (Sillón XXXI) / Boletín 9: 31-36
- Vivienda y Economía Frente al Año 2000 / David Darío Brillembourg (Sillón XXIII) / Boletín 10: 97-107
- Influencia de algunas disposiciones de la Ley de Trabajo en la forma de la ciudad / Arq. Gustavo Ferrero Tamayo / Boletín 13: 135-154
- La Producción Formal de Viviendas y sus Perspectivas / Alfonso J. Linares / Boletín 13: 155-173
- La Urbanización Sustentable: Un Reto para Venezuela / Arnoldo José Gabaldón / Boletín 17: 43-101
- Entre lo Formal y lo Informal: una aproximación para reducir la conflictividad urbana. Caso de estudio: Caracas, Venezuela / Oscar Grauer / Boletín 36: 74-209
- Fundamentos y Cristalización del Urbanismo en Venezuela: de Gómez a Medina (1908-1945) / Urbanista Arturo José Almandoz / Boletín 46: 46-232
- Aportes de la Ingeniería y carreras afines al País durante el período 1958-1998. El Urbanismo en Venezuela 1958-1998 / Urb. Zulma Bolívar / Boletín 47: 155-189
- Ciudades de Hoy / Marco Negrón / Boletín 57: 167-169
- La Ciudad Deseable: El Papel de las Ciudades Intermedias en la Sostenibilidad Urbana / Domingo Acosta / Boletín 57: 8-41

- Megatendencias que marcarán el urbanismo y las ciudades / Alfredo Cilento-Sarli / Boletín 58: 26-34

- Una experiencia en ordenamiento territorial a escala de gestión. Plan de ordenamiento local predio Cantilote / Cathy Villalba, Eduardo Cudisevich, Marco Colmenares y Natalia Díaz Peña / Boletín 59: 8-25

- Diseñando la ciudad moderna: unidades vecinales en la metrópoli El caso de Caracas y la urbanización La California / Lorenzo González Casas / Boletín 60: 182-208

- Lineamientos para el ordenamiento urbano de la ciudad venezolana a partir del espacio público / Maritza Rangel Mora, Alberto Pérez Maldonado y Viviana Moreno Troconis / Boletín 63: 8-23

- De la revisión y diseño de nueva política de ordenamiento territorial como base para atender la crisis económica y social de Venezuela / Alberto Pérez y Maritza Rangel / Boletín 65: 89-101

- Hacia la emergencia del urbanismo en Venezuela, 1830-1908 / Arturo Almandoz Marte / Boletín 70: 64-98

Eje 8: Ingeniería Estructural, Ciencia de Materiales, Construcción y Control de Calidad (22 trabajos)

- Normas para el Proyecto de Estructuras de Obras Civiles en Venezuela / José Grases (Sillón VIII) y Arnaldo Gutiérrez / Boletín 9: 37-80

- Influencia de la Morfología en las Estructuras Sismorresistentes / Eduardo Arnal Myerston / Boletín 14: 139-144

- Laminación en frío y recocido de aleaciones comerciales de aluminio provenientes de colada continua de doble rodillo, producidas en ALCASA, División Guacara, Edo. Carabobo / Eli Saúl Puchi Cabrera / Boletín 16: 11-30

- Notas sobre la Incorporación de Conocimiento Incierto en la Ingeniería Estructural Venezolana / José Grases / Boletín 26: 61-87

- Impacto del Ambiente Tropical en la Durabilidad de las Estructuras de Concreto Armado / Oladis Troconis de Rincón / Boletín 26: 135-198

- La Elipse de Culmann como Calibradora del Comportamiento de Plantas de Edificios Bajo Flexotorsión en un Plano Horizontal / Mario Paparoni / Boletín 26: 199-238

- Laminación en Frío y Recocido de Aleaciones Comerciales de Aluminio Provenientes de Colada Continua de Doble Rodillo, Producidas en Alcasa División Guacara (Alucasa), Edo. Carabobo / Eli SSaul Puchi Cabrera / Boletín 27: 87-148

- Obras Civiles de Carácter Permanente y su Diferencia con las Provisionales. Garantía de la Vida de Servicio en Ambos Casos. Recomendaciones para la Mejora de las Normas de Proyecto y Construcción Vigentes en Venezuela. / Roberto Centeno Werner / Boletín 27: 179-211

- Diseño e Implementación de la Técnica de Autonucleación y Recocidos Sucesivos: Una Herramienta para la Caracterización de Materiales Poliméricos Mediante Fraccionamiento Térmico / Alejandro J. Müller S. / Boletín 35: 56-168

- Reforzamiento de edificios con columnas frágiles. Aplicaciones a hospitales en Venezuela / Luis Bernardo Fargier Gabaldón / Boletín 52: 62-77

- Evaluación de la integridad de pilotes y pilas para obras públicas y privadas con tecnologías disponibles a comienzos del siglo XXI / Francisco Centeno Pulido / Boletín 54: 42-56

- Diseño optimizado para la prefabricación de fundaciones superficiales / Miguel Morales, Heriberto Echezuría y José Velásquez / Boletín 54: 67-74

- Daños y derrumbes de puentes. Una cronología de eventos registrados en medios de comunicación / Arnaldo José Gutiérrez Rodríguez / Boletín 54: 110-123

- Nueva normativa venezolana para edificaciones sismorresistentes de mampostería estructural / Ángelo Marinilli y Oscar A. López / Boletín 55: 8-3

- Evaluación estructural de los muros de la iglesia Inmaculada Concepción, de Pueblo Nuevo, municipio Falcón, estado Falcón / José L. Morillo, Víctor Piñero y Fernando Valle / Boletín 64: 24-31

- Rehabilitación de la Presa Turimiquire. Historia reciente y propuesta de reparación / Pascual Perazzo / Boletín 64: 38-48

- Capacidad estructural a compresión de pilotes perforados con Eurocódigos y ACI 318, y comparación con otras normativas disponibles / Álvaro Villarino Redondo, Jorge Cañizal, Miguel Ángel Fernández y Héctor García / Boletín 64: 49-58

- Estudio de conexiones a momento tipo end-plate en sistemas estructurales a momento con columnas tubulares

HSS y vigas de alma abierta / Eduardo Núñez, Oscar Salazar, Luis Pacheco, Henry Monsalve y José Luis Zambrano / Boletín 67: 58-62

- Estudio de patrones de carga de análisis no lineal estático incremental en pórticos de concreto armado de estructuras regulares de altura baja, mediana y alta / Ronald Torres, Douglas Peña, Marco Chávez y Juan Sánchez / Boletín 67: 63-70

- Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural / Jorge González, Ronald Torres, Enrique Rodríguez, Raíza García, Luis Rojas, Elimar Gómez, Miguel Castillejo y Diego Marchán / Boletín 68: 12-22

- Propuesta de reforzamiento de puentes de concreto mediante técnicas de pretensión exterior / Ronald Torres, María Luisa Díaz y Duilio Marcial / Boletín 70: 21-29

- Corrosión y durabilidad en edificaciones existentes en el litoral venezolano (Trabajo elaborado como producto del foro desarrollado en la Comisión de Infraestructura de la ANIH) / Valentina Millano González, Andrés Torres Acosta y José Luis Beauperthuy Urich. Editores: Oladis Troconis de Rincón, Carlos Quintini y Carlos Rodríguez Álvarez / Boletín 70: 101-121

Eje 9: Ética, Filosofía, Desarrollo Humano y Responsabilidad Social (14 trabajos)

- La Ética y la Ingeniería en Venezuela / Eduardo Roche Lander / Boletín 2: 191-194

- Ética Ambiental de los Ingenieros / Manuel Torres Parra / Boletín 15: 25-31

- Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989 / Antonio J. de Guruceaga, Armando Vegas, Mari Carmen Rodríguez Amengual, Ana Teresa Caraballo de Celis, Manuel Torres Parra, Orlando Rodríguez Amaya, Francisco Díaz Lovera, Juan Carlos Hiedra Cobo, Vladimir Yackovler, Jorge Pérez, Mineau Reyes, Fernando Trías / Boletín 15: 33-37

- El Componente Ético del Desarrollo Nacional / Humberto Peñaloza / Boletín 15: 39-66

- Ética y Liderazgo / Humberto Peñaloza / Boletín 15: 67-84

- Ética y Profesión / Jesús Sanabria / Boletín 15: 85-105

- Ética, moral y honestidad / Lenning, Caets / Boletín 15: 107-108

- Ética de la Ingeniería / Editorial de Wm. A. Wulf, NAE / Boletín 15: 109-110

- La Bioética, el Ambiente y la Ingeniería / Manuel Torres Parra / Boletín 15: 111-116

- La Ética y la Ingeniería en Venezuela / Eduardo Roche Lander / Boletín 15: 117-120

- La Ética del Ingeniero Vendedor de Productos Nocivos / Alberto Méndez Arocha / Boletín 15: 175-176

- Comentarios relativos al artículo primero del Código de Ética Profesional del CIV / Héctor Hernández Carabaño / Boletín 15: 137-139

- Valores éticos y morales prioridad nacional / Herbert Lynch Blackman / Boletín 49: 419-468

- Sindéresis – Altruismo – Ciudadanía / Alicia Ponte Sucre / Boletín 66: 152-154

Eje 10: Ciencia y Tecnología, Educación en Ingeniería, Arquitectura y Ciencia (21 trabajos)

- Los estudios en universidades de prestigio y los programas nacionales de investigación aplicada / Rodolfo W. Moleiro / Boletín 7: 13-19

- El Ingeniero del 2025 / Vladimir Yackovlev / Boletín 14: 63-70

- Recursos Humanos y Tecnología / XI Congreso-C.I.V. / Boletín 16: 121-193

- La Formación Profesional: Vinculación con la Industria Petrolera / Martín Essenfeld Yahr y Miguel Castillejo / Boletín 23: 151-170

- La Universidad Posmoderna frente a las Nuevas Realidades Globales / José Moreno León / Boletín 25: 37-42

- Conocimiento e innovación para el desarrollo. Sobre el relanzamiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación / Carlos Genatios / Boletín 35: 433-542

- Curso Básico de Microcontroladores en un Aula Virtual. Uso Plataforma Arduino –Iniciación- / Alfredo Avella Guevara / Boletín 36: 210-445

- La Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, en el marco de la educación universitaria / Rafael Isidro Quevedo Camacho / Boletín 38: 48-600

- Aportes de la Investigación y Postgrado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo al Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Venezuela / Edilberto Guevara Pérez / Boletín 42: 102-688

- Cuando la Investigación Agrícola se Instaló en la UCV: Del Optimismo a la Frustración / Alfredo Cilento Sarli / Boletín 45: 100-119

- Las Universidades con Facultades y Programas de Ciencias Agrícolas y Afines de Venezuela y sus Aportes a la Agricultura y la Ruralidad / Rafael Isidro Quevedo Camacho / Boletín 45: 120-157

- Reflexiones sobre las Tecnologías de la RI 4.0 y la Adecuación del Sistema Educativo / Julio César Ohep Cardier / Boletín 51: 102-111

- La muerte de las universidades / Carlos Machado Allison / Boletín 52: 141

- La Universidad y el Futuro / Gonzalo J. Morales / Boletín 56: 196

- La Educación y el Perfil del Ingeniero / Rafael Isidro Quevedo Camacho / Boletín 56: 8-18

- Marco conceptual de políticas y lineamientos para promover la educación en línea en escenarios de desigualdad / Fabio Capra-Ribeiro / Boletín 59: 26-40

- Cuatro reflexiones y siete saberes necesarios para la educación del futuro / Edgar José Jaimes Cárdenas / Boletín 65: 240-243

- El estudio del futuro podría convertirse en carrera universitaria / Entrevista a Luis Gilberto Caraballo / Boletín 66: 155-159

- La nueva estructura de las competencias profesionales específicas en el plan de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Andrés Bello -UCAB / Henry Alberto Blanco Salas / Boletín 66: 30-38

- Nuevo desarrollo científico, tecnológico e innovador para Venezuela / José Manuel Martínez Cabrero / Boletín 67: 73-85

- Contribución para la actualización de la formación de la ingeniería agronómica en Venezuela. Planteamientos y directrices / Pedro García Montero, Juan Antonio Comerma, Carlos Linares, José Raúl Alegrett y Rafael Isidro Quevedo / Boletín 68: 130-161

Eje 11: Transporte, Vialidad y Movilidad (24 trabajos)

- El Problema del Transporte y el Metro de Caracas / José González Lander / Boletín 1: 49-73

- Anotaciones sobre el Tema de Transporte / César Quintini R. / Boletín 2: 81-108

- Transporte: de todos, para todos / César Quintini Rosales / Boletín 4: 85-94

- Reglamento General Tarifa para el Astillero Nacional Restaurador. Puerto Cabello – Venezuela / Documento histórico firmado por Román Delgado Chalbaud y encabezado por el General Cipriano Castro / Boletín 6: 139-154

- Ley habilitante de transporte ferroviario: un cuestionamiento / Alberto Méndez Arocha / Boletín 11: 57-92

- Reflexiones sobre ferrocarriles, puertos y transporte / César Quintini Rosales / Boletín 11: 93-127

- Reflexiones sobre ferrocarriles, puertos y transporte (II) /César Quintini Rosales / Boletín 12: 104-120

- Material de Discusión para Tópicos de Transporte en Venezuela / Alberto Méndez Arocha (Sillón I) y César Quintini R. (Sillón XIX) / Boletín 13: 77-105

- Anotaciones sobre el tema de Transporte / César Quintini R. / Boletín 22: 48-81

- Lineamientos para un plan destinado a superar el déficit en la infraestructura carretera y mejorar la movilidad y competitividad / Daniel Quintini Alizo / Boletín 39: 10-29

- Legislación existente y estructura organizacional en el área de vialidad, transporte y movilidad / Dra. Teresa Borges García / Boletín 39: 30-54

- Propuesta de transporte inclusivo, accesible y resiliente para ciudades venezolanas / Jesús Uzcátegui, Juan Andrés Rondón, Celia Herrera / Boletín 39: 55-114

- Lineamientos para un sistema ferroviario nacional factible / Daniel Quintini Alizo / Boletín 39: 115-182

- El Plan Preliminar de Vialidad de 1947 y las Comunicaciones desde el Centro con la Región Andina / Alfredo Cilento Sarli y Juan José Martín Frechilla / Boletín 41: 149-189

- Terminal portuario de la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR) en Matanzas / Alfredo Cilento Sarli y Juan José Martín Frechilla / Boletín 47: 96-110

- El rol del transporte de carga y la sostenibilidad en la economía nacional / Riad Bujana Saldivia / Boletín 49: 318-366

- Infraestructura portuaria en Venezuela siglos XIX-XX / Alfredo Cilento Sarli / Boletín 51: 64-101

- Campos de aterrizaje, aeródromos y aeropuertos en Venezuela. Siglo XX / Alfredo Cilento-Sarli / Boletín 53: 1-30

- Lineamientos para la elaboración de un plan dirigido a la complementación y mejoras del sistema vial expreso de la Gran Caracas. Plan Vial Caracas 2040 / Daniel Quintini - Altey / Boletín 53: 42-56

- Estimación de la cantidad de vehículos híbridos y eléctricos que irán reemplazando a los vehículos de combustión en Caracas y en Venezuela / Riad Bujana Saldivia / Boletín 57: 154-165

- Pavimentación asfáltica: Del aula al trabajo de campo / Herbert Lynch Blackman / Boletín 58: 136-155

- Mejoras a la circulación de la Avenida Libertador entre Chacao y el Distribuidor Altamira, Caracas / Riad Bujana Saldivia / Boletín 63: 214-253

- Análisis del comportamiento en desplazamientos no motorizados en las ciudades según la disponibilidad de espacio verde urbano / Wilmer Bueno-Silva y Luis Soto-Cerda / Boletín 63: 53-63

- Motorizados, auditorías de seguridad vial (ASV) y tratamiento de puntos negros (PN) / Riad Bujana / Boletín 67: 206-232

Eje 12: Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (29 trabajos)

- La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat ante los problemas ambientales / Manuel Torres Parra / Boletín 6: 31-43

- La Gestión Ambiental: de la Restricción a la Acción / Eduardo Buroz Castillo / Boletín 17: 183-200

- Conclusiones y Recomendaciones del Foro Ambiente, Energía y Economía / Manuel Torres Parra, Juan Carlos Sánchez, Alberto Méndez Arocha, Nelson Hernández, Diego González, Arnoldo Gabaldón / Boletín 18: 35-45

- Opciones y medidas de adaptación y mitigación a los cambios climáticos globales y su relación con el desarrollo sustentable / Arnoldo José Gabaldón / Boletín 20: 99-109

- El Drenaje y su Importancia para una Ciudad Sustentable / José Ochoa Iturbe / Boletín 38: 601-687

- Expansión Urbana y del Lago, y Disponibilidad de Tierras para el Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Lago de Valencia, Venezuela / Jesús Arnaldo Viloria Rendón / Boletín 44: 67-110

- Desarrollo de Productos Tecnológicos Verdes para el Aseguramiento de Flujo / Darío Alfredo Viloria Vera / Boletín 45: 158-176

- Coronavirus, emergencia humanitaria, crisis ambiental, teletrabajo. Hospitales, escuelas y vecindarios y barrios sostenibles / Alfredo Cilento Sarli y Marcos Troccoli Hernández / Boletín 48: 322-373

- Por efecto del cambio climático, Venezuela podría perder cerca de 400.000 km2 de aguas de zona económica exclusiva / Jesus Augusto Gómez Medina / Boletín 49: 652-657

- El Club de Roma y la conferencia de Estocolmo, hitos fundamentales en torno al concepto de desarrollo sustentable ¿Oportunidades para una economía extractiva en Venezuela? / José Luis García Martínez-Barruchi / Boletín 51: 30-63

- Aguas en problemas: Lago de Maracaibo, octubre 2021 / Michael Carlowicz y Joshua Stevens / Boletín 52: 93-94

- La evolución del pensamiento ambiental: en un mundo en crisis / Rafael Lairet Centeno / Boletín 53: 183-217

- Situación de los derrames de hidrocarburos en Venezuela (2010-2021) y nuevas tecnologías de monitoreo / Klaus Essig / Boletín 54: 8-33

- Aplicación de índices de desarrollo humano ¿Un enfoque de gestión del capital natural para Venezuela? / José Luis García Martínez-Barruchi / Boletín 55: 38-66

- La necesidad de frenar las Deforestaciones y Conservar los Bosques en Venezuela / Omar Carrero, José Rafael Lozada, Yajaira Plaza, Tulio Bastidas, Oscar Noguera, Samuel Mendoza y Carlos Contreras / Boletín 56: 65-76

- ¿Lograremos el ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles? / Alfredo Cilento-Sarli / Boletín 57: 166

- Cambio Climático y Medio Ambiente / Griselda Ferrara / Boletín 57: 61-75

- Líneas de acción para la gestión urbana del agua en el marco de la gestión ambiental urbana / Griselda Ferrara de Giner / Boletín 60: 8-27

- Adaptación del merey (Anacardium occidentale) a la zona protectora de la cuenca alta y media del río Pao, con fines agroforestales sostenibles. Cantilote, Municipio Libertador, Estado Carabobo / Cathy Villalba, Luis Cedeño, Marco Colmenares y Leonardo Cedeño / Boletín 60: 103-128

- Conservación ambiental y desarrollo sostenible / Edilberto Guevara Pérez / Boletín 60: 133-140

- Posibilidades y tecnologías para la mitigación y adaptación de las infraestructuras a los efectos del cambio climático / Carlos Rodríguez Álvarez / Boletín 61: 78-110

- Tipología de las evaluaciones de impacto ambiental / Joaquín Benítez Maal / Boletín 62: 228-262

- Moisés, las diez plagas de Egipto, cruce del mar rojo y su analogía con el actual cambio climático / Roque García Ruiz / Boletín 63: 254-264

- Factibilidad ambiental de las opciones de ruta del ferrocarril Cagua, San Juan de Los Morros. categoría ingeniería y costos / Keissy Díaz y Kélika González / Boletín 63: 73-81

- Bioética y biopolítica en ciudades sostenibles y resilientes. Una propuesta de indicadores de sostenibilidad ambiental urbana para Venezuela / Loraine Mayrim Giraud Herrera / Boletín 64: 152-223

- Cambio climático, transición energética y desarrollo sostenible (características, impactos y proyecciones) / Griselda Ferrara de Giner / Boletín 65: 228-236

- Reflexiones sobre cómo enfrentar algunos de los problemas ambientales de Venezuela / Rafael J. Bermúdez / Boletín 65: 237-239

- La sustentabilidad ambiental venezolana en el año que se fue / Pablo Kaplún y Joaquín Benítez / Boletín 66: 141-144

- La gestión integral de los recursos hídricos y su relación con los objetivos de desarrollo sostenible / Luis Alfonso Sandia Rondón / Boletín 67: 140-161

Eje 13: Agricultura, Desarrollo Rural y Seguridad Alimentaria (23 trabajos)

- Crítica de libros, Tras la ruta del hambre. Nutrición y salud pública en el siglo XX / José María Bengoa Lecanda / Boletín 11: 163-177

- Evaluación del Desarrollo Agrícola / Eduardo Mendoza Goiticoa y Héctor Hernández Carabaño / Boletín 19: 75-148

- La Energía en la Producción de Alimentos / Nelson Hernández / Boletín 35: 656-734

- La Agricultura Venezolana y su Crisis Actual / Rafael Isidro Quevedo Camacho / Boletín 45: 68-77

- La Nueva Ruralidad / Patricia Ramos Cárquez / Boletín 45: 78-92

- El Desarrollo Rural, la Problemática de la Vialidad Agrícola y las Dificultades para Mantener la Producción Agropecuaria / Riad Bujana Saldivia / Boletín 45: 93-99

- Rasgos en la Evolución de la actividad Agrícola y del Medio Rural durante la Segunda Mitad del Siglo XX / José Raúl Alegrett / Boletín 47: 208-284

- Acciones recomendadas para mejorar el uso de fertilizantes en Venezuela / Juan Comerma, Heman Espinosa y Magaly Ruiz / Boletín 51: 128-132

- Disponibilidad de Fe, Mn, Zn y Cu para las plantas, según el pH, en suelos venezolanos / Pedro Raúl Solórzano Peraza / Boletín 55: 33-37

- Estado del sistema de ciencia, tecnología e innovación del agro en Venezuela / Miguel A. Padrón, Editor / Boletín 56: 176-180

- Protección de Plantas y Agricultura Sustentable / Asdrúbal Arcia / Boletín 56: 181-186

- Tecnología, Innovación y el Sistema Agroalimentario en Venezuela / Carlos Machado Allison / Boletín 56: 187-195

- La Actividad Agrícola en la Modernidad y la Tecnología de Avanzada / Carmelo Ecarri / Boletín 57: 96-101

- Capacidad, aptitud y vocación de la tierra en Venezuela / Juan Comerma / Boletín 59: 116-119

- Recomendaciones para el control de huanglongbing (HLB) o enfermedad de los retoños amarillos en plantaciones de cítricos en Venezuela / Edmundo E. Monteverde Soto / Boletín 60: 129-132

- Estudios de las instituciones de investigación del agro en Venezuela / Rafael Dávila, Miguel Padrón y Daniel Vargas / Boletín 61: 232-236

- Utilización de lodos residuales de cervecería como acondicionadores de suelos / Oswaldo Luque Mirabal / Boletín 61: 51-60

- El Fradiear, un mecanismo internacional de las facultades de ciencias agrarias y afines de la región andina. En el marco de la cooperación e integración / Rafael Isidro Quevedo Camacho / Boletín 62: 263-309

- Agricultura Venezolana del futuro. Una aproximación / José Raúl Alegrett Ruiz / Boletín 62: 36-68

- Caracterización de un conjunto de fincas ganaderas en Venezuela / Gustavo Nouel Borges / Boletín 62: 101-120

- La protección del patrimonio genético del cacao venezolano / Comisión de Agricultura / Boletín 69: 218-220

- Informe del estado de la Inocuidad alimentaria en Venezuela. Propuesta de acciones / Comisión Interacadémica de Sistemas Alimentarios y Nutrición (CISAN) de la ANIH y la ACFIMAN / Boletín 70: 86-96

- Red venezolana de producción ganadera sostenible gestionada con sistemas silvopastoriles / Gustavo Nouel-Borges / Boletín 70: 99-139

Eje 14: Ciencias Básicas y Ciencias Aplicadas, Tecnología, Telecomunicaciones, Computación, Informática y Bioingeniería (12 trabajos)

- Solución Numérica de la Torsión de Saint-Venant / Simón Lamar / Boletín 5: 33-53

- Notas sobre el "Último Teorema de Fermat" / F.J. Duarte / Boletín 6: 131-138

- Estudios para la Optimización de Prótesis Total de Cadera (Trabajo de Incorporación a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, 2011) / Joaquín A. Lira-Olivares / Boletín 28: 77-156

- Transmisión de Señales Digitales. Una breve síntesis / Paolo Maragno / Boletín 47: 9-46

- Vivir en modo digital. Una mirada a la sociedad actual / Beatriz Sandia Saldini / Boletín 58: 156-160

- Los drones: presente y futuro en la ingeniería / Rafael Reyes Madriz / Boletín 61: 61-77

- Conectividad de calidad para disrupción digital, 2019-2023, Procesamiento de Lenguaje Natural –PLN- y propuesta para el sector telecomunicaciones e informática –t+i- / Alfredo Avella Guevara / Boletín 64: 87-151

- Las Fronteras de la Infotecnología "El hombre quántico" / Luis Gilberto Caraballo / Boletín 66: 104-109

- Usando la ciencia para descifrar un crimen. Caso Almelina Carrillo, 2017 / Oscar Andrés López Sánchez, Elizabeth Raven y José Luis López / Boletín 68: 30-62

- Las fronteras de la infotecnología "El Hombre Quántico". Propuesta transdisciplinaria para la activación neurofuncional en entornos cuánticos / Luis Gilberto Caraballo / Boletín 69: 12-20

- Desarrollo, innovación y educación tecnológica en la era digital / Jonás A. Montilva C. / Boletín 69: 21-39

- El sistema de ciencia, tecnología e innovación en Venezuela: Parques Tecnológicos como estrategia y la experiencia de la Universidad de Los Andes / Genry Vargas Contreras / Boletín 70: 76-81

Eje 15: Procesos, Industria, Gerencia y Temas Institucionales y variados (14 trabajos)

- Das KKKapital revisitado: la "plusvalía" / Alberto Méndez Arocha / Boletín 7: 21-37

- La Seguridad como Principio, el Desarrollo y la Defensa, sus fundamentos / Víctor Maldonado Michelena / Boletín 14: 145-152

- La lengua española y/en Las Nuevas Tecnologías / Oscar Sambrano Urdaneta / Boletín 16: 195-206

- Discusión Foro: Papel de las Academias en el Desarrollo del País / Eduardo Buróz, Vladimir Yackovlev, Gonzalo J. Morales, Aníbal R. Martínez / Boletín 19: 51-73

- Índice General del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, No. 1 (2001) al No. 20 (2010) / Franco Urbani Patat/ Boletín 21: 103-158

- Elementos de una Iniciativa Empresarial Exitosa / Francisco Javier Larrañaga Vázquez / Boletín 33: 330-476

- COVID19 y el fin de la Globalización / Juvencio Molina A. y Oswaldo Gómez A. / Boletín 48: 374-390

- La innovación y el proceso de protección industrial / Alfredo Viloria Vera y Marvin Ricaurtt / Boletín 49: 247-255

- Identificación de mejoras operacionales en la producción de GLP mediante la simulación de procesos: Caso estudio

– Mercado Ecuatoriano / Maritza Echeverría, Marvin Ricaurte y Alfredo Viloria / Boletín 52: 78-84

- Publicaciones sobre la Zona Rental de Plaza Venezuela de la UCV, 1994-2023 / compilador José Molina / Boletín 61: 179-231

- Una estrategia de implementación de metodología BIM en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción / Luis José Carrillo, Luis Sánchez, Yosmar González, Jesús Pérez, José Ramírez, Daniel Carrillo, María Carrillo, Gabriela Hernández y Francisco Hernández / Boletín 64: 32-37

- 55 conceptos para sobrevivir al 2025 / Manuel Torres Parra / Boletín 66: 128-132

- Lecciones aprendidas: 30 años de la ingeniería clínica / Rodrigo Mijares / Boletín 66: 160-163

- Entropía social o una sociedad negentrópica: Revisión del estado del arte / Edgar Jaimes, Yalitza Ramos, Neida Pineda y Enver Jaimes / Boletín 70: 64-75

3.4. Producción por autores

La riqueza del Boletín no sería posible sin la participación de los autores y coautores que han contribuido con su saber y experiencia a engrosar este acervo intelectual. Un total de 214 profesionales han colaborado en las páginas del Boletín a lo largo de sus 70 números, entre académicos, investigadores y especialistas invitados, lo que evidencia el carácter colectivo y multidisciplinario de esta publicación. Entre los autores más prolíficos destaca Franco Urbani Patat, quien encabeza la lista con 31 trabajos publicados —entre artículos técnicos, notas históricas y semblanzas biográficas—, lo que refleja su extraordinario compromiso con la difusión del conocimiento geológico y la historia de la ingeniería en Venezuela. Le sigue Manuel Torres Parra, con 25 trabajos, cuyo extenso legado abarca desde la historia de las telecomunicaciones hasta los indicadores de desarrollo y la ética profesional. Noel Santiago Mariño Pardo ha contribuido con 18 trabajos, dedicados principalmente a la minería, la geología y los recursos minerales. Jhonny Edgar Casas, con 15 trabajos, ha destacado por sus investigaciones en paleontología, geología histórica y divulgación científica. Roberto Pérez Lecuna, con 14 trabajos, ha dejado una huella indeleble en el campo de la ingeniería hidráulica y sanitaria. Otros autores de notable producción incluyen a Gonzalo J. Morales (12 trabajos), Alfredo Cilento Sarli (11 trabajos), Iván Baritto (11 trabajos), César Quintini Rosales (10 trabajos) y José Grases G. (9 trabajos), entre muchos otros que han enriquecido las páginas del Boletín con sus contribuciones. La siguiente tabla recoge la producción completa de todos los autores y coautores que han participado en el Boletín a lo largo de sus 70 números, ordenados alfabéticamente, con el detalle de los títulos de sus trabajos y el total de publicaciones por cada uno.

Tabla 4. Autores, número y títulos de trabajos publicados

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
Adriana Márquez Romance	3	An approach for water quality restoration by applying In Situ (Phytoremediation using Vetiveria zizanioides) and Ex Situ (Coupled bioreactors) bioremediation techniques for the removal of eutrophic conditions and organochlorine pesticides in rivers of Carabobo and Aragua states, Venezuela / In situ and ex situ bioremediation proposal for aquifer contaminated / An approach for evaluating municipal model for providing drinking water and sanitation services
Alaiza Balza	1	Oportunidades de Sinergia entre Fuentes de Energía Primaria Convencionales y Alternativas para el Aprovechamiento Eficiente de los Recursos Energéticos en Venezuela
Alberto Méndez Arocha	8	Sobre Algunos Pleitos (Matemáticos) / Das KKKapital revisitado: la "plusvalía" / Ley habilitante de transporte ferroviario: un cuestionamiento / Apostilla sobre "La Faja del Orinoco" de Aníbal R. Martínez / Material de Discusión para Tópicos de Transporte en Venezuela / Los Secretos de los Albañiles (Masones) Medievales y El Código Da Vinci / Conclusiones y Recomendaciones del Foro Ambiente, Energía y Economía / La Ética del Ingeniero Vendedor de Productos Nocivos
Alberto Pérez Maldonado	2	Lineamientos para el ordenamiento urbano de la ciudad venezolana a partir del espacio público / De la revisión y diseño de nueva política de ordenamiento territorial como base para atender la crisis económica y social de Venezuela
Alejandra Leal Guzmán	2	A Prueba de Temblores. Reflexiones sobre Construcción y Sismorresistencia en la Venezuela de 1900 / Inventario de Daños y Efectos Geológicos Co

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		y/o Post-Sísmicos del Sismo Ocurrido el 18 de mayo de 1875
Alejandro Gutiérrez	1	Balance de la economía venezolana 2024 y perspectivas 2025
Alejandro Liñayo	4	A 266 años del Gran Terremoto de Lisboa / A 210 años del terremoto de 1812 / A 211 años del Terremoto de 1812 / Diez reflexiones sobre el desastre hidroclimático de Valencia (España) del 29 octubre 2024
Alejandro J. Müller S.	1	Diseño e Implementación de la Técnica de Autonucleación y Recocidos Sucesivos (SSA): Una Herramienta para la Caracterización de Materiales Poliméricos Mediante Fraccionamiento Térmico
Alejandro Méndez	2	An approach for water quality restoration by applying In Situ (Phytoremediation using Vetiveria zizanioides) and Ex Situ (Coupled bioreactors) bioremediation techniques for the removal of eutrophic conditions and organochlorine pesticides in rivers of Carabobo and Aragua states, Venezuela / In situ and ex situ bioremediation proposal for aquifer contaminated
Alejandra Ayala	1	Implantación del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la Universidad Católica Andrés Bello. UCAB. Campus Montalbán
Alexander Núñez	1	Evaluación local del riesgo de desastres y participación comunitaria para mejorar la resiliencia
Alfredo Avella Guevara	2	Curso Básico de Microcontroladores en un Aula Virtual. Uso Plataforma Arduino –Iniciación- / Conectividad de calidad para disrupción digital, 2019-2023, Procesamiento de Lenguaje Natural –PLN- y propuesta para el sector telecomunicaciones e informática –t+i-
Alfredo Cilento Sarli	11	El Ministerio de Obras Públicas en la Construcción de la Infraestructura para el Desarrollo (1878-1976) / El Plan Preliminar de Vialidad de 1947 y las Comunicaciones desde el Centro con la Región Andina / Terminal portuario de la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR) en Matanzas / La Vivienda en la Posguerra y el Programa Experimental de Vivienda del Banco Obrero / Infraestructura y vialidad en la cuenca oriental petrolera de Venezuela 1910-1981 / Cuando la Investigación Agrícola se Instaló en la UCV: Del Optimismo a la Frustración / Campos de aterrizaje, aeródromos y aeropuertos en Venezuela. Siglo XX / Coronavirus, emergencia humanitaria, crisis ambiental, teletrabajo. Hospitales, escuelas y vecindarios y barrios sostenibles / ¿Lograremos el ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles? / Vulnerabilidad e Infraurbanización de los Barrios Autoproducidos de Caracas / Megatendencias que marcarán el urbanismo y las ciudades
Alfredo Corredor	1	Criterios de rotura no-lineales aplicados a la estabilidad de macizos rocosos con grietas de tracción
Alfredo Jahn	2	El Desarrollo de las Vías de Comunicación en Venezuela / Comisiones Exploradoras de las Carreteras de la República
Alfredo Urich	1	Evaluación rápida de daños en edificaciones
Alfredo Viloria Vera	6	Desarrollo de Productos Tecnológicos Verdes para el Aseguramiento de Flujo / ¿Qué significó el INTEVEP y otros Institutos de Investigación en el campo de la Ingeniería? / Uso de Inhibidores en la Industria de los Hidrocarburos / Oportunidades de Sinergia entre Fuentes de Energía Primaria Convencionales y Alternativas para el Aprovechamiento Eficiente de los Recursos Energéticos en Venezuela / La innovación y el proceso de protección industrial / Identificación de mejoras operacionales en la producción de GLP mediante la simulación de procesos: Caso estudio – Mercado Ecuatoriano
Alí Gómez	5	Una Década de Cartografía Geológica en el Norte de Venezuela: 2003-2013 / Emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste del estado Falcón / Nuevos Estudios sobre la Formación Matatere, Estados Lara y Yaracuy / Minerales Secundarios de la Región Septentrional de los Estados Lara y Yaracuy / Inventario de

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		Daños y Efectos Geológicos Co y/o Post-Sísmicos del Sismo Ocurrido el 18 de mayo de 1875
Allen Morrison	1	Relaciones Históricas: Ferrocarril La Guaira y Caracas, Venezuela
Alfonso Linares	2	Diez Proyectos Importantes de Infraestructura durante el período 1958-1998 / La Producción Formal de Viviendas y sus Perspectivas
Alfonso Rincón	1	Manejo de las aguas residuales en el Parque Nacional Laguna de Canaima, Estado Bolívar, Venezuela
Alvaro Boiero	1	Empleo del método de vibrocompactación para el mejoramiento de suelos: caso de puerto de La Guaira
Álvaro Villarino Redondo	1	Capacidad estructural a compresión de pilotes perforados con Eurocódigos y ACI 318, y comparación con otras normativas disponibles
Álvaro Yáber	1	La demanda en la industria eléctrica nacional escenarios 2020-2040
Ana Teresa Caraballo de Celis	1	Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989
Andrés Gavidia	2	Estimación de desplazamientos horizontales y deformaciones unitarias en el suelo debajo de fundaciones superficiales con base en la ley edométrica continua corregida / Definición de zonas de falla en suelos debajo de fundaciones superficiales con base en la ley edométrica continua corregida
Andrés Torres	1	Modelo hiperbólico integrado de suelos sometidos a corte no drenado
Andrés Torres Acosta	1	Corrosión y durabilidad en edificaciones existentes en el litoral venezolano
Ángelo Marinilli	2	Evaluación rápida de daños en edificaciones / Nueva normativa venezolana para edificaciones sismorresistentes de mampostería estructural
Aníbal Martínez	6	De la Petrolia del Táchira a Petróleos de Venezuela: Apuntes para una Tertulia / Documentos en el seno de la Comisión Presidencial de la Ley Orgánica de Hidrocarburos 2001 / Gumersindo Torres, iniciador del nacionalismo petrolero / El Viaducto N° 1 de la Autopista de Caracas al Litoral Central / Discusión Foro: Papel de las Academias en el Desarrollo del País / Integración Energética en América Latina
Antonio Brojanigo	1	Historia Geológica del Escudo de Guayana, Venezuela, y sus Recursos Minerales: Evolución de Supercontinentes, Tectónica de Placas y Plumas del Manto
Antonio J. de Guruceaga	1	Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989
Armando Ramírez	2	Emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste del estado Falcón / Las Fuentes Termales del Estado Trujillo, Venezuela
Armando Vegas	1	Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989
Arnaldo Gutiérrez	2	Normas para el Proyecto de Estructuras de Obras Civiles en Venezuela / Daños y derrumbes de puentes. Una cronología de eventos registrados en medios de comunicación
Arnaiz Rodríguez	1	La Litósfera del Caribe Oriental: Una Visión Geofísica Integrada
Arnoldo José Gabaldón	4	La Urbanización Sustentable: Un Reto para Venezuela / Conclusiones y Recomendaciones del Foro Ambiente, Energía y Economía / Opciones y medidas de adaptación y mitigación a los cambios climáticos globales y su relación con el desarrollo sustentable / Arnoldo José Gabaldón: de la ingeniería hidráulica al desarrollo sustentable
Arturo Almandoz Marte	3	Fundamentos y Cristalización del Urbanismo en Venezuela: de Gómez a Medina (1908-1945) / Arnoldo José Gabaldón: de la ingeniería hidráulica al desarrollo sustentable / Hacia la emergencia del urbanismo en Venezuela, 1830-1908
Arturo Luján Molina	1	Mapa histórico de la Capitanía General de Venezuela 1810
Asdrúbal Arcia	1	Protección de Plantas y Agricultura Sustentable
Asdrúbal Romero M.	1	El Ingeniero del 2020 - Síntesis y comentarios del reporte de la Academia Nacional de la Ingeniería de los Estados Unidos
Axel Dourojeanni	1	Agua y recursos hídricos no son sinónimos

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
Beatriz Sandia Saldini	1	Vivir en modo digital. Una mirada a la sociedad actual
C. Wiedenmayer	1	Comparación de las Cuencas Sedimentarias de Maturín y Maracaibo
Cariana Maury	1	Propuesta de mapa geotécnico mediante la integración de estudios de referencia en municipios del estado Zulia
Carlos Contreras	1	La necesidad de frenar las Deforestaciones y Conservar los Bosques en Venezuela
Carlos Espinosa Jiménez	4	Estimación de gases de efecto invernadero (GEI) por aguas residuales municipales en el Municipio Libertador del Estado Mérida, Venezuela / Lagunas de estabilización en el medio rural venezolano. Caso: zona panamericana de los estados Mérida y Trujillo, Venezuela / Manejo de las aguas residuales en el Parque Nacional Laguna de Canaima, Estado Bolívar, Venezuela / Propuesta de un Índice de Calidad de Agua para la Amazonía venezolana
Carlos Genatios	4	Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la UCV., Medio Siglo de Servicios a Venezuela / Evaluación local del riesgo de desastres y participación comunitaria para mejorar la resiliencia / El potencial de la diáspora venezolana para el desarrollo del país / Conocimiento e innovación para el desarrollo. Sobre el relanzamiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
Carlos Linares	1	Contribución para la actualización de la formación de la ingeniería agronómica en Venezuela. Planteamientos y directrices
Carlos Machado Allison	3	Políticas públicas y desarrollo tecnológico agrícola en Venezuela / La muerte de las universidades / Tecnología, Innovación y el Sistema Agroalimentario en Venezuela
Carlos Pazmiño	1	Modelaje predictivo de sedimentadores primarios en plantas de tratamiento de aguas residuales basado en redes neuronales artificiales
Carlos Quintini	1	Corrosión y durabilidad en edificaciones existentes en el litoral venezolano
Carlos Ramos	1	Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la UCV., Medio Siglo de Servicios a Venezuela
Carlos Rodríguez Álvarez	2	Posibilidades y tecnologías para la mitigación y adaptación de las infraestructuras a los efectos del cambio climático / Corrosión y durabilidad en edificaciones existentes en el litoral venezolano
Carlos Veloz	1	Modelaje predictivo de sedimentadores primarios en plantas de tratamiento de aguas residuales basado en redes neuronales artificiales
Carlos Eduardo Yánez	1	Granitos colgados: un término de uso práctico para el estudio de perfiles de meteorización en el sur del municipio Cedeño, Venezuela
Carmelo Alfredo Gil Solórzano	1	La Calima en Caracas
Carmelo Ecarri	1	La Actividad Agrícola en la Modernidad y la Tecnología de Avanzada
Carmen Ginés	1	Evaluación rápida de daños en edificaciones
Cathy Villalba	2	Una experiencia en ordenamiento territorial a escala de gestión. Plan de ordenamiento local predio Cantilote / Adaptación del merey (Anacardium occidentale) a la zona protectora de la cuenca alta y media del río Pao, con fines agroforestales sostenibles. Cantilote, Municipio Libertador, Estado Carabobo
Celia Herrera	1	Propuesta de transporte inclusivo, accesible y resiliente para ciudades venezolanas
César Quintini Rosales	10	Anotaciones sobre el Tema de Transporte / Transporte: De todos, para todos / Gente y Tecnología: Un Enfoque Sistémico Referido a los Procesos de Desarrollo Nacional / Gente y Tecnología: Un enfoque sistémico referido a los procesos de desarrollo nacional (II) / Gente y Tecnología: Un enfoque sistémico referido a los procesos de desarrollo nacional (III) / Reflexiones sobre ferrocarriles, puertos y transporte / Reflexiones sobre ferrocarriles, puertos y transporte (II) / Material de Discusión para Tópicos de Transporte en Venezuela / Anotaciones sobre el tema de Transporte / Semblanza del Dr. Melchor Centeno Vallenilla
Christian Sánchez	1	Implementación de sistemas de drenajes urbanos sostenibles como

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		alternativa de regulación y control de inundaciones en la región metropolitana de Santiago (Chile)
Cinthya Miranda P.	1	Presa los pajaritos, río El Borbollón, Managua, Nicaragua
Claus H. Graf	1	Energía Limpia en América Latina: Oportunidades y Retos para Venezuela
Clemente González de Juana	1	Introducción al Estudio de la Geología de Venezuela
Clevis Medina	1	Estudio geológico del mármol de Patao, península de Paria, estado Sucre
D. Alejandro Camargo	1	Propuesta de curva carga–asiento no lineal para cimentación de estructuras mediante losa pilotada
Daniel Carrillo	1	Una estrategia de implementación de metodología BIM en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción
Daniel Quintini Alizo	4	Breves comentarios sobre el desarrollo histórico de las carreteras en Venezuela / Lineamientos para un plan destinado a superar el déficit en la infraestructura carretera y mejorar la movilidad y competitividad / Lineamientos para un sistema ferroviario nacional factible / Lineamientos para la elaboración de un plan dirigido a la complementación y mejoras del sistema vial expreso de la Gran Caracas. Plan Vial Caracas 2040
Daniel Salcedo Rodríguez	1	Contribuciones al uso de herramientas y procedimientos básicos para la caracterización de masas rocosas en la práctica de la geoingeniería de taludes
Daniel Vargas	1	Estudios de las instituciones de investigación del agro en Venezuela
Daniela Bustamante	1	Implementación de sistemas de drenajes urbanos sostenibles como alternativa de regulación y control de inundaciones en la región metropolitana de Santiago (Chile)
David Darío Brillembourg	1	Vivienda y Economía Frente al Año 2000
David Mendi	3	Emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste del estado Falcón / Nuevos Estudios sobre la Formación Matatere, Estados Lara y Yaracuy / Minerales Secundarios de la Región Septentrional de los Estados Lara y Yaracuy
Debbie Méndez	1	Implantación del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la Universidad Católica Andrés Bello. UCAB. Campus Montalbán
Diego González P.	2	Que sucedió en la Industria Petrolera Venezolana entre 1958 y 1998. Situación para el 2017 / Conclusiones y Recomendaciones del Foro Ambiente, Energía y Economía
Diego Marchán	3	Sistema de fracturamiento termoquímico, aplicado en pruebas de fracturamiento de laboratorio / Estudio de reacciones exotérmicas para la estimulación matricial no reactiva / Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural
Domingo Acosta	1	La Ciudad Deseable: El Papel de las Ciudades Intermedias en la Sostenibilidad Urbana
Douglas Peña	1	Estudio de patrones de carga de análisis no lineal estático incremental en pórticos de concreto armado de estructuras regulares de altura baja, mediana y alta
Douglas Sánchez	1	Implantación del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la Universidad Católica Andrés Bello. UCAB. Campus Montalbán
Duilio Marcial	1	Propuesta de reforzamiento de puentes de concreto mediante técnicas de pretensión exterior
Edgar José Jaimes Cárdenas	3	Complejidad y homogeneidad multivariada, bases termodinámicas / Cuatro reflexiones y siete saberes necesarios para la educación del futuro / Entropía social o una sociedad negentrópica: Revisión del estado del arte
Edilberto Guevara Pérez	5	Aportes de la Investigación y Postgrado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo al Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Venezuela / An approach for water quality restoration by applying In Situ (Phytoremediation using Vetiveria zizanioides) and Ex Situ (Coupled bioreactors) bioremediation techniques for the removal of eutrophic conditions and organochlorine pesticides in rivers of Carabobo and Aragua

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		states, Venezuela / In situ and ex situ bioremediation proposal for aquifer contaminated / An approach for evaluating municipal model for providing drinking water and sanitation services / Conservación ambiental y desarrollo sostenible
Edinson Guánchez	1	Influencia del comportamiento al levantamiento de cimentaciones superficiales en la respuesta no lineal de estructuras de acero con arriostramiento concéntrico
Edmundo E. Monteverde Soto	1	Recomendaciones para el control de huanglongbing (HLB) o enfermedad de los retoños amarillos en plantaciones de cítricos en Venezuela
Eduardo Arcila Farías	1	La Academia de Matemáticas
Eduardo Arnal Myerston	1	Influencia de la Morfología en las Estructuras Sismorresistentes
Eduardo Buróz	1	Discusión Foro: Papel de las Academias en el Desarrollo del País
Eduardo Buroz Castillo	2	Actualización del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos / La Gestión Ambiental: de la Restricción a la Acción
Eduardo Carrillo	2	Emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste del estado Falcón / Las Fuentes Termales del Estado Trujillo, Venezuela
Eduardo Cudisevich	1	Una experiencia en ordenamiento territorial a escala de gestión. Plan de ordenamiento local predio Cantilote
Eduardo Mendoza Goiticoa	1	Evaluación del Desarrollo Agrícola
Eduardo Núñez	1	Estudio de conexiones a momento tipo end-plate en sistemas estructurales a momento con columnas tubulares HSS y vigas de alma abierta
Eduardo Roche Lander	2	La Ética y la Ingeniería en Venezuela
Eduardo Torres	1	Inventario de Daños y Efectos Geológicos Co y/o Post-Sísmicos del Sismo Ocurrido el 18 de mayo de 1875
Eduardo Yánez M	1	Patrick Meurant (1952 - 2023)
Efraín E. Barberi	1	Historia de la Educación, Formación y Desarrollo del Petrolero Venezolano
Eli Saúl Puchi Cabrera	2	Laminación en frío y recocido de aleaciones comerciales de aluminio provenientes de colada continua de doble rodillo, producidas en ALCASA, División Guacara, Edo. Carabobo / Laminación en Frío y Recocido de Aleaciones Comerciales de Aluminio Provenientes de Colada Continua de Doble Rodillo, Producidas en Alcasa División Guacara (Alucasa), Edo. Carabobo
Elimar Gómez	1	Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural
Elizabeth Raven	1	Usando la ciencia para descifrar un crimen. Caso Almelina Carrillo, 2017
Enrique Luque	1	Micromodelo didáctico para demostración de los Aludes Torrenciales y sus Medidas de Mitigación
Enrique Rodríguez	1	Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural
Enver Jaimes	1	Entropía social o una sociedad negentrópica: Revisión del estado del arte
Ernesto Fronjosa Lasalle	2	La Ley de Hidrocarburos de Venezuela del año 1943 / Aspectos estratégicos del negocio del petróleo y su influencia en el desarrollo económico de Venezuela
Esdras Rodríguez	1	Integración estratigráfico secuencial del miembro Guardulio (Formación Guafita), mioceno inferior, campo Guafita, estado Apure, Venezuela
F.A.B. Geneste	1	Informe sobre el proyecto ferrocarril de vía angosta "Narrow Gauge" (Sistema de Fairlie) de Caracas al mar
Fabio Capra-Ribeiro	1	Marco conceptual de políticas y lineamientos para promover la educación en línea en escenarios de desigualdad
Félix Fierro	1	Evaluación rápida de daños en edificaciones
Fernando Daniel Nevado Pérez	1	Caracterización mineralógica y geoquímica isotópica de un cuerpo de la Formación Matatere. Caño Negro, Lara Nororiental, Venezuela
Fernando Torres Dugarte	1	Implementación de sistemas de drenajes urbanos sostenibles como alternativa de regulación y control de inundaciones en la región metropolitana de Santiago (Chile)

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
Fernando Trías	1	Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989
Fernando Valle	1	Evaluación estructural de los muros de la iglesia Inmaculada Concepción, de Pueblo Nuevo, municipio Falcón, estado Falcón
Ferri Hassani	1	Criterios de rotura no-lineales aplicados a la estabilidad de macizos rocosos con grietas de tracción
Franck A. Audemard M.	3	A Prueba de Temblores. Reflexiones sobre Construcción y Sismorresistencia en la Venezuela de 1900 / Inventario de Daños y Efectos Geológicos Co y/o Post-Sísmicos del Sismo Ocurrido el 18 de mayo de 1875 / Investigaciones Marinas y Costeras Desarrolladas por Funvisis a fin de Mejorar la Estimación de la Amenaza por Sismos y Tsunamis
Francisco Araujo	1	Estudio Geológico de la Base del TOC-1S, Cuenca de Agua Salada, Estado Falcón
Francisco Centeno Pulido	1	Evaluación de la integridad de pilotes y pilas para obras públicas y privadas con tecnologías disponibles a comienzos del siglo XXI
Francisco Díaz Lovera	1	Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989
Francisco Gallardo	1	Implementación de sistemas de drenajes urbanos sostenibles como alternativa de regulación y control de inundaciones en la región metropolitana de Santiago (Chile)
Francisco Hernández	1	Una estrategia de implementación de metodología BIM en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción
Francisco Javier Larrañaga Vázquez	1	Elementos de una Iniciativa Empresarial Exitosa
Francisco León Oviedo	2	Asentamientos en fundaciones continuas con análisis sísmico utilizando modelos numéricos / Propuesta de curva carga–asiento no lineal para cimentación de estructuras mediante losa pilotada
Francisco Velásquez	1	Implantación del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la Universidad Católica Andrés Bello. UCAB. Campus Montalbán
Franco D'Orazio P.	1	Primer Centenario de la Prospección Petrolera en Venezuela
Franco Urbani Patat	31	Una nueva geocronología del macizo El Baúl, estado Cojedes, Venezuela / Índice General del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, No. 1 (2001) al No. 20 (2010) / Vida y obra del geólogo Dr. Louis Kehrer (1897-1979) / Una Década de Cartografía Geológica en el Norte de Venezuela: 2003-2013 / Emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste del estado Falcón / Las Fuentes Termales del Estado Trujillo, Venezuela / Nuevos Estudios sobre la Formación Matatere, Estados Lara y Yaracuy / Minerales Secundarios de la Región Septentrional de los Estados Lara y Yaracuy / Gasterópodos de la Formación Escorzonera Rellenos de Material Volcánico, Morros de San Juan, Estado Guárico / Vicente Marcano (1848-1891), su vida y sus obras en las Ciencias de la Tierra / El petróleo de Pedernales, Delta Amacuro: La Compañía de asfalto del Orinoco, 1900-1903 / El petróleo de la cuenca del Río Lora, Sierra de Perijá. 1917-1926 / El petróleo de la cuenca del río Caraño, Escuque, Estado Trujillo: El Colombio y Cristóforo Dacovich, 1883-1886 / Isla de Aves, Venezuela. 1: Cartografía y documentación, 1529-1957 / Evolución del Conocimiento Geológico de la Cordillera de la Costa, Venezuela / La minería de oro en Carabobo, Venezuela: 1551-2018 / Formación Gasparico - una nueva formación volcano-sedimentaria del Cretácico en la isla de Margarita, Venezuela / Semblanza de Héctor Pérez – Marchelli (1939-2021) / Miguel Emilio Palacio Viso (1849 – 1931), Un Ícono en la Minería del Siglo XIX en El Yuruari, Guayana Venezolana / John Charles Davey (1905 - 1974). Vida y obra de un ingeniero de minas cornualles en Venezuela, Egipto y Reino Unido / Nada Vunjak (1922-1966) / Las manifestaciones Geotermales de

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		Venezuela: inventario y aplicaciones / Cuevas en cuarcitas proterozoicas de la Guayana Venezolana / Detección de inundaciones en cuevas con el uso de sensores de temperatura: Caso Sumidero Los Cantos (Zu.70), Cuenca del Río Socuy, estado Zulia, Venezuela / A short communication arising from: "R. Speed and K. A. Foland (1992, unpublished) Tectonics of the Venezuelan Coastal Cordillera: constraints from 40Ar/39Ar dates of schists near Caracas" / Los Profesionales de las Geociencias en la Industria Petrolera Venezolana, 1912-1956 / Las minas de oro de Petaquire y altos Mirandinos desde el siglo XVI / Wolfgang Alejandro Lorenz Fabián (1926-2017). La vida de un geólogo, para ser recordada / Miguel Emilio Palacio: Nuevos datos sobre la primera escuela de minas fundada en Guasipati, estado Bolívar, Venezuela / La visita de Henry M. Myers, William B. Gilbert y Reginald H. Forbes a la cueva de El Encantado, sureste de Caracas, 1867
Gabriela Hernández	1	Una estrategia de implementación de metodología BIM en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción
Genry Vargas Contreras	1	El sistema de ciencia, tecnología e innovación en Venezuela: Parques Tecnológicos como estrategia y la experiencia de la Universidad de Los Andes
Gerardo Ruiz	1	Efectos de la energía del sismo en la intensidad y la amplificación local
Germán Jiménez	1	Las Aguas del Valle de Caracas (Memorias y Estudios sobre Asuntos Técnicos Nacionales)
Germán Pacheco Troconis	1	El Decano Fernando Polanco Lorca y la Facultad de Agronomía de la UCV: Una corta vida al servicio de las ciencias y la educación agrícola venezolana
Germán Uzcátegui	1	Los Servicios Públicos de agua, electricidad y telefonía en la Venezuela del Siglo XX
Gilberto Velazco	1	Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la UCV., Medio Siglo de Servicios a Venezuela
Gladys Johana Martínez	1	Nuevos Estudios sobre la Formación Matatere, Estados Lara y Yaracuy
Gonzalo J. Morales	12	La Ingeniería y la Tecnología en Función del Desarrollo de Venezuela (Apuntes para la Historia de Venezuela) / La Combustión y la Formación de Llama / La ingeniería enfrenta el futuro de Venezuela / Capítulo IV Turbulencia / La Combustión y la Formación de Llama / Guerra y progreso, la artillería: un medio / Discusión Foro: Papel de las Academias en el Desarrollo del País / El crecimiento industrial en Venezuela: Perspectivas / Necesitamos crear un país diferente. La industria en el 2050 / La Universidad y el Futuro / El Nuevo Orden Mundial / Energía en el futuro
Grazziana Valletta	1	Nuevos Estudios sobre la Formación Matatere, Estados Lara y Yaracuy
Griselda Ferrara de Giner	5	El Recurso Hídrico, su Calidad y su Protección a través de Tecnologías de Tratamiento Biológico de Líquidos Residuales hasta Nivel Terciario: Remoción de Nitrógeno / Cambio Climático y Medio Ambiente / Líneas de acción para la gestión urbana del agua en el marco de la gestión ambiental urbana / Reflexiones de la cosecha de agua de lluvia basado en un estudio de caso como alternativa a la crisis de suministro de agua / Cambio climático, transición energética y desarrollo sostenible (características, impactos y proyecciones)
Guillermo Capriles Echeverría	1	Presente y futuro del sector eléctrico
Guillermo Zuloaga	1	Observaciones geológicas en la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela
Gustavo Coronel	2	Nos dijo adiós Aníbal R. Martínez, geólogo e historiador venezolano / Evaluación rápida de daños en edificaciones
Gustavo Ferrero Tamayo	1	Influencia de algunas disposiciones de la Ley de Trabajo en la forma de la ciudad
Gustavo Nouel Borges	2	Caracterización de un conjunto de fincas ganaderas en Venezuela / Red venezolana de producción ganadera sostenible gestionada con sistemas silvopastoriles
H. W. Fournier	1	A short communication arising from: "R. Speed and K. A. Foland (1992,

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		unpublished) Tectonics of the Venezuelan Coastal Cordillera: constraints from 40Ar/39Ar dates of schists near Caracas"
Harald Stockhausen	2	Sistema de fracturamiento termoquímico, aplicado en pruebas de fracturamiento de laboratorio / Estudio de reacciones exotérmicas para la estimulación matricial no reactiva
Harry Castellanos	1	Implantación del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la Universidad Católica Andrés Bello. UCAB. Campus Montalbán
Héctor García	1	Capacidad estructural a compresión de pilotes perforados con Eurocódigos y ACI 318, y comparación con otras normativas disponibles
Héctor Hernández Carabaño	3	En Memoria del Dr. Hernán Méndez Castellano / Comentarios relativos al artículo primero del Código de Ética Profesional del CIV / Evaluación del Desarrollo Agrícola
Héctor Márquez	1	Historia Geológica del Escudo de Guayana, Venezuela, y sus Recursos Minerales: Evolución de Supercontinentes, Tectónica de Placas y Plumas del Manto
Héctor Pérez Marchelli	2	Cronología de Cajigal / Formación Gasparico - una nueva formación volcano-sedimentaria del Cretácico en la isla de Margarita, Venezuela
Heman Espinosa	1	Acciones recomendadas para mejorar el uso de fertilizantes en Venezuela
Henry Blanco Salas	3	Reflexiones de la cosecha de agua de lluvia basado en un estudio de caso como alternativa a la crisis de suministro de agua / Implantación del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la Universidad Católica Andrés Bello. UCAB. Campus Montalbán / La nueva estructura de las competencias profesionales específicas en el plan de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Andrés Bello -UCAB
Henry Monsalve	1	Estudio de conexiones a momento tipo end-plate en sistemas estructurales a momento con columnas tubulares HSS y vigas de alma abierta
Herbert Lynch Blackman	2	Valores éticos y morales prioridad nacional / Pavimentación asfáltica: Del aula al trabajo de campo
Heriberto Echezuría	7	Conceptos, criterios y enseñanza de la geotecnia / Modelo hiperbólico integrado de suelos sometidos a corte no drenado / Robustez de los modelos de presión de poros para estratos licuables en programas de respuesta dinámica acoplada de perfiles geotécnicos / La energía del sismo y los daños a las obras / Propuesta para determinar los límites de Atterberg a partir de ensayos de veleta de laboratorio / Diseño optimizado para la prefabricación de fundaciones superficiales / Efectos de la energía del sismo en la intensidad y la amplificación local
Humberto Peñaloza	3	La Nueva Ley Orgánica de Hidrocarburos y el Futuro de Venezuela (Primera Parte) / El Componente Ético del Desarrollo Nacional / Ética y Liderazgo
Arévalo Guzmán Reyes	1	Relaciones petroleras entre Venezuela y Estados Unidos
Lenning Caets	1	Ética, moral y honestidad
Iván Baritto	11	Estudio geológico del mármol de Patao, península de Paria, estado Sucre / Hans Kugler (1893-1986) / El terremoto de Dubrovnik de 1667, Croacia: una relación de sucesos en el archivo de Francisco de Miranda / August Tobler (1872-1929) y sus contribuciones a la micropaleontología de Indonesia, Trinidad y Venezuela / Los inicios de la fotogeología en el mundo y en Venezuela. Contribuciones de Karl Rohr (1895-1995) / Identificación de anomalías radiactivas en yacimientos del subsuelo de la faja petrolífera del Orinoco, Venezuela / Francisco de Miranda (1750-1816): sus exploraciones espeleológicas en Europa / Miranda y su visita a las minas metálicas de Escandinavia en 1787 / Cornelie Marguerite Bramine Caudri (1904-1991): the Caribbean's micropaleontologist / Las minas de oro de Petaquire y altos Mirandinos desde el siglo XVI / Estudio Geológico de la Base del TOC-1S, Cuenca de Agua Salada, Estado Falcón
Jacinto Artigas	2	Avances en modelaje hidráulico y mapeo de amenazas por inundaciones y

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		aludes torrenciales. A 20 años de la tragedia de Vargas / El alud torrencial del 17/10/22 en el sector El Castaño, estado Aragua: ¿Qué se puede hacer para proteger a la población?
James Wright	1	Una nueva geocronología del macizo El Baúl, estado Cojedes, Venezuela
Jelime Aray	2	Geología y evaluación geotécnica del macizo rocoso: estación pico espejo (4765 msnm). sistema teleférico de Mérida. Venezuela / Jerarquización del riesgo en tramos de la Línea Vital Vial de montaña del municipio El Jarillo del estado Miranda
Jesús Ávila	2	Geología y evaluación geotécnica del macizo rocoso: estación pico espejo (4765 msnm). sistema teleférico de Mérida. Venezuela / Jerarquización del riesgo en tramos de la Línea Vital Vial de montaña del municipio El Jarillo del estado Miranda
Jesús Augusto Gómez Medina	8	Sistema de generación hidroeléctrica por rebombeo en el lago de Valencia / Bases para la Formación de una Matriz de Generación Eléctrica con Elevada Participación de Energías Renovables / La Energía Solar Fotovoltaica traspasa las Fronteras / ¿Qué haremos con nuestro Petróleo? / Integración de energía solar fotovoltaica flotante y sistemas de abastecimiento de agua / Por efecto del cambio climático, Venezuela podría perder cerca de 400.000 km2 de aguas de zona económica exclusiva / El colapso del sistema energético en Venezuela en dos figuras / Energía solar y el Costo Nivelado de la Energía LCOE
Jesús Pereira Vidal	1	Revisión del método sísmico de reflexión en la industria petrolera
Jesús Pérez	1	Una estrategia de implementación de metodología BIM en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción
Jesús S. Porras M.	1	Campo La Concepción, Estado Zulia: Un siglo de historia petrolera
Jesús Sanabria	1	Ética y Profesión
Jesús Uzcátegui	1	Propuesta de transporte inclusivo, accesible y resiliente para ciudades venezolanas
Jesús Arnaldo Viloria Rendón	1	Expansión Urbana y del Lago, y Disponibilidad de Tierras para el Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Lago de Valencia, Venezuela
Jesús Monsalve	1	Estudio Geológico de la Base del TOC-1S, Cuenca de Agua Salada, Estado Falcón
Jimmy Gomes	1	Micromodelo didáctico para demostración de los Aludes Torrenciales y sus Medidas de Mitigación
Johannes Briceño Balza	1	Asentamientos en fundaciones continuas con análisis sísmico utilizando modelos numéricos
Johnny Salazar	1	Formación Gasparico - una nueva formación volcano-sedimentaria del Cretácico en la isla de Margarita, Venezuela
Jhonny Edgar Casas	15	Louis Martin Robert Rutten (1884-1946) / Norman Edward Weisbord (1901-1990) / Formación Gasparico - una nueva formación volcano-sedimentaria del Cretácico en la isla de Margarita, Venezuela / Ely Mencher (1913-1978) A New Yorker geologist and educator in Venezuelan lands / Wolfgang Alejandro Lorenz Fabián (1926-2017). La vida de un geólogo, para ser recordada / James W. Parkinson - el geólogo que describió el "mal de Parkinson" / Thomas Carroll Wilson (1906 -1969): La vida de un geólogo pionero y sus exploraciones en Venezuela y Colombia / Geomitología: ¿Una conexión entre el diluvio universal, la desaparición de Doggerland y la Atlántida? / Cuevas, Cavernas y Grutas. Una conexión ritual, religiosa y artística con el mundo subterráneo / Integración estratigráfico secuencial del miembro Guardulio (Formación Guafita), mioceno inferior, campo Guafita, estado Apure, Venezuela / Cornelie Marguerite Bramine Caudri (1904-1991): the Caribbean's micropaleontologist / Alejandro Magno y el uso de elementos geológicos para derrotar a la ciudad de Tiro - Su impacto pasado y presente / From a military expedition to the cabinet of king Louis XV. The amazing story about the birth of vertebrate paleontology in North America / The worst years of our lives started with: apocalypse 536 ad.

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		Terrestrial and extraterrestrial causes / El pensamiento geológico de Leonardo da Vinci
Joaquín Benítez Maal	2	Tipología de las evaluaciones de impacto ambiental / La sustentabilidad ambiental venezolana en el año que se fue
Joaquín A. Lira Olivares	1	Estudios para la Optimización de Prótesis Total de Cadera (Trabajo de Incorporación a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, 2011)
Jonás A. Montilva C.	1	Desarrollo, innovación y educación tecnológica en la era digital
Jorge Cañizal	1	Capacidad estructural a compresión de pilotes perforados con Eurocódigos y ACI 318, y comparación con otras normativas disponibles
Jorge González	1	Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural
Jorge Pérez	1	Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989
Jorge Rodríguez Ayala	2	Estimación de gases de efecto invernadero (GEI) por aguas residuales municipales en el Municipio Libertador del Estado Mérida, Venezuela / Manejo de las aguas residuales en el Parque Nacional Laguna de Canaima, Estado Bolívar, Venezuela
José Aguilar Suárez	1	Venezuela – Futuro de la generación hidroeléctrica
José Antonio Rodríguez	3	A Prueba de Temblores. Reflexiones sobre Construcción y Sismorresistencia en la Venezuela de 1900 / Inventario de Daños y Efectos Geológicos Co y/o Post-Sísmicos del Sismo Ocurrido el 18 de mayo de 1875 / Cecilia Martin Franchi (1921-2006), Primera mujer geóloga venezolana
José Baena	1	Emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste del estado Falcón
José G. Álvarez-Cornett	1	Reclus Roca Vila (1928-2024), un ingeniero civil especializado en Dinámica de Fluidos y graduado en Arquitectura
José García	1	Estudio geológico del mármol de Patao, península de Paria, estado Sucre
José González Lander	1	El Problema del Transporte y el Metro de Caracas
José Grases G.	9	Amenazas Naturales en Venezuela: Referencias sobre la Descripción de Eventos, su Evaluación y Mitigación / Normas para el Proyecto de Estructuras de Obras Civiles en Venezuela / La ingeniería sísmica en Venezuela. Notas para su historia / Secuencias de Sismos Sentidos o Destructores en el Área de Caracas y sus alrededores / Notas sobre la Incorporación de Conocimiento Incierto en la Ingeniería Estructural Venezolana / Antecedentes de la Ingeniería Forense en Venezuela / Historia y Testimonios de la Ingeniería Estructural en Venezuela. Epígrafes / Primeros Pasos de la Ingeniería Estructural en Venezuela / Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la UCV., Medio Siglo de Servicios a Venezuela
José Hernández	1	El alud torrencial del 17/10/22 en el sector El Castaño, estado Aragua: ¿Qué se puede hacer para proteger a la población?
José L. Morillo	1	Evaluación estructural de los muros de la iglesia Inmaculada Concepción, de Pueblo Nuevo, municipio Falcón, estado Falcón
José Luis Beauperthuy Urich	1	Corrosión y durabilidad en edificaciones existentes en el litoral venezolano
José Luis García Martínez-Barruchi	5	Proyectos hidroeléctricos Tocoma y Uribante Caparo. Análisis comparativo de costos con plantas de generación termoeléctrica / El Club de Roma y la conferencia de Estocolmo, hitos fundamentales en torno al concepto de desarrollo sustentable ¿Oportunidades para una economía extractiva en Venezuela? / Propuesta de reconstrucción y rehabilitación de plantas generación termoeléctrica turbogas de CORPOELEC / Generación de energía eléctrica en plantas hidroeléctricas operando en "régimen de pico" aprovechamiento hidroeléctrico: río Capaz (región occidental) / Aplicación de índices de desarrollo humano ¿Un enfoque de gestión del capital natural para Venezuela?
José Luis Gutiérrez	3	An approach for water quality restoration... / In situ and ex situ bioremediation proposal for aquifer contaminated / An approach for

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		evaluating municipal model for providing drinking water and sanitation services
José Luis López Sánchez	6	Respuesta Morfodinámica a la Construcción de Presas de Retención de Sedimentos en Ríos de Montaña / Aprendiendo del Desastre de Vargas. Una visión crítica y constructiva sobre las medidas adoptadas para la mitigación del riesgo / Micromodelo didáctico para demostración de los Aludes Torrenciales y sus Medidas de Mitigación / Las Enseñanzas del Desastre de Las Tejerías / El alud torrencial del 17/10/22 en el sector El Castaño, estado Aragua: ¿Qué se puede hacer para proteger a la población? / Usando la ciencia para descifrar un crimen. Caso Almelina Carrillo, 2017
José Luis Zambrano	1	Estudio de conexiones a momento tipo end-plate en sistemas estructurales a momento con columnas tubulares HSS y vigas de alma abierta
José M. Pérez Godoy	1	Sistema de generación hidroeléctrica por rebombeo en el lago de Valencia
José Manuel Martínez Cabrero	1	Nuevo desarrollo científico, tecnológico e innovador para Venezuela
José Molina	1	Publicaciones sobre la Zona Rental Plaza Venezuela de la UCV, 1994-2023
José Moreno León	1	La Universidad Posmoderna frente a las Nuevas Realidades Globales
José Ochoa Iturbe	1	El Drenaje y su Importancia para una Ciudad Sustentable
José Raúl Alegrett Ruiz	3	Rasgos en la Evolución de la actividad Agrícola y del Medio Rural durante la Segunda Mitad del Siglo XX / Agricultura Venezolana del futuro. Una aproximación / Contribución para la actualización de la formación de la ingeniería agronómica en Venezuela. Planteamientos y directrices
José Ramírez	1	Una estrategia de implementación de metodología BIM en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción
José Rafael Lozada	1	La necesidad de frenar las Deforestaciones y Conservar los Bosques en Venezuela
José Velásquez	1	Diseño optimizado para la prefabricación de fundaciones superficiales
José Vicente Heredia Tenías	1	Propuesta de evaluación del suelo para su mejoramiento o estabilización aplicando químicos y electroquímicos
José Zamora	1	Estudio geológico del mármol de Patao, península de Paria, estado Sucre
Joseph Díaz	1	Montajes Experimentales Dedicados al Análisis y Caracterización de Hidratos: más de 15 años de Evolución Técnica
Joshua Stevens	1	Aguas en problemas: Lago de Maracaibo, octubre 2021
Juan Andrés Arévalo Groening	1	La Calima en Caracas
Juan Andrés Rondón	1	Propuesta de transporte inclusivo, accesible y resiliente para ciudades venezolanas
Juan Antonio Comerma	3	Acciones recomendadas para mejorar el uso de fertilizantes en Venezuela / Capacidad, aptitud y vocación de la tierra en Venezuela / Contribución para la actualización de la formación de la ingeniería agronómica en Venezuela. Planteamientos y directrices
Juan Carlos Amilibia	1	Propuesta de un Índice de Calidad de Agua para la Amazonía venezolana
Juan Carlos Hiedra Cobo	1	Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989
Juan Carlos Sánchez	1	Conclusiones y Recomendaciones del Foro Ambiente, Energía y Economía
Juan José Martín Frechilla	2	El Plan Preliminar de Vialidad de 1947 y las Comunicaciones desde el Centro con la Región Andina / Terminal portuario de la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR) en Matanzas
Juan José Pérez Rancel	2	Antecedentes y contextos del 162º aniversario del CIV / Obras destacadas de la ingeniería en Venezuela. 1750-1810
Juan Sánchez	1	Estudio de patrones de carga de análisis no lineal estático incremental en pórticos de concreto armado de estructuras regulares de altura baja, mediana y alta
Julián Aguirre Pe	1	Desviación y Captación de Sedimentos Gruesos
Julio César Ohep Cardier	1	Reflexiones sobre las Tecnologías de la RI 4.0 y la Adecuación del Sistema Educativo
Julio Martí	1	La Disciplina del Disentimiento
Juvencio Molina A.	1	COVID 19 y el fin de la Globalización

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
Karla Zapata	1	Implantación del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la Universidad Católica Andrés Bello. UCAB. Campus Montalbán
Keissy Díaz	1	Factibilidad ambiental de las opciones de ruta del ferrocarril Cagua, San Juan de Los Morros
Kélika González	1	Factibilidad ambiental de las opciones de ruta del ferrocarril Cagua, San Juan de Los Morros
Kerlyn Lugo-Piña	1	An approach for evaluating municipal model for providing drinking water and sanitation services
Klaus Essig	1	Situación de los derrames de hidrocarburos en Venezuela (2010-2021) y nuevas tecnologías de monitoreo
L. Rodríguez	1	Inventario de Daños y Efectos Geológicos Co y/o Post-Sísmicos del Sismo Ocurrido el 18 de mayo de 1875
Laszlo Sajo Bohus	1	Energía Nuclear Verde: Reactor Nuclear a Sal Fundida
Lenín Ortega	1	Estudio geológico del mármol de Patao, península de Paria, estado Sucre
Leonardo Cedeño	1	Adaptación del merey (Anacardium occidentale) a la zona protectora de la cuenca alta y media del río Pao, con fines agroforestales sostenibles. Cantilote, Municipio Libertador, Estado Carabobo
Leopoldo Martínez Olavarría	1	Homenaje a la Memoria de Juan Manuel Cajigal
Lester W. Louder	1	La Isla de Aves
Lorenzo González Casas	1	Diseñando la ciudad moderna: unidades vecinales en la metrópoli El caso de Caracas y la urbanización La California
Loraine Mayrim Giraud Herrera	1	Bioética y biopolítica en ciudades sostenibles y resilientes. Una propuesta de indicadores de sostenibilidad ambiental urbana para Venezuela
Luis Alfonso Sandia Rondón	1	La gestión integral de los recursos hídricos y su relación con los objetivos de desarrollo sostenible
Luis Bernardo Fargier Gabaldón	1	Reforzamiento de edificios con columnas frágiles. Aplicaciones a hospitales en Venezuela
Luis Camposano	2	Estudio geológico del mármol de Patao, península de Paria, estado Sucre / Estudio Geológico de la Base del TOC-1S, Cuenca de Agua Salada, Estado Falcón
Luis Cedeño	1	Adaptación del merey (Anacardium occidentale) a la zona protectora de la cuenca alta y media del río Pao, con fines agroforestales sostenibles. Cantilote, Municipio Libertador, Estado Carabobo
Luis Correa	1	Escritos literarios y científicos de Juan Manuel Cajigal
Luis Edo. Power G.	1	La Carretera del Este "Jira Patriótica" (Informe a su ministro)
Luis F. Lebrun	1	Los puentes de hierro en Europa
Luis Fuenmayor	1	Propuesta de mapa geotécnico mediante la integración de estudios de referencia en municipios del estado Zulia
Luis G. Ceballos	1	Sistema de transmisión nacional 765/400/230 kV. Estado actual y requerimientos. Una propuesta para su recuperación
Luis Gilberto Caraballo	3	Las Fronteras de la Infotecnología "El hombre quántico" / El estudio del futuro podría convertirse en carrera universitaria / Las fronteras de la infotecnología "El Hombre Quántico". Propuesta transdisciplinaria para la activación neurofuncional en entornos cuánticos
Luis Huete M.	1	Presa los pajaritos, río El Borbollón, Managua, Nicaragua
Luis Jiménez Puyosa	1	Propuesta de un Índice de Calidad de Agua para la Amazonía venezolana
Luis José Carrillo	1	Una estrategia de implementación de metodología BIM en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción
Luis Melo	1	Minerales Secundarios de la Región Septentrional de los Estados Lara y Yaracuy
Luis Pacheco	1	Estudio de conexiones a momento tipo end-plate en sistemas estructurales a momento con columnas tubulares HSS y vigas de alma abierta
Luis Rojas	1	Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural
Luis Sánchez	1	Una estrategia de implementación de metodología BIM en pequeñas y

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		medianas empresas de ingeniería y construcción
Luis Soto-Cerda	1	Análisis del comportamiento en desplazamientos no motorizados en las ciudades según la disponibilidad de espacio verde urbano
Luis Ugueto	1	Lecciones de Topografía
Luis Yegres	2	Geología y evaluación geotécnica del macizo rocoso: estación pico espejo (4765 msnm). sistema teleférico de Mérida. Venezuela / Jerarquización del riesgo en tramos de la Línea Vital Vial de montaña del municipio El Jarillo del estado Miranda
M. F. Herrera Tovar	1	Pozo Séptico
Magaly Ruiz	1	Acciones recomendadas para mejorar el uso de fertilizantes en Venezuela
Manuel Torres Parra	25	Desarrollo del Servicio Postal en Venezuela / La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat ante los problemas ambientales / La Prevención de Desastres / Empleo y Bienestar / Ética Ambiental de los Ingenieros / Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989 / La Bioética, el Ambiente y la Ingeniería / Hitos de Ciencia, Tecnología e Ingeniería entre 1958-1999 / Conclusiones y Recomendaciones del Foro Ambiente, Energía y Economía / Indicadores de Desarrollo en Venezuela y Crecimiento de la Ingeniería / Indicadores de desarrollo del país relacionados con la Ingeniería / Indicadores de Mantenimiento / Indicadores Petroquímicos / Indicadores de Hierro y Acero / Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Indicadores del Aluminio / Indicadores de Desastres y Accidentes / Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Indicadores de la Industria Manufacturera / Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Indicadores de Hierro y Acero / Relatoría del Foro Venezuela +30 / Indicadores Relacionados con la Ingeniería / La Cooperación Internacional. Una Necesidad para la situación actual de Venezuela / 55 conceptos para sobrevivir al 2025
Marco Chávez	1	Estudio de patrones de carga de análisis no lineal estático incremental en pórticos de concreto armado de estructuras regulares de altura baja, mediana y alta
Marco Colmenares	2	Una experiencia en ordenamiento territorial a escala de gestión. Plan de ordenamiento local predio Cantilote / Adaptación del merey (Anacardium occidentale) a la zona protectora de la cuenca alta y media del río Pao, con fines agroforestales sostenibles. Cantilote, Municipio Libertador, Estado Carabobo
Marco Negrón	1	Ciudades de Hoy
María Carrillo	1	Una estrategia de implementación de metodología BIM en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción
María Gabriela Ocanto	2	An approach for water quality restoration... / In situ and ex situ bioremediation proposal for aquifer contaminated
María Luisa Díaz	1	Propuesta de reforzamiento de puentes de concreto mediante técnicas de pretensión exterior
María Rojas H. de Beltrán	12	Indicadores de desarrollo del país relacionados con la Ingeniería / Indicadores de Mantenimiento / Indicadores Petroquímicos / Indicadores de Hierro y Acero / Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Indicadores del Aluminio / Indicadores de Desastres y Accidentes / Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Indicadores de la Industria Manufacturera / Indicadores Relacionados con la Ingeniería / Indicadores de Hierro y Acero / Indicadores Relacionados con la Ingeniería
María Virginia Najul	1	Reflexiones de la cosecha de agua de lluvia basado en un estudio de caso como alternativa a la crisis de suministro de agua
Mari Carmen Rodríguez Amengual	1	Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989
Marianela Lafuente	3	Las Normas Sísmicas de Edificaciones en Venezuela y otros países de América Latina: Conocimiento e Ingeniería para el Desarrollo Sostenible /

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la UCV., Medio Siglo de Servicios a Venezuela / El potencial de la diáspora venezolana para el desarrollo del país
Marianto Castro Mora	1	Cecilia Martin Franchi (1921-2006), Primera mujer geóloga venezolana
Mariano Simón	1	La Litósfera del Caribe Oriental: Una Visión Geofísica Integrada
Mario Paparoni	1	La Elipse de Culmann como Calibradora del Comportamiento de Plantas de Edificios Bajo Flexotorsión en un Plano Horizontal
Maritza Rangel Mora	2	Lineamientos para el ordenamiento urbano de la ciudad venezolana a partir del espacio público / De la revisión y diseño de nueva política de ordenamiento territorial como base para atender la crisis económica y social de Venezuela
Maritza Echeverría	1	Identificación de mejoras operacionales en la producción de GLP mediante la simulación de procesos: Caso estudio – Mercado Ecuatoriano
Martín Essenfeld Yahr	6	Tecnología e ingeniería: ¿más o menos? Caso petrolero / La Formación Profesional: Vinculación con la Industria Petrolera / Producción Conjunta El Operador contra el Estado o el Operador junto al Estado / Campo El Roble: esfuerzo pionero en Sismoestratigrafía / Producción conjunta: una estrategia válida de explotación (Joint Production: A Valid Exploitation Strategy) / Optimización integral de producción petrolera: un enfoque exitoso ya probado
Marvin Ricaurte	5	Montajes Experimentales Dedicados al Análisis y Caracterización de Hidratos: más de 15 años de Evolución Técnica / Oportunidades de Sinergia entre Fuentes de Energía Primaria Convencionales y Alternativas para el Aprovechamiento Eficiente de los Recursos Energéticos en Venezuela / La innovación y el proceso de protección industrial / Identificación de mejoras operacionales en la producción de GLP mediante la simulación de procesos: Caso estudio – Mercado Ecuatoriano / Modelaje predictivo de sedimentadores primarios en plantas de tratamiento de aguas residuales basado en redes neuronales artificiales
Mayra Cañizares	1	Estudio Geológico de la Base del TOC-1S, Cuenca de Agua Salada, Estado Falcón
Michael Carlowicz	1	Aguas en problemas: Lago de Maracaibo, octubre 2021
Miguel A. Padrón	2	Estado del sistema de ciencia, tecnología e innovación del agro en Venezuela / Estudios de las instituciones de investigación del agro en Venezuela
Miguel Ángel Fernández	1	Capacidad estructural a compresión de pilotes perforados con Eurocódigos y ACI 318, y comparación con otras normativas disponibles
Miguel Ángel Morales Collazos	3	Adecuación del proyecto de los rellenos de las quebradas Macayapa y Tacagua, haciendo uso de los materiales del túnel Baralt / La gestión racional del riesgo: un caso práctico en el tratamiento probabilístico durante la inspección del diseño y construcción de túneles y carreteras del proyecto hidroeléctrico miguillas en Bolivia / Jerarquización del riesgo en tramos de la Línea Vital Vial de montaña del municipio El Jarillo del estado Miranda
Miguel Castillo	2	Sistema de fracturamiento termoquímico, aplicado en pruebas de fracturamiento de laboratorio / Estudio de reacciones exotérmicas para la estimulación matricial no reactiva
Miguel Castillejo	7	La Formación Profesional: Vinculación con la Industria Petrolera / Campo El Roble: esfuerzo pionero en Sismoestratigrafía / Producción conjunta: una estrategia válida de explotación (Joint Production: A Valid Exploitation Strategy) / Optimización integral de producción petrolera: un enfoque exitoso ya probado / Sistema de fracturamiento termoquímico, aplicado en pruebas de fracturamiento de laboratorio / Estudio de reacciones exotérmicas para la estimulación matricial no reactiva / Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural
Miguel Morales	1	Diseño optimizado para la prefabricación de fundaciones superficiales
Milgreya Cerrada	2	Geología y evaluación geotécnica del macizo rocoso: estación pico espejo

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		(4765 msnm). sistema teleférico de Mérida. Venezuela / Jerarquización del riesgo en tramos de la Línea Vital Vial de montaña del municipio El Jarillo del estado Miranda
Mineau Reyes	1	Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989
Montserrat Sánchez	1	Influencia del comportamiento al levantamiento de cimentaciones superficiales en la respuesta no lineal de estructuras de acero con arriostramiento concéntrico
Natalia Díaz Peña	1	Una experiencia en ordenamiento territorial a escala de gestión. Plan de ordenamiento local predio Cantilote
Neida Pineda	1	Entropía social o una sociedad negentrópica: Revisión del estado del arte
Nelson Hernández	2	Conclusiones y Recomendaciones del Foro Ambiente, Energía y Economía / La Energía en la Producción de Alimentos
Nelson Méndez P.	1	Primera Revolución Industrial y su incidencia en Venezuela entre la Independencia y la Guerra Federal, 1810-1863
Noel Santiago Mariño Pardo	18	Historia, Recursos Minerales y Métodos de Explotación en la Mina de Bauxita de los Pijiguaos, Municipio Cedeño, Estado Bolívar, Venezuela, Propuestas para el Incremento de la Producción, a Corto Plazo. Gestión Ambiental / The El Palmar Bauxite Deposit in Venezuela / Situación operativa en el sector aluminio de Venezuela al 2018. Análisis y propuestas / Balance geológico de las rocas ornamentales aflorantes en la cuenca baja del río Parguaza y sus alternativas de desarrollo, estado Bolívar, Venezuela / Juan Bautista Dalla Costa Soublette (1823-1894), Empresario minero y mentor de la educación gratuita en la región de Guayana / Miguel Emilio Palacio Viso (1849 – 1931), Un Ícono en la Minería del Siglo XIX en El Yuruari, Guayana Venezolana / Ventajas y desventajas de construir pozos de agua en Caracas, para solventar la escasez de agua / Crónicas, mudanzas y leyendas del puente colgante sobre el río Cuyuni, en la población de EL Dorado, municipio Sifontes del estado Bolívar / Miguel Emilio Palacio: Nuevos datos sobre la primera escuela de minas fundada en Guasipati, estado Bolívar, Venezuela / Granitos colgados: un término de uso práctico para el estudio de perfiles de meteorización en el sur del municipio Cedeño, Venezuela / Sismos del 2025 en la costa oriental del lago de Maracaibo: análisis de la secuencia sísmica, vulnerabilidad de las edificaciones educativas y guía esencial de prevención / El futuro de la minería en el municipio Cedeño, estado Bolívar: oportunidades geoeconómicas y desafíos de la gestión ambiental / Noticias sobre la Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias, nueva junta directiva, nuevo logo y planes 2025-2026 / Dos entrevistas radiales que abordan temas actuales sobre los pozos de agua en Caracas y el terremoto de Kamchatka, Rusia / Cenizas Volcánicas sobre Venezuela: antecedentes, afectaciones, factores de riesgos y prevención / Develando los secretos de las tierras raras. Compendio de entrevistas, geoconferencia y datos clave para entender la configuración de la tecnología del futuro / Geopolítica y sostenibilidad minera: un análisis integral sobre tierras raras y minerales críticos en el contexto venezolano actual / Entrevista radial sobre "¿cómo actuar en caso de un sismo?"
Norly Belandria	3	Criterios de rotura no-lineales aplicados a la estabilidad de macizos rocosos con grietas de tracción / Asentamientos en fundaciones continuas con análisis sísmico utilizando modelos numéricos / Propuesta de curva carga–asiento no lineal para cimentación de estructuras mediante losa pilotada
Oladis Troconis de Rincón	2	Impacto del Ambiente Tropical en la Durabilidad de las Estructuras de Concreto Armado / Corrosión y durabilidad en edificaciones existentes en el litoral venezolano
Olga Betancourt	1	Estudio Geológico de la Base del TOC-1S, Cuenca de Agua Salada, Estado Falcón
Omar A. Guerrero Camargo	3	Geología y evaluación geotécnica del macizo rocoso: estación pico espejo (4765 msnm). sistema teleférico de Mérida. Venezuela / Jerarquización del

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		riesgo en tramos de la Línea Vital Vial de montaña del municipio El Jarillo del estado Miranda / El alud torrencial del 17/10/22 en el sector El Castaño, estado Aragua: ¿Qué se puede hacer para proteger a la población?
Omar Carrero	1	La necesidad de frenar las Deforestaciones y Conservar los Bosques en Venezuela
Omar Contreras	2	Emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste del estado Falcón / Los Profesionales de las Geociencias en la Industria Petrolera Venezolana, 1912-1956
Oscar Noguera	1	La necesidad de frenar las Deforestaciones y Conservar los Bosques en Venezuela
Orlando Rodríguez Amaya	1	Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989
Oscar Andrés López Sánchez	5	Protección de las Escuelas contra los Terremotos / Evaluación rápida de daños en edificaciones / Usando la ciencia para descifrar un crimen. Caso Almelina Carrillo, 2017 / Evaluación local del riesgo de desastres y participación comunitaria para mejorar la resiliencia / Nueva normativa venezolana para edificaciones sismorresistentes de mampostería estructural
Oscar Grauer	1	Entre lo Formal y lo Informal: una aproximación para reducir la conflictividad urbana. Caso de estudio: Caracas, Venezuela
Oscar Salazar	1	Estudio de conexiones a momento tipo end-plate en sistemas estructurales a momento con columnas tubulares HSS y vigas de alma abierta
Oscar Silva P.	1	Presa los pajaritos, río El Borbollón, Managua, Nicaragua
Oscar Sambrano Urdaneta	1	La lengua española y/en Las Nuevas Tecnologías
Oswaldo Gómez A.	1	COVID19 y el fin de la Globalización
Oswaldo Luque Mirabal	1	Utilización de lodos residuales de cervecería como acondicionadores de suelos
Pablo Kaplún	1	La sustentabilidad ambiental venezolana en el año que se fue
Pascual Perazzo	5	Rehabilitación de la Presa Turimiquire. Historia reciente y propuesta de reparación / Adecuación del proyecto de los rellenos de las quebradas Macayapa y Tacagua, haciendo uso de los materiales del túnel Baralt / La gestión racional del riesgo: un caso práctico en el tratamiento probabilístico durante la inspección del diseño y construcción de túneles y carreteras del proyecto hidroeléctrico miguillas en Bolivia / Venezuela – Futuro de la generación hidroeléctrica / Aspectos geotécnicos relevantes de los proyectos hidroeléctricos del bajo Caroní
Patricia Ramos Cárquez	2	Ley de Inmigración y Colonización de 1936. Poblar la Nación y mejorar la capacidad productiva del venezolano a través de su relación directa con agricultores europeos / La Nueva Ruralidad
Patxi Viscarret	3	Una nueva geocronología del macizo El Baúl, estado Cojedes, Venezuela / Geología y evaluación geotécnica del macizo rocoso: estación pico espejo (4765 msnm). sistema teleférico de Mérida. Venezuela / Jerarquización del riesgo en tramos de la Línea Vital Vial de montaña del municipio El Jarillo del estado Miranda
Paolo Maragno	1	Transmisión de Señales Digitales. Una breve síntesis
Pedro Arias	1	Emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste del estado Falcón
Pedro García Montero	1	Contribución para la actualización de la formación de la ingeniería agronómica en Venezuela. Planteamientos y directrices
Pedro Maninat	1	Sistema de transmisión nacional 765/400/230 kV. Estado actual y requerimientos. Una propuesta para su recuperación
Pedro Pablo Azpúrua	1	Actualización del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos
Pedro Petit	1	Historia Geológica del Escudo de Guayana, Venezuela, y sus Recursos Minerales: Evolución de Supercontinentes, Tectónica de Placas y Plumas del Manto
Pedro Raúl Solórzano Peraza	1	Disponibilidad de Fe, Mn, Zn y Cu para las plantas, según el pH, en suelos

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		venezolanos
R. Carreño	2	Detección de inundaciones en cuevas con el uso de sensores de temperatura: Caso Sumidero Los Cantos (Zu.70), Cuenca del Río Socuy, estado Zulia, Venezuela / Cuevas en cuarcitas proterozoicas de la Guayana Venezolana
Rafael Carreño	1	Minerales Secundarios de la Región Septentrional de los Estados Lara y Yaracuy
Rafael Dávila	1	Estudios de las instituciones de investigación del agro en Venezuela
Rafael Elías Mundaray Mago	1	La Calima en Caracas
Rafael Isidro Quevedo Camacho	6	La Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, en el marco de la educación universitaria / La Agricultura Venezolana y su Crisis Actual / Las Universidades con Facultades y Programas de Ciencias Agrícolas y Afines de Venezuela y sus Aportes a la Agricultura y la Ruralidad / El Fradiear, un mecanismo internacional de las facultades de ciencias agrarias y afines de la región andina. En el marco de la cooperación e integración / La Educación y el Perfil del Ingeniero / Contribución para la actualización de la formación de la ingeniería agronómica en Venezuela. Planteamientos y directrices
Rafael J. Bermúdez	1	Reflexiones sobre cómo enfrentar algunos de los problemas ambientales de Venezuela
Rafael Lairet Centeno	1	La evolución del pensamiento ambiental: en un mundo en crisis
Rafael Lugo	1	Depuración de las Aguas Negras. Pozos Sépticos
Rafael Reyes Madriz	1	Los drones: presente y futuro en la ingeniería
Rafael Weyler	1	Influencia del comportamiento al levantamiento de cimentaciones superficiales en la respuesta no lineal de estructuras de acero con arriostramiento concéntrico
Raíza García	1	Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural
Rebeca Sánchez	1	Reflexiones de la cosecha de agua de lluvia basado en un estudio de caso como alternativa a la crisis de suministro de agua
Reinaldo García	2	Avances en modelaje hidráulico y mapeo de amenazas por inundaciones y aludes torrenciales. A 20 años de la tragedia de Vargas / El alud torrencial del 17/10/22 en el sector El Castaño, estado Aragua: ¿Qué se puede hacer para proteger a la población?
Rhenzel Hernández Saturno	1	Factibilidad de uso del Cement – Kiln - Dust (CKD) en el mejoramiento y estabilización de suelos granulares y cohesivos
Riad Bujana Saldivia	6	El Desarrollo Rural, la Problemática de la Vialidad Agrícola y las Dificultades para Mantener la Producción Agropecuaria / El rol del transporte de carga y la sostenibilidad en la economía nacional / Mejoras a la circulación de la Avenida Libertador entre Chacao y el Distribuidor Altamira, Caracas / Estimación de la cantidad de vehículos híbridos y eléctricos que irán reemplazando a los vehículos de combustión en Caracas y en Venezuela / Gobernabilidad es misericordia para servir / Motorizados, auditorías de seguridad vial (ASV) y tratamiento de puntos negros (PN)
Ricardo Alfonso Rojas	1	El invierno en Caracas (Algo sobre la ley de periodicidad en los fenómenos meteorológicos)
Robert King	1	Evaluación local del riesgo de desastres y participación comunitaria para mejorar la resiliencia
Roberto Centeno Werner	1	Obras Civiles de Carácter Permanente y su Diferencia con las Provisionales. Garantía de la Vida de Servicio en Ambos Casos. Recomendaciones para la Mejora de las Normas de Proyecto y Construcción Vigentes en Venezuela.
Roberto Pérez Lecuna	14	Drenaje para los filtros rápidos de arena / Evolución del Trazado y Construcción de las Primeras Represas en Venezuela / Algunas Consideraciones sobre el Abastecimiento de Agua para las Poblaciones más Importantes del País y las Propuestas para su Desarrollo / Los Estanques Domiciliarios y su Problemática Ambiental / La Ingeniería Militar en Venezuela / Estanques de Almacenamiento / Drenaje a Través de Red de

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		Tubos Perforados como Fondo Falso para Filtros Rápidos de Arena / Consideraciones hidráulicas para el flujo a través de lechos de partículas sólidas / Notas para el diseño de vertederos / Canales de Pendiente Horizontal / Sifones Invertidos / Propuesta para la Reactivación del País con Base a la Construcción de Edificios para Viviendas (Marzo 2004) / El río Guaire, su canalización a su paso por la ciudad de Caracas / Recuento Histórico de la Difluencia del Río Arauca sobre su margen derecha, conocida como la "Fuga Bayonero"
Roberto Ucar Navarro	4	Una Nueva Metodología para Determinar la Resistencia al Corte en Macizos Rocosos y en el Concreto / La resistencia al corte en macizos rocosos y en el concreto: una metodología reciente de cálculo / Criterios de rotura no-lineales aplicados a la estabilidad de macizos rocosos con grietas de tracción / Determinación de la probabilidad de falla en taludes rocosos considerando rotura plana
Rodolfo Moleiro	2	Dr. Santiago Vera Izquierdo: Primer Miembro Honorario de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat / Los estudios en universidades de prestigio y los programas nacionales de investigación aplicada
Rogelio Altez	1	Los desastres no son naturales. A propósito de los terremotos de Turquía y Siria
Ronald Torres	3	Estudio de patrones de carga de análisis no lineal estático incremental en pórticos de concreto armado de estructuras regulares de altura baja, mediana y alta / Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural / Propuesta de reforzamiento de puentes de concreto mediante técnicas de pretensión exterior
Roque García Ruiz	1	Moisés, las diez plagas de Egipto, cruce del mar rojo y su analogía con el actual cambio climático
Rubén Alfredo Caro	4	Informe del Bombeo de Agua a través del Gasoducto La Mariposa-Valencia / La Isla de Aves / Reventones de la línea de gas Anaco-La Mariposa (Gasducto Anaco-Caracas) / Juan Manuel Cajigal - Semilla Docente
S. Yépez	1	Inventario de Daños y Efectos Geológicos Co y/o Post-Sísmicos del Sismo Ocurrido el 18 de mayo de 1875
Samuel Mendoza	1	La necesidad de frenar las Deforestaciones y Conservar los Bosques en Venezuela
Santiago Aguerrevere	1	Observaciones geológicas en la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela
Santos Michelena	1	La Universidad y la Investigación - Breve Historia del Laboratorio "Ernesto León D."
Sebastián Grande	4	Minerales Secundarios de la Región Septentrional de los Estados Lara y Yaracuy / Gasterópodos de la Formación Escorzonera Rellenos de Material Volcánico, Morros de San Juan, Estado Guárico / Balance geológico de las rocas ornamentales aflorantes en la cuenca baja del río Parguaza y sus alternativas de desarrollo, estado Bolívar, Venezuela / Estudio Geológico de la Base del TOC-1S, Cuenca de Agua Salada, Estado Falcón
Sergio Marín Ernst	3	Proyecto Hidroeléctrico José Manuel Piar (Tocoma) y Aprovechamiento Hidroeléctrico Integral Uribante Caparo: descripción, situación actual y tareas pendientes para finalización de obras y puesta en operación / Venezuela – Futuro de la generación hidroeléctrica / Estructuras Hidráulicas estudio de casos y propuesta de soluciones docentes
Simón Lamar	2	Solución Numérica de la Torsión de Saint-Venant / Evaluación local del riesgo de desastres y participación comunitaria para mejorar la resiliencia
Sofía Artigas Ramos	1	Ley de Inmigración y Colonización de 1936. Poblar la Nación y mejorar la capacidad productiva del venezolano a través de su relación directa con agricultores europeos
Stefanoy Ramírez Rodríguez	2	Estimación de gases de efecto invernadero (GEI) por aguas residuales municipales en el Municipio Libertador del Estado Mérida, Venezuela / Manejo de las aguas residuales en el Parque Nacional Laguna de Canaima,

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
		Estado Bolívar, Venezuela
Teresa Borges García	1	Legislación existente y estructura organizacional en el área de vialidad, transporte y movilidad
Tomás José Sanabria	2	Ranchosis / Maracuchos, ¡su atención por favor!
Tulio Bastidas	1	La necesidad de frenar las Deforestaciones y Conservar los Bosques en Venezuela
Tulio Peraza	1	Oliver Macsotay (1940-2020). Una aproximación a su vida y obra
Valentina Millano González	1	Corrosión y durabilidad en edificaciones existentes en el litoral venezolano
Vicente Mendoza	1	Historia Geológica del Escudo de Guayana, Venezuela, y sus Recursos Minerales: Evolución de Supercontinentes, Tectónica de Placas y Plumas del Manto
Vicenzo Bonadio	1	Implantación del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la Universidad Católica Andrés Bello. UCAB. Campus Montalbán
Víctor A. Ramos	2	Doctor Víctor Manuel López (1905–1989): Un Pionero de la Geología de Venezuela / Doctor Guillermo Zuloaga (1904-1984): Pionero Geólogo Venezolano en la Exploración Petrolera
Víctor Maldonado Michelena	1	La Seguridad como Principio, el Desarrollo y la Defensa, sus fundamentos
Víctor Oppenheim	1	Contribución a la Geología de los Andes Venezolanos
Víctor Piñero	1	Evaluación estructural de los muros de la iglesia Inmaculada Concepción, de Pueblo Nuevo, municipio Falcón, estado Falcón
Vinicio Díaz Añez	1	Campo La Concepción, Estado Zulia: Un siglo de historia petrolera
Vladimir Yackovlev	3	El Ingeniero del 2025 / Comisión para la Enseñanza y Difusión de la Ética en el Campo Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1989 / Discusión Foro: Papel de las Academias en el Desarrollo del País
Viviana Moreno Troconis	1	Lineamientos para el ordenamiento urbano de la ciudad venezolana a partir del espacio público
W.J. Alcock Pérez Matos	1	El Problema de la Recreación en la Caracas del Futuro
Wagdi Naime Yehia	4	Análisis de la presión de preconsolidación con base en la ley edométrica-continua / Estimación de desplazamientos horizontales y deformaciones unitarias en el suelo debajo de fundaciones superficiales con base en la ley edométrica continua corregida / Definición de zonas de falla en suelos debajo de fundaciones superficiales con base en la ley edométrica continua corregida / La nueva ley edométrico-continua y sus aplicaciones en el análisis de fundaciones superficiales
Walter Reátegui	3	Emanaciones de petróleo, aguas termales y sulfurosas en el norte de los estados Lara y Yaracuy y sureste del estado Falcón / Nuevos Estudios sobre la Formación Matatere, Estados Lara y Yaracuy / Minerales Secundarios de la Región Septentrional de los Estados Lara y Yaracuy
Werner Corrales Leal	2	Perspectiva Conceptual y Sistema de Indicadores para Evaluar el Desarrollo de Venezuela / Indicadores de la crisis de desarrollo de Venezuela desde su gestación
Wilmer Bueno-Silva	1	Análisis del comportamiento en desplazamientos no motorizados en las ciudades según la disponibilidad de espacio verde urbano
Willy Ossott	1	Cajigal, Prócer de la Ciencia y la Cultura Universitarias
Wm. A. Wulf	1	Ética de la Ingeniería
Yajaira Freites	1	Conferencia: La ingeniería en la historia de la ciencia y la técnica en Venezuela
Yajaira Olivo Carmona	1	Propuesta de un Índice de Calidad de Agua para la Amazonía venezolana
Yajaira Plaza	1	La necesidad de frenar las Deforestaciones y Conservar los Bosques en Venezuela
Yalitza Ramos	1	Entropía social o una sociedad negentrópica: Revisión del estado del arte
Yorman Peraza	1	An approach for evaluating municipal model for providing drinking water and sanitation services
Yosmar González	1	Una estrategia de implementación de metodología BIM en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción

Autor	Total	Títulos de los Trabajos
Zulma Bolívar	1	Aportes de la Ingeniería y carreras afines al País durante el período 1958-1998. El Urbanismo en Venezuela 1958-1998
Zureisy Marín	1	Identificación de anomalías radiactivas en yacimientos del subsuelo de la faja petrolífera del Orinoco, Venezuela

4. La Voz Institucional de la ANIH: Declaraciones y Pronunciamientos como Expresión de Conciencia Nacional

A lo largo de sus 25 años de existencia, el Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) ha trascendido su función inicial de registro y divulgación para consolidarse como una voz autorizada, crítica y propositiva en el debate nacional. Este carácter se manifiesta con particular nitidez en las declaraciones y pronunciamientos que la Academia ha emitido, los cuales, plasmados en las páginas del Boletín, constituyen un fiel reflejo de su misión de asesorar al Estado y a la sociedad en los grandes temas del quehacer nacional.

Las sesenta declaraciones y pronunciamientos recopilados en estas páginas no son una mera sucesión de opiniones técnicas; constituyen un testimonio vivo de la evolución del pensamiento institucional de la ANIH y de su compromiso inquebrantable con el bienestar de Venezuela. A través de ellos, la Academia ha ejercido su rol de "conciencia crítica" de la nación, abordando con rigor y serenidad las crisis y desafíos que han marcado las últimas décadas; es un testimonio vivo de la evolución del pensamiento institucional de la ANIH y de su compromiso inquebrantable con el bienestar de Venezuela. A través de ellos, la Academia ha ejercido su rol de "conciencia crítica" de la nación, abordando con rigor y serenidad las crisis y desafíos que han marcado las últimas décadas.

Un recorrido por estas declaraciones revela una preocupación constante y una voz firme ante problemas estructurales que han afectado la calidad de vida y el desarrollo del país. La problemática de la vivienda y el hábitat, con su impacto en la marginalidad y la exclusión social; la recurrente crisis del sistema eléctrico nacional, con sus graves consecuencias para la producción y el bienestar; el colapso del sector agua potable y saneamiento, que compromete la salud pública; el progresivo deterioro de la infraestructura vial y ferroviaria, con el preocupante estado de puentes emblemáticos como el General Rafael Urdaneta sobre el Lago de Maracaibo, que ha merecido dos declaraciones de la Academia ante los riesgos de corrosión y fatiga estructural, y el colapso de otros viaductos como el N° 1 de la autopista Caracas-La Guaira; y la alarmante siniestralidad vial, calificada como un grave problema de salud pública, han sido temas recurrentes que han merecido el análisis y las recomendaciones de la Academia. De igual manera, la ANIH se ha pronunciado sobre asuntos de trascendencia nacional que afectan la gobernabilidad y el estado de derecho: la necesidad de una política energética integral que supere el rentismo y la dependencia tecnológica; la defensa de la soberanía nacional sobre el territorio del Esequibo y las áreas marítimas adyacentes; el rechazo a la minería ilegal y al Arco Minero del Orinoco por sus graves consecuencias socioambientales y la vulneración de los derechos de los pueblos indígenas; el respeto a las instituciones democráticas, la separación de poderes y la voluntad popular expresada en procesos electorales transparentes; la defensa de los derechos humanos y de la libertad de expresión, particularmente de los profesionales y científicos; el fortalecimiento del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación como pilar para el desarrollo; y la urgente necesidad de ordenamiento territorial, gestión del riesgo de desastres y protección de los recursos naturales. En este último ámbito, la Academia ha puesto especial énfasis en la vulnerabilidad estructural y social del país, abordando de manera integral tanto la exposición de las comunidades ante fenómenos hidrometeorológicos extremos, como lo evidencian sus declaraciones sobre los desastres de Las Tejerías y el litoral guaireño, así como su preocupación por los riesgos que enfrenta el sistema de protección de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, también se plantea la crítica problemática de los barrios autoproducidos, cuya infraurbanización y precariedad los exponen a múltiples amenazas, y la necesidad impostergable de implementar acciones efectivas para la mitigación del riesgo sísmico en Venezuela, un tema de especial relevancia ante la alta sismicidad del territorio nacional y la obsolescencia de muchas edificaciones. A ello se suman sus pronunciamientos sobre las cuencas hidrográficas y los parques nacionales, como el Waraira Repano, reiterando la necesidad de una gestión integral que armonice el desarrollo con la preservación ambiental. En todos estos temas, la Academia ha ofrecido su capacidad técnica y su juicio independiente para iluminar el camino hacia soluciones sostenibles, basadas en la evidencia y en los más altos estándares éticos y profesionales.

Cada declaración es el resultado de un riguroso proceso de reflexión colegiada, donde la excelencia técnica y el conocimiento especializado se ponen al servicio del interés público. Lejos de ser meros documentos de coyuntura, estos pronunciamientos buscan iluminar el camino hacia soluciones sostenibles, basadas en la evidencia y en los más altos estándares éticos y profesionales. Constituyen, en su conjunto, una guía y un legado para las generaciones presentes y futuras de ingenieros y ciudadanos, reafirmando la convicción de que el conocimiento y la razón son herramientas indispensables para la construcción de una nación próspera, justa y libre.

Aquí, reafirma la vigencia de la ANIH como un actor fundamental en el acontecer venezolano, una institución que, desde la independencia y la pluralidad del pensamiento académico, no ceja en su empeño de contribuir a forjar un mejor destino para el país.

A continuación, se presenta un resumen de las declaraciones plasmadas en los primeros 70 números del Boletín:

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat Ante El Momento Histórico Que Vive Venezuela / Boletín 1: 13-37

Este es un pronunciamiento formal de la academia, fechado en octubre de 1999, donde analiza la profunda crisis política, social y económica que vive Venezuela tras las elecciones de 1998. La declaración expone la necesidad de un cambio para lograr la gobernabilidad, critica la pobreza como principal obstáculo para el desarrollo y aboga por una nueva conciencia cívica y la adopción de principios de democracia, libertad y responsabilidad. La academia se compromete a ofrecer su contribución al diálogo y al consenso nacional para la transformación del país.

Declaración De la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre el Estado de Derecho y la gobernabilidad democrática / Boletín 2: 9-10

En este pronunciamiento, la academia exhorta al país a fortalecer el Estado de Derecho y la gobernabilidad democrática. Se enfatiza la necesidad de que las leyes respondan a una filosofía preestablecida y sean producto del consenso, y se aboga por la preservación de las instituciones fundamentales, como la libertad de expresión y el derecho de propiedad. La declaración reafirma el compromiso de la academia con el diálogo y la construcción de un desarrollo económico integral, sostenible y justo.

Carta del presidente: La Vivienda como Necesidad Vital / Boletín 3: 11-12

En su carta, el presidente de la academia, Rodolfo Moleiro, aborda el grave problema de la vivienda en Venezuela, enfocándose en el crecimiento anárquico y la falta de servicios básicos. El autor critica la indiferencia oficial y propone que la solución va más allá de otorgar títulos de propiedad, requiriendo mejoras en seguridad, infraestructura y creación de espacios públicos. La academia se ofrece a asesorar en la creación de un programa efectivo que también genere empleo en el sector de la construcción.

Carta del presidente: La Planificación del Crecimiento y las Academias / Boletín 4: 11-12

El presidente de la academia, Rodolfo Moleiro, aborda la necesidad de ajustar las políticas públicas al constante progreso científico y tecnológico. Critica la falta de planificación en el crecimiento urbano y la indiferencia oficial ante problemas como la vivienda. La carta concluye que las academias nacionales pueden proporcionar el asesoramiento necesario para acometer programas de desarrollo, y enfatiza la importancia de la educación y la investigación para el futuro del país.

Invitación de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat a las demás Academias Nacionales / Boletín 4: 13-16

En este pronunciamiento, la academia hace un llamado a todas las academias nacionales para que se unan en un esfuerzo de diálogo y concertación ante la profunda crisis que atraviesa Venezuela. El texto argumenta que las academias, por su naturaleza plural y no partidista, pueden contribuir a reorientar el rumbo del país y a definir políticas de Estado en temas fundamentales como la libertad, la democracia y la gobernabilidad. Se propone la creación de foros para analizar la problemática nacional y allanar el camino hacia un gran acuerdo de salvación nacional.

Alerta de La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat al País / Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat / Boletín 6: 27-28

La Academia, en un momento de gran expectación y violencia, lanza una alerta al país. Considerando la gravedad de la crisis, especialmente en el ámbito petrolero, la institución requiere que la Mesa de Negociación y Acuerdos dé prioridad excepcional a este problema. Propone la conformación de una "Mesa ad hoc" para tratar la compleja problemática petrolera como base para un acuerdo nacional que garantice la justicia, la paz, la libertad y la democracia en Venezuela.

Palabras del presidente / Boletín 7: 9

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, en conmemoración del Día del Hábitat, hace un llamado al sector público y privado para articular políticas de Estado enfocadas en la erradicación de la pobreza mediante la gestión eficiente del hábitat, la construcción de viviendas y el desarrollo urbano sostenible.

Declaración de la Academia: Extensas Áreas de la Plataforma Continental Atlántica aguas adentro de la Guayana Esequiba / Boletín 14: 9-10

La Academia insta al Estado venezolano a ejercer contundentemente su soberanía sobre las áreas marinas de la Guayana Esequiba, fundamentándose en la Constitución y las leyes vigentes para proteger los yacimientos de hidrocarburos de interés nacional frente a pretensiones de terceros.

Declaración sobre la situación energética del país / Boletín 20: 69-71

La Academia alerta sobre la grave situación energética nacional, señalando el deterioro de la industria petrolera y gasífera, el desmantelamiento de INTEVEP y la crisis del servicio eléctrico. Critica la falta de una política energética coherente, la dependencia tecnológica y la actitud rentista, y recomienda la creación de un Consejo Nacional de la Energía y el fortalecimiento de la investigación.

Pronunciamiento sobre el sistema eléctrico nacional / Boletín 20: 71-79

Este pronunciamiento analiza la crisis del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), atribuyéndola a la ausencia de planificación y a la postergación de inversiones. Critica la gestión, la falta de mantenimiento y la dependencia de la generación hidroeléctrica. Recomienda la creación de una Comisión Nacional de Energía Eléctrica, un plan de contingencia, la aceleración de proyectos como Tocoma, y el fomento de la autogeneración y el uso racional de la energía.

Pronunciamiento sobre el sector agua potable y saneamiento / Boletín 20: 80-87

La Academia advierte sobre la crisis del sector de agua potable y saneamiento, señalando la ausencia de una política de comercialización, la falta de planificación y la interrupción de inversiones. Critica el alto índice de Agua No Contabilizada y la deficiente calidad del servicio. Recomienda la reorganización de las empresas hidrológicas, la actualización de normas, la implementación de tarifas realistas y un Plan Nacional de Capacitación.

Las Academias Nacionales ante la crisis del Sistema Eléctrico / Boletín 20: 88-92

Declaración conjunta de las siete Academias Nacionales ante la crisis eléctrica. Señalan que la crisis es resultado de la postergación de inversiones y la falta de planificación. Recomiendan otorgar prioridad a los proyectos eléctricos, designar la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, ajustar las tarifas, utilizar la orimulsión, retrasar la hora legal y fomentar la autogeneración.

Academias de Ingeniería Iberoamericanas: Declaración de Lisboa / Boletín 20: 92-98

Se presenta la "Declaración de Lisboa", un acuerdo de las academias de ingeniería iberoamericanas para establecer principios comunes en la formación de ingenieros. Las recomendaciones incluyen la necesidad de una formación de alto nivel, sujeta a acreditación, que abarque conocimientos científicos y competencias técnicas, y que inculque la responsabilidad social y la actualización continua.

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre la problemática de los puentes en Venezuela **/ Boletín 39: 8-9**

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat emite una declaración institucional alertando sobre el grave deterioro de la vialidad carretera del país y, particularmente, el mal estado de un número significativo de puentes. Señala que en 2006 se contabilizaban 6.125 puentes en el país, de los cuales el 66% tenía más de 40 años de servicio, y menciona una larga lista de puentes colapsados en los últimos años, incluyendo el Viaducto N° 1 de la autopista Caracas-La Guaira (2006), el puente Escalante en la carretera Panamericana (2009) y el más reciente puente Guanape II en el estado Vargas (2017). La Academia atribuye esta situación a la ausencia de un adecuado control de cargas y de una gestión de mantenimiento efectiva, así como a sobrecargas, fatiga estructural e impactos ambientales. Exhorta a los organismos competentes a evaluar la vulnerabilidad de los puentes, establecer prioridades de readecuación estructural, e instrumentar un programa permanente de mantenimiento, además de solicitar investigaciones técnicas rigurosas sobre las causas de los colapsos para establecer responsabilidades.

Declaración sobre posibles daños estructurales y daños por corrosión en el puente sobre el Lago de Maracaibo, julio 2019 / Boletín 44: 53-56

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que se pronuncia sobre los posibles daños estructurales y por corrosión en el puente General Rafael Urdaneta sobre el Lago de Maracaibo, manifestando su preocupación por el estado de la infraestructura y la necesidad de realizar inspecciones técnicas exhaustivas y oportunas para garantizar la seguridad de la obra.

Pronunciamiento sobre respeto a la opinión de los ingenieros ante la crisis eléctrica, agosto 2019 / Boletín 44: 57-60

Pronunciamiento de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en el que exige el respeto a la opinión técnica de los ingenieros y especialistas ante la grave crisis del sistema eléctrico nacional, rechazando la descalificación de los profesionales y reafirmando el deber de la Academia de asesorar al Estado en la búsqueda de soluciones basadas en criterios científicos y técnicos.

Declaración Jalonando el Camino del Futuro, noviembre 2019 / Boletín 45: 64-66
Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que reflexiona sobre el futuro de Venezuela y la necesidad de plantear un camino de reconstrucción nacional basado en la planificación, la participación ciudadana y el fortalecimiento de las instituciones, haciendo un llamado a la unidad y al trabajo conjunto para superar la crisis.

Propuesta de Marco Conceptual para una Política Energética en Venezuela / Comisión de Energía de la ANIH / Boletín 46: 7-45

Declaración técnica y propositiva de la Comisión de Energía de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

que presenta un marco conceptual para una política energética integral para Venezuela. El documento diagnostica la profunda inseguridad energética del país, derivada de la crisis de los sectores hidrocarburos y eléctrico, y analiza las tendencias mundiales de descarbonización, la irrupción de los hidrocarburos no convencionales y el pico de demanda de petróleo previsto para 2035. Propone objetivos de seguridad energética, sustentabilidad y transición energética, lineamientos estratégicos y líneas de acción en áreas como la evaluación de recursos, la racionalización del consumo, el desarrollo de energías renovables, la apertura al sector privado, la sinceración de precios y la creación de un Consejo Nacional de Energía, concluyendo que Venezuela no puede recuperar el sector energético por sí sola y requiere un cambio de paradigma.

Pronunciamiento Interacadémico ante la amenaza a la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales por emitir una opinión científica sobre la epidemia de la Covid 19 / Boletín 47: 48-51

Pronunciamiento conjunto de las Academias Nacionales en defensa de la libertad de expresión y el derecho a emitir opiniones científicas, ante las amenazas y descalificaciones recibidas por la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales por parte de funcionarios gubernamentales, a raíz de sus declaraciones sobre el manejo de la epidemia de Covid-19 en Venezuela.

Acuerdo Interacadémico de Júbilo por José Gregorio Hernández / Boletín 47: 52-54

Acuerdo de las Academias Nacionales que expresa júbilo y reconocimiento por la beatificación del Dr. José Gregorio Hernández, destacando su vida de servicio, su vocación científica y su legado como ejemplo de fe, ciencia y virtud para los venezolanos.

Pronunciamiento de las Academias Nacionales en rechazo a la Convocatoria a las Elecciones Parlamentarias 2020 / Boletín 48: 82-86

Pronunciamiento conjunto de las Academias Nacionales en el que rechazan la convocatoria a las elecciones parlamentarias de 2020 por considerarla ilegítima, al no contar con las garantías mínimas de transparencia, participación y respeto a la institucionalidad democrática.

Declaración sobre los Procesos de Asignación de Proyectos de Ingeniería por parte del Estado, como el caso de una nueva Autopista entre Caracas y El Litoral Central / Boletín 48: 87-88

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que expresa su preocupación por los procesos de asignación directa de proyectos de ingeniería por parte del Estado, señalando la falta de transparencia, la ausencia de licitaciones competitivas y la omisión de estudios de factibilidad técnica y económica, ejemplificado en el caso de una nueva autopista entre Caracas y el Litoral Central.

Pronunciamiento de las Academias de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales y de Ingeniería y el Hábitat sobre los Derrames de Petróleo en el País / Boletín 48: 89-91

Pronunciamiento conjunto de las Academias de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales y de Ingeniería y el Hábitat en el que alertan sobre el incremento de los derrames de petróleo en el país, sus graves consecuencias ambientales y para la salud de la población, y exigen al Estado la adopción de medidas para prevenir, controlar y remediar estos desastres ecológicos.

Pronunciamiento de las Academias Nacionales en rechazo a la Minería Ilegal y El Arco Minero: violación del ordenamiento legal, efectos socioambientales y vulneración de los derechos humanos de los pueblos indígenas / Boletín 48: 92-97

Pronunciamiento conjunto de las Academias Nacionales en el que rechazan la minería ilegal y el proyecto del Arco Minero del Orinoco, denunciando la violación del ordenamiento legal, los graves efectos socioambientales (deforestación, contaminación de aguas, pérdida de biodiversidad) y la vulneración de los derechos humanos de los pueblos indígenas y comunidades afectadas.

Pronunciamiento de las Academias Nacionales ante los graves atentados contra la Soberanía e Institucionalidad de la Asamblea Nacional / Boletín 48: 98-101

Pronunciamiento conjunto de las Academias Nacionales en el que condenan los atentados contra la soberanía e institucionalidad de la Asamblea Nacional, defendiendo el principio de separación de poderes y el respeto al estado de derecho.

Declaración sobre la recuperación de la Universidad y el proceso educativo / Boletín 50: 91-93

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que expresa su preocupación por el deterioro de la universidad y el sistema educativo en Venezuela, y hace un llamado a la recuperación de la autonomía universitaria, la inversión en infraestructura académica y el fortalecimiento de la investigación y la docencia como pilares del desarrollo nacional.

Pronunciamiento las academias nacionales ante el atropello a la libertad personal y de expresión e información por defender el cumplimiento de las normas de bioseguridad / Boletín 51: 208-209

Pronunciamiento conjunto de las Academias Nacionales en el que condenan los atropellos a la libertad personal y de expresión contra profesionales de la salud y científicos que han defendido el cumplimiento de las normas de bioseguridad durante la pandemia de COVID-19.

Pronunciamiento interacadémico sobre urgencia de vacunas / Boletín 51: 210-211

Pronunciamiento interacadémico en el que las Academias Nacionales expresan su preocupación por la falta de acceso a vacunas contra el COVID-19 en Venezuela y solicitan al Estado agilizar los procesos para su adquisición y distribución.

Declaración referida al Puente General Rafael Urdaneta sobre el Lago de Maracaibo / Boletín 51: 212-213

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que se pronuncia sobre el estado del puente General Rafael Urdaneta, reiterando la necesidad de realizar inspecciones técnicas y acciones de mantenimiento para garantizar la seguridad de la infraestructura.

Pronunciamiento sobre ciencia, tecnología e innovación, para la Venezuela necesaria y posible / Boletín 52: 138-139

Pronunciamiento de la Junta de Individuos de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en el que se expresa la necesidad de fortalecer la ciencia, la tecnología y la innovación como pilares para la reconstrucción y el desarrollo de Venezuela.

Pronunciamiento sobre proyecto de Ley de Aguas / Boletín 53: 271

Pronunciamiento de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre el proyecto de Ley de Aguas, en el que se expresan consideraciones técnicas y legales para su mejora y adecuación.

Declaración sobre las inundaciones en el litoral guaireño / Boletín 53: 272-273

Declaración de la Academia en la que se pronuncia sobre las inundaciones ocurridas en el litoral guaireño, analizando sus causas y proponiendo medidas para la gestión del riesgo y la prevención de desastres.

Pronunciamiento sobre la reunión de las partes (COP26) a llevarse a cabo en Glasgow, Escocia, noviembre 2021 / Boletín 53: 274

Pronunciamiento de la Academia en el que expresa su posición y expectativas sobre la Conferencia de las Partes (COP26) sobre cambio climático, destacando la urgencia de acciones para la mitigación y adaptación.

Pronunciamiento sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en Venezuela / Boletín 53: 275

Pronunciamiento de la Academia en el que se analiza la situación de las emisiones de gases de efecto invernadero en Venezuela y se plantean recomendaciones para su reducción.

Declaración sobre la necesidad imperiosa de defender los derechos soberanos de Venezuela en el Esequibo / Boletín 53: 276-278

Declaración de la Academia en la que reafirma la necesidad de defender los derechos soberanos de Venezuela sobre el territorio del Esequibo, con base en argumentos históricos y jurídicos.

Pronunciamiento sobre el anuncio de constituir una ciudad comunal en el Parque Nacional Waraira Repano (El Ávila) / Boletín 54: 137-138

Pronunciamiento de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en el que expresa su profunda preocupación y rechazo al anuncio de constituir una "ciudad comunal" en el Parque Nacional Waraira Repano (El Ávila). La Academia señala que esta acción vulnera la legislación ambiental vigente, atenta contra la conservación de un área protegida fundamental para el equilibrio ecológico y la calidad de vida de la ciudad de Caracas, y pone en riesgo los servicios ecosistémicos que provee, como la producción de agua, la regulación del clima y la provisión de espacios recreativos. El pronunciamiento hace un llamado a las autoridades a respetar el estatus de parque nacional y a priorizar su preservación.

Declaración sobre ferrocarriles y otras grandes obras públicas inconclusas y paralizadas / Boletín 56: 171-172

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que analiza la situación de los ferrocarriles y otras grandes obras públicas que se encuentran inconclusas o paralizadas en Venezuela. La Academia expresa su preocupación por el estado de abandono de estas infraestructuras, la inversión perdida y el impacto en el desarrollo del país, y propone lineamientos para su reactivación, incluyendo la evaluación técnica y económica de los proyectos, la definición de prioridades, la transparencia en la gestión y la participación del sector privado.

Declaración sobre los Desastres ocurridos en Las Tejerías y en otros sectores del País / Boletín 57: 146-147

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que analiza los desastres ocurridos en Las Tejerías y en otros sectores del país, como consecuencia de lluvias torrenciales y deslizamientos de tierra. La Academia expresa su solidaridad con las víctimas, identifica las causas de

la vulnerabilidad, y propone medidas para la gestión del riesgo, la ordenación del territorio y la prevención de futuros eventos.

Pronunciamiento sobre la LOCTI necesaria para la Venezuela a Construir / Boletín 57: 148-150

Pronunciamiento de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI) que se requiere para la Venezuela a construir. La Academia aboga por una ley que impulse el desarrollo científico y tecnológico, promueva la investigación, incentive la innovación y vincule el conocimiento con el aparato productivo, como base para la recuperación y el crecimiento del país.

Pronunciamiento sobre el estado del sistema de ciencia, tecnología e innovación del agro (SCTIA) en Venezuela / Boletín 58: 102-103

Pronunciamiento de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en el que se diagnostica el estado del sistema de ciencia, tecnología e innovación aplicado al sector agroalimentario en Venezuela, identificando las debilidades, carencias y desafíos que enfrenta, y proponiendo acciones para su fortalecimiento y su vinculación con el desarrollo productivo del país.

Nueva declaración referente al puente general Rafael Urdaneta sobre el Lago de Maracaibo / Boletín 58: 104-105

Nueva declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que reitera su preocupación por el estado del puente General Rafael Urdaneta sobre el Lago de Maracaibo, enfatizando la necesidad de realizar inspecciones técnicas exhaustivas, acciones de mantenimiento y reparación, y la implementación de un plan de monitoreo permanente para garantizar la seguridad de esta importante infraestructura vial.

Declaración en relación a la reducción de la vulnerabilidad e infraurbanización de los barrios autoproducidos / Boletín 58: 106-108

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que aborda la problemática de la vulnerabilidad y la infraurbanización de los barrios autoproducidos en Venezuela, proponiendo políticas y estrategias para su mejoramiento integral, incluyendo la regularización de la tenencia de la tierra, la provisión de servicios básicos, la mitigación de riesgos y la integración urbana.

Pronunciamiento de las Academias Nacionales de Venezuela sobre la defensa del Esequibo / Boletín 59: 185-186

Pronunciamiento conjunto de las Academias Nacionales de Venezuela en el que reafirman los derechos soberanos e históricos de Venezuela sobre el territorio del Esequibo, con base en argumentos jurídicos, históricos y geográficos, y expresan su respaldo a las acciones diplomáticas del Estado venezolano para la defensa de este territorio.

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre la problemática de la Avenida Libertador entre Chacao y el Distribuidor Altamira en Bello Campo / Boletín 63: 147

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que analiza la problemática de la Avenida Libertador en el tramo entre Chacao y el Distribuidor Altamira en Bello Campo, identificando las deficiencias de diseño, los problemas de congestión y seguridad vial, y proponiendo soluciones técnicas para mejorar la movilidad y la seguridad en esta importante vía de Caracas.

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat con relación a las acciones para la Mitigación del Riesgo Sísmico en Venezuela / Boletín 63: 148-149

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que se pronuncia sobre la necesidad de implementar acciones efectivas para la mitigación del riesgo sísmico en Venezuela, destacando la importancia de la preparación, la aplicación de normas sismorresistentes, la evaluación de edificaciones y la educación de la población para reducir la vulnerabilidad ante terremotos.

Pronunciamiento de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre el Análisis Prospectivo / Boletín 63: 150-152

Pronunciamiento de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en el que aborda la importancia del análisis prospectivo como herramienta para la planificación y la toma de decisiones en el contexto de la incertidumbre, destacando la necesidad de desarrollar escenarios de futuro para orientar las políticas públicas y el desarrollo del país.

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre la necesidad de reactivar el proyecto de saneamiento integral de la cuenca del río Guaire / Boletín 64: 224

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que expresa la necesidad urgente de reactivar el proyecto de saneamiento integral de la cuenca del río Guaire, un proyecto emblemático que busca recuperar la calidad ambiental del río y su entorno, mejorando la salud pública, la calidad de vida y el paisaje urbano de Caracas, y haciendo un llamado a las autoridades competentes para su ejecución.

Declaración de las Academias Nacionales sobre jornada electoral 28 de julio de 2024 / Boletín 64: 225-226

Declaración conjunta de las Academias Nacionales de Venezuela sobre la jornada electoral del 28 de julio de 2024, en la que expresan su preocupación por el proceso electoral, hacen un llamado al respeto de la voluntad popular, a la transparencia y a la paz, y destacan la importancia de la institucionalidad democrática para el futuro del país.

Declaración de las Academias Nacionales sobre los Derechos Humanos / Boletín 65: 221-222

Declaración conjunta de las Academias Nacionales de Venezuela sobre los Derechos Humanos, en la que reafirman su compromiso con la defensa y promoción de los derechos humanos fundamentales, hacen un llamado al respeto de la dignidad humana y a la construcción de una sociedad más justa y equitativa.

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre lineamientos a considerar para el Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del país / Boletín 65: 223-224

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que propone lineamientos para el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano del país, abordando la necesidad de una planificación integral, la gestión sostenible de los recursos, la mejora de la infraestructura y la participación ciudadana, con el objetivo de orientar el crecimiento de las ciudades hacia la sostenibilidad y la calidad de vida.

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat referida a las Vulnerabilidades y Riesgos del Sistema de Protección de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo / Boletín 65: 225-227

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que analiza las vulnerabilidades y riesgos del sistema de protección de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, identificando las amenazas, los impactos ambientales y sociales, y proponiendo medidas para fortalecer la resiliencia y la seguridad de esta región crítica.

Declaración de las academias nacionales referida a la toma de posesión presidencial del 10 de enero de 2025 / Boletín 66: 164

Declaración conjunta de las Academias Nacionales de Venezuela en la que expresan su posición con respecto a la toma de posesión presidencial del 10 de enero de 2025, haciendo un llamado al respeto de la voluntad popular, a la institucionalidad democrática y a la búsqueda de soluciones pacíficas y constitucionales para la crisis del país.

Declaración sobre la propuesta de incorporación del Ecocidio como quinto tipo penal en el estatuto de Roma de la corte penal internacional / Boletín 67: 249

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que se pronuncia sobre la propuesta de incorporar el Ecocidio como quinto tipo penal en el Estatuto de Roma de la Corte Penal Internacional, analizando sus implicaciones legales, ambientales y éticas, y expresando su posición sobre la necesidad de proteger el medio ambiente a través del derecho internacional.

Declaración sobre tecnologías de navegación aérea en los aeropuertos venezolanos / Boletín 67: 250-251

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que analiza la situación de las tecnologías de navegación aérea en los aeropuertos venezolanos, identificando las deficiencias, los riesgos para la seguridad aérea y la necesidad de modernizar y actualizar los sistemas de navegación y control para garantizar la operatividad y la seguridad del transporte aéreo en el país.

Declaración sobre los "Efectos de las lluvias torrenciales en la cordillera y en los Llanos Occidentales" / Boletín 68: 162

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que analiza los devastadores efectos de las lluvias torrenciales ocurridas en la cordillera y en los Llanos Occidentales de Venezuela, manifestando su preocupación por los daños a la infraestructura, las pérdidas humanas y materiales, y la vulnerabilidad de las regiones afectadas. La Academia hace un llamado a las autoridades para implementar medidas de prevención, gestión del riesgo y ordenamiento territorial que reduzcan la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos, y ofrece su capacidad técnica para asesorar en la formulación de políticas y proyectos de mitigación.

Declaración sobre la "Gobernanza en la gestión del agua potable en Venezuela" / Boletín 68: 163

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que aborda la problemática de la gobernanza en la gestión del agua potable en Venezuela, señalando las deficiencias institucionales, la falta de planificación integral y la necesidad de fortalecer los marcos legales y regulatorios para garantizar el acceso universal, la calidad y la sostenibilidad del servicio. La Academia propone lineamientos para una gestión eficiente, participativa y transparente del recurso hídrico, y enfatiza la urgencia de adoptar políticas de Estado que prioricen la seguridad hídrica.

Pronunciamiento sobre la reparación y mantenimiento del Viaducto La Cabrera / Boletín 69: 209

Pronunciamiento de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en el que expresa su preocupación por el estado del Viaducto La Cabrera, una infraestructura vial crítica, y hace un llamado a las autoridades competentes para que se realicen de manera urgente las labores de reparación y mantenimiento necesarias, con base en estudios técnicos rigurosos, para garantizar la seguridad de los usuarios y la funcionalidad de la vía.

Documento sobre la situación de las Cuencas Hidrográficas en Venezuela / Boletín 69: 210-212

Documento de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en el que analiza la crítica situación de las cuencas hidrográficas en Venezuela, afectadas por la deforestación, la contaminación, la ocupación desordenada de sus riberas y la falta de planes de manejo integral. La Academia propone un conjunto de medidas urgentes para su recuperación, conservación y gestión sostenible, incluyendo la restauración de ecosistemas, el control de vertidos, la ordenación del territorio y el fortalecimiento institucional, con el objetivo de garantizar la seguridad hídrica del país.

Segunda declaración sobre Siniestros Viales / Boletín 69: 213

Segunda declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre la problemática de los siniestros viales en Venezuela, en la que actualiza su diagnóstico, enfatiza la urgencia de implementar políticas de seguridad vial, mejorar la infraestructura, fortalecer la educación vial y la fiscalización, y propone medidas específicas para reducir la siniestralidad, con especial atención a los grupos más vulnerables como los motorizados. Nota: En mayo de 2018 la ANIH presentó una declaración sobre siniestros viales donde se califica los siniestros viales en Venezuela como un grave problema de salud pública, señalando la alarmante mortalidad (24 por cada 100.000 hab. en 2013) y la falta de estadísticas oficiales confiables desde entonces. La institución insta al Estado a implementar medidas urgentes basadas en los pilares de la OMS, que incluyen la creación de protocolos de investigación forense, la realización de auditorías de seguridad vial y el mantenimiento de la infraestructura, subrayando la responsabilidad ética de los ingenieros en el cumplimiento de las normas de seguridad. Esta declaración no fue publicada en el Boletín.

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, y las aspiraciones de Venezuela sobre su transición a una democracia plena / Boletín 70: 84-85

Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat en la que aborda la transición de Venezuela hacia una democracia plena, analizando la crisis política, institucional y social que atraviesa el país, y proponiendo lineamientos para la reconstrucción del Estado de Derecho, la restitución de la libertad, la recuperación del bienestar de la población, la transformación de la economía hacia un modelo productivo, la rehabilitación de la infraestructura física, la gestión sostenible del capital natural y el fortalecimiento del rol del Estado como facilitador del desarrollo.

5. Comentarios Finales

La conmemoración de los 25 años del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat nos invita a una reflexión profunda sobre el significado de este proyecto editorial y su trascendencia para la institución y el país. A lo largo de estas páginas, hemos recorrido una trayectoria que comenzó en junio de 2001 con la visión fundacional del Dr. Rodolfo Moleiro y que, gracias al compromiso de ocho editores y de más de más de doscientos catorce autores y coautores, ha logrado consolidarse como un referente indispensable en el pensamiento ingenieril venezolano. El Boletín no ha sido un mero registro de actividades, sino un espacio de construcción colectiva de conocimiento, un repositorio de la memoria profesional y una tribuna para el análisis crítico de los grandes temas nacionales.

La riqueza y diversidad de los contenidos publicados en estos 70 números dan cuenta de la amplitud de miras de la Academia y de su capacidad para abordar, desde distintas perspectivas, los desafíos que enfrenta Venezuela en materia de infraestructura, desarrollo territorial, sostenibilidad y formación profesional. Los 478 trabajos publicados, organizados en quince grandes ejes temáticos, revelan una institución que ha sabido mantener el equilibrio entre el rigor académico, la pertinencia social y la vocación de servicio. Desde los estudios históricos que rescatan el legado de la ingeniería nacional hasta las investigaciones más avanzadas en geotecnia, recursos hídricos y energías renovables, el Boletín ha sido el crisol donde se ha fraguado el ideario de la ANIH.

Las sesenta declaraciones y pronunciamientos institucionales que han visto la luz en sus páginas constituyen, quizás, la expresión más visible del papel de la Academia como "conciencia crítica" del país. A través de ellos, la ANIH ha ejercido su misión constitucional de asesorar al Estado y a la sociedad, ofreciendo diagnósticos rigurosos y propuestas basadas en la evidencia técnica y en los más altos estándares éticos. La defensa de la democracia, los derechos humanos y el estado de derecho, así como la preocupación por la infraestructura, la energía, el agua y la gestión del riesgo, han sido temas recurrentes que reflejan una institución comprometida con el bienestar de la nación más allá de las coyunturas políticas.

Más allá de la riqueza técnica y la contundencia de sus pronunciamientos institucionales, el Boletín se ha visto enriquecido a lo largo de estos 70 números con más de trescientos discursos pronunciados en el marco de los actos solemnes de la Academia. Estas intervenciones, que incluyen Mensajes Anuales, discursos en las Sesiones Solemnes Rector Juan Agustín de la Torre, palabras de toma de posesión de los Comités Directivos, así como los discursos de presentación, incorporación, contestación y clausura de los nuevos Individuos de Número, Miembros Honorarios y Correspondientes, constituyen un corpus fundamental para

comprender el pensamiento y la vida institucional de la ANIH.

Lejos de ser meras formalidades protocolares, estos discursos han sido una tribuna para la reflexión sobre los grandes temas nacionales y el devenir de la ingeniería en Venezuela. A través de ellos, presidentes como Gonzalo Morales, Manuel Torres Parra, César Quintini Rosales, Aníbal R. Martínez, Eduardo Buroz Castillo y Rafael Isidro Quevedo Camacho han trazado el rumbo de la institución, analizado la coyuntura nacional y llamado a la unidad y al trabajo conjunto para la reconstrucción del país. Los Mensajes Anuales, en particular, han sido momentos culminantes para la reflexión prospectiva, donde oradores de la talla de Arnoldo José Gabaldón han ofrecido diagnósticos profundos sobre las crisis y las esperanzas de la nación.

Los discursos de incorporación han sido el vehículo para que los nuevos académicos, tras rendir homenaje a sus predecesores, expongan las líneas maestras de sus trabajos de investigación. De esta manera, el Boletín ha registrado las contribuciones de figuras como Roberto César Callarotti, en calentamiento electromagnético del petróleo; Arnoldo José Gabaldón, en urbanización sustentable; Franco Urbani Patat, en la evolución del conocimiento geológico de la Cordillera de la Costa; Eduardo Buroz Castillo, en la historia de la gestión del agua; Oscar Andrés López Sánchez y Marianela Lafuente, en ingeniería sismorresistente; Alfredo Cilento Sarli, en la historia del Ministerio de Obras Públicas; Carlos Genatios Sequera, en políticas de ciencia y tecnología; José Luis López Sánchez, en la gestión del riesgo de desastres; Darío Alfredo Viloria, en tecnologías verdes para la industria petrolera; y Roberto Úcar Navarro y Daniel Salcedo, en diversos temas de la geotecnia, por mencionar solo algunos de los tantos que han enriquecido estas páginas.

Las palabras de contestación han sido, a su vez, una oportunidad para que académicos como José Grases, Rubén Caro, Vladimir Yackovlev, Alfredo Viloria, Arnoldo José Gabaldón y Manuel Torres Parra, entre muchos otros, trazaran semblanzas de los nuevos miembros, contextualizaran sus trabajos y los integraran a la tradición de la ingeniería nacional. En estas intervenciones, se ha puesto de manifiesto la relevancia de la ética profesional, el compromiso con la excelencia académica y el deber de la Academia de asesorar al Estado y a la sociedad.

De igual manera, los discursos de los presidentes salientes y entrantes en las tomas de posesión han sido momentos de balance y de proyección. Las palabras de Gonzalo Morales en 2003, quien propuso un decálogo de acciones para el desarrollo, y la advertencia de César Quintini Rosales sobre el peligro de que la Academia se convirtiera en una institución que no agrega valor "fábrica fantasma" en sus propias palabras, han sido hitos que han marcado la identidad y el accionar de la institución. Más recientemente, el discurso de Gonzalo Morales titulado "Concordia para Alcanzar el Progreso" y el "Pacto contra la Corrupción" del Mensaje Anual de 2019, reafirman el papel de la ANIH como conciencia crítica y ente propositivo en los momentos más complejos de la historia reciente de Venezuela.

En conjunto, estos discursos, que abarcan desde reflexiones éticas y filosóficas hasta análisis técnicos y científicos de gran profundidad, constituyen un legado intelectual que complementa y da sentido a la producción técnica del Boletín. Son el testimonio de una comunidad académica que no solo construye obras, sino que también forja ideas y valores, y que, a través de la palabra, reafirma su compromiso indeleble con el bienestar de la nación.

Al celebrar este cuarto de siglo de existencia, el Boletín se proyecta hacia el futuro con la convicción de que el conocimiento, la memoria y la palabra son herramientas indispensables para la reconstrucción y el desarrollo de Venezuela. La Academia reafirma su compromiso de mantener esta publicación como un faro de orientación doctrinaria, un espacio de encuentro para el diálogo interdisciplinario y un instrumento al servicio de la transformación del país. El camino recorrido nos llena de orgullo, pero el desafío que tenemos por delante nos exige renovar nuestro compromiso con la excelencia, la ética y el servicio a la nación que, desde su fundación, ha guiado a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Academia Nacional
de la Ingeniería y el Hábitat

ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT

BOLETÍN 71

PARTE I

REVISTA CIENTÍFICO-TÉCNICA

ARTÍCULOS

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026: 174 – 189

Recibido: octubre 2025
Aprobado: junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/110

LA ASTRONOMÍA EN LA CARACAS DEL XIX: DEL TECHO A LA COLINA QUINTANA

Yajaira FREITES[1]

RESUMEN

Fue en 1888, cuando Caracas y con ello el país, empezó a contar con un lugar dedicado específicamente a la astronomía: el Observatorio Cajigal, ubicado en la colina Quintana. En el trabajo se hace un rastreo preliminar sobre la época colonial identificando el interés en la astronomía en la confección de los calendarios dominados por lo religioso. En los inicios del período republicano (1830) se introdujeron los almanaques con diversos contenidos, haciendo hincapié en la información astronómica. A partir de 1861 con la creación del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV), empieza a registrarse las observaciones astronómicas, realizadas desde los techos de la sede del Colegio. También se rastrea el interés de miembros de la familia Boulton en la astronomía. La construcción del Observatorio en la Colina Quintana, luego Cajigal, un lugar que posteriormente se reveló inconveniente para la observación de los cielos, derivó en parte en que el trabajo de la institución se orientó a una astronomía aplicada a la cartografía nacional; salvo el eclipse solar de 1916 fue el que dio lugar a un trabajo astronómico de mayor envergadura.

La construcción del Observatorio se puede inscribir como una faceta del programa de modernización que se emprendiera en el período de la hegemonía de Guzmán Blanco (1870- 1888) acerca de la creación de las instituciones de cultura y ciencia que debía tener una sociedad moderna del siglo XIX.

ABSTRACT

Astronomy in 19th century Caracas: from the roof to quintana hill

It was in 1888 that Caracas, and with it the country, began to have a place specifically dedicated to astronomy: the Cajigal Observatory, located on Quintana Hill. This work provides a preliminary overview of the colonial era, identifying an interest in astronomy in the creation of religiously dominated calendars. At the beginning of the Republican period (1830), almanacs with diverse content were introduced, emphasizing astronomical information. Beginning in 1861, with the creation of the College of Engineers of Venezuela (CIV), astronomical observations, made from the roofs of the College headquarters, began to be recorded. The interest of members of the Boulton family in astronomy is also traced. The construction of the Observatory on Quintana Hill, later Cajigal, a location that later proved unsuitable for observing the skies, partly led to the institution's work being oriented toward astronomy applied to national cartography; except for the solar eclipse of 1916, which gave rise to the most extensive astronomical work.

The construction of the Observatory can be seen as one facet of the modernization program undertaken during Guzmán Blanco's hegemony (1870-1888) regarding the creation of the cultural and scientific institutions that a modern 19th-century society should have.

Palabras Clave: Astronomía, Colegio de Ingenieros de Venezuela, Boulton, Muñoz Tébar, Revenga, Ugueto.
Keywords: Astronomy, College of Engineers of Venezuela, Boulton, Muñoz Tébar, Revenga, Ugueto

Introducción

El objetivo de nuestra disertación es mostrar cómo la astronomía formó parte de la ciudad de Caracas; para ello rastrearemos como estuvo vinculada a la determinación del tiempo y cómo ello evolucionó desde los intereses religiosos a los seculares de la ciencia. Por ello nuestra exposición empieza por identificar estos aspectos en la época colonial para luego seguirla a grandes rasgos durante el período republicano anterior a 1861 cuando se habrían comenzado a registrar las observaciones astronómicas orientadas por los intereses de la ciencia y de los ingenieros.

La creación de un Observatorio en Caracas formó parte del proyecto de modernización que Antonio Guzmán Blanco y sus seguidores entre 1870-1888. En ese período surgieron un conjunto de instituciones como el Museo Nacional (1874), aupado por Adolfo Ernst y sus compañeros de la Sociedad de Ciencias Físicas y Naturales de Caracas (1867), que contemplaban que el mismo contendría un espacio para la

[1] Investigador Asociado Titular, Centro de Estudios de la Ciencia. Instituto Venezolano de Investigaciones Científica (IVIC). Miembro Correspondiente de la Academia de la Historia del Estado Miranda. Miembro Honorario de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH). Correo-e.: yfreites@gmail.com

botánica a través de la figura de un Herbario[2]. El Museo tuvo su sede en espacios del Convento de San Francisco, a donde ya funcionaba la Universidad Central de Venezuela.

Al crearse el Colegio de Ingenieros de Venezuela en 1861, en su Reglamento se contempla el nombramiento de una comisión que, junto con el observatorio del Colegio, tendría a cargo la redacción del Anuario de observaciones de la oficina central del CIV (CIV, 1862: artículo 9). Este observatorio, funcionó – de hecho, en el techo- de las diversas sedes que tuvo el Colegio hasta que en 1888 se creó y se construyó el Observatorio Cajigal, pasando así la astronomía a contar con una propia institución.

Diversas fuentes constituyen la base de información, tal como las derivadas del Archivo General de la Nación, documentos oficiales, revistas nacionales y del exterior del período y en general bibliografía que versa o relacionada con la temática que se expone.

Campanas, santoral y astronomía

El tiempo en la Caracas colonial era marcado por el tañido de las campanas de las iglesias. El calendario gregoriano[3] fue introducido tempranamente en las provincias hispanoamericanas en 1582, 15 años después de la fundación de la ciudad (1567). Desde 1669 el Cabildo Eclesiástico se interesa en adquirir un reloj para colocarlo en la torre de la recién construida catedral y en 1730 solicita un reloj grande para el servicio de la iglesia y la ciudad (Duarte, 1990:32).

El mismo Humboldt constató en el convento de San Francisco que uno de sus integrantes el padre Puerto, se dedicaba a confeccionar almanaques para la provincia y comentó "tenía algunas nociones precisas sobre el estado de la astronomía moderna. Interesábanle vivamente nuestros instrumentos" (Humboldt, 1985, Vol. II:334).

Las observaciones astronómicas que Humboldt hiciera en Caracas estuvieron relacionadas con el cálculo de la longitud, latitud y altitud[4]. Las observaciones astronómicas relacionadas con eventos siderales las había realizado en Cumaná donde registró el eclipse solar del 28 de octubre de 1799 (Humboldt, 1985, Vol. II: 218-220) y la lluvia de meteoros, hoy conocida como Las Leónidas, ocurrida entre el 11 al 12 de noviembre 1799 (Humboldt, 1985, Vol. II: 230-232)[5]. Él consideraba que Caracas ubicada en un valle alto "ofrecía probabilidades menos favorables a causa de los vapores que se acumula(ban) en torno a las montañas vecinas" (Humboldt,1985, Vol. I: 215).

Humboldt, durante su estancia, dejó instrucciones para construir relojes de piedra, que posteriormente, fueron instalados en las haciendas de Andrés Ibarra y Pedro Blandín, donde se había alojado durante su estancia en Caracas. Otro reloj de piedra de tipo equinoccial fue instalado en 1803 en Caracas cerca del convento de San Jacinto, hoy el sitio es conocido como Plaza del Venezolano (Duarte, 1990:34-35).

Pero regresando a otra faceta del tiempo y la astronomía. Como hemos visto el tiempo en la época colonial estaba controlado por la Iglesia ya marcando el tiempo diario a través de las campanas; pero también mediante el almanaque. Este incluía datos como las fases de la Luna, salidas y puestas del Sol, eclipses, conjunciones planetarias y equinoccios: predecía el comportamiento de los cielos. Y para los cristianos en la tierra, el almanaque siguiendo el calendario gregoriano estaba, marcado por el santoral católico, con sus fiestas mudables – como la semana santa regidas aún por el calendario lunar; tal característica se entiende por la intrínseca alianza entre el poder y la religión; no había fiestas o efemérides de otro tipo. Y respecto a la estacionalidad, al ser Tierra Firme, una región tropical, solo había dos estaciones: lluviosa y seca; lo cual marcaba ciertas faenas agrícolas.

En la Gaceta de Caracas de 1809 se anuncia que se daría a conocer un *Calendario Manual y Guía Universal de Forasteros en Venezuela* (1810), que se atribuye a Andrés Bello, ya que era el editor de la Gaceta; *El Calendario* estaría integrado por diversas secciones que incluía "una ojeada histórica" de Venezuela desde el descubrimiento hasta la creación de la Capitanía General; información, sobre los aspectos civil y económico, fiscal, la Real Hacienda, el sector Eclesiástico; así como un Almanaque civil, astronómico y religioso; pero salvo la inclusión al final lista una serie de efemérides como el descubrimiento de América, el inicio del "Glorioso y memorable Reynado del Señor Don Fernando *Séptimo*," o del gobierno del Capitán General Vicente de Emparan, el almanaque sigue la traza religiosa que hemos antes indicado.

Un último dato de la época colonial fue el registro de 1810 publicado en La Gaceta de Caracas del 21 de septiembre de 1810, donde informaba:

[2] Los miembros de la Sociedad se dedicaron a recolectar y resguardar diversos objetos que luego pasarían a ser parte del Museo cuando este se creó. El grupo se inclinó hacia la botánica. Vid. Texera Arnal, 1991: 68.

[3] El calendario juliano se basaba en el calendario egipcio, el primer calendario solar conocido, estableció la duración del año en 365,25 días. Este no se ajustaba bien al movimiento de la tierra alrededor del sol y las fechas del almanaque descuadraban cada año. A solicitud de los monarcas Fernando el Católico y Felipe II y de los Papas León X y Gregorio XIII, la Universidad de Salamanca estudió el caso, matemáticos de esta universidad española realizaron dos informes en 1515 y 1578, del último surgió el calendario gregoriano. La Universidad de Salamanca fue decisiva en la reforma del calendario; hoy su calendario es el calendario civil de la humanidad. Matemáticos de esta universidad española realizaron dos informes en 1515 y 1578.

[4] Esto le permitió corregir parte de la cartografía española y crear otros. El mapa que aparece en la obra titula Colombia, editada por Alexander Walker y publicada en Londres en 1822 en español e inglés, señala que fue tomado de Humboldt; éste, se convirtió en la autoridad en Europa acerca de la geografía y cartografía americana; y años más tarde avaló la obra cartográfica y geográfica de Agustín Codazzi. Vid. ANH, 2014, Vol.1.

[5] Esta lluvia de meteoros es causada por el cometa de periódico retrógrado Temple-Tuttle, descubierto de manera independiente en 1865 por Temple y Tuttle en 1866; el cometa tiene un período orbital de 33 años; la tormenta de meteoros de 1833 fue creada por el paso previo por el perihelio de 1800, que posiblemente fue la que Humboldt observó en diciembre de 1799. Vid. Wikipedia,55P/Tempel–Tuttle.

Eclipse

"Sin embargo, de no estar previsto en los Almanakes, habrá el 28 de este mes uno visible de Sol calculado por el observatorio de Sta. Fé, y confirmado en Caracas por el Capitán de Fragata Don Juan Tíscar; su principio á las .9 58. Ms. De la mañana: su total obscuridad a las 10. 41.ms y su fin a las 12.30 ms." (Tomado de Minnitti Morgan, 2015).

Fue durante su larga estancia en Londres cuando Andrés Bello (1810-1829), dentro de sus variados talentos se dio a la escritura en divulgación de la ciencia, en especial en el campo de la física y la astronomía (Freites, 2014:235-262; Pacheco, 2016); radicado en Chile publica una Cosmografía en 1848 (Freites, 2014; Ramírez Errázuri, et al., 2017:198).

Entre almanaques y tejados

El período que se inicia en 1830 con la instauración de la República hubo dos instituciones educativas relevantes, tal como la Universidad colonial convertida en la Universidad Central de Venezuela y la Academia de Matemáticas, ésta asociada al Ministerio de Guerra y Marina; en la primera en el bienio filosófico fue reformado introduciéndose las ciencias: la física, las matemáticas, la botánica y la química, aunque las dos últimas fueron posteriormente eliminadas de su pensum. En tanto, en los estudios de la Academia hubo un fuerte acento sobre la matemática y los aspectos de la física aplicada puesto que se trataba de formar a la par ingenieros al servicio del Estado y oficiales del Ejército. Así que la astronomía fue sencillamente ignorada desde el punto de vista de los estudios, conque algunos ingenieros estaban preocupados sobre el particular[6].

Durante esa época circularon Almanaques con datos astronómicos, el "Almanaque El Cojito" (1877), de la imprenta de Juan de Dios Picón Grillet (Mérida); el "Almanaque portátil universal" (1856), de la imprenta de Federico Madriz (Caracas) y "Almanaque portátil para el año de 1869", y "Guía de la Ciudad de Caracas", publicados en 1868, ambos de la imprenta de Valentín Espinal en Caracas (Rojas Ajmad, 2017:154). Y era usual en que todos se insertara las fases lunares, como mínimo[7].

Y el famoso Almanaque Rojas Hermanos, publicado por El Almacén Rojas a cargo de Arístides y Marco Aurelio Rojas. Empezó a publicarse en 1871 (Rojas Ajmad, 2017). En la edición para el año 1877, en la portada se indicaba "los cálculos astronómicos están arreglados al meridiano de Caracas, por astrónomos que son verdaderos astrónomos" (Rojas Hermanos, 1876). Lo curioso es que ambos hermanos eran médicos y si bien algunos de sus intereses estaban en las ciencias naturales no se indica que la astronomía fuese una de ellas. Pero posiblemente, tendrían algún entrenamiento y en todo caso podían recurrir a ingenieros que sí tenían cierta experticia en el asunto.

Fue precisamente en las postrimerías de la guerra federal (1859-1863) cuando surge una institución como es el Colegio de Ingenieros de Venezuela (1861) que tuvo entre sus tareas el realizar observaciones astronómicas y darlas a conocer en un Anuario. Esta fue la tarea del ingeniero Lino Revenga (1832-1895) quien estructuró una obra que comprendía, una parte de astronomía, junto con otras de geografía, meteorología y estadística. La parte astronómica iba precedida del habitual almanaque que reproducía el santoral católico, con sus fiestas mudables y las témporas. Resaltaban las fechas nacionales como el 19 de abril, el 5 de julio, el 28 de octubre (día de San Simón) y algunas fiestas religiosas posiblemente por la tradición[8]. En la parte específicamente de la astronomía indicaba que la sección comprendía:

"las principales Efemérides astronómicas y los fenómenos celestes más notables para el año de 1862; referido todo al Meridiano de Caracas, fundado en el cálculo en los datos del Almanaque Náutico del Observatorio Real de Greenwich, respecto del cual ha adoptado la Longitud de 4h 27m 39 .4 "(Revenga 1861, Prólogo: II).

Revenga, señala que le halagaría que esos datos fuesen de utilidad a los ingenieros que estaban en la provincia, así como a los marinos, "principalmente para la corrección de la Longitud y la Latitud de nuestras capitales y puertos y para la determinación de las de otros puntos" (Revenga, 1861: II). Y a tal fin, dice haberse esmerado en obtener la mayor precisión:

"en el dato de la Ascensión Recta del Sol y de la Ecuación del tiempo, de la Ascensión Recta y Declinación de la Luna, y de las mismas coordenadas de la Polar y de varias estrellas principales para obtener por métodos sencillos la posición geográfica de los lugares de observación" (Revenga, 1861: II)

E insertaba al final Tablas astronómicas para facilitar los cálculos[9], así como un apartado donde explicaba e indicaba el uso de las efemérides y tablas (Revenga, 1861:120-147). Revenga señala que el texto, que en términos científicos no ofrece interés notable, y solo sería un trabajo preparatorio para concluir datos que las diversas comisiones y los corresponsales proporcionarían para el año entrante.

Pero ningún otro anuario se volvió a publicar, pero las efemérides siderales habían sido consideradas desde la perspectiva local, al fijar su observación en términos del tiempo

[6] En 1846, Juan José Aguerrevere entonces director de la Academia propone al Ministro que se incluyan nuevas materias entre ellas la geodesia en el tercer bienio. Vid, Zawisza,1980:32-33.

[7] Entre 1865 y 1875, aproximadamente. Estos almanaques incluían: Efemérides astronómicas (fases lunares, eclipses, salidas y puestas del Sol). Datos meteorológicos recolectados en Caracas. Indicaciones agrícolas y religiosas, muy útiles para la vida cotidiana.

[8] Como la adoración de los reyes (6 enero), la Purificación de nuestra señora (2 febrero), Corpus Cristi (19 junio), San Pedro y San Pablo (29 junio), la Asunción de la nuestra señora (15 agosto), la Natividad de la señora (8 septiembre), Todos los santos (1 noviembre) la Inmaculada Concepción (8 diciembre) y la Natividad del señor (24 diciembre).

[9] Incluye una sección para determinar las coordenadas geográficas (p, iii)

de Caracas, al usar su meridiano como referente. Y a la par la observación de los cielos, la astronomía era el instrumento para el trabajo cartográfico. Después de este esfuerzo del CIV, el caraqueño corriente, interesados en las evoluciones del sol y la luna, y otros planetas podían contentarse con la información ofrecida por el calendario de los Rojas Hermanos.

Revenga informaba sobre los eclipses de sol y luna que se presentarían en el año 1862[10]; sin embargo, él en la Revista Científica del CIV,[11] sólo nos da cuenta de la observación que hiciera de uno que aconteció del 31 de diciembre de 1861. Interesa ciertos detalles de este, dado que nos indica cómo y desde dónde fue realizado:

> "Desde la instalación del Colegio de Ingenieros, nos propusimos a sacar el mayor partido de su observación; pero la falta de instrumentos convenientes, y lo más sensible, **la fatigosa ocupación de ánimos** en que **las circunstancias de nuestra guerra actual tienen pendientes a todos los hombres estudiosos de nuestra desgraciada patria, nos contrario en gran manera.** Apenas pudimos **reunir y/o montar en la azotea de la casa en que celebra sus sesiones el Colegio**, dos anteojos astronómicos, un teodolito, una cámara oscura y algunos octantes; y habiendo sido imposible procurarnos un buen reloj de péndulo (que deseábamos tener arreglado previamente por el tiempo sideral), tuvimos que conformarnos con uno de bolsillo, patente inglés, bastante exacto y firme, para cuya corrección tomamos varias alturas de Sol, **cuyo cálculo** no hemos tenido tiempo de verificar aún, y que **reservamos para nuestro próximo artículo sobre la Longitud de Caracas**" (Revenga,1862a: 7). (La negrita es nuestra)

Detengámonos en toda esa declaración.

i. El lugar: el Colegio sesionaba en lo que sería su primera sede: el Colegio de Santa María que regentara el Licenciado y también ingeniero Agustín Aveledo; de acuerdo a Marín (s/f), su ubicación sería en la Casa N° 9 de la calle Sur 5, Cují a Salvador de León; hoy hay un edificio en su lugar.

ii. El momento: estamos en 1861, la guerra que llamamos federal (1859-1863) no ha terminado, así que son unos hombres estudiosos que han recibido atención de un gobierno en aprietos y que saldría vencido, lo que explica porque la revista no llegó a su tercer año; y el Colegio tuvo que esperar 28 años para publicar su segunda revista El Ingeniero.

iii. El instrumental, dado los tiempos de precariedad, se reúne con lo que se tiene, y se trabaja con lo que hay; y se inventa como en el caso del reloj de péndulo sustituido por uno de bolsillo… ¿Se les parece algo esto a alguna situación reciente?

iv. Los pendientes: y siempre se tienen asuntos que resolver y se piensa a futuro solventar como terminar de hacer un cálculo, un experimento o de escribir un artículo. Aunque Revenga lo cumple dando a conocer sus cálculos de la Longitud de Caracas, que se convertirá en un problema a refinar por los cartógrafos nacionales (Revenga, 1862 a b y c).

En el transcurso de la década de los sesenta, setenta y ochenta hubo varios eclipses de sol[12], aunque pudo haber otros eventos como la lluvia de meteoros, por ejemplo, la reportada por Agustín Aveledo en Vargasia, en el Boletín de la Sociedad de Ciencias Físicas y Naturales de Caracas (Aveledo,1870); pero obviamente hubo otros, así que estaría pendiente una revisión de los periódicos de la época, como el Federalista, La Opinión Nacional, entre otros.

En el plano de la educación, encontramos dos eventos. Uno es la reimpresión en Caracas de la obra de Bello, Cosmografía (1848), por Domingo Salazar, que tenía el siguiente privilegio, al ser declarada la obra por la Dirección de Instrucción Pública, como "texto preferente para la enseñanza en las Universidades y Colegios de la República"[13]. La obra sería parte de las lecturas recomendadas para los estudios de la cátedra de Filosofía y Física Experimental del Bienio Filosófico que se impartía en las UCV como en la ULA y los colegios nacionales que pronto se llamarían federales. Hubo varias reediciones de la obra por distintas imprentas[14]. No sabemos si en efecto se usó o fue leída.

Y el otro evento del cual si podemos tener evidencias de su impacto a largo plazo, ocurrió en 1854, cuando fue introducido en el pensum de la Academia de Matemáticas la materia de Geodesia; y para las décadas de los setenta, al pasar sus cátedras a la UCV, aparecerán los cursos de Geodesia acompañados de Astronomía Práctica, tendencia que se mantendrá durante las décadas siguientes en la orientación de formación de los ingenieros caraqueños; y a los cuales se agregaron, los que realizaron estudios en matemáticas e ingeniería que se hacían en la Universidad del Zulia y en la Universidad de los Andes[15]. En

[10] Indica que habría tres de sol, pero que serían invisibles y dos de luna, ambos visibles. Vid Revenga, 1861, Eclipses, p. 89-94.

[11] La Revista Científica, salió en 1861, en enero y tuvo 8 números, siendo el último el abril de 1862, antes de que ocurrieran los eclipses de luna.

[12] Tales como los eclipses solares del 19 de octubre de 1865; 9 de agosto de 1886; 20 de octubre del 1892 (parcial).

[13] Vid. Comisión Editora (1957), Introducción, Bello, 1848: XIII-XXXV, espec. XIX-XX.

[14] En 1865 segunda edición de Caracas por el Licenciado Juan de Dios Morales, Imprenta Melquiades Soriano; y la edición de Rojas Hermanos en 1872, impresa por J.A. Segrestáa en Puerto Cabello. Vid. Comisión Editora, Bello, 1848: XIX.

[15] Olivares, 1986. Vid. Parte 5, pp. 235-264 sobre el pensum de estudios de diversos años para la ingeniería. Especialmente interesante los anexos con los títulos de los libros que se leían y la nómina de profesores para los diferentes cursos a través de los años en las diferentes instituciones en que se impartió la ingeniería.

consecuencia, la astronomía como una variante aplicada, abriría alternativas a otras actividades de la práctica ingenieril en el país.

La colina Quintana y la esquina del Conde

A través de El Ingeniero, la nueva revista del CIV, encontramos parte de las inquietudes que predominan entre los ingenieros de fin de siglo. El Ingeniero, se publica en 1898 y sólo alcanza los seis números. Por una parte, observamos preocupaciones por los aspectos de la construcción (experimentación de materiales: maderas, morteros de cemento, trazado de curvas) y por otra, están los temas de la astronomía aplicada relativa a la latitud, un proyecto de crear una nueva carta geográfica y la práctica de observación de los astros.

Veamos cómo han evolucionado las cosas.

Cuando Lino Revenga hace su trabajo para el CIV el país estaba en una guerra civil; el fin de esta conllevó no sólo un período de transición variopinto, alcanzando la estabilidad en 1870 con la llegada al poder de Antonio Guzmán Blanco, quien daría comienzo a lo que la historiografía se ha denominado el régimen de la oligarquía liberal.

Como ya lo hemos indicado en la introducción, Guzmán Blanco y sus seguidores emprendieron un proyecto de modernización que afectaron al país en el campo educativo, como el decreto de gratuidad de la educación a nivel de los que hoy entendemos como primaria; el impulsar una actualización de la educación superior, que siempre está empañada por su empeño de control sobre la UCV, como sucedió; lo cual le permitió nombrar catedráticos como Adolfo Ernst para impartir Ciencias Naturales y a Rafael Villavicencio en la de Historia Universal en el nivel del bienio filosófico o bachillerato, lo cual facilitó la entrada del positivismo y el evolucionismo en la Universidad (Freites, 1996).

En la misma perspectiva cultural y científica, uno de sus sucesores que casi alcanzo un año y 260 días en la presidencia (2 de julio de 1888 a 19 de marzo de 1989), Juan Pablo Rojas Paul (1826-1901), en septiembre de 1888, emitió el decreto de creación de un Observatorio en Caracas (tomado de Olivares, 1986:28-29). Y lo ubica al oeste del Paseo Guzmán Blanco- en la Colina Quintana, bautizada ya en 1897 como Colina Cajigal, cuando el Ministro de Instrucción Pública de entonces manda a que se instale en la misma un anteojo ecuatorial.

Tal como Olivares (1986) lo reseña, la idea de un observatorio en Caracas era una aspiración que habría nacido en los primeros esfuerzos del CIV en 1861, y fue reiterada en los sucesivos años por los presidentes del CIV; si bien Agustín Aveledo podía seguir haciendo registros meteorológicos y alguna que otra observación sobre los meteoritos desde su Colegio de Santa María, la astronomía requería mejores condiciones.

El CIV había sido impactado por las consecuencias de haber sido fundado por el gobierno en plena guerra federal, cuyo bando fue vencido; así la ingeniería tuvo que enfrentar el desmantelamiento de la Academia de Matemáticas y el pase de los estudios a la UCV, como parte de un arreglo en donde algunas cátedras formaban parte del bienio filosófico y otras de una facultad de ciencia exactas y naturales en los cuales era difícil definir el perfil del ingeniero. Y si bien, la política de obras públicas dio cabida a una intensa actividad de ingeniería civil con la creación del Ministerio de Obras Públicas, ese perfil ingenieril, no empezaría a delinearse sino hasta crearse la Escuela Nacional de Ingeniería en 1883.

De acuerdo con Olivares (1986: 26) el ingeniero presidente del CIV Manuel Urbaneja en su informe al Ministro de Instrucción Pública en 1886, insiste como lo ha hecho en 1885, en "lo útil que sería el establecimiento en Caracas de un Observatorio astronómico, lo que por otra parte daría lustro al Gobierno que realizara esta empresa científica"[16]. Y el mismo informe le recuerda al Ministro también el "ejecutar un nuevo mapa del país". Y la misma solicitud se reitera en 1887[17]. Pero ya para ese momento se han dado pasos significativos para la creación del Observatorio.

Durante la presidencia interina de Hermógenes López (1887), el Ministerio de Instrucción Pública le comunica al Rector de la UCV que el Ejecutivo ha decidido comprarle al Sr. H.L. Boulton Jr., tal como le había hecho la propuesta al rector, un Ecuatorial Bardou con todos sus accesorios por la cantidad de 15.000 bolívares[18]; considerando que tal instrumento es de suma importancia para los estudios astronómicos y geodésicos que se hacen en la Universidad.

Y en esa misma misiva de 1887, se le indica al rector que están de acuerdo de que haya escogido la Colina Quintana como el sitio "más aparente en las inmediaciones de esta capital, para hacer observaciones astronómicas", y se dispone que el Ecuatorial sea instalado en ese lugar, que de ahora en adelante se denominará Cajigal en honor al fundador los estudios matemáticos en Venezuela; a fines de la instalación se disponen unos 2.000 bolívares (Olivares, 1986:27).

El rector de la UCV en ese momento de 1887 era Jesús Muñoz Tébar; y él fue el Ministro de Obras Públicas que llevó a cabo la construcción del edificio del Observatorio, cuando éste fue creado en septiembre de 1888 como Observatorio Astronómico y Meteorológico. Los instrumentos de astronomía que había tenido la Academia de Matemáticas y las

[16] Señala que no sería muy costosa la construcción del edificio, ni costaría mucho tiempo su dotación; al decretarse, el Colegio podría suministrar los datos y presupuestos indispensables, "pues uno de los miembros del instituto ha hecho estudios y cálculos especiales en esta materia". Tomado de Olivares, 1986: 27.

[17] En ese entonces la Presidencia de la República está a cargo de Hermógenes López que la ejerció exactamente 329 días.

[18] Se trataba de un pequeño refractor de 1,5 metros de origen francés (Sánteliz,2023). A cambio, el Estado le daría permiso a Boulton Rojas para importar por la aduana de la Guaira," libre de impuestos, por un año, un anteojo de mayor fuerza con sus accesorios y cúpula, que se propone traer al país para su estudio particular" (Tomado de Olivares, 1986: 27). El importado fue un instrumento fabricado por la casa Grubb, de unos 5 metros de longitud y 8 pulgadas de diámetro (Sánteliz, 2023).

obras de su biblioteca relativas a la astronomía, geodesia y meteorología, formarían parte de la biblioteca de la nueva institución (Olivares, 1986:28-29).

El trabajo de Chacón (2009) detalla los gastos incurridos por el Estado en la construcción de un edificio para alojar al Observatorio, como también el equipamiento de este; la mayor parte de la edificación habría estado en condiciones para realizar actividades en 1891, aunque no del todo equipado y para ese momento se habrían invertido unos 105.243,00 bolívares de la época. Años más tarde se construiría un edificio anexo para la meteorología y alojar un teodolito astronómico y un círculo de Piazzi.

Y ahora detengámonos en Boulton.

Lo primero que descubrimos cuando indagamos en la bibliografía internacional relacionado con la astronomía de ese período, es que hubo dos Boulton. Por una parte, Henry Lord Boulton (1829-1891), parte de la dinastía de la casa Boulton en Caracas, comerciante, cónsul General de Inglaterra en Venezuela y *Fellow* de la *Royal Astronomical Society*, desde 1889. En 1892 la Sociedad Real, escribió una nota informando sobre su fallecimiento en 1891 en Caracas (*Royal Astronomical Society*, 1892: 230). Y por la otra, Henry Lord Boulton Rojas (1855-1921), quien vendiera el Ecuatorial Bardou al gobierno y fue el tesorero de la Junta de Fomento que construyó el Observatorio.

Boulton Rojas, de acuerdo con fuentes familiares (Sánteliz, 2023) vivía en Caracas en la Esquina de El Conde, y en su casa había dispuesto el telescopio con su cúpula. En 1889 Boulton Rojas fue designado miembro vitalicio de la *Astronomical Society of the Pacific* (ASP,1889: 85). No hemos conseguido ninguna nota de Boulton Rojas sobre alguna de sus experiencias observacionales. Pero el telescopio Grubb que importó, en 1919 la familia Boulton lo donó al Observatorio Cajigal[19].

En la reunión de la *Astronomical Society of the Pacific* de 1891, Jesús Muñóz Tébar aparece como miembro de la misma (ASP, 1891:7) y se inserta un *abstract* de su trabajo sobre Estrellas fugaces, bólidos y aerolitos (Muñoz Tébar, 1891a). El texto en cuestión había sido publicado en Caracas ese mismo año de 1891 y fue reproducido *in extenso* en la revista del Observatorio de Rio de Janeiro (Muñoz Tébar, 1891b)[20].

El Observatorio: el dilema de Buscalioni

A pesar del entusiasmo de los ingenieros venezolanos en insistir en la creación del Observatorio, ninguno de ellos fue nombrado su director; esta designación recayó en un total *outsider* del país: Mauricio Buscalioni (1856-1914).

De acuerdo con Olivares (1986:29),[21] en la Memoria del MOP de 1891, en la sección correspondiente al Observatorio, se indica en el documento 120, que una vez terminado el edificio en ese año (1890), "se nombra como Director un astrónomo traído de Italia", lo cual ocurrió en octubre de 1890.

En la indagación de Hubschmann (1988), quien escribiera la Historia del Observatorio Cajigal en su centenario, nada se dice acerca de los antecedentes científicos de Buscalioni antes de llegar a Venezuela. Más recientemente, gracias a la pesquisa de Verrilli y Martín-Landrove (2023), tenemos más noticias acerca de sus años anteriores a su llegada a Caracas y luego de su partida del país en 1894; y Chalbaud Cardona y Freites (2005: 73-11), nos dan cuenta de los dilemas que afrontó frente al Observatorio, aunque en su correspondencia oficial pareciera no vislumbrarse nada aparte de la usual retórica optimista.

Ugueto dice que la llegada de Buscalioni fue sorpresiva; Verrilli y Martin-Landrove (2023: 257-258) han rastreado su periplo antes de llegar a Caracas, y lo describen como un viajero, miembro de la *Société de Géographie in France*- Sociedad de Geografía en Francia; y como parte de esa Sociedad había viajado por el norte de África: Argelia, Marruecos, Abisinia, Egipto; estuvo varios años en Argelia, y al parecer su relación con la Sociedad habría terminado en 1889. Buscalioni poseía un equipo científico portátil, lo cual significaba que era capaz de tener resultados con un mínimo indispensable, cuestión que demostró en Caracas, en los primeros días que estuvo en el Observatorio.

Siguiendo a Olivares (1986:30-32), se constata que ya en enero de 1891 remite al Ministro de Instrucción Pública un informe sobre las actividades del Observatorio, donde delinea un programa de trabajo en donde los registros, las observaciones de alturas meridiana de astros le permitirán determinar la latitud del observatorio; también indica que otra operación es el cálculo de la hora, y si bien hasta ahora ha usado su equipo personal para hacer varios cálculos, espera que cuando el círculo meridiano esté instalado podrá hacerse mejor; informa de las relaciones con otros instituciones y señala que ha recibido atentas muestra de reciprocidad con el Observatorio de Milán, el de Montecalli y el del Vaticano; espera que en los próximos meses de febrero y marzo el estado del cielo

> "permita más que en el pasado utilizar los cálculos y efectuar operaciones preparadas de antemano y sorprender algunos de los fenómenos (como ocultaciones de estrellas por la luna, eclipses de satélites de Júpiter, etc.) que acabaran de determinar exactamente la longitud del Observatorio, la cual debe obtenerse hasta los décimos de segundo y podrá después ser ratificado por medio de observaciones hechas con el cálculo meridiano". (Tomado de Olivares, 1986: 31-32)

En el Informe del año 1891 que se leería a principios de 1892, Buscalioni sigue en la tónica de informar sobre las actividades realizadas tal como el cálculo de la longitud, marcar la hora,

[19] Aunque las fuentes familiares indican que con el segundo telescopio fue visto el cometa Halley cuando pasara por Caracas en 1910, Vid Santéliz,2023

[20] El texto original fue impreso en la Imprenta de la Patria y tendría unas 27 páginas. No hemos podido localizar esta versión.

[21] También se indica que el Observatorio pasa a depender del CIV.

observaciones de manchas solares, eclipses de satélites de Júpiter y ocultaciones de astros por la Luna, instalación de los instrumentos meteorológicos, indicando los instrumentos y los métodos por los cuales ha logrado lo que reseña (Olivares, 1986: 35).

También indica que se realizan publicaciones desde el 1 de agosto de los registros diarios en el Boletín del Ministerio de Obras Públicas, que lamentablemente aún no hemos podido ubicar. Pero gracias a Verrilli y Martin-Landrove (2023), sabemos que publicó durante el año de 1892 en L´Astronomie, una revista francesa, una nota relativa a las ocultaciones de Júpiter (Buscalioni, 1892a) Esta nota de Buscalioni, pudiera considerarse como la primera publicación en que se menciona al Observatorio (de Caracas- Venezuela); pasa desapercibido porque está inserta en una sección de Variedades en donde se reseñan las observaciones sobre Jupiter[22]. El resto de las publicaciones (3) tal como Chacón (2009) encontró, se hallan en El Cojo Ilustrado (Buscalioni, 1892b;1893 y 1894).

Buscalioni, de acuerdo con Olivares (1986: 35-38) rindió sucesivos informes hasta 1894, ya comunicando sobre las mediciones e indicando las falencias por falta de equipos astronómicos adecuados o que no llegaban o que el edificio no estaba condicionado para albergarlos. Observamos que las mediciones de los dos últimos años se orientan más hacia la meteorología, publicados en la Gaceta Oficial y en el Diario de Caracas, un resumen estadístico del clima en Caracas, con alguna que otra observación astronómica.

Pero en dos ocasiones, dejo escapar un comentario relativo a la ubicación del Observatorio; así en 1891 señala la necesidad de buscarle al Observatorio una posición más adecuada, recomendando la Silla de Caracas a 2665 metros de altura sobre el nivel del mar. Y año siguiente 1892, cuando señala que ya cuando se termine el edificio "o ya se instale en una posición más elevada para darle mayor importancia entre los institutos de su clase" (Olivares,1986:35 y 36)[23].

Ya Humboldt había previsto que hacer una observación de eclipse de sol sería complicado en Caracas porque estaba ubicada en un valle alto y "ofrecía probabilidades menos favorables a causa de los vapores que se acumula(ban) en torno a las montañas vecinas". (Humboldt,1985, Vol. I: 215).

Y Lino Revenga en diciembre de 1861, tuvo que enfrentar un cielo poco propicio a la observación en los días de diciembre para observar un eclipse solar, veamos lo que comento sobre el particular:

> "Amaneció nebuloso el día; y aunque despejó un poco después de las seis y media, muy luego volvió a **cubrirse de neblina por casi toda la duración del eclipse**. Aquel fenómeno fue una consecuencia natural de las circunstancias especiales en que se encontraba **nuestra atmósfera** en el momento de la interceptación de los rayos del Sol. En efecto, influida actualmente **nuestra zona por los vientos del Norte, sus vapores llegan por la noche casi al punto de saturación**…. Así, se vió principiar á despejarse el tiempo desde que se descubrió la mitad del disco solar, y encontrándose ya enteramente claro en el momento del último contacto. **No pudimos observar el primero, que se verificó, antes de las siete**." (Revenga, 1862a:7-8) Negrita nuestras.

Chalbaud Cardona y Freites, (2005) consiguieron en el Archivo Nacional una serie de documentos relacionados con el Observatorio, varios de ellos eran especie de textos preliminares o borradores que Buscalioni escribiera antes de remitir su solicitud al Presidente Joaquín Crespo en 1893 donde deseaba plantearle la reorganización definitiva del Observatorio. Y en donde detalla los inconvenientes de la actual ubicación. Se transcribe a continuación:

> "La situación que ocupa este importante establecimiento sobre la Colina Cajigal es de todo punto de vista impropio.
>
> A pesar de su elevación de 126 m sobre Caracas y de 1046m sobre el nivel del mar, el se encuentra sepultado en un valle, hoyo o callejón circundados por cerros gigantes que le ¿tapan? todo el horizonte sustrayendo gran parte del cielo a la exploración astronómica y reduciendo el campo meteorológico visible a pocos kilómetros de radio.
>
> Las corrientes de los vientos inferiores no se manifiestan sino como resultado de las desviaciones que los obstáculos locales les imprimen, y las nubes atraídas recíprocamente y por los cerros, sobre todo por el Ávila dejan reconocer difícilmente la verdadera dirección de los vientos superiores.
>
> Imposible desde esta localidad hacer observaciones y estudios útiles y de trascendencia.
>
> Todo se reduce a una monotonía que presenta pocas excepciones.
>
> En los días lluviosos por ejemplo se observa casi siempre lo siguiente:
>
> Niebla sobre Caracas y el Este, en la madrugada, viento superior SE, inferior SE hasta poco después del mediodía, seguido por el NO con invasión de niebla que partiendo del NO recorre las faldas del Ávila, Al norte y círculo al oeste y al sur sobre los otros cerros; desvaneciéndose a medida que avanza, encontrando aire menos saturado de humedad, poco a poco la niebla se hace menor, general por la corriente ascendente se forman cúmulos -Rumbus[24]-, al este y al SE; - empieza a llover en Petare o cerca de esta

[22] Se inserta la nota en Anexo.

[23] Esta opinión también era conocida por otros, entre ellos Francisco de Paula Álamo, quien lo publicó en el Cojo Ilustrado de 1892, al terminar su artículo relativo al Pico Naiguatá: "En la Silla ó en el Naiguatá debe ser colocado el Observatorio Nacional, por su posición geográfica y por su considerable altura, que le daría el privilegio de ser contado entre los primeros, como estación de avisos. Ya nuestro apreciado amigo el señor Buscalioni, director del Observatorio Astronómico y Meteorológico ha hecho ver las ventajas que reportaría Venezuela con la instalación del Observatorio en uno de estos puntos". Álamo, 1892: 42.

[24] El término correcto sería *cúmulonimbos*, un tipo de nube que por general se forma por causa de corrientes ascendentes (Nota de un árbitro).

> localidad;- la lluvia avanza hasta … (Buscalioni (s/f) f1 al f2. Tomado de Chalbaud Cardona y Freites, 2005: 79).

En este documento, propone ubicarlo el Observatorio en la Silla del Ávila o de Caracas, como mejor se le conoce:

> "elevada a 2665 m sobre el nivel del mar y a 1754 m sobre la capital.
>
> Aumenta la importancia de tan alta situación la circunstancia de encontrarse a la orilla del mar; de modo que allí puesto el establecimiento, vendría inmediatamente a ser considerado como uno de los primeros del mundo, tanto en lo astronómico como en lo meteorológico, adquiriendo en este último ramo el rango de observatorio de avisos" (Buscalioni (s/f), f4, Tomado de Chalbaud Cardona y Freites, 2005: 80)

Sin embargo, en la carta que dirige a Crespo sobre el particular se refiere así:

> "La situación que ocupa sobre la Colina Cajigal es cómoda y práctica.
>
> Para su creación no hubiera sido posible escoger otra situación más adecuada, sin salir de los medios ordinarios de construcción, inmediatamente realizable.
>
> Es sabido, sin embargo, que el inmenso cerro del Ávila, situado a la orilla del mar, y cuyas altas cimas se levanta inmediato al Norte de Caracas, ofrece posiciones excepcionales que ensancharían maravillosamente el horizonte del Observatorio, dándole una importancia científica sin rival, con los medios de efectuar de alta trascendencia y utilidad.
>
> ....
>
> El Observatorio existente, sino será a ese tiempo suprimido, podrá continuar á funcionar el existente hasta que se establezca otro más importante, es necesario organizar los servicios de astronomía y meteorología, de modo que quede asegurado, una vez para siempre, el continuo y reglar funcionamiento del Instituto, con toda su competencia en las operaciones que le incumben" (Buscalioni, 1893, f1-f3, tomado de Chalbaud Cardona y Freites, 2005: 79-80).

Y eso fue lo que ocurrió: continuó existiendo. Después de haberse hecho una importante inversión en lo que hasta entonces se había construido, resultaba difícil que el gobierno de Crespo se comprometiera a construir otra edificación; no es de extrañar que Buscalioni en el año 1894, aduciendo cierta dolencia se retirara y saliera del país[25]. Desde el momento en que tomó la dirección del Observatorio, el país había tenido pasado por tres presidentes, dos encargados y una breve guerra civil que había afectado al propio Observatorio[26]. Detengámonos un momento en todo lo que ha ocurrido.

Siempre nos preguntamos por qué se había escogido esa específica colina de las que rodean a Caracas para ubicar a un Observatorio. Ya hemos visto que la ubicación fue sugerida por el entonces rector de la UCV en 1887, el ingeniero Jesús Muñoz Tébar que siempre se había distinguido en el CIV por traer a colación los temas de astronomía.

Tal vez haber utilizado la Colina Quintana, al oeste del Paseo Guzmán Blanco, para ubicar el ecuatorial comprado para la Universidad, tal como lo indica el Ministro de Instrucción Pública Ortega Martínez[27] en su comunicación al rector de la UCV en 1887, puede haber sido una importante razón para que un gobierno como el de Rojas Paul, la seleccionara; después de todo su gestión contaba con poco tiempo para mostrar logros, y ubicar su construcción en la cercanías de Caracas estaba más o menos a la vista de todos.

Pero también la Colina tenía un valor estratégico en lo militar; el Observatorio fue convertido en cuartel de tropas del gobierno de Andueza Palacios durante las actividades bélicas que se desarrollaron a partir del intento de este presidente de extender su mandato, a los cual se opondría un grupo encabezado por Joaquín Crespo en 1892; tal situación conllevó a que la edificación sufriera como el equipo científico que albergaba. De allí la razón por la cual Buscalioni le planteara a Crespo la reorganización en 1893.

El relevo

La partida de Buscalioni, dejó al Observatorio acéfalo, aunque ya para ese entonces, Luis Ugueto y Luis Soriano, tenían labores de asistentes, aunque no remunerados; y por ello Buscalioni había solicitado sus nombramientos oficiales, dado su reconocida competencia, lo cual también "aseguraba la regularidad de los servicios y el porvenir del instituto" (Tomado de Olivares, 1986: 38).

El nombramiento del nuevo director se realiza en 1895 y recae en el ingeniero venezolano Armando Blanco (1865-1901), que había estudiado Meteorología y Astronomía en Francia (1892-1895), se había graduado en la UCV en 1891 (Pérez Marchelli,1997). Y como subdirector se designa a Luis Ugueto. Blanco introduce mejoras sustanciales en lo relativo a la Meteorología; poco se hace en la Astronomía porque los instrumentos están en mal estado o se han enviado a reparar a París.

Pero lo que sigue es un tiempo opaco porque no hay informes para 1896, tampoco en 1897, y el del 1898, el Informe es firmado por Agustín Aveledo director de la Escuela Nacional

[25] El trabajo de Virrelli y Marti-Landrove (2023) nos informa que el Buscalioni, murió 14 años después de su salida de Venezuela, e incluso luego público, siguió firmando como Director del Observatorio Cajigal.

[26] Juan Pablo Rojas Paul (1888-1889), Raimundo Andueza Palacios (1889-1892); Guillermo Tel Villegas y Guillermo Tell Villegas Pulido (encargados 1892) y Joaquín Crespo (1893-1898); La revolución Legalista (1892): 11 de marzo al 6 de octubre cuando Crespo llega triunfante a Caracas.

[27] J.M Ortega Martínez era ingeniero graduado en 1883. Vid. Lista No.3 Graduados en la Universidad Central entre 1877-1942, en Olivares, 1986:293

de Ingeniería a la cual había sido adscrito el Observatorio. Luego la situación política a finales del siglo ocasiona que no haya memorias durante 1899-1900. En la práctica, el Observatorio estuvo cerrado. Sería en noviembre de 1900 con el nombramiento de Luis Ugueto como director que reabrirá[28].

Luis Ugueto (1868-1936), ingeniero graduado en 1887; y desde antes de trabajar en el Observatorio con Buscalioni[29], parece haber estado interesado en la astronomía. Cursó también Filosofía y su tesis del bachillerato filosófico (1892) versó sobre la Luz zodiacal y el movimiento anual del sol; y ese mismo año alcanza el doctorado en Ciencias Filosóficas, disertando sobre el Paralaje deducida de la velocidad de la luz (Olivares, 1986:12).

Precisamente en esos años de opacidad del Observatorio a raíz de la salida de Buscalioni, Ugueto da a conocer diversos trabajos[30], relacionados con la observación de eventos celestes como con la astronomía práctica; publicados luego en El Ingeniero, revista del CIV (Ugueto 1898ª y b). Esta revista saldrá solo el año 1898, y en ella Felipe Aguerrevere (1898), da a conocer su propuesta de levantar una nueva carta geográfica, en donde precisamente los conocimientos de astronomía aplicada y geodesia serán esenciales para lograr el cometido[31].

La gestión de Ugueto a partir de 1900 comenzó por recuperar el edificio y algunos instrumentos que se habían salvado del abandono, así como insistir en la adquisición y completar partes del edificio que pudieran alojar al Meridiano; propone la creación de una red de estaciones pluviométricas. En el terreno de la astronomía que es el interés de esta disertación, hemos encontrado publicaciones o notas que informan de cinco eventos celestiales observados desde el Observatorio Cajigal en las primeras décadas del siglo XX. Sobre dos de ellos nos centraremos, uno el paso del cometa Halley en 1910, que ocasionó toda una conmoción social en la ciudad de Caracas y varias ciudades de la provincia, y otro el eclipse de sol de 1916, en cuya observación el Observatorio dedicó tiempo, espacio y conocimiento.

El cielo como espectáculo, incertidumbre y frustración

Regresemos a Cumaná en 1799 cuando Humboldt y Bonplant admiraron la lluvia de meteoros, hoy conocida como Las Leónidas, ocurrida entre el 11 al 12 de noviembre. Fue un evento que Humboldt constató en su viaje a través de la Capitanía, que el mismo había sido visto en diversos lugares. Para principios del siglo XX, había empezado a ser parte del dominio público que la astronomía podía predecir la ocurrencia de diversos eventos celestiales, tal como el regreso del cometa Halley. Cabía a los astrónomos en ejercicio hacer las diversas observaciones y constatar diversos aspectos de ese cometa cuando de nuevo se presentase.

El Observatorio Cajigal, en las condiciones de esos años tenía enormes falencias de equipo como de medios de información que les permitiera hacer observaciones precisas de la cercanía del cometa, antes de que este pudiera ser visto en el país en toda su magnitud, las fechas entre el 18 y 19 de mayo. Así se constata en el Informe de Ugueto en la Memoria de Instrucción Pública de 1911[32].

Desde el Observatorio, informa Ugueto que desde diciembre del año habían estado buscando información publicada pero la que tenían a mano, no era reciente (Almanaque náuticos, tablas de efemérides etc.); por lo cual, basándose en las efemérides de octubre del año anterior, hizo un cálculo aproximado de la órbita del cometa; así a principios de febrero pudo anunciar que lo había podido ver; porque las noches de enero no habían permitido la observación. En mediados de abril anunció a la prensa que el cometa podía ser visto a simple vista; pero el tiempo parece de nuevo haber conspirado porque es solo el 4 de mayo, cuando las condiciones cambiaron para ser favorables a la observación.

Luego el informe de Ugueto se vuelve un tanto críptico, porque si bien señala haber mantenido desde el 13 de mayo rigurosas observaciones sobre la cola y la posición del astro, así como los días cruciales 18 y 19, y haber realizado similares registros meteorológicos, concluye que las observaciones realizadas

> "tienen algún interés, especialmente las determinaciones de la posición efectuadas con el ecuatorial. Pero desgraciadamente no poseíamos catálogos de estrellas pequeñas, necesarias para el cálculo de las posiciones de las comparaciones que empleamos en nuestro trabajo.
>
> El buscar en donde podíamos adquirirlos y arbitrar los recursos… nos ha impedido hasta la fecha la publicación de ese trabajo. Pero y hoy, allanadas las dificultades, esperamos publicarlo dentro de dos o tres meses" (Tomado de Olivares, 1986:48)[33].

[28] A la llegada de los andinos a Caracas, y al ocurrir el temblor del 29 de octubre de 1900, el Observatorio adquirió otra nueva tarea, de ser Astronómicos y Meteorológica, paso a ser también Sismológico.

[29] Buscalioni, tanto en su último Informe 1894 (Olivares, 1986:38) como en una nota que publica en el Cojo Ilustrado (Buscalioni, 1892:300) elogia a Luis Ugueto, indicando que, a su formación ingenieril, había agregado "conocimientos en matemáticas sublimes y en astronomía superior y mecánica que lo ponen ya la altura de poner un funcionamiento un observatorio", también tiene reconocimientos para, Luis Soriano otro joven ingeniero.

[30] En las actas del CIV del año 1898, se indica que Ugueto propone se delimite la longitud de Caracas refiriéndola al Faro de la Guaira (10 enero, 1898). Lee un trabajo titulado La hora calculada para Caracas de la ocultación por la Luna de las principales estrellas de 1898 (14 febrero, 1898). Vid. El Ingeniero,1898, 2:17; El Ingeniero,1898, 8:33.

[31] Aguerrevere, años después estará a cargo de la Comisión Astronómica del Mapa Físico y Político de los Estados Unidos de Venezuela, creada por el gobierno de Cipriano Castro, con el objeto de iniciar la triangulación del territorio nacional y producir los primeros mapas modernos. Vid. Zawisza,1997.

[32] Por comodidad seguimos el texto transcrito por Olivares, 1986: 46-49; espec. 48-49.

[33] En el Informe de la Memoria de 1912, se indica haber enviado las observaciones a diversos Observatorios.

¿No nos suena todo este relato algo parecido a la situación de Lino Revenga en 1861? Si bien Ugueto realiza sus observaciones en un observatorio ubicado en la Colina Cajigal, confronta la deficiencia de instrumentos, poca o información no actualizada para las referencias y unas condiciones meteorológicas que no ayudaba a la realización de observaciones. La precariedad en la observación astronómica no había cambiado, a pesar de contar con una institución dedicada a las actividades del campo.

¿Qué en realidad sucedió? ¿Los caraqueños pudieron ver el espectáculo celestial?

Quintero (1985: 11-15), nos muestra la recepción del cometa Halley en Venezuela, especialmente en Caracas de 1910, usando como fuente de información los periódicos de la época[34]; lo que nos da a conocer es una sociedad miedosa, que ve aun en los eventos siderales la causa de diversos hechos trascendentales; en el caso del Halley se le llegó atribuir la posibilidad de catástrofe que daría lugar al exterminio del planeta Tierra, la presencia de gases tóxico en la cola o a la desaparición de todas las mujeres.

Ante tal situación, Ugueto busca tranquilizar a la población. Y desde el Observatorio, una vez localizado el cometa, va dando información sobre "las distintas fases que el fenómeno presentaría y la época aproximada en que empezaría a ser visible a simple vista de lado del oriente" (Olivares, 1986:48). Pero a la par indica que, pudo hacer pocas observaciones- presumimos durante abril- dado que debía atender al público. Quintero nos informa que, posiblemente para responder a la ola de pánico de la población, Ugueto en calidad de jefe y único profesional en el Observatorio, había invitado s la población a través de un aviso en la prensa a visitar el observatorio y ver desde del mismo al viajero celestial:

> "Las personas que deseen ver el cometa con el ecuatorial del Observatorio, pueden ir a este establecimiento entre 7 y 8 de la noche, donde se encontrará el Director de él y tendrá mucho gusto en mostrárselo" (Quintero, 1985:11).

A esta respuesta, se une la opinión del ingeniero Luis Soriano, compañero de Ugueto durante la gestión de Buscalioni, que tras un sesudo estudio acerca de las declaraciones tremendistas de Flammarion sobre la cola del cometa, indicando "que no se presentarán ni catástrofes, ni cataclismos, ni lluvias de estrellas, ni asfixias masivas" (Quintero, 1985: 11).

Y al igual que en otras partes del mundo, la prensa jugó un papel importante ya publicando las opiniones de los científicos, las especulaciones de los videntes como de la gente común (Ruiz, et.al., 2013; Ramírez Errázuri, et.al., 2021; Cornejo Márquez, et.al., 2022). A pesar de la incertidumbre que se había incubado, la población caraqueña los días aciagos del 18 y 19 de mayo, estuvo en la calle, esperando el evento. Pero este fue un fenómeno que se dio en otras partes del mundo y no solo en Venezuela.

Pero nada sucedió: ni el mundo se acabó, ni los gases invadieron la atmósfera caraqueña: de hecho, ésta hizo imposible ver el cometa, aunque en otros lugares del país, como Barquisimeto, dijeron haberlo visto[35].

En Caracas acaso algunos percibieron una especie de luz verdosa, que parece haber sido una impresión común (Quintero, 1985:15; Cortina, 2002). Y como apunta Quintero, el juicio científico en la persona de Luis Soriano en sus declaraciones a la prensa capitalina dictaminó:

> "...el cielo conspiró a favor de quienes tienen la creencia de que la ciencia no puede ser sino europea, ... será de otros países de donde tengamos el conocimiento de lo que pasó anoche" (Quintero, 1985:15).

Tal vez esto es lo que no se había atrevido a decir tajantemente Ugueto. Pero, aun así, él se esforzó y los datos que había reunido los publicó al año siguiente en la Revista Técnica del MOP (Ugueto, 1911) y, hoy en día, forma parte de la base de observaciones que se han realizado acerca del Halley (Freitag,1984:69).

Si bien en Cagigal, después del Halley, Ugueto reportó la del Cometa Brooks[36] en 1911, no se menciona ninguna otra observación, sino hasta 1916 cuando Eclipse Solar del 3 de febrero de 1916.

El sol como conocimiento

En seis años, el mundo y el país habían cambiado, y la física se encontraba en las puertas de un cambio de paradigma: el de la relatividad, que buscaba afianzarse utilizando la astronomía, concretamente la observación atenta de un eclipse solar.

Entre tanto, Venezuela, y con ella Caracas se adentraba en el régimen que Juan Vicente Gómez había inaugurado en 1908 al deponer a su compadre Cipriano Castro; había maniobrado en 1912 para quedarse en el poder y ser electo presidente, pero recurre a la maniobra de nunca encargarse y gobernar a través de interpuesto, el general Victorino Márquez Bustillos (1914-

[34] En Caracas: El Universal, EL Heraldo de Caracas, La Lira; pero también revisó: El Meteoro de la Vela; El Ariete, El año de la Virgen, el Boletín de la Seccional de Carabobo de Valencia); El Anunciador y el 19 de Abril de Río Caribe; El Ejemplo de Río Chico; El Heraldo. Guárico en Lara y el Telescopio de Barquisimeto; el Centenario de Quíbor; El Acarigueño de Acarigua; y El Porvenir en Cuicas.

[35] Tal aseveración se desprende de la biografía de Blanca Silveira, uno de los fundadores de la Sociedad Astronómica de Venezuela, capítulo Lara. Vid. Gaston Estanga, 2024.

[36] El C/1911 O1 (Brooks)debe su nombre al apellido de quien lo observó por primera vez, William Robert Brooks, desde el Observatorio Smith, Geneva, Nueva York, Estados Unidos, en julio de 1911. Dato suministrado por un árbitro.

1922), mientras el ejerce la Comandancia del Ejército desde la ciudad de Maracay.

Cuando examinamos lo que sucede en el Observatorio, a través de los informes anuales (1912-1919) que rinde Ugueto, en el campo de la astronomía observamos, por una parte el problema de los instrumentos; sigue insistiendo en la instalación del anteojo sideral, en la terminación del edificio, construyendo una sala para alojar el meridiano comprado años atrás, pero nunca instalado; fue en 1918 cuando el Meridiano fue instalado y al año siguiente se trabajaba en acondicionar el telescopio Boulton, presumimos que fue el modelo donado en 1919 (Sánteliz, 2023). Y por la otra parte están los problemas relacionados con la edificación, el suministro de agua, electricidad, letrinas y aposentos para que los empleados del Observatorio encargados de llevar registros las 24 horas, pudieran alojarse, y mejorar el camino de acceso.

Lentamente algunas de esas falencias se van subsanando, por ejemplo, la electricidad y el acceso al telégrafo para dar la hora y recibir los reportes diarios de las estaciones meteorológicas cuando fueron instaladas; así como el suministro del agua, y el camino el cual tiene que ser mantenido.

En consecuencia, poco han cambiado las condiciones en el Observatorio para hacer observaciones astronómicas, aunque su director había estado abocado a trabajos de astronomía aplicada para contribuir a la cartografía nacional que se está renovando desde principios del siglo XX, con la creación del Mapa Militar, luego Político Administrativo, lo cual por una parte también lleva a la delimitación de las fronteras internacionales. Para ello el régimen de Gómez ha dispuesto que los ingenieros conformen comisiones de topografía y de astronomía, algunas de las cuales formarán equipo con los colegas de los países limítrofes.

Así que los problemas relacionados con la astronomía en sí, y posiblemente con la posibilidad de ser un instrumento para validar una nueva visión de la física, están lejos de las preocupaciones de nuestros observadores del cielo[37].

Un año antes de que ocurre el eclipse solar, Ugueto había escrito un largo artículo el 26 de febrero de 1915 publicado en El Nuevo Diario anunciando que ocurriría el eclipse solar del 3 de febrero[38]: allí describe el fenómeno, inserta una tabla con datos para aquellos que deseen seguirlo y puedan hacer cálculos para las observaciones, como también ilustra cómo los no entendidos también pueden asistir al espectáculo solar; indica las poblaciones que están en la zona de totalidad y que podrán ver el eclipse. Ugueto concluye sugiriendo que el Ejecutivo nombre una comisión de seis personas para hacer las observaciones del evento y que se traslade a la población de Tucacas dado que la misma está en la zona de totalidad. Luego, por dificultades tipográficas, meses más tarde inserta en La Revista el mapa de Venezuela con la zona de totalidad.

Veamos los argumentos de Ugueto expone para estudiar el eclipse en carta del 27 de noviembre de 1915 dirigida al Ministro de Instrucción Pública:

> "… dada la importancia de este fenómeno, desde el punto de vista no tan sólo puramente especulativo, pues el estudio del Sol que puede realizar en ocasiones, en circunstancias muy favorables, interesa a la economía vital, por decirlo así de nuestro planeta, ya que las radiaciones de este astro regulan los climas y ejercen influencia, hoy apenas sospechadas, pero por lo mismo tenazmente perseguidas por la investigación científica" (Ugueto, 1915b: 9)

Y ante la pregunta si era ¿Una empresa ambiciosa al alcance de una sociedad como la venezolana?, Ugueto respondería:

> "… conviene recordar la importancia científica de las observaciones del fenómeno, pues si bien no poseemos espectrógrafo y otros instrumentos adecuados para ciertas observaciones que permiten (sic) efectuar, ni sabios competentes para su manejo, no es imposible, …
>
> con un poco de buena voluntad, … la formación de una Comisión o comisiones que, suficientemente preparadas, podrían suministrar en esta oportunidad un valioso contingente a la Ciencia, llevando a cabo gran número de observaciones, … (las cuales) son estimadas como muy útiles para el estudio de importantes problemas" (Ugueto, 1915b:8).

Conclusión: Las buenas observaciones – no importa quien las realice- contribuyen al patrimonio universal de la ciencia.

Dado el utilitarismo/practicidad que reinaba entre la élite intelectual y científica del período gomecista, resulta un tanto fuera de serie que se hubiera dado apoyo institucional y financiero[39] para estudiar un fenómeno celeste. En parte, se puede explicar por la figura de Felipe Guevara Rojas quien en ese momento (1913-1916) estaba a cargo del despacho de Instrucción Pública, al que está adscrito el Observatorio.

Felipe Guevara Rojas (1978-1916), médico egresado de la UCV, quien había estudiado en Europa con largas estadías en París, y visitas a Londres y Berlín, estaba en conocimiento de cómo las universidades en especial las alemanas alojaban la actividad de investigación como parte de la enseñanza. En una correspondencia al Ministro de Instrucción Pública de entonces, cuando en el año 1912 se desempeñaba como rector de la UCV, le indicaba que el profesor universitario no solo debía educar a profesionales sino también inculcar amor y respeto por la ciencia e iniciarlo en el placer de la investigación

[37] Todo lo contrario, en otro Observatorio de la región como el de Córdoba en Argentina que estuvo presente en el episodio del eclipse de 1916. Vid. Paolantonio y Minitti, 2007.

[38] Esta narración la inserta Ugueto (1915a: 3-8) al inicio de la monografía que se realizó acerca del eclipse. Vid. Ministerio de Instrucción Pública, Observatorio Cajigal 1916.

[39] En ese periodo se discute cual ha de ser la orientación de la universidad: profesional o centro de investigación; obviamente la primera opción fue la predominante, aun entre los médicos que habían impulsado la reforma médica y la inclusión de la investigación clínica como parte de la formación de los médicos. Vid. Freites, 2010.

y del trabajo científico original; de esta manera la universidad llegaría ser a lo que era en otras partes del mundo: un centro de investigación

> "un foco de luz proyectado sobre los misterios de la naturaleza, que nos envuelven por todas partes, y un gimnasio donde la inteligencia se ejercita en el arte de descifrar el oculto sentido de los fenómenos naturales" (Guevara Rojas, 1912: 249-250).

En consecuencia, podemos entender que a finales del año 1915, el gobierno de Márquez Bustillos- presumiblemente con la venia de Gómez- decrete la creación de una Comisión Científica presidida por el director del Observatorio "a fin de que haga los estudios convenientes acerca del eclipse solar"; el decreto tiene en cuenta "la cercanía a esta ciudad de la zona de totalidad del eclipse solar anunciado para el 3 de febrero de 1916". Y destina que para sufragar los gastos que ocasionara llevar a la práctica el decreto se destina la cantidad de cinco mil bolívares, que sería cargados a un Crédito Adicional (Olivares, 1986: 54).

Como en otras ocasiones relativas al Observatorio y a la astronomía, la figura del entonces ministro de Instrucción Pública Felipe Guevara Rojas, fue fundamental. Y así en parte lo reconoce el mismo Ugueto en su Informe para el Ejecutivo en diciembre de 1916 (Olivares, 1986: 54). Y en la publicación del Informe sobre el eclipse se inserta al principio una foto de Guevara Rojas.Pero veamos que ocurrió.

Como hemos visto, el gobierno se hace cargo de satisfacer la solicitud de un científico y emite el decreto al que ya antes aludimos. Y el equipo de observación de Cajigal es trasladado a Tucacas, donde se monta un campamento desde el 25 de enero, haciendo pruebas de los equipos, observaciones preliminares y el 3, día del eclipse se realiza la observación en presencia del Ministro Guevara Rojas y los embajadores de Gran Bretaña, Bélgica y Cuba y otras personalidades nacionales etc.

Los datos de la observación abarcan desde controles de tiempo, referencia de posición estelar, temperatura, presión barométrica (tablas y gráficos), observaciones visuales, observaciones fotográficas (se insertan fotos), dibujos de la corona, avistamiento de astros visibles durante la totalidad, sombras volantes, experimentos fotométricos, observaciones macroscópicas, detección de manchas solares (dibujos y proyecciones del ecuatorial). Es lo que constituye la parte correspondiente al Informe científico en la monografía[40].

¿Y en Caracas?

Precisamente por estar en los límites de la zona de totalidad, Caracas solo avistó el fenómeno de manera parcial, pero se hizo observación de este. Un registro aparece en el Apéndice de la monografía[41]. Fue Así nos Luis Muñoz Tébar González, director de la Escuela de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales y a su vez el profesor de Geodesia y Astronomía práctica, quien organiza un pequeño observatorio en el jardín de la Escuela de Artes y Oficios (La Casona de San Lázaro)[42], incorporando a los instrumentos que dispone, del observatorio meteorológico de la mencionada Escuela, y así los alumnos del curso puedan observar el evento. Otros profesores están presentes. El máximo de fenómeno fue observado a las 11:30.49 y el último contacto a las 1:30:00. La observación había sido una clase práctica.

El Informe fue enviado a Francia y tuvo una reseña en el *Bulletin Astronomique publiè par l´Observatoire de París*, enero de 1917 (Devoto, 1917)[43]; y tres menciones en *L'Astronomie, el Bulletin de la Société Astronomique de France*, octubre de 1917[44].

Una forma distinta de dar a conocer al mundo de la astronomía si la comparamos con la escogida por el Observatorio de Córdoba que había enviado a Enrique Claudet, Tercer Astrónomo de la institución, para que hiciera la observación desde Tucacas[45]; los resultados de la misión de Chauvet dio lugar a que el jefe del Observatorio de Córdoba escribiera un texto, el cual fue remitido a *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* y a *Monthly Notices de la Royal Astromical Society* (Perrine,1916 a y b). Tal esfuerzo de visibilizar el trabajo por parte del Observatorio argentino, posiblemente se debiera a que el mismo estaba comprometido en la tarea de aportar las pruebas a favor de la Teoría de la Relatividad (Paolantonio y Minnitti, 2007)[46].

Tal diferencia marcó que el Informe del eclipse por parte del Observatorio Cajigal, al quedar como parte de una monografía auspiciada por el gobierno, solo recibiese una reseña como cualquier publicación enviada al Observatorio de Paris; Ugueto en su Informe de 1917 indica que en la reseña (realizada por Devoto, 1917), se informa de los integrantes de la Comisión, de las características de la publicación "adornado de fotografías y dibujos y editado con cuidado", datos de temperatura, presión atmosférica, fotografías y dibujos.

En el *L´Astronomie*, el Boletín de la Sociedad de Astronomía de Francia, hay tres menciones; una en donde se da conocer a través de una comunicación escrita del Dr. Revenga, leída en la sesión de enero de la Sociedad (Renaudout , 1917:52) lo cual para Ugueto era inaudito, puesto que el Observatorio les había remitido directamente un ejemplar y no se le había hecho acuse recibo del envío (Olivares, 1986:58). La segunda referencia es

[40] Ministerio de Instrucción Pública, Observatorio Cajigal 1916; el informe técnico como tal del eclipse cubre las pp. 10-27 y está firmado por Ugueto. Hoy en día es una publicación, especie de rareza, que, a pesar de ser una publicación del Estado, no está disponible, a menos que se adquiera a través del portal de Amazon.

[41] Vid. Ministerio de Instrucción Pública, Observatorio Cajigal 1916, Apéndice Caracas (Escuela de Artes y Oficios), p. 41.

[42] Este es una edificación con una interesante historia relacionada con la salud y la educación. Vid. Granier Doyeux, 1953.

[43] Se trata de una reseña amplia del contenido del Informe de Venezuela obviamente traducido, posiblemente por el autor de la reseña.

[44] Vid. L'Astronomie, 1917, pp. 52, 176-177 y 349-351.

[45] Ugueto, se refiere a Chauvet, en el párrafo último de su informe de la Comisión, en Ministerio de Instrucción Pública, Observatorio Cajigal, p. 27.

[46] En Freites, 2025, se realiza un análisis comparativo de la experiencia de Argentina y Venezuela acerca de la observación del eclipse de 1916.

su inclusión en un texto que trata sobre los progresos recientes de la astronomía, y en donde el autor se lamenta que a pesar de buen del tiempo de exposición no hubiera especialista durante la observación (Comte, 1917:179). La tercera se debe a Camile Flammarion, fundador de la revista, quien hace una breve reseña, indicando que el Informe le había sido enviado por Revenga y Pacet; hace hincapié en la corona solar e inserta el dibujo realizado sobre ésta por Manuel V. Hernández B. y Francisco Gascue Anderson, miembros de la Comisión Venezolana (Flammanrion, 1917:349-351).

A pesar de todos los esfuerzos y de las reseñas recibidas, lo cierto es que el Observatorio en relación con la astronomía no estaba inserto en ninguna de las redes de trabajo científicas del campo; lo cual era evidencia del rezago científico en el área de la física y la astronomía que Venezuela tenía en las primeras décadas del siglo XX, y que sólo eran consideradas desde la perspectiva de sus aspectos prácticos e instrumentales (Freites, 2004:16)[47].

Después del eclipse de 1916, el Observatorio se dedicó a cosas más rutinarias: dar la hora legal, apoyar los trabajos de la cartografía nacional (determinación de la latitud, adopción del meridiano de Villa de Cura, envío por el telégrafo de la hora a los puertos y a los integrantes de las comisiones de demarcación de Límites entre Venezuela y Colombia, p.e) y ser el centro de la red meteorológica del país[48]. Tales asuntos son evidentes en los informes anuales del Observatorio. Los cielos caraqueños dejaron de ser objeto de atención por parte de los ingenieros y la población de la ciudad se fue amoldando a la idea que lo que les interesaba de los astros estaba en los almanaques y hasta en los pronósticos de la astrología.

Conclusión

Al iniciar nuestra exposición por el tiempo colonial, hemos podido constatar que la observación de los cielos tenía un sentido en el espacio y el tiempo cotidiano; pero si bien ello preocupaba a los reyes, sacerdotes y eruditos, el habitante común de la época colonial no lo relacionaba directamente, de cómo la observación de los astros había influido en cambiar el calendario; aunque, le era más accesible captar los cambios del día a la noche y ese marcaje estaba a cargo de la Iglesia, quien reglamentaba el año, los meses, semanas, días y daba las campanadas durante la jornada diaria.

El almanaque fue la vía más expedita para que la población que se interesaba en consultarlos accediera a alguna información de las efemérides astronómicas, que durante la época colonial era un conocimiento que estuvo en manos de los religiosos; y a medida que la República se fue estableciendo, la diversidad de fuentes de los almanaques se hizo evidente.

Y si bien los almanaques siguieron en su deriva de informar al vulgo, a mediados del siglo XIX, los astros se convirtieron en objeto de observación por interesados en el tema astronómico y entre ellos los ingenieros, reforzado por la creación de la creación del Colegio de Ingenieros de Venezuela, que era el segmento de la población con nivel universitario que tenía nociones para realizar con solvencia observaciones astronómicas y verterlas en un almanaque, como en coordenadas que servían a la cartografía. Durante un largo tiempo, los techos de las casas en donde se alojaba el Colegio constituyeron los sitios de observación, las veces que sus integrantes lo hicieron.

La creación del Observatorio Cajigal fue una meta para el grupo de ingenieros, pero las directrices de una astronomía práctica estuvo presente, aunque ello no fue óbice para el cultivo de la astronomía como tal. Pero las realidades de la inadecuada localización, sumado a las deficiencias de equipo, información desactualizada, y la ausencia de inversiones para completar al edificio y el instrumental y con ello a la institución como tal, conspiró para que la astronomía como tal no floreciera, aunque sí la vertiente práctica, que contribuyó a la cartografía nacional.

Agradecimientos

Al académico Arturo Almandoz quien me dio la oportunidad de desarrollar el tema al invitarme a dar una conferencia en el marco de las actividades conjuntas de la ANH y la ANIH. Y a dos árbitros por su lectura cuidadosa y atinados comentarios para enriquecer el contenido y resaltar las fuentes utilizadas procedentes de la internet.

Referencias Bibliográficas

ACADEMIA NACIONAL DE LA HISTORIA (ANH).2014. *Colombia, siendo una relaciòn geogràfica, topográfica, agricultural, comercial, política, &c, de aquel pays*. Caracas: Academia Nacional de la Historia y Banco Central de Venezuela, 2 tomos.

AGUERREVERE, F. 1898. Apuntes para el proyecto de Carta Geográfica, *El Ingeniero*, 1: 6-13.

ÁLAMO, F. P., 1892. El Pico Naiguatá. *El Cojo Ilustrado*, 3: 39-42.

ASTRONOMICAL SOCIETY OF THE PACIFIC (ASP) 1889. List of persons were elected to membership…. En Minutes of the Meeting of the Board of Directors, held Minutes of the Meeting of the Board of Directors, held September 28, 1889, at the Lick Observatory. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, September 28, 1889, Vol. 1, No. 4, p. 85.

ASTRONOMICAL SOCIETY OF THE PACIFIC (ASP) 1891, List of Members of The Astronomical Society Of The Pacific. January 1, 1891. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. III, No. 13:1-8.

[47] El intento de Alfredo Smith, ingeniero y catedrático de Filosofía y Física experimental de introducir los estudios de la radioactividad, fracaso al exilarse (1912) (Freites, 2004: 14-16). Fue en 1923 que la teoría de la relatividad especial empezó a discutirse en el Colegio de Ingenieros; ver la polémica entre Duarte y Herrera Tovar en Freites, 1999.

[48] Precisamente el año anterior al eclipse, se había celebrado el Segundo Congreso Científico Panamericano celebrado en Washington entre 27 de diciembre de 1915 al 8 de enero de 1916; y Ugueto había sido invitado a presentar una ponencia en la sesión de Meteorología, que él envía, pero no está presente en la sesión por lo cual se indica que solo se leyó el titulo; igual ocurrió con el trabajo de su colega de Uruguay. La ponencia en extenso fue publicada en los *proceddings* de la reunión. Vid. Ugueto, 1917.

AVELEDO, A. 1870. Estrellas candentes de noviembre de 1869. *Revista Var*gasia, 7: 175-176.

BELLO, A. 1848. *Cosmografía o descripción del universo conforme a los últimos descubrimientos*. En Obras Completas. Caracas: Ediciones del Ministerio de Educación,1957, Vol. XX.

BUCALIONI, M. 1893. Proyecto de Organización definitiva del Observatorio Astronómico y Meteorológico de Caracas, Archivo General de la Nación (AGN), Sección de Obras Públicas, Paquete 570, Observatorio Astronómico (1888-1893), 18 folios. f1-f3.

BUSCALIONI, M. (s/f). Archivo General de la Nación (AGN), Sección de Obras Públicas, Paquete 570 Observatorio Astronómico (1888-1893), f1, f2, f3 y f4.

BUSCALIONI, M. 1892ª. Occultation de Jupiter le 13 Août. *L'Astronomie (revue D´Astronomie Populaire)*, 11: 393-394. Accesible en L'Astronomie : revue d'astronomie populaire, de météorologie et de physique du globe... | 1892 | Gallica, 10/03/2026.

BUSCALIONI, M. 1892b. Ocultación de Júpiter por la Luna con Simultáneo Eclipse del 2° Satélite de Júpiter. *El Cojo Ilustrado*, 1 (17): 285.

BUSCALIONI, M. 1892c. Próximo eclipse parcial de sol, 20 de octubre de 1892. *El Cojo Ilustrado*, 1(18): 300.

BUSCALIONI, M. 1893. Cronómetro solar. *El Cojo Ilustrado*, 2 (44): 384.

BUSCALIONI, M. 1894. Cocina solar. *El Cojo Ilustrado*, 3 (53): 96.

CHACÓN, D. 2009. *El destello de Urania en el saber científico venezolano. Construcción del Observatorio Cajigal (1888-1889*), Facultad de Humanidades y Educación, Universidad Central de Venezuela, Trabajo de Licenciatura, 116 pp.

CHALBAUD CARDONA, P. y FREITES, Y. 2005. La Astronomía en Venezuela: el Observatorio Cajigal y la experticia extranjera (1888 - 1961), *Saber y Tiempo*, 19: 73-111.

COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA (CIV). 1862. *Reglamento del Colegio de Ingenieros de la República, 1862*, Reproducido en Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Venezuela en el siglo XIX, edición facsimilar, CIV, Caracas, 1961.

COMISIÓN EDITORA. 1957. Introducción a Cosmografía, en *Andrés Bello Obras Completas*, Tomo XX, Edición del Ministerio de Educación, Caracas, pp. XIII-XXXV.

COMTE, M. 1917. Les progres récents de L´Astronomie. *L'Astronomie : revue mensuelle d'astronomie, de météorologie et de physique du globe et bulletin de la Société astronomique de France*. 1(1): 174-188; accesible en https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9633293c/f190.item.r=Venezuela; consultado 19/08/2025

CORNEJO MÁRQUEZ, K. y RODRÍGUEZ SANTANA, E. 2022. El regreso del cometa Halley: la popularización de la astronomía en El Imparcial, México, 1910, *Letras Históricas*, 26: 1-26.

CORTINA, A.2002. El Cometa Halley, en Caracas, *La ciudad que se nos fue*. Editorial CEC, SA, Caracas, pp.141-142.

DEVOTO, F. 1917. Revue des publications astronomiques, Estados Unidos de Venezuela (Ministerio de Instrucción Pública). El Eclipse Total de Sol del 3 de febrero de 1916. Caracas, 1916. (Reseña). *Bulletin Astronomique Publiè Par L´Observatoire De Parìs*. Tomo XXIV: 30-31; accesible en https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6544623t/f30.item.r=Venezuela.zoom#; consultado 19/08/2025

DUARTE, C.F. 1990. *El arte de medir el tiempo durante el período hispánico en Venezuela*, Caracas, Editorial Arte, 64 pp.

FLAMMANRION, C. 1917. L´eclipse totale de soleil du 3 fevrier 1916 *L'Astronomie: revue mensuelle d'astronomie, de météorologie et de physique du globe et bulletin de la Société astronomique de France*. 1(1): 349-351, accesible en https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9633293c/f365.item.r=Venezuela; consultado 19/08/2025

FREITAG, R S. Compl. 1984. *Halley's Comet A Bibliograph*. Washington: Library of Congress, 587 pp.

FREITES, Y. 1996. La ciencia en la Segunda Modernización del Siglo XIX (1870-1908), en Marcel Roche, (Compl.), Perfil *de la ciencia en Venezuela*, 2 Vols. Caracas: Fundación Polar, Tomo I, pp. 93-152.

FREITES, Y. 1999. La teoría de la relatividad especial y el Colegio de Ingenieros de Venezuela: una polémica atemperada por la distancia (1925-1933), *Saber y Tiempo*, 2 (8): 93-100.

FREITES, Y. 2004b. Rastreando a la física en Venezuela: 1827-1961. *Saber y Tiempo*, 5 (18): 7-40.

FREITES, Y. 2010. Como la universidad venezolana pasó de sólo enseñar a hacer ciencia. En EDUCA, *Un Cambio Educativo con Nuevos Referentes de Investigación. Retos y Perspectivas de Investigación Educativa y Teoría Pedagógica*. Caracas: UPEL-UPELGR, pp. 287-312.

FREITES, Y. 2014. Andrés Bello: lengua, ciencia, universidad como expresión de independencia americana. *Quipu*, 16 (3): 235-262.

FREITES, Y. 2025. El eclipse solar de 1916 en Argentina y Venezuela, en *Actas de las XXIII Jornadas de Historia del Pensamiento Científico Argentino*, Buenos Aires, FEPAI. 10 pp. (en prensa).

GACETA DE CARACAS. 1809. *Calendario Manual y Guía Universal de Forasteros en Venezuela para el año de 1810*. Caracas, Imprenta de Gallagher y Lamb, edición facsimilar por el Banco Central de Venezuela, 1968

GASTON ESTANGA, E. 2024. Blanca Silveira, una vida al servicio de la astronomía. *Mujeres con ciencia*, accesible en Blanca Silveira, una vida al servicio de la astronomía - Mujeres con ciencia, consultado 23/07/2025.

GRANIER-DOYEUX, M. 1953. La Casona de San Lázaro. *Revista de la Sociedad Venezolana de Historia de la Medicina*, 1(1), accesible en https://revista.svhm.org.ve/ediciones/1953/1/art-4/

GUEVARA ROJAS, F. 1912. Carta a Ministro de Instrucción Pública. *Boletín del Archivo Histórico de Miraflores*, 1962, 19-21: 246-250.

HUBSCHMANN, K. 1988. *Observatorio Cagigal. Cien años de Historia y de la Ciencia.* Caracas: Cuadernos LAGOVEN, 100 pp.

HUMBOLDT, A. de. 1985. *Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Mundo*, 5 vols. Caracas: Monte Ávila Editores, C.A, Vol. I-II.

L'ASTRONOMIE: revue mensuelle d'astronomie, de météorologie et de physique du globe et bulletin de la Société astronomique de France. 1917, 1(1): 52, 176-177 y 349-351, accesible en https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9633293c/f66.image.r=Venezuela. consultado 19/08/2025.

MARÍN CASTAÑEDA, O. (s/f) Itinerario caraqueño del Colegio de Ingenieros de Venezuela (1861-1941), manuscrito, 13 pp.

MINISTERIO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA. 1911. Memoria, documento 62; pp. 418-421.

MINISTERIO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA, OBSERVATORIO CAJIGAL. 1916. *El eclipse total de sol del 3 de febrero de 1916 en Venezuela*. Caracas: Juan Tíscar. *Apuntes de Astronomía Latinoamericana*, accesible en https://historiadelaastronomia.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/05/tiscar.pdf.; consultado 30/06/2025.

MUÑOZ TÉBAR, J. 1891a. Estrellas fugases, bólidos y aerolitos. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 3 (13): 345-346.

MUÑOZ TÉBAR, J. 1891b. Estrellas fugases, bólidos y aerolitos *Revista do observatorio: publicacao mensal do Imperial Observatorio do Rio de Janeiro*, 6: 181-189.

OLIVARES, A. 1986. *Dr. Luis Ugueto: ingeniero, astrónomo y profesor*. Caracas: Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales, 309 pp.

PACHECO, L. 2016. La divulgación de la física en Andrés Bello. *Bitácora-e*, 1: 3-21.

PAOLANTONIO, S. y MINITTI, E.R. 2007. Intentos argentinos para probar la Teoría de la Relatividad. *Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía*, 50: 359-362.

PÉREZ MARCHELLI, H. 1997. Armando Blanco. En *Diccionario de Historia de Venezuela*, 4 Vols. Caracas: Fundación Polar, Tomo 1, pp. 454.

PERRINE, C.D. 1916a. The Total Solar Eclipse Of February 3, 1916. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 28 (166): 247- 252.

PERRINE, C.D. 1916b. The Total Solar Eclipse Of February 3, 1916. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 77 (1): 65–68.

QUINTERO, I. 1985. *Cuando El Cometa Halley Paso Por Venezuela en 1910*. Mérida: Actas del 1er. Congreso Nacional de Ciencia y Sociedad, Universidad de los Andes, Julio, 24 pp.

RAMÍREZ ERRÁZURIZ, V. y LEYTON ALVARADO, P. 2017. Andrés Bello y la difusión de la astronomía: educación y retórica científica, *Asclepio*, 69 (2): 198; accesible en https://asclepio.revistas.csic.es/index.php/asclepio/article/download/755/1191?inline=1; consultado 02/07/2025.

RAMÍREZ ERRÁZURIZ, V. y LEYTON ALVARADO, P. 2021. El rastro del Cometa Halley: circulación y legitimización del saber astronómico en Chile (1910). *Historia* 54(1): 247-278.

RENAUDOUT, G. 1917. Conmunications Escrites en la Séance du Dimanche 1917, de la Société Astronomique de France. *L'Astronomie revue mensuelle d'astronomie, de météorologie et de physique du globe et bulletin de la Société astronomique de France*. 1(1): 50-57; accesible en https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9633293c/f66.image.r=Venezuela; consultado 19/08/2025.

REVENGA, L. 1861. *Anuario de observaciones de la oficina central del Colegio de Ingenieros de Venezuela para el año de 1862*, En Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Venezuela en el siglo XIX, edición facsimilar. Caracas: CIV, 1961, 195 pp.

REVENGA, L. 1862a Eclipse de sol. *Revista Científica*, 1: 6-9.

REVENGA, L. 1862b. Longitud de Caracas. *Revista Científica*, 3: 33-37.

REVENGA, L. 1862c. Longitud de Caracas (Nuevos datos), Revista Científica, 4: 49.

ROJAS AJMAD, D. 2017. Impresos que desestabilizan. Los almanaques venezolanos del siglo XIX como antecedentes de las revistas culturales. *Voz y Escritura*, 25:149-169.

ROJAS HERMANOS. 1876. *Almanaque para todos. Almanaque eclesiástico, astronómico, mercantil, literario, de variedades y avisos para el año 1877*. Caracas: Rojas Hermanos, Libreros-Editores, 88 pp.

ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY. 1892, *Henry Lord Boulton*. Feb. 1892. Report of the Council to the Seventy-second Annual General Meeting, p. 230.

RUIZ-CASTELL, P.; SUAY-MATALLANA, I. y BONET SAFONT, J.M. 2013. El cometa de Halley y la imagen pública de la astronomía en la prensa diaria española de principios del siglo XX. *Dynamis* 33 (1): 169-193.

SANTÉLIZ, O. 2023, *Henry Lord Boulton Rojas, un hombre que estudiaba el firmamento*. En Fundación John Boulton, accesible en https://fundacionjohnboulton.org/henry-lord-boulton-rojas-un-hombre-que-estudiaba-el-firmamento/ consulta 25/07/2025.

TEXERA ARNAL, Y. 1991. Ernst en el contexto cultural del Guzmanato. En *La exploración botánica en Venezuela (1754-1950)*. Caracas: Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, pp. 57-81.

UGUETO, L. 1898a. Un cuadro de las Ocultaciones que se efectuaran en el curso de este año calculadas para Caracas. *El Ingeniero*, 2: 21-23.

UGUETO, L. 1898b. Nueva determinación de la latitud de Caracas. *El Ingeniero*, 5- 6: 65-79.

UGUETO, L., 1911. Algunas observaciones del cometa Halley en el Observatorio Cajigal de Caracas. *Revista Técnica del Ministerio de Obras Públicas*, 1(11): 538-544.

UGUETO, L. 1915ª. Observaciones de la Comisión Nacional en Tucacas. En Ministerio de Instrucción Pública, Observatorio Cajigal 1916, *El eclipse total de sol del 3 de febrero de 1916 en Venezuela*. Caracas: Litografía del Comercio, pp. 3-8.

UGUETO, L. 1915b. Carta al Ministro de Instrucción Pública, 27 de noviembre, reproducida en Ministerio de Instrucción Pública, Observatorio Cajigal 1916, *El eclipse total de sol del 3 de febrero de 1916 en Venezuela*. Caracas: Litografía del Comercio, pp. 9-10.

UGUETO, L. 1917. Primeros pasos de Venezuela en el campo de la meteorología; climatología de Caracas en los últimos veinte años. Algunas consideraciones acerca de la altura media anual del barómetro al nivel del mar en Venezuela y de la oscilación barométrica diurna. En *Proceedings of The Second Pan American Scientific Congress, Washington, December 27, 1915 to January 8, 1916*. Washington Government Printing Office, Vol. II :715-722.

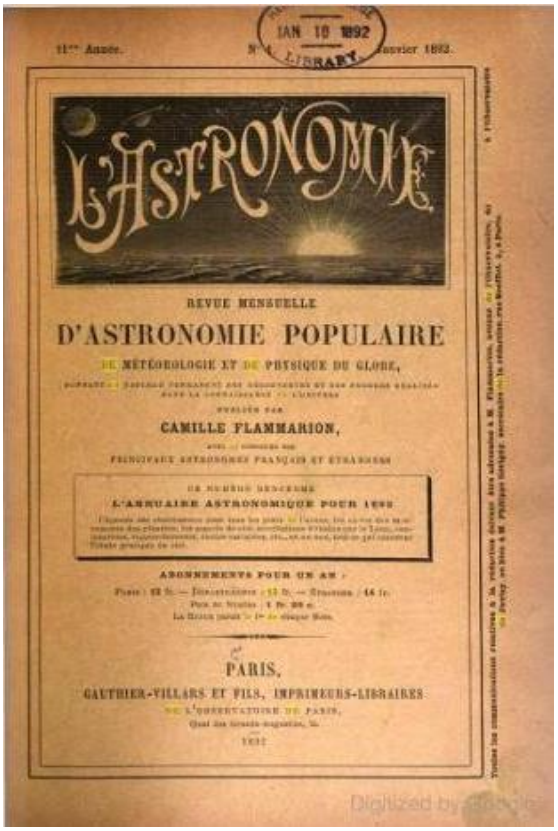
VERRILLI, D. y MARTÍN-LANDROVE, R. 2023 Maurizio Buscalioni: The First Director of Caracas Astronomical Observatory. En Attic Del XIII Convegno Annuale SISFA – Padova 2023, pp. 255-261. Accesible en (PDF) Maurizio Buscalioni: El primer director del Observatorio Astronómico de Caracas, consultado 17/07/2025.

WIKIPEDIA,55P/Tempel–Tuttle, accesible en https://en.wikipedia.org/wiki/55P/Tempel%E2%80%93Tuttle, consultado 06/03/2026.

ZAWISZA, L. 1997. Felipe Aguerrevere Michelena. En *Diccionario de Historia de Venezuela,* 4 vols. Caracas: Fundación Polar, Vol. 1, pp. 88-8.

ZAWISZA, L. 1980. *La Academia de matemáticas de Caracas*. Caracas: Ministerio de la Defensa, 114 pp.

ANEXO: Reseña de Buscalioni 1892, L´Astronomique vol 11:



NOUVELLES DE LA SCIENCE. — VARIÉTÉS.

Découverte d'un cinquième satellite de Jupiter. — Décidément, on peut tout chercher dans les champs du ciel et ne jamais s'en tenir à ce qui est acquis et semble arrêté. Les quatre satellites de Jupiter paraissaient être le cortège classique si complet et si définitif, que l'on ne songeait guère à la possibilité même de l'existence d'un cinquième satellite. Or, en voici un, minuscule, imperceptible, de 13e grandeur, qui vient d'être découvert au grand équatorial de l'Observatoire Lick, par M. Barnard. Sa distance au centre de la planète, est de 180 852 kilomètres et la durée de sa révolution de 12 heures environ.

Le premier gros satellite de Jupiter gravite à 430 000 km, en 1j 18h 27m.

C'est là une curieuse découverte, bien inattendue. Ce satellite ne mesurerait que 160 kilomètres de diamètre.

Nouvelle comète. — Une nouvelle comète, la quatrième de l'année, a été découverte le 29 août dernier, par M. Brooks, à Genève (États-Unis). Sa position était alors par 6h 2m et 31° 48′ de déclinaison boréale.

Elle a été observée le 4 septembre, à l'Observatoire de Bordeaux, par 6h 16m 11s et 58° 41′ de distance polaire.

La comète passe actuellement dans la constellation des Gémeaux (le 29 au sud de Castor). Elle est visible dans les plus faibles instruments et augmente d'éclat. Elle n'arrivera au périhélie que le 19 décembre et sera probablement visible à l'œil nu.

Voir les positions à la Correspondance.

L'étoile temporaire du Cocher. — Les lecteurs de *L'Astronomie* ont eu sous les yeux l'ensemble de toutes les observations (juin, p. 224-229), l'ensemble des observations du 2 novembre au 26 avril montrant la grande période d'éclat du 10 décembre au 7 mars. En avril, l'étoile était tombée à la 14e grandeur et au-dessous.

Le 21 août dernier, un observateur anglais, M. Corder, cherchant cette curieuse étoile, constatait qu'elle était remontée à la 9e grandeur, à 9, 2, et que son spectre était monochromatique.

A l'Observatoire de Dunecht, MM. Ralph Copeland et Lohse l'examinèrent au spectroscope les 25 et 26 août, et trouvèrent dans son spectre pour longueur d'onde de la ligne principale 500, 3, et de la seconde ligne 495, 3, ce qui établit que cette lumière est celle d'une *nébuleuse gazeuse*. Son éclat était 9, 6.

D'autre part, le 19 août, M. Barnard constata, au grand équatorial du Mont Hamilton, que cette étoile était transformée en une nébuleuse dont le noyau brillait de l'éclat d'une étoile de 10e grandeur et était entourée d'une nébulosité de 3″ de diamètre, enveloppée elle-même d'une clarté d'une demi-minute environ de diamètre.

M. Ristenpart a fait une observation analogue le 3 septembre, à Karlsruhe.

A Juvisy, le 29 septembre, M. Guiot a comparé cette nébuleuse à une étoile *non mise au point*, de 9e ½, plus pâle que Neptune.

La même transformation en nébuleuse planétaire est arrivée à l'étoile temporaire du Cygne de 1876, nébuleuse encore visible actuellement.

C'est là un fait des plus curieux au point de vue cosmogonique.

Cette variable se nommera T du Cocher.

La tache solaire du 15 juillet. — Nos lecteurs ont pu admirer les curieux dessins de M. Rudaux publiés dans *L'Astronomie* (p. 342, 343). A la dernière réunion de l'Association américaine pour l'avancement des Sciences, M. Hale, de Chicago, a présenté des photographies directes de cette même tache qui confirment ces beaux dessins. Les langues de feu et les explosions lumineuses s'y manifestent. Il y a eu là une explosion d'une extrême violence et d'une très courte durée.

Le jour suivant, perturbations magnétiques et aurore boréale.

Occultation de Mars, le 11 juillet. — M. Herman Fritz, à Chattanooga Tennessee (États-Unis), a observé cette occultation à l'aide d'un télescope de 8 pouces ½ monté équatorialement. La première partie de la soirée du 11 a été très nuageuse. Vers 10h 30, la Lune sortit du brouillard, et elle s'éclaircit rapidement, de sorte que vers 11h la réapparition de la planète a été magnifique. Elle sortit du disque lunaire à l'ouest d'une ligne menée de la mer des Crises à Cléomèdes. La surface colorée de Mars formait un grand contraste avec celle de cette mer lunaire.

Occultation de Jupiter le 13 août. — M. Buscalioni a observé à l'Observatoire de Caracas (Vénézuéla) l'occultation de Jupiter du 13 août dernier. Voici cette observation.

Colline Cagigal — Longitude : 4h 37m 4s Ouest de Paris. Latitude : 10° 30′ 30″ Nord. Altitude : 1046 mètres.

Double éclipse. — Occultation de Jupiter par la Lune avec éclipse simultanée du 2e satellite.

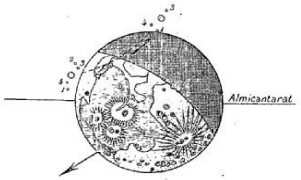


Fig. 192. — Occultation de Jupiter par la Lune le 13 août 1892.

Le matin du 13 août 1892, on observa à Caracas le splendide phénomène de l'occultation de Jupiter par la Lune, dont voici les détails.

Comme l'indique la *fig.* 192 l'immersion effectua à l'extrémité nord de la

partie éclairée par la Lune, et l'émersion à la partie supérieure de son bord obscur, et l'on nota les heures suivantes en temps moyen local.

Immersion du 3e satellite à 2h 0m 55s a. m.
Immersion du 2e satellite et premier contact du bord de Jupiter avec le bord de la Lune à 2h 2m 20s a. m.
2e contact à 2h 4m 48s a. m.
Immersion du 1er satellite à 2h 6m 15s a. m.
Immersion du 4e satellite à 2h 6m 20s a. m.

A l'émersion, le 2e satellite n'était plus visible, se trouvant éclipsé dans l'ombre de Jupiter, et l'on observa :

Émersion du 3e satellite à 2h 51m 32s a. m.
3e contact des bords de la Lune et de Jupiter à 2h 53m 25s a. m.
4e contact » » à 2h 56m 7s a. m.
Émersion du 4e satellite à 3h 1m 30s a. m.
Émersion du 1er satellite à 3h 1m 35s a. m.

A la Société scientifique Flammarion de Marseille, MM. Bruguière et Vignols, qui n'avaient pu étudier le phénomène à l'Observatoire de la Société, ont vu, à l'œil nu, de 7h à 8h du matin, Jupiter planant au-dessus de la corne boréale de la Lune, en plein soleil.

A Joyeuse (Ardèche), MM. Arifon ont observé l'occultation, qui s'est produite exactement telle que le faisaient prévoir les diagrammes de M. Paul Garnier. Elle a duré 16 minutes, dont 4 pour l'immersion et autant pour l'émersion. Lunette de 57mm. On constatait la présence d'une bande ombrée sur le disque de Jupiter le long du bord de la Lune comme en 1887.

A Juvisy, M. Léon Guiot a observé et dessiné l'appulse, à 9h 4m du matin. On distinguait bien les bandes de Jupiter ; sur la Lune peu de détails. Jupiter est passé juste sur le prolongement boréal du terminateur.

La tache rouge de Jupiter (1). — Parmi les applications dont la théorie des satellites de Jupiter, de M. Souillart, est susceptible, il n'en est peut-être aucune dont l'intérêt d'actualité égale celle qui a rapport à la solution rationnelle d'un problème qui est à l'ordre du jour : je veux parler de l'énigmatique tache rouge de Jupiter, dont les coordonnées jovicentriques et les dimensions ne sont encore connues que d'une manière imparfaite, ce qui empêche de bien apprécier ses changements ou sa fixité. La théorie fournit le moyen d'en déterminer et la grandeur et la latitude, à l'aide de l'observation des passages des ombres des satellites, lorsqu'elles se projettent sur les points extrêmes de ses deux axes. D'ailleurs, la méthode dont il est ici question est générale et applicable à n'importe quel accident de la planète. Elle n'est entachée que de l'erreur provenant de l'action, encore inconnue, de l'atmosphère absorbante qui enveloppe la planète, erreur si minime qu'à peine est-il besoin de s'en occuper.

J'en ai fait l'application aux passages des ombres du troisième et du deuxième satellite, qui ont eu lieu respectivement le 28 novembre et le 6 décembre 1891.

(1) *Bulletin astronomique.*

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026: 190 – 198

Recibido: octubre 2025
Aprobado: abril 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/111

LAS ROCAS QUE CAYERON DEL CIELO
El origen de la meteorítica
Ernst Florenz Chladni (1756-1827)

Jhonny Edgar CASAS[1]

RESUMEN

Por muchos siglos, la idea de que rocas cayeran del cielo pareció inconcebible para los científicos. La creencia predominante era que los meteoritos tenían un origen terrestre, posiblemente originados por rocas expulsadas por volcanes o huracanes distantes, o que se habían formado de alguna manera en la atmósfera. Durante miles de años, personas de todo el mundo habían reportado tales fenómenos que a menudo eran únicamente considerados presagios divinos. No fue sino hasta 1794, cuando el físico alemán Ernst Florenz Chladni publicó el primer libro donde afirmaba la idea de que los meteoritos eran rocas que no se originaron en la Tierra, sino que provenían del espacio exterior. Recopiló todos los datos disponibles sobre varios meteoritos y concluyó que debían tener sus orígenes en el espacio. La comunidad científica de la época respondió con resistencia y burla. Pasó casi una década antes de que se alcanzase una aceptación general del origen extraterrestre de los meteoritos, lo que ocurrió principalmente después de que el científico francés Jean-Baptiste Biot, recogiese datos y testimonios sobre la caída de meteoritos en 1803, de los cielos de L'Aigle (Normandía), Francia. El informe de Biot se convirtió en la prueba definitiva que condujo a la final aceptación del origen extraterrestre de los meteoritos, tal y como Chladni lo había postulado en 1794. Gracias a esta publicación de Chladni, muchos científicos y expertos en el tema, lo han calificado como el «padre de los meteoritos».

ABSTRACT

The rocks that fell from the sky - The Origin of Meteoritics
Ernst Florenz Chladni (1756-1827)

For many centuries, the idea of rocks falling from the sky seemed inconceivable to scientists. The prevailing belief was that meteorites were of terrestrial origin, possibly originating from rocks ejected by distant volcanoes or hurricanes, or that they had somehow formed in the atmosphere. For thousands of years, people around the world had reported such phenomena, which were often simply considered divine omens. It wasn't until 1794 that German physicist Ernst Florenz Chladni was the first to publish a book, in which he affirmed the idea that meteorites were rocks that did not originate on Earth, but came from outer space. He compiled all the available data on various meteorites and concluded that they must have originated in space. The scientific community of the time responded with resistance and ridicule. Almost a decade passed before the extraterrestrial origin of meteorites was generally accepted, which occurred primarily after French scientist Jean-Baptiste Biot collected data and testimonies on meteorite falls in 1803, in the skies above L'Aigle (Normandy), France. Biot's report became the definitive proof, leading to the final acceptance of the extraterrestrial origin of meteorites, as Chladni had postulated in 1794. Thanks to this publication, many scientists and experts on the subject have called Chladni, the "father of meteorites."

Palabras clave: Meteoritos, música, Biot, Siena, L'Aigle, pallasitas
Keywords: Meteorites, music, Biot, Siena, L'Aigle, pallasites

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Antes del siglo XIX, los científicos se mostraban escépticos sobre la existencia de meteoritos. A pesar de los informes históricos de avistamientos de meteoros[1] que se remontan a la época griega, como el del filósofo Diógenes de Apolonia (460 a. C.-?), quien fue uno de los primeros en divulgar su idea de un origen espacial a este fenómeno. Diógenes escribió: «Con los astros visibles, giran piedras invisibles, y por ello carentes de nombre. A menudo caen al suelo y se apagan, como la estrella de piedra que descendió en llamas sobre *Aegos Potami*» (HOREJSI 2019). Esto demuestra que algunos pensadores griegos ya poseían ideas tempranas de que los meteoritos eran rocas provenientes del espacio.

En el año 467 a. C., la ciudad de *Aegos Potami* (península de Galípoli), en la actual Turquía, sufrió un enorme impacto del meteorito que lleva su nombre. Este evento, marcó el

[1] MSc. Geología, McMaster University, Canadá. Escuela de Petróleo y Escuela de Geología, Minas y Geofísica (UCV). Correo-e: jcasas@geologist.com

pensamiento de la época, siendo mencionado en muchas fuentes griegas durante varios siglos. Plutarco (40-120 d. C.), por ejemplo, en su obra «Vidas paralelas», relata que la caída de la enorme roca sobre *Aegos Potami* fue interpretada como una señal que presagiaba la futura derrota ateniense en su guerra contra los espartanos (THEODOSSIOU *et al.* 2002; BATTISTA 2023).

También es fundamental mencionar al filósofo presocrático Anaxágoras de Clazómenas (500-428 a. C.), a quien se le atribuye la primera explicación racional de los eclipses, y también la idea de que el Sol era una masa de hierro incandescente, mientras que la Luna, era una roca de origen terrestre. Anaxágoras postuló que, en ocasiones, la fuerza de rotación de la Tierra arrancaba rocas de su propia superficie y las hacía girar alrededor de ella, ascendiendo gradualmente. Según su teoría, la fuerza y la vibración de la rotación podían causar deslizamientos o sacudidas, que hacían que estas rocas cayeran de nuevo hacia la Tierra, como fragmentos llameantes de roca y hierro (TORRIJOS 2013).

Si bien no se cuenta con muchas fuentes escritas provenientes directamente de los filósofos presocráticos, si se dispone de varias alusiones a sus teorías, interpretaciones y opiniones, enunciadas en obras posteriores. Sobre este punto BATTISTA (2023), hace referencia nuevamente al escrito de Plutarco, quien menciona a su vez al filósofo Anaxágoras de Clazómenas, en relación al evento de *Aegos Potami*: «Se cuenta que Anaxágoras había anunciado que cuando los cuerpos que están sujetos en el cielo sufrieran algún deslizamiento o alguna sacudida, sucedería la ruptura y caída de uno que se hubiera quedado desprendido; además cada una de las estrellas del cielo no está en el lugar en el que tuvo su origen, pues su brillo, dado que su naturaleza es pedregosa y pesada, surge por resistencia y refracción del éter y son arrastradas a la fuerza por la potencia y tensión del movimiento circular que las sujetaba, que en origen hizo que no cayeran en la Tierra, en la época en que los cuerpos fríos y pesados se separaron del conjunto» (Plutarco, Lisandro, 12, 2-3).

A pesar de que en numerosos autores de la antigüedad clásica, tanto griega como latina, se encuentran referencias escritas sobre las llamadas «lluvia de piedras» (*lapidibus pluit*[2]), estas fueron asociadas sobre todo a la actividad volcánica y fuertes vientos. Así lo expresó Plinio el Joven (61-112 d. C.) en el año 79 d. C., en cartas al historiador Cornelius Tacitus (CASAS 2025). En la gran mayoría de las ocasiones, estos eventos se interpretaban bajo una óptica de tipo religioso, como señales, advertencias o augurios divinos, normalmente considerados como malos presagios. Por muchos siglos, la idea de que rocas cayeran del cielo pareció inconcebible para los científicos. La creencia predominante era que los meteoritos tenían un origen estrictamente terrestre, originados por rocas expulsadas por volcanes, huracanes distantes o formados de alguna manera en la atmósfera. Ya para el siglo XVII, René Descartes (1596-1650), planteó la hipótesis de que, durante las tormentas, los rayos fundían el polvo atmosférico, convirtiéndolo en piedras de diferentes tamaños; una idea retomada y divulgada posteriormente por el famoso químico y biólogo Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) a finales del siglo XVIII (MARVIN 1996),

Durante cientos y cientos de años, personas de todo el mundo habían reportado tales fenómenos, que a menudo eran considerados únicamente como presagios divinos. Nadie se atrevía a imaginar que su origen estuviera fuera de la Tierra. A finales del siglo XVIII, la opinión científica seguía cuestionando la credibilidad de los relatos efectuados por observadores en diferentes partes del mundo, y el tema de las «rocas caídas del cielo» se descartó, considerándolo como una más de las supersticiones comunes.

No fue sino hasta 1794 cuando el físico alemán Ernst Florenz Chladni, publicó un libro donde afirmaba que los meteoritos eran rocas que no se originaron en la Tierra, sino que provenían del espacio exterior. Chladni recopiló todos los datos disponibles en esa época sobre varios meteoritos y, tras su análisis, concluyó que debían tener un origen cósmico. La comunidad científica de la época respondió con resistencia, incredulidad y burla ante dicha publicación. Pasó casi una década antes de que se comenzara a alcanzar una aceptación general del origen de los meteoritos como cuerpos rocosos provenientes del espacio (GOUNELLE 2006). Esto ocurrió principalmente después de que el científico francés Jean-Baptiste Biot (1774-1862), recogiese en persona datos y testimonios sobre la caída de miles de meteoritos en el año de 1803 desde los cielos de L'Aigle, Francia.

LA VIDA DE ERNST CHLADNI

Ernst Florenz Friedrich Chladni (Figura 1), nació el 30 de noviembre de 1756 en Wittenberg (Sajonia), una ciudad a orillas del río Elba, Alemania. Aunque su familia procedía de Kremnica, parte del entonces reino de Hungría (hoy Eslovaquia). Chladni descendía de una estirpe de reconocidos académicos y teólogos. Hijo único, desde muy joven se interesó por la geografía y la astronomía; sin embargo, su padre lo indujo a estudiar derecho (KNOFEL y RENDTEL 1994). Así pues, Chladni cursó estudios en Wittenberg y Leipzig, los cuales culminó con sendas tesis en leyes y en filosofía. Tras obtener el doctorado, y debido a la muerte de su padre en 1782, decidió dedicarse por completo a las ciencias naturales.

Impartió conferencias sobre leyes, ciencias naturales y matemáticas en la Universidad de Wittenberg entre 1783 y 1792. No obstante, debido a su bajo salario, intentó generar ingresos adicionales mediante inventos y descubrimientos. Durante esos años, se dedicó con ahínco a experimentar con fenómenos acústicos (KNOFEL y RENDTEL 1994). Un ejemplo destacado son las *Klangfiguren*, también denominadas «figuras de Chladni» (patrones formados por una sustancia granulada sobre una superficie plana en vibración), que le otorgaron gran fama Dicha técnica fue publicada por primera vez en 1787 en su libro *Entdeckungen über die Theorie des Klanges* (Descubrimientos sobre la teoría del sonido).

Chladni inventó y perfeccionó varios instrumentos musicales. Entre ellos se puede mencionar el denominado

glasspiel o *verrillón* (1738), consistente en vasos de cerveza con diferentes cantidades de agua, que se volvió ampliamente popular en Europa. En 1791, concibió un instrumento musical llamado eufón (*euphonium*), fabricado en metal, y que consiste en varillas de vidrio que se frotan para producir diferentes tonos. Asimismo, en 1799, mejoró el denominado «cilindro musical» de Hooke para crear otro instrumento al que llamó clavicilindro (ULLMANN 2007).

Los instrumentos musicales desarrollados por Chladni fueron presentados en numerosas conferencias durante sus viajes por Europa. En 1794, viajó a San Petersburgo, donde ofreció una demostración de su eufón ante un público entusiasta, que incluía a la emperatriz Catalina II la Grande (1729-1796) (MARVIN 2007). Años después, en 1809, y gracias a la mediación del polímata francés Pierre-Simon Laplace (1749-1827), ofreció una demostración en el palacio de Las Tullerías (París), acerca de los patrones de sonido ante el emperador Napoleón Bonaparte (1769-1821) (ULLMANNN 2007). Ese mismo año, Bonaparte premiaría a Chladni con 6000 francos por sus descubrimientos en el campo de la acústica. Los numerosos viajes efectuados le permitieron acceder a las bibliotecas de diversas universidades europeas y además, conocer a destacados científicos. Uno de los temas que captó su interés en esa época fue la naturaleza de las llamadas «bolas de fuego» (KNOFEL y RENDTEL 1994). En aquel entonces no existía una explicación satisfactoria para estos fenómenos y en 1793, Chladni comenzó a estudiar la literatura disponible acerca del tema, lo que culminó en la publicación en abril de 1794, de un libro con su propuesta de explicación a dichos fenómenos.

Las ideas desarrolladas por Chladni a partir de esta publicación, han llevado a muchos científicos y expertos en el tema, a calificarlo como el «padre de los meteoritos». Chladni, quien nunca contrajo matrimonio ni tuvo hijos, falleció a los 70 años de edad, el 3 de abril de 1827 en Breslavia, Baja Silesia, parte del entonces Reino de Prusia (hoy en día la ciudad de Wroclaw, Polonia) (GARCÍA 2021). Su lugar de sepultura fue el *Großer Friedhof* (Gran Cementerio) de Breslavia; sin embargo, dicho camposanto fue destruido en 1956 durante la reorganización urbana de la ciudad. bajo el régimen comunista. Muchas tumbas históricas fueron removidas o se perdieron, por lo que hoy día se desconoce la ubicación exacta de su lugar de descanso.

EL LIBRO DE CHLADNI

Chladni se interesó en los meteoritos tras una conversación ocurrida a finales de 1792, con el científico alemán Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799), profesor de física en la Universidad de Göttingen, sobre una bola de fuego que Lichtenberg supuestamente vio en el cielo de dicha ciudad en noviembre de 1791. Atónito por la sugerencia de Lichtenberg sobre un posible origen extraterrestre para estas bolas de fuego, Chladni comenzó su investigación buscando en la literatura informes de fenómenos similares, así como de masas de rocas que hubiesen caído por toda Europa y Norteamérica durante el último siglo; también recopiló cualquier relato de testigos presenciales sobre estas bolas de fuego y de rocas caídas del cielo (CHLADNI 1794, 1798).

Figura 1. *Retrato de Ernst F. F. Chladni.* Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Echladni.jpg

Durante varias semanas en la biblioteca de la universidad, recopiló los que, a su juicio, eran los informes de los testigos presenciales más fiables. Su lista de reportes incluía veinticuatro bolas de fuego y dieciocho rocas caídas en diversos países a lo largo de varios siglos (MARVIN 2007). Las similitudes entre estos relatos impresionaron profundamente a Chladni, cuya formación jurídica lo había formado para evaluar a conciencia la validez de los testimonios de testigos presenciales. Concluyó convencido, que los testigos describían un fenómeno físico real. Basándose en la uniformidad de las narraciones de estos avistamientos, determinó, que los fenómenos de las bolas de fuego, bólidos o «dragones voladores», como también eran denominados, así como las masas de rocas que caían del cielo, debían ser relatos auténticos (CHLADNI 1794).

Esto le llevó a publicar en 1794 un libro en alemán de 63 páginas titulado: *Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen* (Figura 2), cuya traducción al español sería: *Sobre el origen del Hierro de Pallas y otros similares, y algunos fenómenos naturales asociados* (CHLADNI 1794). El libro fue publicado simultáneamente en dos ciudades: Leipzig, para lograr alcance entre los físicos y astrónomos de Alemania, y Riga (Letonia), para llegar al público lector de habla alemana del norte de Europa (MARVIN 1996).

La publicación de Chladni, versaba sobre el origen del «Hierro de Pallas», una gran masa de hierro, encontrada en 1749 a unos 30 kilómetros de Ubeisk, en el distrito ruso de Krasnoyarsk (Siberia), y estudiada originalmente por Peter Simon Pallas (1741-1811), un zoólogo y botánico alemán célebre por sus trabajos en Rusia. En 1772, cuando Pallas se enteró del descubrimiento de este trozo de metal de unos 680 kilogramos, dispuso su transporte desde el lugar del hallazgo

hasta Krasnoyarsk (a 230 kilómetros), y de ahí, unos 4800 kilómetros hasta la Academia Imperial de San Petersburgo, donde arribó en 1776. Pallas publicó ese mismo año los resultados de sus observaciones, las cuales captaron el interés de Chladni. El «Hierro de Pallas» fue expuesto en el salón de curiosidades de Pedro El Grande (Pedro I), zar de Rusia (MARVIN 2007). El ahora llamado Krasnoyarsk, fue el primer meteorito de tipo pallasita (denominación aplicada a partir de 1825), jamás encontrado, y su estudio condujo a la identificación del grupo de las pallasitas[3], una clase poco común de meteoritos de hierro rocoso, denominados así en honor a su descubridor Peter Pallas.

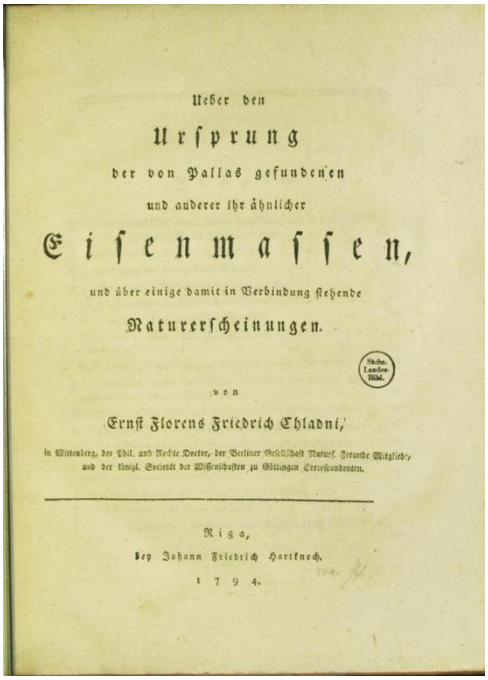

Ueber den
Ursprung
der von Pallas gefundenen
und anderer ihr ähnlicher
Eisenmassen,
und über einige damit in Verbindung stehende
Naturerscheinungen.
von
Ernst Florens Friedrich Chladni,
Riga,
bey Johann Friedrich Hartknoch.
1794.

Figura 2*. Portada del libro original de Ernst F. Chladni (1794), Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen. (Sobre el origen del Hierro de Pallas y otros similares, y algunos fenómenos naturales asociados*). Fuente: https://digital.slub-dresden.de/werkansicht/dlf/79533/5?tx_dlf_navigation%5Bcontroller%5D=Navigation&cHash=2b7eef6229ba85ff2b6ec7ffb9f4c277

En el primer párrafo de su libro, Chladni afirmó que las bolas de fuego estaban compuestas de materia compacta y pesada que provenían del espacio exterior y aterrizaban en la Tierra en forma de meteoritos. Así, propone en esta obra que los meteoritos tienen un origen definitivamente extraterrestre, argumentando que esto explicaría las altas velocidades de caída de dichas masas rocosas al vincularlas con las descripciones de bolas de fuego que brillaban intensamente al cruzar la atmósfera terrestre (MARVIN 1996). Chladni plantea la hipótesis de que, probablemente estos meteoritos eran trozos de material que nunca se habían consolidado en la formación de masas mayores o eran restos de la formación y destrucción de planetas (CHLADNI 1794). Sus afirmaciones desafiaban la creencia establecida de que no existía nada más allá de la Luna, a excepción de las estrellas y planetas conocidos.

Este supuesto vacío del espacio había fascinado a Chladni desde niño, cuando aprendió sobre la enorme distancia entre Marte y Júpiter. Esta observación influyó notablemente en su explicación del origen de los meteoritos (MARVIN 1996). El libro de Chladni fue inicialmente ridiculizado por los físicos contemporáneos, incluido el mismo Lichtenberg. Aun así, sus escritos sembraron una semilla de curiosidad que eventualmente llevó a que más investigadores apoyaran su teoría. La hipótesis primaria de Chladni era completamente diferente a la de todos los demás autores de su época. Chladni investigó numerosas observaciones y descripciones de fenómenos similares a bolas de fuego que había recopilado durante sus búsquedas bibliográficas. Su definición de bola de fuego (*fireball*) o bólido, fue la siguiente: «Una bola de fuego es un fenómeno poco común que comienza como una estrella brillante o una estrella fugaz a gran altitud y luego desciende rápidamente siguiendo una trayectoria inclinada, superando ocasionalmente el brillo de la Luna, a menudo acompañado de llamas, humo y chispas, y finalmente se interrumpe con sonidos intensos» (KNOFEL y RENDTEL 1994).

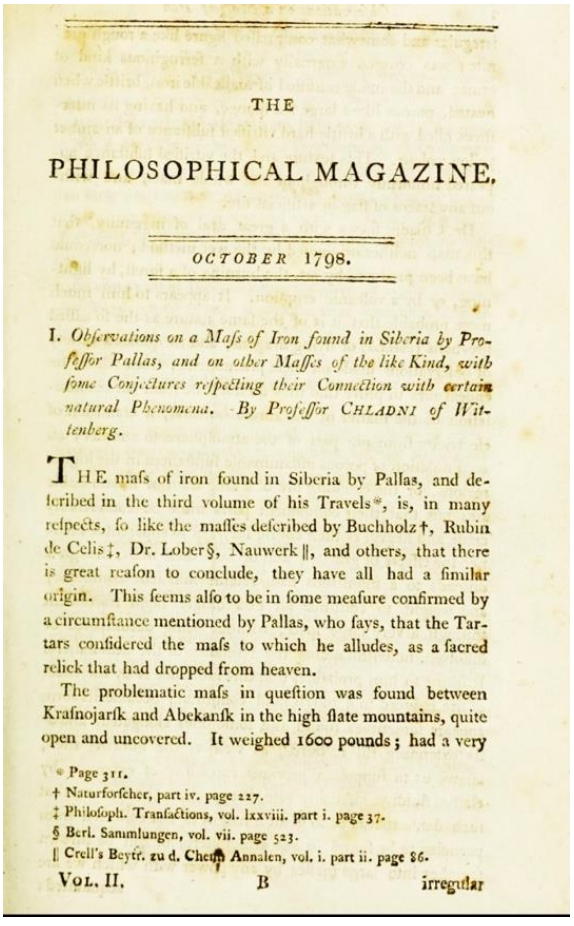
En dicha publicación, Chladni reconoció plenamente al físico Georg Lichtenberg por inspirarle y proporcionarle no solo información e ideas, sino también sugerencias sobre cómo llevar a cabo una investigación acerca del tema, escribiendo: «La idea inicial para mi libro sobre tales masas la obtuve de Lichtenberg, cuyo extraordinario talento consistía en proponer algunas ideas que aportaran nuevas perspectivas y pudieran conducir a nuevas investigaciones ... En nuestra conversación en Göttingen en febrero de 1793, me comentó que, si se consideraban todas las circunstancias relacionadas con las bolas de fuego, la mejor manera de considerarlas no era como fenómenos atmosféricos, sino como fenómenos cósmicos; es decir, como algo extraño que llega como cuerpos provenientes de fuera de nuestra atmósfera... Me sugirió que buscara en las *Philosophical Transactions* y otras fuentes, informes de bolas de fuego con información de sus trayectorias, y para comparar, que buscara informes de masas de rocas caídas» (CHLADNI 1794, 1803).

Chladni encontró numerosos casos en los que las bolas de fuego fueron seguidas por la caída de rocas o masas de hierro al suelo. En uno de los ejemplos, cita una masa de hierro de 32 kilos que cayó del cielo sobre Hraschina (Croacia) el 26 de mayo de 1751. La masa fue enviada al Gabinete Imperial de Historia Natural en Viena, junto con el testimonio jurado de siete testigos en ciudades distantes entre sí, quienes describieron una espectacular bola de fuego que se dividió en dos partes en el cielo, acompañada de enormes explosiones (MARVIN 2007).

Al analizar las descripciones de las bolas de fuego, CHLADNI (1794) pudo estimar las velocidades de las rocas al entrar en la atmósfera. Estas velocidades eran enormes, superiores a las que podía producir la acción de la gravedad terrestre por sí sola, lo cual solo era posible para objetos de

origen cósmico. Otra evidencia resaltante que el autor menciona, fue el aspecto quemado de las propias rocas, donde supone que se habían calentado lo suficiente como para fundir su exterior, creando lo que hoy conocemos como «corteza de fusión».

Chladni finaliza su propia obra con las siguientes palabras, en referencia a su sugerencia para investigaciones posteriores: «*Durch der gleichen mit aller Genauigkeit anzustellende Untersuchungen würde sich in der Folge mit mehrerer Gewisskeit, als jesst möglich ist, ob gegenwärtige Theorie, die durch so viele Gründe wenigstens einem höhern Grad von Wahrscheinlichkeit, als die bisherigen, erhält, würklich der Natur gemäss sey, oder nicht*» (CHLADNI 1794, pág. 63), cuya traducción sería: «Mediante las mismas investigaciones, que deben llevarse a cabo con la máxima precisión, en el futuro se aclarará con mayor certeza de la que hoy es posible, si mi teoría, que por tantas razones expuestas tiene un mayor grado de probabilidad que las teorías anteriores, si está verdaderamente de acuerdo o no con la naturaleza».



THE

PHILOSOPHICAL MAGAZINE.

OCTOBER 1798.

I. *Observations on a Mass of Iron found in Siberia by Professor Pallas, and on other Masses of the like Kind, with some Conjectures respecting their Connection with certain natural Phenomena. By Professor* CHLADNI *of Wittenberg.*

THE mass of iron found in Siberia by Pallas, and described in the third volume of his Travels*, is, in many respects, so like the masses described by Buchholz†, Rubin de Celis‡, Dr. Lober§, Nauwerk‖, and others, that there is great reason to conclude, they have all had a similar origin. This seems also to be in some measure confirmed by a circumstance mentioned by Pallas, who says, that the Tartars considered the mass to which he alludes, as a sacred relick that had dropped from heaven.

The problematic mass in question was found between Krasnojarsk and Abekansk in the high slate mountains, quite open and uncovered. It weighed 1600 pounds; had a very

* Page 311.
† Naturforscher, part iv. page 227.
‡ Philosoph. Transactions, vol. lxxviii. part i. page 37.
§ Berl. Sammlungen, vol. vii. page 523.
‖ Crell's Beytr. zu d. Chem. Annalen, vol. i. part ii. page 86.

VOL. II. B irregular

Figura 3. *Portada del artículo original publicado en inglés por Chladni en 1798: Observations on a Mass of Iron found in Siberia by Professor Pallas, and on other Masses of the like Kind, with some Conjectures respecting their Connection with certain natural Phenomena*, *Philosophical Magazine and Journal.* Fuente: https://www.biodiversitylibrary.org/item/52994#page/15/mode/1up

En 1794, el mismo año de su publicación, Chladni tuvo la oportunidad de viajar a San Petersburgo con la intención de realizar demostraciones de su instrumento, el eufón, aprovechando también el viaje para examinar en persona la gran masa de el «Hierro de Pallas», sobre la que había escrito (GARCÍA 2021).

Años después, en un artículo aparecido en *Philosophical Magazine and Journal*, en 1798 (Figura 3), Chladni, publicó por primera vez en idioma inglés, un resumen de ocho páginas basado su libro de 1794. El artículo, titulado: *Observations on a Mass of Iron found in Siberia by Professor Pallas, and on other Masses of the like Kind, with some Conjectures respecting their Connection with certain natural Phenomena*, muy probablemente tenía la intención de alcanzar así una mayor difusión de su trabajo, pero ahora en la comunidad científica de habla inglesa.

En una segunda publicación en el *Philosophical Magazine and Journal*, años más tarde, CHLADNI (1826), describe lo siguiente: «Dado que las partículas terrestres, metálicas y de otro tipo forman los principales componentes de nuestros planetas, entre los cuales el hierro es el predominante, otros cuerpos planetarios pueden constar de componentes similares, o quizás los mismos, aunque combinados y modificados de manera muy diferente. También puede haber materias densas acumuladas en masas más pequeñas sin estar en conexión inmediata con los cuerpos planetarios mayores, dispersas por el espacio infinito, y que, impulsadas por algún poder de proyección o atracción, continúan moviéndose hasta que se aproximan a la Tierra o a algún otro cuerpo, al ser vencidas por su fuerza de atracción, caigan inmediatamente». Estas conclusiones colisionaban frontalmente contra el clásico principio universal, heredado desde tiempos de Aristóteles (384-322 d. C.) y convalidado por Isaac Newton (1643-1727), de que no existía ninguna clase de cuerpo rocoso más allá de la Luna, sino únicamente los planetas conocidos y las estrellas (MARVIN 2007).

LOS METEORITOS DE SIENA (ITALIA) Y YORKSHIRE (INGLATERRA)

Dos meses después de la publicación del libro de Chladni, en junio de 1794, una gran nube de humo apareció en el cielo cerca de Siena, Italia. La nube, envuelta en chispas y un gran estruendo, se tornó de un rojo brillante mientras caían múltiples fragmentos de rocas al suelo. Numerosos fragmentos fueron recuperados (Figura 4) y las descripciones del fenómeno se publicaron y discutieron ampliamente. Claramente, el evento de Siena fue de importancia clave para dilucidar el origen de los meteoritos, ya que fue el primero de la época moderna en ocurrir cerca de una ciudad europea y en ser presenciado por miles de personas que validaron su autenticidad (MARVIN 1996, 2007). El evento de Siena fue estudiado por varios científicos, pero debido a la desafortunada coincidencia con una erupción del Vesubio ocurrida 18 horas antes, la mayoría determinó que el material era de origen volcánico y provenía de la erupción.

Un año después, el 13 de diciembre de 1795, se observó la caída de una gran roca de unos 25,4 kilogramos de peso, sobre una cabaña cerca de Wold Newton en Yorkshire, Inglaterra. Este y otros eventos similares convencieron al naturalista Sir Joseph Banks (1743-1820), de la Royal Society, de iniciar una investigación. Banks solicitó al joven químico Edward Charles Howard (1774-1816), que analizara la composición química de las supuestas rocas caídas del cielo. Howard, quien conocía el libro y las ideas de Chladni, comenzó a adquirir muestras de rocas y de masas de hierro asociadas a estos eventos (MARVIN 2007). Además de ejemplares de Siena y Wold Newton, Howard obtuvo varias muestras adicionales provenientes de lugares tan diversos como Benarés (India), Tabor (Bohemia, República Checa), Mesón del Fierro (Chaco, Argentina), y Steinbach (Turingia, Alemania).

En colaboración con el mineralogista francés Jacques-Louis de Bournon (1751-1825), Banks realizó el primer análisis científico exhaustivo de meteoritos. Ambos científicos descubrieron que las rocas obtenidas mostraban una corteza oscura y brillante, y contenian además diminutos «glóbulos curiosos», denominados hoy día cóndrulos[4], distintos a todo lo observado en las rocas terrestres. Asimismo, los científicos descubrieron que los ejemplares de hierro, contenían un alto porcentaje de níquel, hecho que no tenia comparación con el hierro nativo normalmente encontrado en la Tierra. Finalmente, señalaron que la muestra de Wold Newton se parecía mucho a las de la lluvia de meteoritos en Siena, y a su vez, a la muestra de Benarés. Todas estas observaciones y resultados fueron publicados por Howard en 1802 (MARVIN 2007). Afortunadamente para la fundación de la ciencia meteorítica, las muestras examinadas por Howard y de Bournon eran condritas[5] comunes, todas similares entre sí. Para Howard, estos resultados, sumados a los informes de los testigos de las caídas, disiparon toda duda sobre el origen extraterrestre de estas piezas.

Figura 4. *Fragmento del meteorito caído en Siena en 1794. Barra de escala = 1 cm.* Fuente: https://www.meteorite-times.com/siena-italy-the-meteorite-that-started-it-all/

EL METEORITO DE L'AIGLE (FRANCIA)

Finalmente, el 26 de abril de 1803, los habitantes de L'Aigle, una pequeña población de Normandía, a unos 150 kilómetros al oeste de París, en el departamento de Orne, fueron testigos de uno de los eventos más importantes en la historia de la meteorítica. Presenciaron una bola de fuego en el cielo seguida de estruendosas reverberaciones, así como una espectacular lluvia de más de 3000 fragmentos (MARVIN 1996). El gobierno francés, en la persona de Jean-Antoine Chaptal (1756-1832), ministro del interior y representante de la Academia Francesa de Ciencias, envió al joven físico y profesor universitario Jean-Baptist Biot (Figura 5) a investigar el evento. Basándose en exhaustivas entrevistas con testigos a lo largo de su ruta de aproximación a L'Aigle, Biot logró establecer la trayectoria aproximada de la bola de fuego (GARCÍA 2021). Durante tres semanas, también cartografió la zona donde habían caído los fragmentos, definiéndola como una gran elipse con eje orientado SE-NW, de aproximadamente 11 kilómetros de largo, por 4,5 kilómetros de ancho, y notó que el eje longitudinal era paralelo a la trayectoria del bólido (KNOFEL y RENDTEL 1994). El informe de Biot al ministro Chaptal convenció a la mayoría de los científicos de la Academia Nacional de que las rocas del cielo eran reales y provenían del espacio exterior.

Estos nuevos descubrimientos propiciaron una mayor aceptación de las ideas de Chladni, pero no todos quedaron convencidos. Aún existía, en parte de la comunidad científica, resistencia a aceptar los informes sobre la caída de rocas, ya que generalmente se trataba de relatos indirectos provenientes de zonas rurales y, por lo tanto, se consideraban sospechosos. Aquí radica la importancia del evento L'Aigle, de la visita de campo de nueve días por parte de Boit y del informe por él efectuado. Biot fue sistemático y cuidadoso en la recopilación de pruebas, realizando su investigación, como ya se mencionó, directamente en el lugar de la caída (GOUNELLE 2006). Asimismo, se encargó de obtener personalmente los testimonios de una muestra diversa de testigos presenciales, tomando en cuenta su credibilidad y posibles sesgos, estableciendo así la fiabilidad de los relatos. Finalmente, Biot enfatizó las diferencias en la composición y estructura entre las rocas caídas (Figura 6) y la geología local de la zona (GOUNELLE 2006).

EL REPORTE DE BIOT

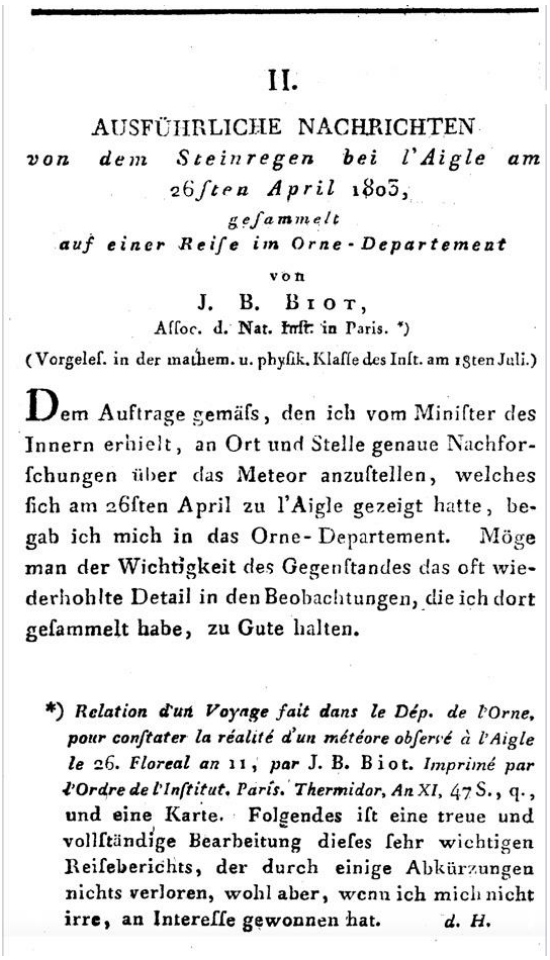
Mediante un meticuloso trabajo de campo, casi una investigación policial, Biot recopiló las narraciones de testigos oculares y analizó muestras de rocas de los alrededores, presentando finalmente evidencia convincente que apoyó el origen extraterrestre de las piezas caídas. En primer lugar, Biot observó que la composición de las muestras difería significativamente de la de cualquier material local, pero presentaba sorprendentes similitudes con muestras previamente documentadas de bólidos de otros lugares. Esta observación sugería una fuente extraterrestre común para estas rocas. Biot enfatizó: «Las fundiciones, las fábricas y las minas de los alrededores que he visitado no presentan nada en sus

productos, ni en sus escorias, que guarde relación con estas sustancias. Tampoco se observa ningún rastro de volcanes en la región» (GOUNELLE 2006).

***Figura 5**. Retrato del físico francés Jean-Baptiste Biot (1774-1862).* Fuente: Modificado de https://www.canalacademies.com/emissions/au-fil-des-pages/la-meteorite-de-laigle

***Figura 6**. Meteorito (condrita) de L'Aigle, Orne, Francia. Caído el 26 de abril de 1803 a las 13:00 h. Galería de Mineralogía y Geología del Museo Nacional de Historia Natural de Francia, París.* Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a7/Meteorite_L%27Aigle_MNHN_Min%C3%A9ralogie.jpg

En segundo lugar, Biot informó haber entrevistado personalmente a numerosos testigos que, de forma independiente, afirmaron haber observado una «lluvia de piedras lanzadas por la bola de fuego». Estos testigos provenían de diversos estratos y ocupaciones. Biot argumentó que sería inverosímil creer que se habían puesto de acuerdo entre sí para inventar una descripción de un evento inexistente (GARCÍA 2021). Esta combinación de evidencia geológica y relatos de testigos presenciales brindó un sólido respaldo a la teoría de que los meteoritos tenían un origen extraterrestre. El apasionado artículo escrito por Biot en 1803 (Figura 7), en el que afirmaba inequívocamente el origen extraterrestre de las «piedras de la lluvia de meteoritos de L'Aigle», marca un hito histórico en la nueva ciencia de la meteorítica. Por lo tanto, su informe se convirtió en el respaldo definitivo, en principio para la comunidad científica francesa (GOUNELLE 2006), que condujo a la final aceptación del origen extraterrestre de los meteoritos, como había propuesto Chladni en su libro en 1794.



II.

AUSFÜHRLICHE NACHRICHTEN
von dem Steinregen bei l'Aigle am 26ſten April 1803,
geſammelt
auf einer Reiſe im Orne-Departement
von
J. B. Biot,
Aſſoc. d. Nat. Inſt. in Paris. *)

(Vorgeleſ. in der mathem. u. phyſik. Klaſſe des Inſt. am 18ten Juli.)

Dem Auftrage gemäſs, den ich vom Miniſter des Innern erhielt, an Ort und Stelle genaue Nachforſchungen über das Meteor anzuſtellen, welches ſich am 26ſten April zu l'Aigle gezeigt hatte, begab ich mich in das Orne-Departement. Möge man der Wichtigkeit des Gegenſtandes das oft wiederhohlte Detail in den Beobachtungen, die ich dort geſammelt habe, zu Gute halten.

*) *Relation d'un Voyage fait dans le Dép. de l'Orne, pour conſtater la réalité d'un météore obſervé à l'Aigle le 26. Floreal an 11, par* J. B. Biot. *Imprimé par l'Ordre de l'Inſtitut. Paris. Thermidor, An XI,* 47 S., q., und eine Karte. Folgendes iſt eine treue und vollſtändige Bearbeitung dieſes ſehr wichtigen Reiſeberichts, der durch einige Abkürzungen nichts verloren, wohl aber, wenn ich mich nicht irre, an Intereſſe gewonnen hat. *d. H.*

***Figura 7**. Portada del reporte de Biot acerca del evento L'Aigle, al Instituto Nacional de Ciancia, Paris (1803).* Fuente: http://www.fallingrocks.com/Collections/pdfs/BiotReport.pdf

COMENTARIOS FINALES

Varios años después de la publicación del libro de CHLADNI (1794), los astrónomos comenzaron a realizar descubrimientos revolucionarios que reforzaron la idea de la existencia de objetos extraterrestres en el sistema solar. El 1 de

enero de 1801, Giuseppe Piazzi (1746-1826) identificó el asteroide Ceres, lo que marcó la primera detección de lo que hoy conocemos como el cinturón de asteroides. Heinrich Olbers (1758-1840) continuó esta tendencia con el descubrimiento del asteroide Palas el 28 de marzo de 1802. Simultáneamente, y como ya se mencionó, ese mismo año de 1802, los químicos Jacques-Luis de Bournon y Edward C. Howard publicaron su análisis de las muestras de varios meteoritos, revelando composiciones químicas y contenidos minerales distintivos que los diferenciaban de las rocas terrestres (MARVIN 2007). Estos hallazgos reforzaron definitivamente la idea de que los meteoritos eran, en efecto, de origen extraterrestre.

El gran logro astronómico de Chladni fue probablemente su metodología científica y rigurosa, que lo llevó a elaborar un argumento sólido sobre el origen cósmico de los meteoritos. Grandes pensadores y científicos a lo largo de la historia, incluyendo a Aristóteles y Newton, creyeron previamente que su origen era terrestre, ya fuera mediante explicaciones de origen atmosférico o a través de erupciones volcánicas. Chladni determinó, además, que la velocidad del movimiento de las rocas a través de la atmósfera era tan alta que no podía atribuirse únicamente a la fuerza de gravedad (CHLADNI 1794, 1798).

En su última publicación acerca de meteoritos, efectuada en el *Philosophical Magazine and Journal* (CHLADNI 1826), solo un año antes de su muerte, el autor finaliza su disertación de una manera simple pero concluyente, escribiendo: «Reuní los resultados de todas las observaciones existentes sobre la altura, velocidad y movimiento de las bolas de fuego en las divisiones 2ª, 3ª y 4ª de mi trabajo, que deberían ser conocidas previamente para formarse una opinión sobre el origen de los meteoros. Además, habiendo mencionado con cada fenómeno las fuentes de donde extraje mi información, los detalles adicionales pueden encontrarse fácilmente consultándolas; y finalmente, en la última división del trabajo, he recopilado los resultados de las mismas, mediante los cuales se dilucidan las pruebas de su origen cósmico y de la imposibilidad de que sean producto de nuestra tierra o nuestra atmósfera, de la manera más simple y natural».

Chladni desarrolló su registro de avistamientos de meteoritos durante décadas, además de reunir una impresionante colección de ejemplares (Figura 8). Probablemente, debido a la temprana aceptación de sus ideas por la comunidad científica de Berlín, en su testamento donó este conjunto de 41 piezas, la mayor colección privada de meteoritos de la época, al Museo Mineralógico de la Universidad de Berlín, que hoy en día se encuentra en el Museo de Historia Natural de la Universidad Humboldt en la misma ciudad (GRESHAKE s. f.).

En otros aspectos de la geología, Chladni estableció analogías explícitas entre las ondas sísmicas y la propagación del sonido, proponiendo que las vibraciones de un terremoto podrían modelarse como ondas acústicas que viajan a través de materiales terrestres sólidos, con líneas nodales que se forman de manera similar a las que él producía en sus placas vibrantes. Este puente conceptual extendió su investigación acústica a contextos geológicos, concibiendo la energía sísmica como ondas longitudinales y transversales moduladas por la densidad y la elasticidad de la roca (ULLMANN 1996). En 1994, Ernst Chladni recibió un merecido reconocimiento con el descubrimiento de un nuevo mineral de fosfato al que se le asignó el nombre de chladniita [$Na_2CaMg_7(PO_4)_6$] en su honor. Este mineral fue descubierto en el meteorito de hierro denominado Carleton, procedente de Texas (McCOY *et al.* 1994).

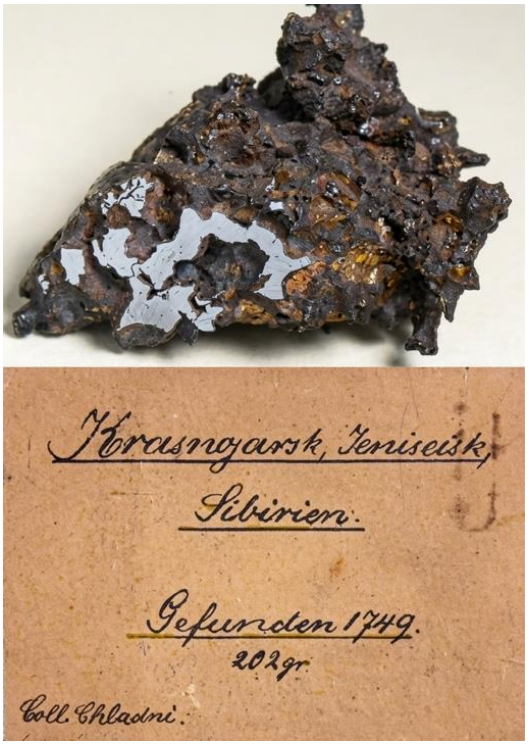


Figura 8. *Meteorito de hierro pétreo (202 gr), hallado en 1749 en la región de Krasnoyarsk, Rusia. Descrito como el primer meteorito de hierro de Pallas, formó parte de la colección Chladni, hoy día en el Museo de la Universidad Humboldt (Berlín).* Fuente: https://euromin.w3sites.net/Nouveau_site/musees/berlin/Website-dt/Chladni-1.html

REFERENCIAS (ARTÍCULOS Y LIBROS)

BATTISTA, M. 2023. Cuando las estrellas marcan el camino de los filósofos: Anaxágoras y el meteorito de Egospótamos. *Eidos*, **41**: 15-41. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-88572024000100015>

CASAS, J.E. 2025. Mount Vesuvius. A Monument to Nature's Raw Power and Human Vulnerability. *MAYA Revista de Geociencias*, Agosto, 84-92. <https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2025/07/Revista-Maya-Geociencias-Agosto-2025.pdf>

CHLADNI, E.F.F. 1794. *Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen* (*O pochodzeniu znalezionej przez Pallasa i o innych podobnych masach żelaznych oraz o pewnych z tym związanych zjawiskach natury*), Lipsk i Ryga, 63 p.

<https://digital.slub-dresden.de/werkansicht/dlf/79533/5?tx_dlf_navigation%5Bcontroller%5D=Navigation&cHash=2b7eef6229ba85ff2b6ec7ffb9f4c277>

CHLADNI, E.F.F. 1798. Observations on a Mass of Iron found in Siberia by Professor Pallas, and on other Masses of the like Kind, with some Conjectures respecting their Connection with certain natural Phenomena, *Philosophical Magazine and Journal*, **2**: 1-8 <https://www.biodiversitylibrary.org/item/52994#page/15/mode/1up>

CHLADNI, E.F.F. 1803. Chronologisches Verzeichniss der mil einem Feuermeteor Niedergefallenen Stein-und Eisenmasses, nebst einigen Bemerkungun. *Annalen der Physik*. **15**: 307-339 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/andp.18030151107>

CHLADNI E.F.F. 1826. A new Catalogue of Meteoric Stones, Masses of Meteoric Iron, and other Substances, the Fall of which has been made known, down to the present Time, *Philosophical Magazine and Journal,* LXVII: 179-181. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/53100#page/19/mode/1up>

GARCÍA, G. Ernst Florens Friedrich Chladni (1756-1827) y el origen de los meteoritos. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat*., **115**: 131-146. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890983>

GOUNELLE, M. 2006. The meteorite fall at L'Aigle and the Biot report: exploring the cradle of meteoritics in: McCALL, G.J.H., BOWDEN, A.J. & HOWARTH, R.J. (eds). The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds. *Geological Society, London, Special Publications*, **256**: 73-89. <https://www.researchgate.net/publication/249551093_The_meteorite_fall_at_L%27Aigle_and_the_Biot_report_Exploring_the_cradle_of_meteorites>

GRESHAKE, A. s. f. *Meteorites*. Museum für Naturkunde, Berlin. Recuperado el 4 de octubre, 2025 de <https://website-archiv.museumfuernaturkunde.berlin/en/research/meteorites/>

HOREJSI, M. 2019. The Johnstown Meteorite: Crater Symbolism?. Recuperado el 6 de octubre, 2025 de <https://www.meteorite-times.com/the-johnstown-meteorite-crater-symbolism/>

KNOFEL, A. & RENDTEL, J. 1994. Chladni and the Cosmic Origin of Fireballs and Meteorites. WGN, *Journal of the IMO*, **22**(6): 217-219. <https://adsabs.harvard.edu/full/1994JIMO...22..217K>

MARVIN, U. 1996. Ernst Florens Friedrich Chladni (1756-1827) and the origins of modern meteorite research. *Meteoritics and Planetary Science*, **31**: 545-588. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1945-5100.1996.tb02031.x>

MARVIN, U. 2007. Ernst Florens Friedrich Chladni (1756-1827) and the origins of modern meteorite research. *Meteoritics and Planetary Science*, **42**(9): 3-67. <https://lweb.cfa.harvard.edu/~loeb/UM1.pdf>

McCOY, T., STEELE, I., KEIL, K. LEONARD, B. & ENDRESS, M. 1994. Chladniite, $Na_2CaMg_7(PO_4)_6$: A new mineral from the Carlton (IIICD) iron meteorite. *American Mineralogist*, **79**: 375-380.

THEODOSIOU, E., NIARCHOS, P., MANIMANIS, V & ORCHISTON, W. 2002. The fall of a meteorite at Aegos Potami in 467/6 BC. *Journal of Astronomical History and Heritage*. **5**(2): 135-140. <https://adsabs.harvard.edu/full/2002JAHH....5..135T>

TORRIJOS CASTRILLEJO, D. 2013. Anaxágoras de Clazomene, en FERNÁNDEZ F. y MERCADO, J. (Eds.), *Philosophica: Enciclopedia filosófica on line*. <http://www.philosophica.info/archivo/2013/voces/anaxagoras/Anaxagoras.html>

ULLMANN, D. 1996. Chladni und die Entwicklung der Akustik von 1750–1860. *Science Networks. Historical Studies*. **19**: 203-216. <https://doi.org/10.1007/978-3-0348-9195-0_9>

ULLMANN, D. 2007. Life and work of E.F.F. Chladni. *European Physical Jour. Special Topics*. **145**: 25-32. <https://monoskop.org/images/6/68/Ullmann_D_2007_Life_and_work_of_EFF_Chladni.pdf>

REFERENCIAS DETALLADAS DE TODAS PUBLICACIONES DE ERNST F. F. CHLADNI

<http://wiki.meteoritica.pl/index.php5/Bibliografia/Chladni_Ernst_F.F.>

NOTAS EXPLICATIVAS

1 Un meteoro es el fenómeno luminoso de una «estrella fugaz» o «bola de fuego» que ocurre cuando un meteoroide, una roca espacial, entra en la atmósfera terrestre y se desintegra por el calor de la fricción con el aire. Un meteorito es el fragmento sólido de ese meteoroide que sobrevive a su paso por la atmósfera y alcanza la superficie de la Tierra.

2 Alexander von Humbolt comenta en su libro «Cosmos» (Tomo I, página 268): «Respecto á la expresión tan repetida lapidibus pluit, sábese ya que no siempre se refiere á la caída de aerolitos. Así, en el libro XXV, c. 7. estas palabras designan *rapillis*, esto es, fragmentos de piedra pómez arrojados por un volcán no completamente extinguido».

3 Las pallasitas son una clase de litosideritos con una matriz de hierro metálico. Pallasita, es un término descriptivo/textural para rocas muy antiguas de olivino/metal. El nombre de pallasita también se aplica al tipo de agregado mineral del que se componen estos aerolitos.

4 Los cóndrulos son granos redondeados que se encuentran en meteoritos condríticos, formados por esferas submilimétricas fundidas o parcialmente fundidas en el espacio, de hierro-níquel y minerales de silicato. Estudiar su composición y estructura ofrece pistas valiosas sobre las condiciones y procesos que ocurrieron durante la creación del sistema solar.

5 Las condritas o condritos son meteoritos no metálicos (rocosos) que no han sufrido procesos de fusión o de diferenciación en los asteroides de los que proceden. Representan aproximadamente el 85 % de los meteoritos que caen a la Tierra.

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026: 199 – 213

Recibido: enero 2026
Aprobado: abril 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/112

ÍNDICE GLOBAL DE CONTABILIDAD ANTICIPATORIA (IGCA): GOBERNABILIDAD, SOSTENIBILIDAD Y TECNOLOGÍA COMO FACTORES CLAVES DE ANTICIPACIÓN

Luis Gilberto CARABALLO[1]

RESUMEN

El Índice Global de Contabilidad Anticipatoria (IGCA) se presenta como una herramienta metodológica destinada a evaluar la preparación estructural de los países frente a desafíos emergentes y su capacidad de aprovechar oportunidades mediante la medición de activos intangibles en áreas estratégicas como tecnología, sostenibilidad, educación y gobernanza.

El artículo expone, en primer lugar, la conceptualización y construcción del IGCA, detallando sus nueve dimensiones y los procesos de selección, ponderación y validación de indicadores. En segundo lugar, se aplica el índice al caso de Venezuela, con énfasis en la transición energética hacia 2045, mostrando cómo el IGCA permite diseñar escenarios prospectivos y anticipar riesgos, oportunidades y trayectorias de desarrollo sostenible.

En un contexto global de alta incertidumbre, el IGCA se justifica como un instrumento esencial para fortalecer la gobernanza anticipatoria (CEPAL, 2021), fomentar la transparencia y activar alianzas institucionales (Banco Mundial, 2022). Sus objetivos incluyen la anticipación de escenarios futuros, el fortalecimiento institucional y la promoción de políticas sostenibles. Sus aplicaciones abarcan la evaluación de sostenibilidad (PNUD, 2023), el desarrollo tecnológico (OCDE, 2022), la seguridad alimentaria, la innovación y la transición energética (IRENA, 2024).

ABSTRACT

Global Anticipatory Accounting Index (GAAI): Governance, Sustainability, and Technology as Key Factors of Anticipation.

The Global Index of Anticipatory Accounting (IGCA) is introduced as a methodological tool designed to evaluate countries' structural preparedness for emerging challenges and their ability to seize opportunities through the measurement of intangible assets in strategic areas such as technology, sustainability, education, and governance.

This article first presents the conceptualization and construction of the IGCA, detailing its nine dimensions and the processes of indicator selection, weighting, and validation. It then applies the index to the case of Venezuela, focusing on the country's energy transition towards 2045, to illustrate how the IGCA enables the design of prospective scenarios and the anticipation of risks, opportunities, and sustainable development pathways.

In an era of global uncertainty, the IGCA is justified as an essential instrument for strengthening anticipatory governance (CEPAL, 2021), fostering transparency (Banco Mundial, 2022), and activating institutional alliances. Its objectives include scenario design, institutional resilience, and the promotion of sustainable policies. Applications span sustainability assessment (PNUD, 2023), technological development (OCDE, 2022), food security, innovation, and energy transition (IRENA, 2024).

Palabras clave: Anticipación, resiliencia, gobernanza, sostenibilidad, transición energética, Venezuela
Keywords: Anticipation, resilience, governance, sustainability, energy transition, Venezuela

Introducción

La **gobernanza anticipatoria** ha emergido como un enfoque estratégico clave en el diseño de políticas públicas en América Latina y en otros contextos internacionales (CEPAL, 2021). Este paradigma se fundamenta en la capacidad de los gobiernos para diseñar escenarios futuros, identificar riesgos y oportunidades, y adaptar sus modelos institucionales a condiciones cambiantes con visión de largo plazo (Schwartz, 1991).

En este marco, el **Índice Global de Contabilidad Anticipatoria (IGCA)** se presenta como una herramienta metodológica para la planificación prospectiva. Su propósito es ofrecer una métrica estructurada y verificable que permita evaluar la preparación de los países frente a desafíos emergentes, mediante la medición de activos intangibles en áreas estratégicas como tecnología, sostenibilidad, educación y gobernanza (Banco Mundial, 2022) (OCDE, 2022).

Diversos organismos multilaterales han explorado modelos de gobernanza basados en escenarios futuros (CEPAL, 2021). Sin embargo, la ausencia de indicadores cuantificables ha

[1] Ingeniero en Computación. Correo-e.: lgcaraballo@gmail.com

limitado su implementación efectiva. El IGCA busca superar esta limitación introduciendo subíndices y dimensiones verificables, capaces de medir resiliencia institucional, transformación tecnológica, sostenibilidad y anticipación estratégica (PNUD, 2023).

El presente artículo tiene un doble propósito:

1. Exponer la conceptualización y construcción del IGCA, detallando sus dimensiones, indicadores y procesos de validación.
2. Aplicar el índice al caso de Venezuela, con énfasis en la transición energética hacia 2045, para ilustrar cómo el IGCA permite diseñar escenarios prospectivos y activar estrategias de apalancamiento institucional.

Antecedentes e Historia

El análisis prospectivo y la gobernanza anticipatoria han adquirido creciente relevancia en el diseño de políticas públicas y en la planificación estratégica global (Banco Mundial, 2022) (OCDE, 2022). Desde mediados del siglo XX, organismos internacionales han promovido estudios orientados a fortalecer la resiliencia institucional y a desarrollar modelos de gobernanza basados en indicadores prospectivos.

Uno de los antecedentes más influyentes es el trabajo de **Peter Schwartz en *The Art of the Long View* (1991)**, donde introduce la planificación estratégica basada en escenarios (Schwartz, 1991). Esta metodología ha sido adoptada por gobiernos y empresas para simular futuros posibles y diseñar estrategias adaptativas ante condiciones emergentes.

En América Latina, la **CEPAL (2021)** ha explorado modelos prospectivos centrados en sostenibilidad, digitalización y gobernanza. Sin embargo, la ausencia de métricas verificables ha limitado su implementación efectiva. En respuesta a esta brecha, surge el IGCA como innovación metodológica, ofreciendo una métrica estructurada para evaluar activos intangibles en áreas clave como gobernanza, tecnología, educación, resiliencia y anticipación estratégica.

La construcción del IGCA se fundamenta en el análisis de datos históricos, el modelado de escenarios y la validación de tendencias mediante inteligencia artificial (World Economic Forum, 2023). Se emplean distintos algoritmos, incluyendo lógica difusa, análisis de series de tiempo, redes neuronales y tecnologías emergentes como blockchain (OMPI, 2022). Su diseño convierte la prospectiva en un sistema de medición aplicable a contextos nacionales y regionales.

En su aplicación al caso venezolano, el IGCA se orienta a evaluar la transición energética del país hacia el año 2045 (IRENA, 2024), su capacidad de adopción tecnológica y su alineación con estándares internacionales de sostenibilidad (UNCTAD, 2024). Esta evaluación permite diseñar escenarios de transformación estructural, anticipar riesgos y activar estrategias de apalancamiento institucional.

Justificación

En un mundo interconectado y expuesto a crisis globales, la capacidad de anticipación se ha consolidado como un componente esencial para la toma de decisiones estratégicas (Schwartz, 1991) (CEPAL, 2021). Diversos estudios han demostrado que la gobernanza basada en respuestas tardías a desafíos emergentes resulta insuficiente para garantizar estabilidad, sostenibilidad y resiliencia a largo plazo (Banco Mundial, 2022) (OCDE, 2022).

El **Índice Global de Contabilidad Anticipatoria (IGCA)** se propone como una solución metodológica que permite a los países evaluar su preparación estructural frente a escenarios complejos. A través de un enfoque cuantitativo, el IGCA introduce métricas verificables en áreas clave como tecnología, educación, energía, gobernanza y sostenibilidad, facilitando la construcción de escenarios prospectivos y la optimización de políticas públicas (PNUD, 2023) (UNCTAD, 2024).

En el caso venezolano, el IGCA se aplica como herramienta prospectiva para evaluar la transición energética hacia el año 2045, identificar oportunidades estratégicas, fortalecer la innovación tecnológica y mejorar la gobernanza anticipatoria (IRENA, 2024). Esta integración permite plantear un modelo de desarrollo sustentable basado en inteligencia institucional, resiliencia sistémica y competitividad regional.

Objetivos

Objetivo General Desarrollar un modelo analítico basado en el IGCA para evaluar la preparación estructural de los países ante escenarios futuros, así como su capacidad de adaptación frente a crisis sistémicas y oportunidades estratégicas.

Objetivos Específicos

1. Diseñar una metodología estructurada basada en indicadores cuantificables para medir resiliencia institucional, transformación tecnológica y sostenibilidad.
2. Implementar modelos prospectivos que permitan visualizar escenarios de desarrollo y evaluar impactos económicos, sociales y ambientales en contextos nacionales y regionales.
3. Analizar la relación entre gobernanza anticipatoria y competitividad económica, contrastando datos históricos con tendencias globales emergentes.
4. Aplicar el IGCA al caso de Venezuela, diseñando su transición energética hacia el año 2045 y evaluando su potencial de innovación en tecnologías sustentables.
5. Validar la efectividad del índice mediante técnicas de normalización de datos y contraste con métricas de referencia utilizadas por organismos multilaterales.

Materiales y Métodos

El **Índice Global de Contabilidad Anticipatoria (IGCA)** adopta un enfoque cuantitativo y prospectivo, diseñado para evaluar la capacidad estructural de los países de anticipar transformaciones sistémicas y responder estratégicamente a escenarios emergentes.

La metodología se articula en cuatro fases principales:

1. **Selección de indicadores** Se identifican métricas verificables en áreas clave como gobernanza, tecnología, sostenibilidad y resiliencia institucional. Los indicadores se organizan en nueve dimensiones temáticas, lo que permite una lectura multidimensional del desempeño nacional.
2. **Recolección de datos** Se emplean fuentes confiables y actualizadas, incluyendo bases de datos de organismos multilaterales como el Banco Mundial (Banco Mundial, 2022), la CEPAL (CEPAL, 2021) y la OCDE (OCDE, 2022). La información se valida por consistencia histórica y relevancia contextual.
3. **Modelo prospectivo** Se aplican algoritmos de simulación para visualizar trayectorias y construir escenarios futuros. Entre las técnicas utilizadas se incluyen lógica difusa, análisis de series de tiempo, redes neuronales y tecnologías emergentes como blockchain (OMPI, 2022). Este modelado permite anticipar impactos económicos, sociales y ambientales en función de variables estructurales.
4. **Interpretación y validación** Los resultados se contrastan con dinámicas globales y datos históricos, aplicando técnicas de normalización, pruebas de sensibilidad y análisis de coherencia interna (World Economic Forum, 2023). Esto garantiza la robustez del índice y su aplicabilidad comparativa entre países.

En el caso venezolano, esta metodología se aplica para evaluar la transición energética hacia 2045, permitiendo diseñar escenarios prospectivos, anticipar riesgos y activar estrategias de apalancamiento institucional.

Construcción del Índice Global de Contabilidad Anticipatoria (IGCA)

Conceptualización y Definición de Subíndices

El **IGCA** se construye como una herramienta analítica destinada a evaluar la preparación estructural de los países frente a desafíos futuros en áreas estratégicas (Banco Mundial, 2022) (OCDE, 2022). Su arquitectura se basa en **nueve subíndices o dimensiones principales**, que en conjunto contienen **32 indicadores específicos**, organizados para permitir la medición comparativa de resiliencia, sostenibilidad e innovación de cada nación.

Cada subíndice representa una dimensión crítica del desarrollo anticipatorio y ofrece una lectura transversal de capacidades institucionales, tecnológicas y sociales. A continuación se describen las dimensiones:

1. **Salud y crecimiento poblacional**: calidad de vida, esperanza de vida, productividad demográfica y capacidad de atención sanitaria.
2. **Educación y capacitación**: acceso a formación técnica, desarrollo científico, cobertura educativa y preparación en áreas STEM (CEPAL, 2021).
3. **Innovación y patentes**: creación de nuevas tecnologías, volumen de patentes, ecosistemas de startups y competitividad en I+D (OMPI, 2022).
4. **Energía y medio ambiente**: uso eficiente de recursos, transición energética, reducción de emisiones y políticas ecológicas (IRENA, 2024).
5. **Infraestructura y transporte**: modernización de redes físicas y digitales, movilidad sostenible y conectividad territorial.
6. **Normatividad y regulación**: impacto de políticas públicas, marcos legales, propiedad intelectual y regulación de mercados emergentes (UNCTAD, 2024).
7. **Seguridad alimentaria y consumo**: acceso a bienes esenciales, capacidad de producción local, resiliencia económica y consumo responsable (PNUD, 2023).
8. **Gobernanza y cohesión social**: estabilidad institucional, confianza ciudadana, participación democrática y mecanismos de transparencia (World Economic Forum, 2023).
9. **Factores geopolíticos y territoriales**: disputas fronterizas, acuerdos internacionales, integración regional y presión geoestratégica.

Esta estructura convierte al IGCA en una métrica multidimensional y adaptable, aplicable tanto a contextos nacionales como regionales, y útil para la formulación de políticas públicas anticipatorias. En este artículo, además de la definición conceptual, se presenta su aplicación al caso venezolano, con énfasis en la transición energética hacia 2045.

Modelo de Evaluación y Desarrollo de Indicadores

Cada subíndice del IGCA está compuesto por indicadores específicos, cuantificables y verificables, seleccionados para permitir la medición comparativa de la preparación estructural de los países en áreas clave. Los 32 indicadores se distribuyen en las nueve dimensiones y se obtienen de fuentes confiables, garantizando trazabilidad y comparabilidad.

La metodología de evaluación se articula en tres procesos fundamentales:

1. **Recolección de datos históricos y actuales** Se recopila información relevante sobre cada indicador utilizando fuentes internacionales (Banco Mundial (Banco Mundial, 2022), CEPAL (CEPAL, 2021), OCDE (OCDE, 2022)) y sistemas nacionales de monitoreo. Esta base empírica permite establecer líneas de referencia y detectar tendencias emergentes.

2. **Normalización de variables** Para asegurar la comparabilidad entre países y regiones, se aplican técnicas de normalización estadística (como estandarización *z-score* y escalamiento *min-max*) que ajustan las escalas, eliminan sesgos y permiten la agregación coherente de resultados (World Economic Forum, 2023).

3. **Cálculo de ponderaciones dinámicas** Cada subíndice recibe una ponderación proporcional, ajustada según su importancia relativa en el contexto del desarrollo sostenible, la resiliencia institucional y la transformación tecnológica. Estas ponderaciones son dinámicas y pueden adaptarse al perfil estructural de cada país evaluado, como en el caso venezolano, donde se priorizan las dimensiones de energía, innovación y gobernanza.

Construcción de Escenarios Prospectivos – Caso Venezuela hacia un País de Energías Limpias

El IGCA permite proyectar trayectorias nacionales mediante el diseño de escenarios prospectivos, apoyados en diagramas pseudo-causales que anticipan eventos, tendencias de desarrollo y riesgos potenciales (Schwartz, 1991). Para el caso de Venezuela, se definieron tres escenarios hacia el año 2045, centrados en la transición energética y la adopción de tecnologías sostenibles:

- **Escenario Optimista** Adopción acelerada de políticas públicas basadas en innovación, sostenibilidad y digitalización. La participación de energías renovables se expande hasta alcanzar aproximadamente el 80% de la matriz energética en 2045 (IRENA, 2024), acompañada por la digitalización integral del transporte y un incremento significativo en registros de patentes (OMPI, 2022). *Interpretación*: describe una transformación estructural profunda, donde la eficiencia energética impulsa el crecimiento económico y se consolida un ecosistema de innovación con impacto regional.

- **Escenario Base** Crecimiento gradual con avances sostenidos en educación técnica (CEPAL, 2021), energías renovables y regulación normativa. La digitalización y la infraestructura inteligente progresan a ritmo moderado, mientras la innovación en patentes alcanza alrededor de 5.000 registros anuales hacia 2035. *Interpretación*: aunque persisten desafíos en gobernanza y acceso a financiamiento (Banco Mundial, 2022), la implementación progresiva de modelos sostenibles mejora la competitividad del país en el contexto latinoamericano.

- **Escenario Pesimista** Baja inversión en tecnología y sostenibilidad, con una transición energética lenta que alcanza apenas 45% de fuentes renovables en 2045. *Interpretación*: el estancamiento en innovación y patentes genera rezagos económicos, limita la competitividad internacional y dificulta la integración de Venezuela en mercados tecnológicos emergentes.

Fuentes de Datos y Validación del IGCA

Para garantizar la precisión, trazabilidad y fiabilidad del IGCA, se emplea una combinación de fuentes verificadas, sistemas de monitoreo y literatura especializada:

- **Organismos internacionales**: bases de datos del Banco Mundial, CEPAL, FMI, ONU y OCDE.
- **Sistemas nacionales de información**: repositorios estadísticos sobre energía, educación, seguridad alimentaria, innovación y gobernanza.
- **Sistemas de monitoreo en tiempo real**: integración de tecnologías emergentes como blockchain e inteligencia artificial (OMPI, 2022).
- **Publicaciones científicas y académicas**: estudios revisados por pares que respaldan tendencias en innovación, sostenibilidad y resiliencia institucional.

La validación del IGCA se realiza mediante un enfoque sistemático y replicable, orientado a garantizar la solidez metodológica, la coherencia interna y la aplicabilidad comparativa del índice. El proceso incluye cuatro etapas principales:

1. **Análisis comparativo**: contraste con métricas globales similares (IDH, Índice de Competitividad Global, indicadores de sostenibilidad y gobernanza).
2. **Pruebas de sensibilidad**: evaluación del impacto relativo de cada subíndice en el cálculo final, identificando variables críticas y cuellos de botella.
3. **Evaluación de coherencia interna**: detección de desviaciones o inconsistencias en la agregación de datos, corrigiendo errores de escala y sesgos.
4. **Simulación de escenarios**: verificación de la evolución del índice bajo distintos contextos, anticipando trayectorias y validando hipótesis (PNUD, 2023).

Sistema de Ponderación del IGCA

Asignación de ponderaciones a subíndices

Para garantizar una representación fiel y estratégica de la preparación estructural de los países, cada subíndice del IGCA recibe una ponderación proporcional, calculada en función de su impacto en la estabilidad económica, social y ambiental (Banco Mundial, 2022) (OCDE, 2022).

La asignación de pesos se fundamenta en tres criterios metodológicos:

1. **Grado de influencia en el desarrollo sostenible**: los indicadores que inciden directamente en la sostenibilidad estructural —como energía, educación o salud— reciben mayor peso relativo en el cálculo del índice.
2. **Interconexión con otras dimensiones**: los subíndices que afectan múltiples áreas del sistema nacional —como

gobernanza, infraestructura o innovación— son ajustados mediante coeficientes de conectividad, reflejando su capacidad de generar efectos multiplicadores (World Economic Forum, 2023).

3. **Relevancia en el contexto global y regional**: factores como normatividad, cohesión social o geopolítica reciben ajustes ponderados según su incidencia en el entorno local, la presión internacional y la capacidad de integración regional (CEPAL, 2021).

Este sistema convierte al IGCA en una herramienta adaptable y sensible al perfil estructural de cada país, útil para activar estrategias de apalancamiento institucional y diseñar escenarios prospectivos con legitimidad comparativa.

Ponderación General de Subíndices

La estructura ponderada del IGCA refleja la importancia relativa de cada dimensión estratégica en la preparación estructural de los países. Las ponderaciones se asignan según criterios de impacto, interconectividad y relevancia contextual, permitiendo una lectura equilibrada y comparativa del desempeño nacional.

Tabla 1. Ponderaciones generales de los subíndices o dimensiones del IGCA

La Tabla 1 presenta la distribución porcentual asignada a cada subíndice del IGCA. Esta ponderación refleja la importancia relativa de dimensiones estratégicas como energía, educación e innovación en la preparación estructural de los países, y constituye la base para la comparación internacional y la adaptación al caso venezolano.

Dimensión	Ponderación (%)
Salud y crecimiento poblacional	12
Educación y capacitación	15
Innovación y patentes	14
Energía y medio ambiente	16
Infraestructura y transporte	13
Normatividad y regulación	10
Seguridad alimentaria y consumo	8
Gobernanza y cohesión social	7
Factores geopolíticos y territoriales	5

Estas ponderaciones pueden ajustarse según el perfil estructural del país evaluado, lo que convierte al IGCA en una herramienta flexible, contextual y estratégicamente alineada con los desafíos nacionales y regionales.

Validación de Subíndices al Caso Venezuela

El cálculo del índice final se realiza mediante un modelo de agregación ponderada, ajustando los resultados con coeficientes de corrección derivados de regresión estadística y simulaciones dinámicas (PNUD, 2023). Para validar la aplicabilidad de las ponderaciones generales al caso venezolano, se analiza la relevancia específica de cada subíndice en función de factores estructurales como la transición energética, la digitalización y los desafíos institucionales.

Análisis de ajuste contextual:

1. Salud y crecimiento poblacional (12%) → Se conserva el peso relativo, dado su impacto en productividad y sostenibilidad estructural.
2. Educación y capacitación (15%) → Se conserva, por su papel en la transformación tecnológica y diversificación productiva, especialmente en áreas STEM (CEPAL, 2021).
3. Innovación y patentes (14%) → Ajustable hasta 16%: se propone incremento metodológico para reflejar la necesidad de impulsar propiedad intelectual y ecosistemas de startups (OMPI, 2022).
4. Energía y medio ambiente (16%) → Se conserva, dada la transición energética crítica y la necesidad de reducir dependencia de hidrocarburos (IRENA, 2024).
5. Infraestructura y transporte (13%) → Se conserva, por su relevancia en competitividad global e integración territorial.
6. Normatividad y regulación (10%) → Ajustable hasta 12%: se propone ajuste para reflejar el rol de marcos legales en economía circular y mercados emergentes (UNCTAD, 2024).
7. Seguridad alimentaria y consumo (8%) → Se conserva, por su impacto en estabilidad económica y social (PNUD, 2023).
8. Gobernanza y cohesión social (7%) → Ajustable hasta 9%: se propone ajuste para reflejar la importancia de estabilidad institucional y transparencia en atracción de inversión (World Economic Forum, 2023).
9. Factores geopolíticos y territoriales (5%) → Se conserva, dado que aunque relevantes, no dominan el perfil estructural del desarrollo económico.

Este análisis permite adaptar el modelo del IGCA al perfil venezolano, reforzando su utilidad como herramienta prospectiva para la transición energética, la innovación institucional y la activación de políticas públicas sostenibles.

Implicaciones Preliminares

Las ponderaciones generales del IGCA se mantienen en gran medida para el caso venezolano. Sin embargo, se identifican ajustes estratégicos en tres dimensiones clave:

- **Innovación y patentes**: ajustable hasta 16%, dada la necesidad de impulsar propiedad intelectual y ecosistemas tecnológicos.
- **Normatividad y regulación**: ajustable hasta 12%, considerando el rol crítico de marcos legales en economía circular y mercados emergentes.
- **Gobernanza y cohesión social**: ajustable hasta 9%, en función de la estabilidad institucional requerida para atraer inversión y fortalecer el tejido social.

Estos ajustes permiten afinar el modelo del IGCA para reflejar con mayor precisión los desafíos y oportunidades estructurales de Venezuela.

Aplicación del IGCA en Evaluaciones Nacionales

Construcción de Escenarios Prospectivos El IGCA emplea diagramas pseudo-causales para anticipar tendencias de desarrollo, trayectorias institucionales y riesgos potenciales hasta el año 2045 (Schwartz, 1991). Para el caso venezolano, se construyen tres escenarios prospectivos:

- **Escenario Optimista**: aplicación eficiente de políticas públicas, transformación estructural acelerada, liderazgo en tecnología verde y expansión de energías renovables (IRENA, 2024).
- **Escenario Base**: progreso gradual con avances en educación técnica, infraestructura inteligente y sostenibilidad, enfrentando desafíos en gobernanza y financiamiento (Banco Mundial, 2022).
- **Escenario Pesimista**: baja adopción de tecnologías sostenibles, estancamiento en innovación, alta dependencia de hidrocarburos y dificultades económicas persistentes.

Estos escenarios permiten simular trayectorias posibles, anticipar impactos y diseñar estrategias de apalancamiento institucional.

Uso del IGCA por Instituciones

El IGCA está diseñado para ser utilizado por diversos actores estratégicos:

- **Gobiernos**: diseño de políticas públicas anticipatorias, planificación estructural y estrategias de crecimiento sostenible.
- **Instituciones académicas**: estudios sobre gobernanza, resiliencia económica, innovación y prospectiva territorial.
- **Sector privado**: evaluación de oportunidades de inversión, análisis de riesgo estructural y activación de proyectos tecnológicos.
- **Organismos internacionales**: monitoreo del progreso global en sostenibilidad, digitalización y gobernanza anticipatoria.

Reflexión Inicial

El IGCA constituye una herramienta analítica robusta para evaluar la preparación estructural de los países frente a desafíos futuros. Su arquitectura multidimensional —compuesta por nueve subíndices y 32 indicadores específicos— permite una lectura integral de capacidades institucionales, tecnológicas, sociales y ambientales.

La construcción del índice se fundamenta en fuentes de datos verificadas, validación estadística y ponderaciones dinámicas, lo que asegura su aplicabilidad en múltiples áreas de planificación estratégica, formulación de políticas públicas y activación institucional (Banco Mundial, 2022) (OCDE, 2022).

La integración de modelos prospectivos y diagramas pseudo-causales garantiza una evaluación realista de la evolución de cada nación hasta el año 2045 (Schwartz, 1991), ofreciendo una base sólida para la toma de decisiones estratégicas, la simulación de escenarios y el diseño de estrategias de apalancamiento territorial.

Caso Aplicado a Venezuela – Escenario de Transición Energética hacia 2045

La aplicación del **IGCA** al caso venezolano permite anticipar tendencias estructurales y diseñar estrategias de apalancamiento para lograr un crecimiento sostenible, resiliente y equilibrado. El modelo se articula en torno a cinco dimensiones clave:

- **Salud y crecimiento poblacional**: garantizar calidad de vida, productividad demográfica y condiciones sanitarias sostenibles (Banco Mundial, 2022).
- **Educación y preparación**: desarrollar capacidades tecnológicas y científicas, con énfasis en formación técnica y carreras STEM (CEPAL, 2021).
- **Innovación y patentes**: crear nuevas tecnologías, fortalecer ecosistemas de startups y mejorar la competitividad nacional (OMPI, 2022).
- **Energía y medio ambiente**: reducir emisiones, expandir fuentes renovables y mejorar la eficiencia energética (IRENA, 2024).
- **Infraestructura y transporte**: implementar soluciones digitales, redes inteligentes y movilidad sostenible (OCDE, 2022).

Nota metodológica: aunque el IGCA está compuesto por nueve subíndices, en el caso venezolano se priorizan cinco

dimensiones estratégicas directamente vinculadas con la transición energética. Las demás permanecen activas en el modelo completo y pueden incorporarse en fases posteriores de análisis.

Metodología Aplicada en el IGCA

1. **Definición de la estructura del índice**

   - Se establecen nueve subíndices principales, cada uno enfocado en un área estratégica.
   - Cada subíndice se desglosa en indicadores que en su totalidad suman 32 métricas específicas.

2. **Recolección y normalización de datos**

   - Se recopila información sobre los 32 indicadores desde fuentes confiables nacionales e internacionales (Banco Mundial, 2022) (CEPAL, 2021) (OCDE, 2022).
   - Se aplican técnicas de normalización estadística para asegurar comparabilidad entre países y regiones.
   - Se proyecta el uso futuro de tecnologías como blockchain para registrar datos de forma transparente (OMPI, 2022).

3. **Modelado de escenarios y diagramas pseudo-causales**

   - Se construyen diagramas para visualizar la evolución de cada subíndice.
   - Se simulan tres escenarios prospectivos (optimista, base, pesimista).
   - Se identifican factores de influencia, dependencias críticas y relaciones entre indicadores (Schwartz, 1991).

4. **Evaluación de potencial y estrategias de apalancamiento**

   - Se proyectan tendencias y se diseñan escenarios al año 2045 con hitos clave.
   - Se diseñan estrategias específicas para mejorar el desempeño en cada subíndice.
   - Se integran métodos prospectivos basados en inteligencia artificial para validar trayectorias y decisiones (World Economic Forum, 2023).

- **Implementación y ajuste dinámico**

   - Se propone la aplicación de políticas públicas alineadas con los resultados del índice.
   - Se establece un sistema de monitoreo continuo y adaptación estratégica según cambios en las variables.
   - Se realiza una comparación con indicadores globales para evaluar progreso, competitividad y desempeño estructural (PNUD, 2023).

Pseudo-Diagrama de Causa-Efecto para Venezuela

Trayectoria hacia un Ecosistema de Energías Limpias al 2045

El modelo aplicado al caso venezolano se estructura como un pseudo-diagrama de causa-efecto, que permite visualizar la evolución sistémica de indicadores clave desde condiciones básicas hasta impactos globales. Cada fase representa una etapa de transformación estructural, articulada por relaciones causales entre variables estratégicas.

- **Base de Entrada: Condiciones Vitales Fundamentales** Alimentación + Salud + Vivienda

   - Buena alimentación → mejora la salud → mayor capacidad de aprendizaje → condiciones estables para la educación.

- **Fase 1: Educación y Preparación**

   - Acceso a educación de calidad.
   - Formación técnica y universitaria.
   - Desarrollo de habilidades tecnológicas y científicas.

- **Fase 2: Desarrollo Tecnológico y Energético**

   - Inversión en tecnología.
   - Mejora de productividad y eficiencia energética.
   - Reducción de emisiones de CO_2 (IRENA, 2024).

- **Fase 3: Economía Circular y Sostenibilidad**

   - Reciclaje y gestión de residuos.
   - Disminución de contaminación.
   - Implementación de políticas ecológicas avanzadas (UNCTAD, 2024).

- **Fase 4: Innovación y Crecimiento Económico**

   - Acceso a financiamiento verde.
   - Expansión de proyectos tecnológicos sostenibles.
   - Aumento de competitividad e innovación empresarial.

- **Fase 5: Impacto Social y Global**

   - Mayor bienestar y calidad de vida.

- Conciencia ambiental y participación ciudadana.

- Creación de un ecosistema resiliente y sostenible.

Interpretación del Diagrama

Este esquema permite visualizar cómo la activación progresiva de indicadores estratégicos genera ciclos virtuosos de transformación estructural, posicionando a Venezuela como referente regional en sostenibilidad, innovación y gobernanza anticipatoria (CEPAL, 2021) (World Economic Forum, 2023).

Efecto Final

La aplicación del IGCA al caso venezolano permite diseñar un escenario de transformación estructural hacia un modelo de desarrollo basado en energías limpias, innovación y sostenibilidad. El efecto acumulativo de las fases activadas genera un ecosistema resiliente, competitivo y alineado con los desafíos del siglo XXI:

- **Transformación estructural integral**: Venezuela consolida un modelo holístico donde salud, educación, innovación, energía y gobernanza se articulan de forma sinérgica, reforzando la capacidad anticipatoria del país.

- **Mayor competitividad global**: la economía nacional se reposiciona sobre bases tecnológicas y sostenibles, atrayendo inversión, generando propiedad intelectual y ampliando su inserción en mercados emergentes (OMPI, 2022).

- **Reducción de emisiones y eficiencia energética**: la transición hacia fuentes renovables y la modernización de la infraestructura energética aseguran un futuro más limpio, resiliente y alineado con los compromisos ambientales internacionales (IRENA, 2024) (PNUD, 2023).

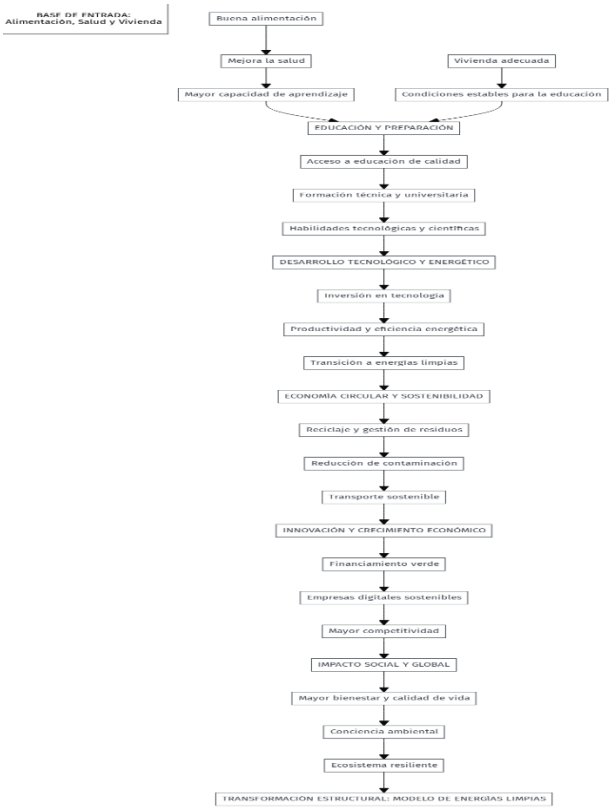


Figura 1

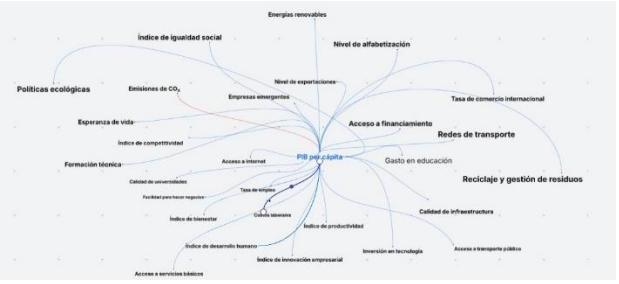


Figura 2

Alta Interdependencia Sistémica

Interpretación de la Matriz de Conectividad (Figura 3)

El modelo aplicado revela un fenómeno característico de los sistemas complejos: la **alta interdependencia sistémica**, donde los indicadores estratégicos están fuertemente interrelacionados (World Economic Forum, 2023). En matrices de conectividad como la representada en la Figura 3, cuando la mayoría de los indicadores se ubican en el cuadrante

superior, se evidencia una estructura de alta densidad relacional.

Este tipo de configuración implica que:

- **Interdependencia múltiple**: cada indicador influye y es influido por varias dimensiones del sistema, generando efectos multiplicadores.
- **Ciclos de retroalimentación positiva**: el fortalecimiento de un subíndice —por ejemplo, educación o innovación— impulsa mejoras en otros, como salud, energía o gobernanza (CEPAL, 2021).
- **Ciclos de retroalimentación negativa**: el deterioro de un componente crítico —como infraestructura o cohesión social— puede generar efectos regresivos en el resto del sistema (Banco Mundial, 2022).

La presencia de alta interdependencia sistémica exige modelos de intervención integrales, donde las estrategias de apalancamiento consideren simultáneamente múltiples dimensiones. Solo de esta manera es posible evitar desequilibrios estructurales y maximizar el impacto positivo de las políticas públicas anticipatorias.

Dinámicas de Dependencia, Cuellos de Botella y Estabilidad

El análisis del modelo aplicado a Venezuela revela tres dinámicas estructurales clave que deben considerarse en la formulación de estrategias prospectivas:

1. **Alta Dependencia Sistémica** El sistema evaluado mediante el IGCA presenta una interdependencia elevada entre indicadores, lo que genera efectos de arrastre tanto positivos como negativos:
    - Si un indicador mejora (ej. inversión en tecnología), puede activar mejoras en competitividad, empleo, innovación y productividad (OMPI, 2022).
    - Si un indicador decae (ej. infraestructura o gobernanza), puede generar efectos dominó negativos, debilitando múltiples dimensiones del sistema. Esta configuración exige intervenciones coordinadas y multisectoriales para evitar desequilibrios estructurales.
2. **Indicadores como Cuellos de Botella** Algunos indicadores actúan como limitantes estructurales que frenan el progreso del sistema si no son abordados prioritariamente:
    - Costos laborales elevados y emisiones de CO_2 generan impactos negativos extendidos sobre competitividad, salud ambiental y productividad (OCDE, 2022).
    - Si no se corrigen, estos factores pueden bloquear el avance en innovación, sostenibilidad y cohesión social.
    - Requieren estrategias de desbloqueo específicas, con políticas públicas focalizadas y mecanismos de financiamiento verde (PNUD, 2023).
3. **Efectos de Equilibrio o Inestabilidad** El sistema puede evolucionar hacia estabilidad estructural o crisis recurrentes, dependiendo de la calidad de la intervención estratégica:
    - Si la política económica y ambiental corrige los factores negativos, el sistema tiende hacia equilibrio dinámico, con crecimiento sostenido y resiliencia institucional.
    - Si no hay intervención oportuna, pueden surgir crisis estructurales, afectando la capacidad de adaptación, la inversión y el bienestar social.

Este análisis confirma que el IGCA no solo mide preparación estructural, sino que permite anticipar trayectorias sistémicas, identificar puntos críticos y diseñar estrategias de apalancamiento con base en inteligencia institucional.

Modelo de Crecimiento y Transición Energética para Venezuela (2025–2045)

Etapas de Crecimiento y Apalancamiento

Este modelo proyecta una trayectoria estructural hacia la sostenibilidad energética, articulando indicadores clave, estrategias de apalancamiento y sus impactos esperados en el crecimiento económico.

Tabla 2 – Etapas de Crecimiento

La Tabla 2 sintetiza las metas de crecimiento económico y sostenibilidad energética proyectadas para Venezuela. Cada etapa articula indicadores clave, estrategias de apalancamiento y los impactos esperados en el PIB y la matriz energética, mostrando la ruta progresiva hacia la transición energética y la resiliencia institucional.

Etapa	Indicadores Clave	Estrategia de Apalancamiento	Impacto en el Crecimiento
2025	PIB +2%, electrificación 65%, inversión en salud 4.5% PIB	Reactivación de infraestructura eléctrica, incentivos para inversión privada	PIB +1.2%, reducción del 5% en apagones
2030	Energía renovable 30%, educación	Expansión de parques solares y eólicos, formación	PIB +2.0%, reducción del 15% en

Etapa	Indicadores Clave	Estrategia de Apalancamiento	Impacto en el Crecimiento
	técnica 75%, financiamiento verde 6%	en tecnología energética	consumo de petróleo
2035	Transporte público sostenible 80%, digitalización 70%, reducción de emisiones 25%	Electrificación del transporte, integración de IA en gestión energética	PIB +2.5%, eliminación del carbón en generación eléctrica
2040	Economía circular 60%, infraestructura inteligente, energía renovable 50%	Digitalización total de la industria, transición progresiva a energías limpias	PIB +3.0%, reducción del 40% en consumo de gas fósil
2045	Neutralidad climática, 80% energía renovable, innovación total	Consolidación de un modelo sostenible, liderazgo regional en tecnología verde	PIB +3.5%, Venezuela como referente en sostenibilidad

Este modelo permite visualizar una ruta estructurada de transición energética, donde cada etapa activa subíndices del IGCA y genera efectos multiplicadores en competitividad, resiliencia institucional y bienestar social (IRENA, 2024).

Desplazamiento de Energía Fósil

Tabla 3 – Composición de la Matriz Energética Nacional (2025–2045)

La Tabla 3 muestra la evolución de la matriz energética venezolana en el horizonte 2025–2045. Se observa el desplazamiento gradual de los combustibles fósiles y el incremento sostenido de las energías renovables, hasta alcanzar un 80% de participación en 2045, consolidando la neutralidad climática nacional.

Fuente de Energía	2025	2030	2035	2040	2045
Petróleo	85%	70%	50%	30%	15%
Gas Natural	10%	15%	20%	25%	30%
Carbón	5%	3%	1%	0%	0%
Renovables	5%	12%	25%	45%	80%

Este desplazamiento refleja un cambio estructural en la matriz energética, donde las fuentes limpias pasan de representar apenas el 5% en 2025 a dominar el 80% en 2045, consolidando la neutralidad climática y la eficiencia energética nacional (UNCTAD, 2024).

Apalancamiento por Regiones

Tabla 4 – Penetración de Energías Renovables por Región (2025–2045)

La Tabla 4 detalla la distribución territorial de las energías renovables en Venezuela. Este análisis permite identificar el potencial regional de apalancamiento, optimizar recursos locales y reducir desigualdades energéticas, consolidando un modelo descentralizado de sostenibilidad.

Región	2025	2030	2035	2040	2045
Zulia	10%	25%	40%	60%	85%
Caracas y Miranda	15%	30%	50%	70%	90%
Guayana	20%	40%	60%	80%	100%
Los Andes	8%	20%	35%	55%	80%
Oriente	12%	28%	45%	65%	88%

Esta distribución territorial permite activar estrategias regionales de apalancamiento, optimizando recursos locales, reduciendo desigualdades energéticas y consolidando un modelo nacional de sostenibilidad descentralizada (CEPAL, 2021).

Relación con el IGCA

La trayectoria de transición energética proyectada para Venezuela se articula directamente con los subíndices del IGCA, consolidando una estructura de crecimiento basada en innovación, sostenibilidad y resiliencia institucional. Las principales correspondencias son:

- **Salud y Crecimiento Poblacional**: mejora de esperanza de vida, condiciones sanitarias y productividad laboral.
- **Educación y Capacitación**: formación técnica y universitaria orientada a innovación, digitalización y tecnologías verdes.

- **Innovación y Patentes**: creación de nuevos modelos de negocio sostenibles, fortalecimiento del ecosistema emprendedor y generación de propiedad intelectual (OMPI, 2022).
- **Energía y Medio Ambiente**: reducción de emisiones, eficiencia energética y expansión de fuentes renovables (IRENA, 2024).
- **Infraestructura y Transporte** : implementación de soluciones de movilidad sostenible, redes inteligentes y digitalización territorial (Banco Mundial, 2022).

Efecto Final

La aplicación del **IGCA** al caso venezolano permite anticipar una transición energética estructurada, con un enfoque estratégico en intangibles, innovación y sostenibilidad, asegurando:

- Crecimiento económico sostenido.
- Competitividad regional fortalecida.
- Consolidación de un ecosistema resiliente y alineado con los principios del IGCA (PNUD, 2023) (IRENA, 2024).

Estado Actual de Patentes e Innovación en Venezuela

El subíndice de **Innovación y Patentes** revela una brecha estructural significativa que limita la competitividad tecnológica del país y exige estrategias de apalancamiento institucional:

- **Volumen actual de patentes**: Venezuela ha promediado aproximadamente 275 solicitudes anuales en los últimos tres años, reflejando una caída sostenida en la capacidad de generación tecnológica y propiedad intelectual (OMPI, 2022).
- **Comparación histórica**: En la década de los 80, el país registraba entre 2,200 y 2,500 patentes anuales, en niveles comparables a México y Brasil, lo que posicionaba a Venezuela como un actor relevante en innovación regional.
- **Situación comparativa actual**: México y Brasil han cuadruplicado sus registros:
  - México: entre 16,000 y 18,000 solicitudes anuales.
  - Brasil: entre 25,000 y 30,000 solicitudes anuales. En contraste, Venezuela ha descendido a menos de una décima parte de su volumen histórico, evidenciando un rezago estructural en ecosistemas de innovación (Banco Mundial, 2022).
- **Marco legal y restricciones operativas**: La legislación venezolana permite el registro de patentes en sectores como alimentos, medicamentos y productos químicos, siempre que cumplan con criterios de novedad, aplicación industrial y no contravengan el orden público o la salud pública. Sin embargo, la ausencia de marcos regulatorios claros, incentivos fiscales y plataformas de validación tecnológica limita la innovación en sectores estratégicos como transición energética, biotecnología y seguridad alimentaria (UNCTAD, 2024).

Este diagnóstico confirma la necesidad de reformar el marco legal, activar mecanismos de financiamiento verde y fortalecer el ecosistema de innovación como condición estructural para que el IGCA funcione como herramienta de transformación nacional.

Estrategia de Apalancamiento para Patentes e Innovación (2025–2045)

Activación del Subíndice de Innovación y Propiedad Intelectual

Tabla 5 – Etapas de Apalancamiento

La Tabla 5 describe la activación progresiva del subíndice de innovación y propiedad intelectual. Se incluyen metas de patentes, startups y digitalización, vinculadas con estrategias de apalancamiento institucional y sus impactos en el crecimiento económico.

Etapa	Indicadores Clave	Estrategia de Apalancamiento	Impacto en el Crecimiento
2025	Patentes (275), I+D (0.5% PIB), educación técnica (65%)	Reformas legales, incentivos fiscales	PIB +1.5%, +50% en solicitudes
2030	Patentes (1,500), digitalización (70%), financiamiento verde (5%)	Centros de innovación, vinculación universidad-empresa	PIB +2.5%, +200% en patentes
2035	Patentes (5,000), startups (1,200), renovables (40%)	Parques tecnológicos, exportación de tecnología	PIB +3.5%, Venezuela como hub regional
2040	Patentes (12,000), economía circular (60%), infraestructura inteligente	Digitalización industrial, transición energética	PIB +4.5%, –50% consumo de petróleo
2045	Patentes (18,000),	Consolidación del modelo sostenible	PIB +5.0%, liderazgo

Etapa	Indicadores Clave	Estrategia de Apalancamiento	Impacto en el Crecimiento
	neutralidad climática, liderazgo en innovación		regional en sostenibilidad

Desplazamiento de Energía Fósil

Tabla 6 – Composición de la Matriz Energética Nacional (2025–2045)

La Tabla 6 complementa el análisis energético mostrando la reducción del petróleo y carbón en la matriz nacional, junto con el aumento de gas natural y renovables. Este cambio estructural refleja la transición hacia un modelo energético limpio y competitivo.

Fuente de Energía	2025	2030	2035	2040	2045
Petróleo	85%	70%	50%	30%	15%
Gas Natural	10%	15%	20%	25%	30%
Carbón	5%	3%	1%	0%	0%
Renovables	5%	12%	25%	45%	80%

Este desplazamiento refleja un cambio estructural en la matriz energética, donde las fuentes limpias pasan de representar apenas el 5% en 2025 a dominar el 80% en 2045, consolidando la neutralidad climática y la eficiencia energética nacional (IRENA, 2024).

Efecto Final

La transición energética anticipada, articulada con el subíndice de innovación, asegura:

- Crecimiento económico sostenido.
- Competitividad regional fortalecida.
- Liderazgo en tecnología verde y resiliencia institucional (PNUD, 2023) (OCDE, 2022).

Valoración Actual de los 32 Indicadores en Venezuela

Diagnóstico Base para Activación del IGCA (2025)

Tabla 7 – Indicadores Nacionales (2025)

La Tabla 7 presenta el diagnóstico base de los 32 indicadores nacionales utilizados para la activación del IGCA en Venezuela. Estos valores iniciales permiten establecer líneas de referencia y detectar brechas estructurales en áreas como educación, innovación, infraestructura y sostenibilidad

Nº	Indicador	Valor Actual	Unidad de Medida
1	PIB per cápita	2,200	USD/persona
2	Tasa de empleo	49.5	% población activa
3	Índice de productividad	38.2	Escala 0–100
4	Nivel de exportaciones	24.3	% del PIB
5	Costos laborales	1,200	USD/año
6	Acceso a Internet	79.1	% de la población
7	Inversión en tecnología	0.8	% del PIB
8	Empresas digitales	4,200	Unidades registradas
9	Uso de inteligencia artificial	48	% de empresas medianas y grandes
10	Gasto en educación	3.5	% del PIB
11	Nivel de alfabetización	97.6	% de la población
12	Calidad de universidades	Baja-media	Escala cualitativa
13	Formación técnica	62.3	% de cobertura nacional
14	Empresas emergentes	3,100	Unidades registradas
15	Facilidad para hacer negocios	38.4	Escala 0–100
16	Índice de innovación empresarial	35.7	Escala 0–100

Nº	Indicador	Valor Actual	Unidad de Medida
17	Acceso a financiamiento	1.9	% del PIB
18	Emisiones de CO_2	6.2	Toneladas/habitante
19	Energías renovables	12.5	% de la matriz energética
20	Políticas ecológicas	Parciales	Escala cualitativa
21	Reciclaje y gestión de residuos	18.9	% de cobertura nacional
22	Redes de transporte	42.7	Escala 0–100
23	Calidad de infraestructura	38.1	Escala 0–100
24	Índice de bienestar	50.2	Escala 0–100
25	Esperanza de vida	73.2	Años
26	Acceso a servicios básicos	61.4	% de la población
27	Índice de igualdad social	39.8	Escala 0–100
28	Tasa de comercio internacional	26.5	% del PIB
29	Acceso a transporte público	52.3	% de cobertura nacional
30	Índice de desarrollo humano (IDH)	0.699	Escala 0–1
31	Índice de competitividad	31.0	Escala 0–100
32	Índice de bienestar empresarial	35.7	Escala 0–100

Meta de Crecimiento por Etapas (2025–2045)

Activación Secuencial del Modelo IGCA para Transición Energética

Esta proyección establece metas estructurales de crecimiento económico y sostenibilidad energética para Venezuela, articuladas por indicadores clave, estrategias de apalancamiento y resultados esperados. Cada etapa representa un hito en la transformación nacional, alineado con los subíndices del IGCA (Banco Mundial, 2022) (CEPAL, 2021).

Tabla 8 – Etapas de Crecimiento y Apalancamiento

La Tabla 8 integra los hitos de crecimiento anticipatorio vinculados al IGCA. Cada etapa combina indicadores económicos, tecnológicos y sociales, mostrando cómo la transición energética y la innovación pueden generar efectos multiplicadores en competitividad y resiliencia institucional.

Nº	Etapa	Indicadores Clave	Estrategia de Apalancamiento	Meta de Crecimiento
1	2025	PIB per cápita (meta: 5,500 USD; actual: 2,200 USD), Energía renovable (12%), Educación técnica (65%)	Reactivación de infraestructura eléctrica, incentivos para inversión privada	PIB +1.5%, reducción del 10% en apagones
2	2030	Energía renovable (30%), Empresas digitales (7,500), Acceso a financiamiento (5%)	Expansión de parques solares y eólicos, formación en tecnología energética	PIB +2.5%, reducción del 20% en consumo de petróleo
3	2035	Transporte público sostenible (80%), Digitalización (70%), Reducción de emisiones (35%)	Electrificación del transporte, integración de IA en gestión energética	PIB +3.5%, eliminación del carbón en generación eléctrica
4	2040	Economía circular (60%), Infraestructura inteligente, Energía renovable (50%)	Digitalización total de la industria, transición progresiva a energías limpias	PIB +4.5%, reducción del 50% en consumo de gas fósil

Nº	Etapa	Indicadores Clave	Estrategia de Apalancamiento	Meta de Crecimiento
5	2045	Energía renovable (80%), Patentes activas (9,000), Economía circular (75%), IDH (≥0.75)	Consolidación de ecosistemas tecnológicos, integración regional, exportación de soluciones sostenibles	PIB +5.5%, liderazgo regional en innovación verde

Este modelo permite visualizar una trayectoria estructurada de crecimiento anticipatorio, donde cada etapa activa subíndices del IGCA y genera efectos multiplicadores en competitividad, resiliencia institucional y bienestar social (IRENA, 2024).

Resultados y Discusión

La aplicación del IGCA confirma su utilidad como marco metodológico para evaluar el impacto de las políticas públicas en la capacidad de respuesta, adaptación y transformación estructural de los países.

Hallazgos clave:

- **Resiliencia institucional**: los países con estructuras de gobernanza anticipatoria muestran mayor capacidad de adaptación frente a crisis sistémicas, transiciones tecnológicas y desafíos ambientales (CEPAL, 2021).
- **Economías digitalizadas y diversificadas**: la integración de tecnología, ciencia y educación técnica fortalece la estabilidad futura, reduce vulnerabilidades y amplía las oportunidades de innovación (OCDE, 2022).
- **Evaluación en tiempo real**: las métricas del IGCA permiten ajustes estratégicos continuos, facilitando la recalibración de políticas públicas según el comportamiento de los indicadores (World Economic Forum, 2023).

Comparado con enfoques exclusivamente cualitativos, el IGCA ofrece una evaluación estructurada, con herramientas estadísticas y modelos prospectivos que optimizan la planificación, la inversión y la gobernanza anticipatoria (Banco Mundial, 2022).

Conclusiones

El IGCA representa una herramienta metodológica avanzada para evaluar la preparación estructural de los países ante desafíos futuros. Su diseño —basado en indicadores cuantificables, ponderaciones dinámicas y simulaciones prospectivas— permite anticipar escenarios en:

- Gobernanza institucional.
- Sostenibilidad ambiental.
- Transformación tecnológica.
- Resiliencia económica y social.

Aporte principal: la capacidad de integrar dimensiones estratégicas como transición energética (IRENA, 2024), educación digital (OCDE, 2022), economía circular (UNCTAD, 2024) y anticipación estratégica en un marco analítico defendible, que favorece la toma de decisiones basadas en evidencia.

Caso Venezuela: aplicado al contexto nacional, el IGCA permite visualizar escenarios prospectivos hacia una transición energética renovable, proyectando hitos clave entre 2025 y 2045 que pueden guiar el desarrollo sostenible del país, activar estrategias de apalancamiento territorial y consolidar un modelo de crecimiento resiliente, competitivo y ecológicamente responsable (PNUD, 2023).

Beneficios y Ventajas del IGCA

- **Optimización de políticas públicas**: métricas cuantificables que facilitan estrategias precisas en gobernanza, planificación territorial y gestión económica.
- **Resiliencia institucional y tecnológica**: evaluación de la capacidad de adaptación ante crisis ambientales, económicas y geopolíticas.
- **Innovación y crecimiento sostenible**: transición hacia modelos económicos basados en digitalización, inteligencia artificial y tecnologías emergentes (OMPI, 2022).

Consideraciones Finales

Puntos fuertes:

- Enfoque multidimensional que combina gobernanza, energía, sostenibilidad y tecnología.
- Integración de inteligencia artificial, algoritmos avanzados y blockchain para transparencia y trazabilidad.
- Escenarios prospectivos hasta 2045 mediante simulaciones dinámicas.

Desafíos:

- Validación y adaptabilidad: necesidad de pruebas empíricas y calibraciones contextuales.
- Interdisciplinaridad: coordinación entre sectores gubernamentales, académicos, técnicos y empresariales.
- Normalización de datos: comparabilidad internacional requiere estandarización robusta y continua (World Economic Forum, 2023).

Perspectivas Futuras

La evolución del IGCA hacia una arquitectura más sofisticada se proyecta mediante la integración de tecnologías emergentes:

- **IA aplicada a modelos prospectivos**: simulación dinámica de escenarios económicos, ambientales y sociales.
- **Computación cuántica y algoritmos predictivos**: optimización de cálculos complejos sobre resiliencia energética e interdependencia sistémica.
- **Blockchain en validación de indicadores**: transparencia, trazabilidad y auditoría en la recopilación de datos estratégicos (OCDE, 2022) (UNCTAD, 2024).

Estos avances permitirán que el IGCA funcione como una plataforma de inteligencia anticipatoria, capaz de prever riesgos, detectar oportunidades estructurales y facilitar decisiones informadas en un entorno global cada vez más complejo y tecnológicamente interconectado.

Referencias

American Water Works Association. (1992). *Standard methods for examination of water and wastewater*. American Publications Health Association.

Banco Mundial. (2022). *Indicators for future governance and sustainable development* [Documento institucional]. Banco Mundial.

Caraballo, L. G. (2015). La anticipación de los intangibles. Una contabilidad anticipatoria global. En *PlaneAción prospectiva estratégica. Teorías, metodologías y buenas prácticas en América Latina*. Universidad Nacional Autónoma de México.

CEPAL. (2021). *Gobernanza anticipatoria en América Latina: Desafíos y oportunidades*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

IRENA. (2024). *Observatorio de las energías renovables*. https://observatoriorenovables.org/autores/irena/

Méndez, F. J., Rodríguez, B. A., Menéndez, N. D., & Romero, J. L. (1998). *Contribución al estudio sobre el uso de aguas residuales con fines de riego* [Tesis de maestría, Universidad Central de Venezuela]. http://saber.ucv.ve/handle/123456/1822

Nweihed, K. G., & Rosales, A. J. (1973). *La vigencia del mar. Las leyes internacionales emanadas de las Naciones Unidas*. Ed. Equinoccio, Universidad Simón Bolívar. https://usb.ve/Biblioteca/abc/123a/AAAHggsEdfA.phs

OCDE. (2022). *Digital transformation and economic sustainability in emerging markets*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

OMPI. (2024). *Examen de los informes sobre el análisis de patentes por tecnología*. https://www.wipo.int/es/web/patent-analytics/explore-reports-by-technology

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2022). *Informe mundial sobre la propiedad intelectual 2022*. https://tind.wipo.int/record/45358

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2023). *La transición hacia una economía circular: el futuro que no podemos postergar*. https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/transicion-hacia-una-economia-circular

Romero, A. M. (2007). El ingeniero venezolano del 2020. *Boletín Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, 14*, 68–102. http://www.acading.org.ve/info/boletin14.php

Schwartz, P. (1991). *The art of the long view: Planning for the future in an uncertain world*. Doubleday.

UNCTAD. (2024). *Economía circular y comercio sostenible*. https://unctad.org/es/isar/topic/trade-and-environment/circular-economy

World Economic Forum. (2023). *Global risks report: Analysis of institutional resilience*. WEF.

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026: 214 – 255

Recibido: abril 2026
Aprobado: junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/113

FRANCISCO DE MIRANDA (1750-1816) Y SUS ESTUDIOS MATEMÁTICOS EN ESPAÑA DURANTE EL SIGLO DE LA ILUSTRACIÓN: UNA VISIÓN A TRAVÉS DE SU DIARIO DE VIAJES

Iván BARITTO [1, 2]

RESUMEN

En el presente trabajo se hace una investigación histórica sobre los estudios matemáticos emprendidos por el prócer venezolano Francisco de Miranda (1750-1816), al establecerse en España a partir del año 1771 como parte de su preparación intelectual para su incursión en el mundo militar en el año 1773, con base en la revisión detallada de información emanada del archivo de su Diario de Viajes, y muy particularmente sobre la emisión de diversas misivas a funcionarios reales, incluido el propio Rey Carlos III, donde destacaba sus conocimientos en esta ciencia exacta. Miranda llegó a contar entre sus libros con las más destacadas obras matemáticas de su tiempo, las cuales eran provenientes de Francia. Esta bibliografía matemática adquirida por el joven criollo fue de vanguardia en sus estudios, incluso en una etapa trascendental de la ilustración científica española, en la cual se produciría una importante transformación en todas aquellas instituciones académicas con enseñanzas en matemáticas y en la generación de obras bibliográficas en este campo científico como parte de las reformas borbónicas llevadas a cabo a fines del siglo XVIII en la Península Ibérica.

ABSTRACT

Francisco de Miranda (1750-1816) and his mathematical studies in Spain during the century of the enlightenment: a vision through his Travel Diary

This paper presents a historical investigation into the mathematical studies undertaken by the Venezuelan hero Francisco de Miranda (1750-1816) when he settled in Spain in 1771 as part of his intellectual preparation for his entry into the military world in 1773. This study is based on a detailed review of information from his Travel Diary archives, and particularly on the writings of various letters to royal officials, including King Charles III himself, highlighting his knowledge of this exact science. Miranda's books included the most outstanding mathematical works of his time, which came from France. This mathematical bibliography acquired by the young Creole was cutting-edge in his studies, even during a transcendental period of Spanish scientific enlightenment, in which a significant transformation would occur in all those academic institutions with teachings in mathematics and in the generation of bibliographic works in this scientific field as part of the Bourbon reforms carried out at the end of the 18th century in the Iberian Peninsula.

Palabras claves: Matemáticas, España, Francia, Newton, Militar, Ilustración, Siglo XVIII
Keywords: Math, Spain, France, Newton, Military, Enlightenment, XVIII century

INTRODUCCIÓN

Desde el primer momento de su arribo a Madrid, el cual inicia el 27 de marzo de 1771 después de salir de La Guaira en la fragata sueca *Prince Frederick* con rumbo al puerto de Cádiz en España, a donde llega el 1 de marzo de 1771, el joven Francisco de Miranda (1750-1816), se propone incursionar en la carrera de las armas al servicio del Rey y para ello se empeña en recibir una sólida y esmerada educación en diversos campos del conocimiento en la capital del Reino complementando de algún modo sus estudios inconclusos de Caracas durante épocas más tempranas, lo que contribuyó sustancialmente a moldear una sólida formación intelectual y militar a principios de la década de 1770 (Figura 1). Entre ese conjunto de nuevos conocimientos, él le dará especial importancia al aprendizaje de las matemáticas y de las lenguas extranjeras, y así lo reflejará en distintas misivas enviadas durante esta época a diferentes funcionarios de la Corona, incluido el propio Rey, razón por la cual en esta investigación se trazó como principal objetivo indagar sobre esta desconocida faceta como matemático de uno de los más destacados próceres de la historiografía nacional, al igual que detallar las principales obras científicas matemáticas disponibles en su biblioteca personal y en las que sustentó su instrucción, al mismo tiempo que analizar el entorno y el desarrollo de esta ciencia exacta en la España de la segunda mitad del siglo XVIII o mejor conocido como Siglo de la Ilustración, período caracterizado por un gran auge del conocimiento en general.

[1] M.Sc. Ciencias Geológicas (UCV), Especialista en Geociencias Petroleras (IFP). Correo-e: *ivanbaritto@gmail.com*
[2] INTEVEP, Gerencia de Exploración, Los Teques. Soc. Venez. Historia de las Geociencias, Caracas. Venezuela.

Figura 1*. Litografía de Francisco de Miranda (36,2 x 23,1 cm) realizada por Gabriel José Arambúru (1826-1886), en el Centro Nacional de Historia-Museo Bolivariano de Caracas junto a una de sus rúbricas cuando era capitán efectivo en el Regimiento de la Princesa en Melilla el 18 de abril de 1775. Fuentes: http://www.franciscodemiranda.org/iconografia & (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 44, FOLIO 173).*

ESTUDIOS INICIALES EN CARACAS

El joven Francisco de Miranda recibió las nociones en "*primeras letras*" en el hogar familiar, sin que se excluya la posibilidad de habérsele contratado preceptores particulares, aunque su primera educación puede también estar vinculada con el Convento de San Francisco, ya que uno de sus maestros, el Padre Francisco Santaella, dictó allí clases hasta que se le trasladó a Puerto Rico, en calidad de Regente de la Cátedra de Gramática en 1759. Otro de sus primeros maestros fue el laico Don Narciso Yépez (LEAL 2006). Pero también es posible que recibiera su educación primaria en el Convento de Monjas Concepcionista, como sucedió a algunos de sus hermanos y hermanas (GARCÍA 1961). Miranda vivía en Caracas en un lugar céntrico (Figura 2), cómodo, protegido por su padre don Sebastián de Miranda empeñado en que su hijo adquiriese una excelente formación académica pero en una sociedad cerrada, piramidal, jerarquizada, donde las profesiones más estimables eran el sacerdocio, abogacía y militar (LEAL 2006), y donde el futuro estaba determinado además por la calidad e hidalguía de sus ascendientes (QUINTERO 2024).

Posteriormente, desde el 10 de enero de 1762, a la edad de 12 años, estuvo inscrito en la Real y Pontificia Universidad de Caracas[3] y cursó estudios de latín en la "*Clase de Menores*" regentada por el Dr. Antonio Monserrate durante dos años (POLANCO ALCÁNTARA 1997). El dominio de esta lengua resultaba indispensable, ya que las clases se dictaban en latín y en este mismo idioma se rendían los exámenes y se redactaban las futuras tesis para la licenciatura, la maestría en Filosofía y el doctorado en Teología, Medicina y Jurisprudencia Civil y Canónica (LEAL 2006). Los estudios de esta lengua fueron indispensables para Miranda, una vez establecido en Europa para la lectura y el aprendizaje de los grandes clásicos latinos antiguos, al igual que de otras importantes obras científicas escritas en este idioma.

Al finalizar el ciclo preparatorio, Miranda se matriculó en el curso de Artes (Filosofía), que era parte del trienio filosófico que conformaba el pensum obligatorio preparatorio a las carreras que entonces se impartían en la universidad. Terminados los dos años previos en las clases de Latinidad pasó dos años adicionales, o sea desde el 26 de septiembre de 1764 hasta el 22 de julio de 1766 y con lecciones diarias, a proseguir el curso de "*Mayores*" y "*Retórica*" con el doctor Francisco José de Urbina, quien redactó un curso de filosofía tomística para la explicación de sus clases (LEAL 2006). El curso requería también de "*nociones de historia profana y sagrada, religión, aritmética y geografía*", es decir, adquirir "*un conocimiento global del saber*". Con este afamado maestro estudió Lógica, Física y Metafísica. Este doctor de la Universidad, fue lector interino de la cátedra de Teología de Vísperas, Teniente Cura de San Pablo de Caracas y leyó un curso completo de "Artes" (POLANCO ALCÁNTARA 1997). Es a partir de este curso de formación en que Francisco de Miranda se inicia en sus primeras nociones de matemáticas elementales.

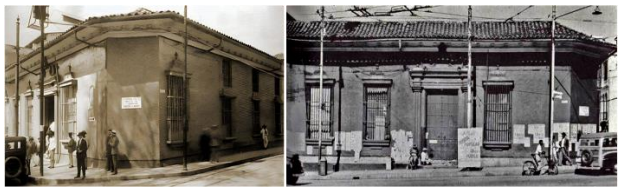


Figura 2*. Imágenes en dos perspectivas de la casa donde vivió Francisco de Miranda durante los años iniciales de su formación hasta su partida hacia España en 1771, la cual estuvo ubicada en la esquina de Padre Sierra en Caracas. Esta vivienda fue posteriormente demolida en el año 1948. Fuentes: https://www.instagram.com/p/DKHwuA3R3Zi/ & https://www.ciudadccs.info/publicacion/27670-casa-natal-de-francisco-de-miranda-sera-recuperada-como-museo*

Miranda en su Diario de Viajes, valioso testimonio documental creado a partir del mismo momento de su partida

[3] La Universidad Real y Pontificia de Santa Rosa fue fundada el 22 de septiembre de 1721 por Real Cédula de Felipe V y confirmada por Bula Apostólica del Papa Inocencio XIII el 18 de diciembre de 1722. Fue denominada "Real y Pontificia" por estar bajo la tutela y protección del monarca español y del sumo pontífice, más tarde se convertiría en Universidad de Caracas y, a partir de 1827 en Universidad Central de Venezuela (LEAL 1963)

desde La Guaira el 25 de enero de 1771 hacia Europa, durante un recorrido por la localidad suiza de Schwyz el 2 de septiembre de 1788, exalta que además de los 3 profesores ya antes señalados, tuvo en Caracas a otros dos educadores que menciona a continuación: "*P. Santaella, Don Narciso Yepez, el Dr. Don Francisco Jose de Urbina, el P. Lindo, Belazquez, etc.*" (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO XV, N° 1383, FOLIO 55).

El presbítero Dr. Gabriel José Lindo, fue doctor dos veces, catedrático, en propiedad, de Latinidad y Moral, Provisor del Obispado y Rector de la Universidad Caraqueña en los años 1807-1809 (LEAL 2006). Fue adherente a la causa patriótica y murió prisionero en Cádiz por sus ideas independentistas en 1817, justamente un año después del deceso de Miranda. El otro educador, el Dr. Domingo Velázquez fue de conducta, literatura y vida "*regulares*", y por muchos años se desempeñó como catedrático de Latinidad (POLANCO ALCÁNTARA 1997).

Francisco de Miranda sólo cursó dos años del trienio obligatorio para la obtención del título de Bachiller en Artes (Filosofía) (LEAL 2006). El cursar "Artes" era indispensable para matricularse en las carreras antes señaladas de Teología, Jurisprudencia, Cánones o Medicina. Asistían durante tres hora diarias a clases de Filosofía y se trataba de dotarlos de una comprensión completa de la ciencia profana partiendo de la Lógica "*o arte de usar bien la razón*" (POLANCO ALCÁNTARA 1997). De acuerdo a LEAL (2006), a partir de julio de 1767 el nombre de Miranda no aparece en los registros del archivo universitario y no existe constancia fidedigna de haber recibido el grado de Bachiller en Artes, ya que su nombre no figura en la lista de graduados que se publicó, aunque Miranda parece haber declarado más tarde que obtuvo el título de bachiller en la Universidad de Caracas en 1767 (POLANCO ALCÁNTARA 1997, ROBERTSON 2006).

Sus estudios repentinamente sufrieron una crisis. Parece que todo tuvo que ver con la situación de su padre don Sebastián de Miranda a partir del año 1764, los cuales repercutieron en el desarrollo y vida de su hijo mayor Francisco de Miranda. Tal vez se retiró de las aulas por el difícil enfrentamiento sostenido entre la nobleza criolla contra su padre que vivía "*del decente ejercicio y comercio de una tienda de lienzos de Castilla y panadería*", desempeñando estas labores entre los años de 1753 y 1769, y además de esto, don Sebastián era capitán de la Compañía de Blancos Isleños de Canarias, la cual era mantenida a expensas de sus integrantes y dirigida por él desde 1764. No es improbable que con motivo del desagradable tratamiento a que su padre estuvo sometido y acentuada esta situación ante el Cabildo de Caracas en 1769, la salida del país la motivase o la apresurase a lo menos, las prevenciones de una facción de los mantuanos contra don Sebastián y posiblemente contra él mismo, lo que le obligó a tomar otras decisiones en cuanto a su futuro inmediato (GRISANTI 1950, LEAL 2006, BOHÓRQUEZ 2006, ROBERTSON 2006, QUINTERO 2024).

Aunque su permanencia en la Universidad no le llevó a tener el título correspondiente al trienio, la educación tradicional recibida resultó básica y suficiente, ya que contó con la tutela docente de afamados maestros, todos doctores, catedráticos por oposición, de conducta y vida reconocidas como buenas, expertos en sus especialidades, profesores de prestigio que tenían que dictar sus cursos con cierta idoneidad, debió haber recibido una educación básica muy suficiente. Estos maestros universitarios le inculcaron además la afición por los libros, modelaron su mente crítica y tal vez, sembraron en el alma del joven caraqueño el gusto por otras artes (LEAL 2006). Miranda al salir de las aulas sabía manejar bastante bien el latín, poseía nociones fundamentales de Lógica, entendía Matemáticas y estaba enterado de las líneas generales de la historia (POLANCO ALCÁNTARA 1997).

El 3 de enero de 1771, el joven Francisco de Miranda hizo saber al Gobernador y Capitán General José Solano y Bote (1726-1806) que, pretendía servir a S.M. en los Reinos de España, es decir, se marchaba de Caracas. Presentó a esos efectos una extensa declaración testimonial acerca de sus circunstancias, formulada el mismo día y bajo juramento. Los testigos, entre quienes se destaca la diversidad de oficios y dignidades [4], dicen que habían visto al joven, entonces cerca de 21 años de edad, cursar en las aulas del Real Seminario y Colegio y que había dado bastantes muestras de aplicación, esmero, idoneidad, celo, eficacia, aptitud, genio y buena conducta. Coinciden en acreditar sus demostraciones de entereza y honradez, afirman que no ha dado mala nota ni escándalo de su persona y que ha vivido cristianamente y frecuentado los Santos Sacramentos (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 12, FOLIOS 8-12). Cuando se marcha de Venezuela en 1771, la Universidad de Caracas, según testimonios del obispo Mariano Martí, albergaba pocos estudiantes y poseía escasas rentas consistentes en el diez por ciento de los diezmos del obispado (LEAL 2006).

El joven Miranda se marcha a España con el deseo de alcanzar no sólo un ascenso social o "*ennoblecimiento*" a través de la vida militar, constituida ésta en una práctica acentuada durante la segunda mitad del siglo XVIII, sino que también iba en búsqueda de la verdad, la ciencia y la instrucción (POLANCO ALCÁNTARA 1997). Aparte de los estudios, el viaje a España era una etapa natural en la formación general de un criollo joven y rico, cuyo esplendor en la vida social era reflejo del que irradiaba de la Corona (VARELA 1997). Al salir de Caracas en 1771, llevó consigo tres textos: "*El documento de*

[4] Francisco de Miranda presentó a cinco personas en la declaración testimonial redactada por el escribano real Joseph Thomas Punzel, conformadas por: Don Antonio Joseph Muños de Aranguren de 67 años, vecino de la ciudad (Testigo N° 1), al Dr. Domingo Velásques, Presbítero de la ciudad (Testigo N° 2), a Don Bartolomé Lópes Méndes de 62 años, también vecino de la ciudad de Caracas (Testigo N° 3), al Br. Joseph de la Sierra, Presbítero y Capellán Mayor del Monasterio de Religiosas de la Inmaculada Concepción de la ciudad (Testigo N° 4) y al Dr. Jacobo Montero Bolaños, Presbítero y Cura Rector de la Parroquial de Nuestra Señora de Altagracia (Testigo N° 5) (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 12, FOLIOS 8-12).

la polémica de Valverde" (LEAL 2006; BALZA 2007), un informe sobre "*El modo de fundar una hacienda de cacao y sus modalidades*" (OCHOA 2021); y un "*Instructivo para reparar relojes*" (PINEDA 2001). Su gratitud por las enseñanzas recibidas en esa primera etapa de su vida se revelará años después, a través de dos disposiciones testamentarias, una del 1 agosto de 1805 y otra del 2 de octubre de 1810, donde donará sus libros clásicos griegos y latinos de su Biblioteca de Londres a la Universidad de Caracas (ÚSLAR PIETRI 1966).

LAS MATEMÁTICAS EN LA ESPAÑA DEL SIGLO XVIII

El gobierno de un vasto imperio como el español pudo construirse y mantenerse desde el siglo XVI gracias a un elevado conocimiento científico y técnico. A lo largo de la historia de España lo que se ha entendido por "*Matemáticas*" ha variado en el transcurso del tiempo. Inicialmente se englobaban dentro de las "artes liberales" [5] formando el *quadrivium*. Se consideraban parte fundamental de las "artes" o la "filosofía", usándose muchas veces los términos de "artista" y "filósofo" para referirse a matemáticos y físicos (aparte de los propios filósofos); un "matemático" es un "filósofo" hasta la Ley Moyano (1857). Para COVARRUBIAS (1611) las matemáticas eran el conocimiento que "*se dize propiamente de la Geometría, Música, Arixmética y Astrología. Porque estas por excelencia se llaman sciencias Matemáticas*"; es decir, el *quadrivium*, que era uno de los dos grupos de saberes de las artes liberales. En el *Diccionario de la Lengua* de la Real Academia Española, de 1780, la matemática es la "*ciencia que trata de la quantidad en quanto mesurable, cuyos principales fundamentos son la geometría y aritmética*" (sin música y astronomía). En la actualización de este diccionario de 2018, matemática es la "*ciencia deductiva que estudia las propiedades de los entes abstractos como números, figuras geométricas o símbolos y sus relaciones*" (CARABIAS 2020).

La historiografía sobre la evolución de las matemáticas en el siglo previo al XVIII, coincide en afirmar el retraso que sufrió el conocimiento y la investigación de esta ciencia exacta en las universidades de la Península Ibérica tras los éxitos del siglo XVI y la decadencia general durante el siglo XVII. Durante el siglo XVIII, todas las universidades españolas se habían distanciado notablemente de los conocimientos europeos en las ciencias físico-matemáticas. El origen de esta separación en los reinos peninsulares estuvo en el miedo al contagio del protestantismo nacido con Lutero (1517) por un lado desde etapas muy tempranas, y a las teorías que destronaban a la Tierra como centro del universo, poniendo el contenido de la Biblia en entredicho; y por el otro, lo que se tradujo con el devenir de los años en la pérdida del alumnado universitario debido a las luchas doctrinales, las prohibiciones inquisitoriales de lectura de ciertas obras incluidas en los índices de libros prohibidos de los años 1551, 1559, 1583, 1584, 1612, 1632, 1640, 1667, 1707, 1747, 1790 y en el estrecho corsé de los planes de estudio universitarios, desembocando en un deplorable estado del conocimiento y docencia de esta ciencia en las universidades españolas posteriormente (CARABIAS 2020).

La enseñanza de las matemáticas sólo se mantuvo en un nivel aceptable en las escuelas jesuíticas, especialmente en el Colegio Imperial de Madrid creado en 1625, institución que llegaría a ser el principal foco científico español durante el siglo XVII y, después, en las décadas finales, entre los "*novatores*", grupo de científicos que habían asimilado la ciencia moderna y que desde Valencia, Zaragoza, Sevilla, Cádiz, Madrid, recogieron y difundieron los nuevos saberes, pero estos no prestaron demasiada atención a la geometría analítica, al cálculo infinitesimal y a la física de Newton (NAVARRO 2014). Así pues, fueron los jesuitas y los novatores los dos grupos humanos españoles que más estudiaron, enseñaron y escribieron sobre matemáticas, pero los jesuitas, muy activos en el desarrollo de la ciencia durante el siglo XVII, fueron perdiendo protagonismo y actualización durante el siglo XVIII, hasta la expulsión de su orden de España en 1767 (CARABIAS 2020).

Los acontecimientos más importantes del año escolar en los colegios de jesuitas eran los exámenes públicos, concursos en que se enfrentan los alumnos más brillantes de acuerdo a SARRAILH (1957). Sin embargo, el certamen matemático del Seminario de Nobles de Madrid (7 de marzo de 1748) parece demostrar que las ciencias exactas habían penetrado ya en este colegio, fundado por Felipe V y protegido por Fernando VI, en efecto (SARRAILH 1957, p. 196):

> *"Después de un concierto de música, se abrirá la disputa con una arenga en verso castellano en la cual, de los tres caballeros conclusionantes, el primero manifestará la nobleza de las ciencias matemáticas ya por lo que son en sí mismas..., ya por la estimación en que desde el principio del mundo las han tenido todos los sabios, todos los grandes príncipes y aun todas las naciones cultas. El segundo mostrará no sólo su utilidad para las conveniencias de la vida humana y bien común de los particulares de por sí y ya de los Estados en general y de las Repúblicas, sino también su necesidad absoluta... El tercero expondrá no sólo la conducencia sino también la necesidad de las matemáticas para las demás ciencias, por lo menos las naturales..., porque para evitar la confusión y desorden amontonado deben tomar de las matemáticas el método geométrico... La filosofía, en lógica, física y metafísica, apenas da paso seguro sin las matemáticas, como se ve en los príncipes de la Escuela, Santo Tomás y Aristóteles. cuyos libros están llenos de demostraciones geométricas, y no menos en los modernos, que sólo de este modo han hecho los prodigiosos adelantamientos que hoy admiramos en el conocimiento de la naturaleza"*

[5] Las artes liberales eran las disciplinas y oficios cultivados por los hombres libres y las élites entre los romanos, y constituyeron la base del currículo docente que se instauró en las universidades a partir de su nacimiento en el siglo XI (Universidad de Bolonia, 1088). Comprendía dos partes: el *trivium* (las ciencias del lenguaje: gramática, retórica y dialéctica) y el *quadrivium* (las ciencias del número: aritmética, geometría, música y astronomía). En las universidades, estas siete materias formaban el conjunto didáctico de la llamada facultad de artes (CARABIAS 2020).

Venía a continuación el reglamento del examen propiamente dicho (en él se dice, por ejemplo, que los invitados podían hacer preguntas y participar en la discusión). El examen se refería a las diversas ramas de las matemáticas: no sólo la aritmética, la geometría y la trigonometría, sino también la astronomía, la geografía y la poliorcética[6] (SARRAILH 1957).

En el siglo XVIII la confianza en el desciframiento del mundo a través de las ciencias se extendió al ámbito militar, pasando a entenderse la guerra como una ciencia más, cuyas reglas debían basarse en principios matemáticos. Por ello, se ha llegado a calificar el mundo militar europeo dieciochesco como el tiempo del "*imperio de las matemáticas*". En este período, el tamaño de los ejércitos aumentó más en Europa que durante el resto de la Edad Moderna, lo que produjo la tecnificación de la táctica militar de los ejércitos para las campañas (ABIÁN 2022). La ciencia española del siglo XVIII, y de forma singular el cultivo del saber matemático, contaron con un decidido apoyo a partir de la entronización de los Borbones. La fundación de centros de instrucción militar en España durante esta centuria tuvo como objetivo convertir a la oficialidad en unos mandos capaces de estar a la altura de una guerra cada vez más técnica. El ramo de la Secretaría de Guerra y Marina, bajo el organigrama del Gobierno borbónico, fue decisivo en el proceso de modernización de la ciencia y la tecnología en el ámbito cultural, llevando a cabo una labor de creación de nuevas instituciones, bajo el patronazgo real y con vinculación militar, como fueron las academias de matemáticas, contribuyendo al cultivo de esta ciencia en la España del siglo XVIII (RIERA 1975, CAPEL *et al.* 1988). No obstante, el establecimiento de estos centros no fue una tarea sencilla, ya que levantó recelos y resistencias entre diversos sectores del ejército y en el ámbito del propio gobierno de la monarquía, lo que provocó enfrentamientos entre diversos sectores de las élites españolas (ABIÁN 2022).

La década de los cincuenta del siglo XVIII, se inaugurará con un ambicioso proyecto de institucionalización de organismos científicos, la mayor parte de ellos vinculados al mundo militar. Los numerosos intentos y solicitudes de creación de academias militares existentes entre 1730 y 1750 se verán plasmados entre 1750 y 1751 en las Academias de Artillería de Barcelona y Cádiz, la Academia de Guardias de Corps de Madrid, la nueva planta dada a las de Ingenieros de Barcelona, Ceuta y Orán y la Física-Matemática de Madrid (LAFUENTE & PESET 1982).

También existirán otras instituciones como el Observatorio de la Armada de Cádiz y academias de matemáticas en Ávila, Zamora y Ocaña, para formar a los militares, contando con los medios materiales para llevar a cabo su labor docente. Todas ellas tendrán características parecidas y con relación al número total de alumnos, en su mayoría oficiales del ejército y miembros de la nobleza, que pudieron formarse en estas academias, puede calcularse que entre 1750 y 1760 fueron unos tres mil aproximadamente (LAFUENTE & PESET 1982; ABIÁN 2022).

Se creará en 1757 en Madrid la Sociedad Militar de Matemáticas. Aparece también con características similares la Academia Physico Mathematica del matemático jesuita húngaro Juan Wendlingen (1715-1790), profesor del Colegio Imperial de Madrid y Cosmógrafo Mayor de Indias, la cual se destinaba a la formación de geógrafos y a la recopilación y levantamiento de cartas y mapas en España y América. Luego desaparecen por real orden a finales de 1760 las Academias de Artillería de Barcelona, Guardias de Corps de Madrid, Sociedad de Matemáticas Militar de Madrid, y, tras un proceso de aislamiento creciente, la confiada al Presbítero Juan Wendlingen, en 1762. La perteneciente al cuerpo de artillería de Cádiz será dotada de nuevos estatutos y adoptará la misma estructura que ya tenía la de ingenieros de Barcelona de acuerdo a LAFUENTE & PESET (1982).

Concebidas en su creación como ambiciosos proyectos, en estas instituciones antes citadas se impartieron, según novedosos planes de enseñanza, estudios de matemáticas, física, química, hidráulica, fortificación, levantamiento de planos y tecnología, lo cual exigirá una dotación de profesores, libros, enciclopedias, publicaciones periódicas e instrumentos científicos extranjeros, de preferencia de París y Londres, que pronto va a parecer demasiado costosa a la Corona y al propio ejército. Es revelador como estos centros superiores dependientes del ramo de guerra o marina, tuvieron acceso a publicaciones que, pese a su prohibición, por el alto interés científico fueran adquiridas por la Corona, en orden a una mejor preparación de los militares en las ramas de la ciencia y tecnología. Contrastará la carga lectiva y las materias impartidas con los planes de estudios de las desfasadas universidades, en muchas de las cuales estas disciplinas científicas recibieron escasa atención (LAFUENTE & PESET 1982; RIERA & RIERA 2008).

Para tener un ejemplo de lo anteriormente descrito, la biblioteca de la Escuela Militar de Ávila, donde se impartió matemáticas, contaba en su apertura con más de la mitad de sus obras escritas en lenguas extranjeras (68,63% frente a sólo un 12,19% en castellano), sobre todo en francés (66,89%) y por autores franceses (53,50% del total). Esto no es extraño, si tenemos en cuenta que del total de libros de temática militar traducidos en la España del XVIII, más de la mitad (53,55%) provenían del francés (RECIO 2016).

Después de 1754, último año en que se realiza un aumento de su dotación económica con una considerable inversión en libros e instrumentos, la vida de estos centros resultará demasiado teórica y especulativa, además de poco conectada con las necesidades del país. Se les acusará además de arrastrar a demasiados oficiales a la ociosidad en virtud de los privilegios reales concedidos a quienes cursen los cuatro años de estudio, en detrimento de la (verdadera) oficialía de guerra (LAFUENTE & PESET 1982).

[6] La poliorcética era la disciplina que se encargaba de construir fortalezas, bastiones, baluartes o fortificaciones dentro de la ingeniería militar (https://es.wikipedia.org/wiki/Poliorc%C3%A9tica)

Quedarán posteriormente las Academias de Artillería de Cádiz, Ingenieros de Barcelona, Guardiamarinas de Cádiz y comienzan las gestiones para la creación de la Academia de Cadetes de Artillería de Segovia, visitada por Miranda en 1771, donde el interés en la artillería implicaba unos conocimientos matemáticos y técnicos de enorme amplitud. De este modo, los cuerpos de artillería e ingenieros van a poseer instituciones fuertemente controladas y magníficamente dotadas. La Hacienda Real, que se ha hecho con el material científico y bibliográfico de las anteriores academias, lo irá redistribuyendo entre las nuevas. La reducción de los centros docentes permitirá seleccionar al profesorado y disminuir considerablemente el gasto en instrumentos y libros. El proceso de racionalización no termina con la reducción del gasto, sino que se extenderá con mayor repercusión científica hacia la unificación y sistematización de la enseñanza, los exámenes, la elección de libros de texto, etc. Estos centros significaron la incorporación de España al movimiento de la ciencia y tecnología de la Ilustración, proceso que alcanzó su momento más brillante sobrepasada la primera mitad del siglo XVIII (RIERA & RIERA 2008).

En los años sesenta y setenta del siglo XVIII, además, el reformismo borbónico alcanzará otros sectores con interés hacia la enseñanza no castrense. La Universidad será centro primordial de atención a la enseñanza (LAFUENTE & PESET 1982). Durante el último cuarto del siglo XVIII, en España la educación toma gran importancia por ser la conducente a la felicidad y al bienestar personal. En ese sentido surgen nuevas instituciones educativas y profesores dispuestos a cultivar la ciencia y dar un impulso a la enseñanza de los nuevos contenidos matemáticos que se estaban desarrollando en Europa (HORMIGÓN 1994).

De acuerdo a CARABIAS (2020), en el siglo XVIII se vivió una ampliación de la intervención del Estado en la formación institucionalizada. Los gobiernos, muy especialmente el del Rey Carlos III (1716-1788), monarca español desde el año 1759 (Figura 3), tuvo una incidencia decisiva en la reforma de las estructuras universitarias promoviendo cambios muy importantes en los planes de estudio de todos los niveles educativos y en los cursos o manuales en los que debía basarse la docencia, propiciando la incorporación de los estudios de matemáticas -y de otras ciencias- a los nuevos Planes que desde 1771 hubieron de adoptar las universidades españolas. Se produjo una revalorización del valor de las matemáticas como conocimiento indispensable para la formación técnica que la sociedad demandaba y que, ante la rígida estructura universitaria, se desarrollará en nuevas instituciones docentes.

Figura 3. *Retrato del Rey Carlos III pintado por Anton Raphael Mengs (1728-1779) en 1765, Museo del Prado, Madrid, su escudo de armas (centro), sello real (derecha) y rúbrica del monarca (imagen inferior) en la Ordenanza de San Ildefonso de fecha 12 de septiembre de 1770, donde el rey puso punto final al conflicto existente entre el padre de Francisco de Miranda y los miembros de la aristocracia criolla caraqueña, los cuales reposan en el archivo del Diario de Viajes. Fuentes: https://es.wikipedia.org/wiki/Carlos_III_de_Espa%C3%B1a, http://www.franciscodemiranda.org/graficas?page=21&per-page=50, http://www.franciscodemiranda.org/graficas?page=12&per-page=50 & (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 13, FOLIO 21).*

Las matemáticas no constituyeron una facultad universitaria propia en el siglo XVIII salvo en contadas universidades, sino que su enseñanza-aprendizaje se llevaba a cabo dentro de la facultad de artes, que a su vez, a finales de esta centuria,

frecuentemente se denominó de "*filosofía*" como por ejemplo en la Universidad de Salamanca, primigenia entre el mundo hispánico y la cuarta más antigua en Europa (Figura 4). Desde el siglo XV, la facultad de artes se consideró una facultad "*menor*", cuyas enseñanzas representaban un conjunto de conocimientos preparatorios para el acceso posterior a las demás facultades, llamadas "*mayores*": las facultades de derecho (civil y canónico), teología y medicina (CARABIAS 1986).

Para 1780, ya la música y la astrología aparecían claramente desligadas de las matemáticas, en virtud de un nuevo plan de estudios implementado a partir del 3 de agosto de 1771 en la Universidad de Salamanca por real provisión de Carlos III. Se revitalizó la antigua cátedra de matemáticas y se crearon dos nuevas (cátedra de física experimental y cátedra de elementos de aritmética, geometría y álgebra) e imposición de nuevos libros de texto (animando además a la compra de impresos y de instrumentos para la docencia). Este proceso renovador continuó después con el establecimiento de un nuevo curso de filosofía y la creación del Colegio de Filosofía dentro del cual se encuadraban aún las matemáticas (CARABIAS 2020).

Figura 4*. Imágenes de la entrada principal y fachada (izquierda), patio interior (centro) y biblioteca antigua (derecha) de la Universidad de Salamanca en España. Fotos del autor.*

En la Universidad de Alcalá de Henares, es reclamado de nuevo el estudio de las matemáticas por los catedráticos, abandonada antes que el estudio del griego y hebreo, pero no se trataba ya de las matemáticas antiguas, los modernos progresos hacían inutilizables los libros viejos, que "*no son acomodados para los tiempos presentes*". Esta disciplina ha dejado de ser ahora puramente especulativa; es una ciencia de utilidad práctica que debe enseñar el arte de llevar cuentas, de construir templos y palacios, embellecer las ciudades, levantar fortificaciones, abrir canales, en una palabra, aumentar la prosperidad de la nación. Por eso la Facultad solicita que a la cátedra de geometría, algebra y aritmética, fundada por el Rey, vengan a añadirse otras de trigonometría, de mecánica, de hidrografía, de óptica, de arquitectura, etc., y desean una importante subvención para la compra de instrumentos para que estas ciencias puedan ser provechosas (SARRAILH 1957).

La expulsión de los jesuitas de los reinos de España por orden real de Carlos III, significó un duro golpe para la ciencia española en general y particularmente para las matemáticas. Sin embargo, este vacío sirvió para que surgieran nuevas figuras vinculadas al régimen castrense o a la vida civil. En las instituciones militares o civiles se necesitaban profesores con conocimientos matemáticos para asegurar la enseñanza y estos profesores, a diferencia del período anterior no eran religiosos, sino que pertenecían a la sociedad civil o militar; lo cual supuso un progresivo desplazamiento de las órdenes religiosas del control educativo y científico español. En menor medida, la enseñanza de las ciencias en las universidades durante este siglo recibe también un nuevo impulso pues se fundan, por ejemplo, cátedras de matemáticas (MAZ 2005).

Sin embargo, lo más singular del despegue de las matemáticas en el período ilustrado, además de las academias militares, universidades y centros regentados por los jesuitas, es la irrupción y desarrollo de la enseñanza de las ciencias en capas sociales populares: *los gremios*, ya que con estos se planteaba conseguir el bienestar social de España mediante el uso de las ciencias útiles que sacaran por ejemplo a los artesanos del atraso en el que vivían, mediante reformas para el desarrollo de sus estructuras gremiales (1775-77). Los ilustrados encontraron el mecanismo para influir en esta situación por medio de la creación de las Sociedades Económicas de Amigos del País. Estas patrióticas Sociedades, encabezadas por la que se organizó en Vergara, el Seminario Patriótico Vascongado, emprendieron la enseñanza de carreras de inmediata utilidad para el Estado y entre las materias que se consideraban imprescindibles se encontraban las matemáticas, con la idea de aplicar esta ciencia a menesteres concretos directamente vinculados con la mejora de la industria y la agricultura. A partir de 1776, y en unos pocos años, el país se pobló de Sociedades Económicas que estuvieron bajo patrocinio real. Las Sociedades tuvieron dificultades en un primer momento para financiar las Cátedras o Escuelas de Matemáticas. El dinero llegó, naturalmente, de los ilustrados que formaban las Juntas de estas Sociedades (HORMIGÓN 1994).

En 1774, Carlos III ordenó a los profesores universitarios que preparasen sus propios libros de texto con el propósito de acelerar la implantación de la nueva filosofía que incluía matemáticas y las ciencias físico-matemáticas en las universidades del reino, entre otros (ARENZANA 1987). Se adoptaron textos diversos y de diferente altura intelectual. Se cuantifican 203 obras de Matemáticas publicadas en España entre los años 1700 y 1809. Es importante destacar que, de los 203 títulos, 71 corresponden al reinado de Carlos III y, si se considera la primera década del reinado de Carlos IV como producto de la herencia política de Carlos III, serían cien las obras de matemáticas producidas, casi el 50% en los ciento nueve años considerados (HORMIGÓN 1994). Algunos de los profesores de matemáticas escribieron libros para que se utilizaran entre las distintas instituciones (religiosas, academias civiles o militares, universidades, etc.) en las que impartían clase. Entre esos autores y los años en que publicaron sus destacadas obras podemos señalar a: Benito Bails (1775), Francisco de Villalpando (1778), Pedro Giannini (1779), Juan Justo García (1782), Gabriel Ciscar (1793) y Francisco Verdejo (1794); textos de amplia extensión, formados por varios volúmenes, y que abordaban la mayoría, si no todas las ramas de las matemáticas, incluido el nuevo cálculo infinitesimal (LEÓN *et al.* 2020).

Como parte integral de los territorios del reino al otro lado

del Atlántico, Carlos III por Real Cédula del 21 de octubre de 1765 decretó la creación de la cátedra de matemáticas para la Universidad de Caracas, pero no llegó a establecerse a causa de problemas de recursos financieros por parte de la Universidad para mantenerla. De igual forma, el establecimiento de una cátedra de física experimental en la Universidad de Caracas también había sido decretada por el monarca en Real Cédula del 5 de septiembre de 1786, pero al igual que la de matemáticas, no hubo rentas para sostenerla (FREITES 1997). La nueva filosofía o la ciencia moderna llegó específicamente a la Universidad de Caracas a través de la Cátedra de Filosofía que, a partir de 1788, regentó el religioso caraqueño Baltasar de los Reyes Marrero (1752-1809). Marrero había estudiado filosofía y alcanzado su grado de Doctor en Teología en la misma Universidad de Caracas. Él introdujo, como parte de los estudios de filosofía, las nociones de aritmética, álgebra y geometría por considerarlas indispensables para que los estudiantes pudieran enfrentar con inteligencia los estudios de física y los de la misma teología (FREITES 2000).

Sin embargo, antes de esta actividad educativa en matemáticas impartida por Marrero en la Universidad de Caracas, en la Provincia de Venezuela previamente y justo en época cuando el joven Miranda vivía y daba sus primeros pasos educativos en la ciudad, existieron otras instituciones diferentes a la universidad en la transferencia de saberes, y que correspondían a las primeras iniciativas formativas militares conformadas por las primigenias academias de matemáticas y fortificación, en su mayoría de carácter particular, pero con anuencia de la Corona. La primera de ellas que se tiene noticia en todo el territorio nacional, fue la Academia de Geometría y Fortificación, fundada en 1760 por el militar y docente, Brigadier y Coronel de Ingenieros Nicolás de Castro Álvarez Maldonado (1710-1772), nacido en Ciudad Rodrigo, provincia de Salamanca, España, quien ejerció como gobernador interino en las provincias de Nueva Andalucía y Guayana de 1757 a 1759. Esta academia estuvo situada en su propia casa cerca de la Plaza Mayor de Caracas, cuyo fin no era otro sino el de la incorporación pragmática, y no teórica o retórica de las matemáticas y la física experimental para la formación de ingenieros, la construcción civil y la aplicación militar, y que estuvo en funcionamiento hasta 1768, año en que él se trasladará a Panamá para ocupar el cargo de gobernador (PÉREZ GALLEGO 2022). Entre las materias dictadas en el programa de estudio de Castro en esta academia se tiene: Aritmética, Trigonometría, Cálculo, Choques y Movimientos de los Cuerpos Acelerados y Retardados, Mecánica demostrada por los Principios de Descartes y de M. de Varignon e Hidráulica (BALZA 2017).

De acuerdo a PÉREZ GALLEGO (2022), el primer tratado dedicado al tema de las matemáticas y fortificación publicado directamente en Venezuela fue el suscrito por Nicolás de Castro. La necesidad de estructurar un programa formativo a la redacción de una serie de cuadernos ilustrados con magníficos dibujos, que replicaban de manera sucinta el modelo de los tratados de la Real Academia de Matemáticas y Fortificación de Barcelona. El curso de fortificaciones de Castro puede ser considerado "*el primer antecedente de los estudios especializados de arquitectura e ingeniería y de sus sistemas de representación*" en Venezuela, tanto en el plano de proyecto, como de obra. El curso programático delineado en el tratado capacitaba a los estudiantes en las tareas de proyecto y construcción. Ello debido a que parte de las lecciones instruían tanto sobre los métodos para el trazado gráfico del edificio, con la ayuda de procedimientos geométricos y numéricos, como en las labores de construcción sobre el terreno, incluyendo tópicos como el replanteo, movimiento de tierras, suministro y disposición de materiales y dirección de obreros.

De igual forma, existió contemporáneamente otra Academia de Matemáticas para la instrucción de la juventud, fundada en La Guaira con el auspicio del gobernador y capitán de la provincia Felipe Ramírez de Estenoz, el 30 de julio de 1761 por parte de Manuel Centurión Guerrero de Torres (1732-1800), natural de Nerja, España. Este militar e ingeniero había estudiado en la Real Academia de Matemáticas de Cádiz entre 1755 y 1758, recibió una formación mixta fundamentada en los principios teóricos de las matemáticas y la física y en la práctica de la artillería, según su relación de méritos y servicios. El curso que siguió Centurión estaba "*radicalmente impuesto en las Geometrías Especulativa, y Practica, Inferior, y Superior, Trigonometría: Uso de instrumentos, Nivelación, Análisis, y Cálculos Radical, Diferencial, e Integral; y también en las Partes Físico-Matemáticas, Estática, Maquinaria, Hidráulica, Fortificación, y en la Práctica del Dibujo*" (PÉREZ GALLEGO 2022).

Además, fue el creador de un trabajo titulado *Ciencias de Militares* editado en Cádiz en 1757, obra que influyó en la programación curricular dictada a los jóvenes en La Guaira. Este texto según palabras de Centurión, estuvo inspirado en la obras de geometría y fortificación publicadas por el maestro francés de matemáticas Guillaume Le Blond (1704-1781), (estas obras del matemático Le Blond las adquirirá en España Francisco de Miranda para su formación educativa). La primera parte del curso estaba dedicada a las matemáticas y geometría básica. Las demás partes abordaban diversas disciplinas utilitarias como la trigonometría y la geometría aplicada, la mecánica y la hidráulica. Concluía con el tratado de artillería que se dictaba en la Real Escuela de Matemáticas de Cádiz. Esta academia funcionó por espacio de 5 años hasta 1766, cuando se destina a su director como comandante interino en la Provincia de Guayana (PÉREZ GALLEGO 2022).

A la época de Carlos III, los geómetras ilustrados españoles le impusieron otro título, *el de protector de las ciencias exactas*, pues no cabe duda que la política ilustrada de su gobierno fue beneficiosa en el terreno de las matemáticas (HORMIGÓN 1994). Así la consolidación de las ideas de los novatores, la expulsión de los jesuitas, las reformas educativas de los Borbones y el influjo de la ilustración sirvieron como marco de fondo para la divulgación de las matemáticas en el Reino de España durante el Siglo de la Ilustración.

ESTUDIOS MATEMÁTICOS DE FRANCISCO DE MIRANDA EN ESPAÑA

Francisco de Miranda una vez establecido en la capital del Imperio (Figura 5), a partir del 27 de marzo de 1771, es decir, un día antes de cumplir los 21 años de edad, se hospeda inicialmente en una posada durante 3 días y luego pasará a la casa de un señor de nombre don Alfonso García. Su establecimiento en España contará con el fundamental apoyo financiero de su padre don Sebastián de Miranda, a través del envió inicial de 8 fanegas[7] de cacao en el mismo barco *Prince Frederick* donde viajará Miranda, y también a través de gestiones entre su cuñado Francisco Antonio Arrieta y el Sr. José Añino de Cádiz mediante cartas de recomendación y letras de cambio por sumas bastantes considerables para sostener en la Península una posición, no sólo decorosa, sino holgada y opulenta para el joven criollo, entregándole el Sr Añino en una primera instancia 2.674,5 reales de vellón[8], luego este se encargará de vender el preciado cacao venezolano en Cádiz y después enviarle el dinero al joven a Madrid (115 pesos fuertes), lo que le servirá para pagar las diversas erogaciones realizadas por Miranda durante su estadía en la Metrópoli durante ese primer año, posteriormente se harán otros envíos de dinero en 1772, a través de otras letras de cambio por parte de su cuñado Arrieta por valores de 1.500 y 3.000 reales de vellón respectivamente (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 26, FOLIOS 71-77).

Para entender mejor la influencia que Madrid produjo en la formación de Francisco de Miranda durante este tiempo, hay que destacar que su llegada coincide con la etapa de transformación de la ciudad (Figura 6), lograda gracias al empeño renovador del Rey Carlos III, que en forma directa o indirecta abarcó prácticamente todos los aspectos, desde la transformación urbana, con la construcción de avenidas y nuevos edificios, hasta el impulso general que recibió la vida social en todos los niveles. La nueva política se apoyará en nuevos actores, entre los cuales la nobleza baja y los científicos o técnicos ocuparán una posición cada vez más visible. Se hará pues aprecio público del talento durante el siglo XVIII y se irá creando un orden burocrático-legal que se impondrá sobre la trama de poderes intermedios autónomos, nobiliarios y eclesiásticos. Ser educado ya no será sinónimo de decoro sino de estar instruido o, al menos, en la Corte será difícil triunfar sin probar ciertas competencias profesionales (LAFUENTE 1998).

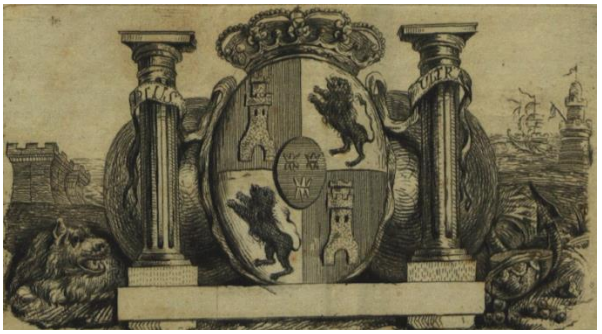


***Figura 5**. Imagen del escudo del Imperio español con las características columnas de Hércules a ambos lados y la palabra Plus Ultra (Más Allá) alrededor de cada una de ellas como lema oficial del reino, preservado en el archivo del Diario de Viajes de Francisco de Miranda. Fuente: http://www.franciscodemiranda.org/graficas?page=15&per-page=50*

Miranda destacará entre sus notas por ejemplo que el Ayuntamiento madrileño, al contar las casas de la ciudad y sus habitantes, es de aproximadamente 150.000 habitantes en 7.049 casas, repartidas en 557 manzanas (POLANCO ALCÁNTARA 1997). De acuerdo a datos de LAFUENTE (1998), durante el siglo XVIII la población de esta ciudad oscilará entre los 150 y los 180 mil habitantes. En 1787 el 43% de la población eran criados y el 12% funcionarios.

De igual forma, Francisco de Miranda se dedicará a recorrer en este tiempo minuciosamente Madrid y sus alrededores, visitará localidades tales como el Palacio nuevo de Madrid, el Palacio viejo del Retiro, entre otros lugares. En todo lo que ve y describe durante esta etapa, aparece confirmada su capacidad de observación y el interés, que mantendrá por toda la vida, en bibliotecas y obras de arte (POLANCO ALCÁNTARA 1997).

***Figura 6**. Vista de la calle de Alcalá, Madrid, por el pintor italiano Antonio Joli (1700-1777), ca. 1750. Fundación Casa de Alba, Madrid. Fuente: https://barbararosillo.com/2022/10/18/como-era-madrid-a-mediados-del-siglo-xviii/*

[7] Fanega = La fanega es una unidad de medida de la metrología tradicional española, anterior al establecimiento y la implantación del sistema métrico decimal. Es tanto una unidad de volumen o capacidad como una unidad de superficie, con gran variabilidad según la región. En el marco de Castilla, la conversión es 55,5 litros de capacidad. Según las regiones y los productos (maíz, trigo, etc.) el peso de la fanega oscila entre 156 y 260 libras (75 a 125 Kg). (https://es.wiktionary.org/wiki/fanega).

[8] Reales de Vellón = Moneda de cuenta acuñada en España desde el siglo XVII. Su valor se basaba en una aleación de plata y cobre (vellón) con un valor intrínseco menor que las monedas de plata pura. El equivalente al peso fuerte (8 reales de plata) era el siguiente: 1 peso fuerte = 20 reales de vellón (DE SANTIAGO 2013).

Es importante acotar que una de las principales metas de Miranda al llegar al Reino fue acceder al ejército real, para cumplir dichas funciones tramitó tan pronto como el 20 de abril de 1771 el contrato de compromiso por una "*Patente de Capitán*"[9] a Juan Gaspar de Thurriegel, súbdito alemán encargado de la colonización de Sierra Morena. Esta patente era una de las cuatro que Thurriegel recibiría en reconocimiento de los servicios prestados al rey durante el traslado a España de seis mil colonos católicos alemanes y flamencos. Una vez en su poder dichas patentes, podía cederlas a quien quisiera a cambio de cierta cantidad de dinero. La misma fue comprada por Miranda con dinero enviado por sus familiares por un monto de 85.000 reales de vellón. Aunque más tarde, en 1785, en carta dirigida al Rey Carlos III, Miranda exigirá su reembolso, la cual fija, en esta ocasión, en "*ocho mil pesos fuertes*", es decir, casi el doble de lo que realmente había pagado por ella (BOHÓRQUEZ 2006).

Si se compara la inversión total media anual por alumno realizada entre las distintas academias militares existentes en España, el gasto era de aproximadamente unos 1.933 reales. Sólo en la Academia de Matemáticas de Barcelona, una de las más prestigiosas de la Península, se tenía un gasto total anual por alumno de 2.272 reales (LAFUENTE & PESET 1982), que al compararse con el costo de la "*Patente de Capitán*" adquirida por Miranda (4.250 reales), sería el equivalente al tiempo de estudio de 2 años en cualquiera de estas academias matemáticas militares españolas, las cuales generalmente abarcaban planes de estudios de 4 años en promedio.

Francisco de Miranda se enfrentará en España a un nuevo orden social, de marcado contraste en relación a la ciudad natal que había dejado hace ya poco tiempo atrás, se deslumbra ante una sociedad que él no conoce. Aunque tenía una educación básica suficiente, su proceso de formación intelectual comienza realmente una vez que llega a Madrid, como resultado de un esfuerzo puramente personal y por la necesidad vital de perfeccionamiento en sus proyectos intelectuales y por su deseo de ser reconocido. No sólo se dedicará intensamente al estudio y a la lectura durante los años siguientes a su arribo, en particular al aprendizaje del idioma francés que fue tan preponderante para el entendimiento de la mayoría de los libros escritos en esta lengua y que irá adquiriendo en el transcurso de sus primeros años en la ciudad, así como del inglés e italiano (POLANCO ALCÁNTARA 1997, BOHÓRQUEZ 2006). Quizás esa causa lo llevó, al llegar a Madrid, a buscar y leer distintas obras clásicas junto a libros de matemáticas, geografía, idiomas y ciencia militar, entre lo más variado del pensamiento ilustrado de la Europa de su tiempo (POLANCO ALCÁNTARA 1997).

Una de las grandes incógnitas en la vida de Francisco de Miranda, es si tuvo maestros que lo guiaran en España en este proceso de aprendizaje o si por el contrario fue un autodidacta. La calidad, el número y la especialidad de los libros que poseía, sobre todo aquellos referente a las ciencias (ÚSLAR PIETRI 1966), lleva a pensar que era imposible que sin un guía externo él hubiese manejado sólo ese proceso, y además hablamos sobre textos científicos escritos en otros idiomas como el francés, una lengua en la que apenas se estaba iniciando, en virtud de que entre sus documentos Miranda no hace especial mención a ningún profesor en cuanto a las áreas de conocimiento que estaba particularmente cultivando. No obstante, él demostrará con el tiempo conocimientos en algunas ciencias naturales como por ejemplo la geología, lo cual ha sido documentado en diversos trabajos (BARITTO 2023a, BARITTO 2023b, BARITTO 2025a, BARITTO 2025b), y que requería indudablemente de especiales conocimientos prácticos bajo la guía de un instructor, lo cual trasciende obviamente a simples lecturas que él pudiera realizar en textos especializados. En el caso particular de estudios en matemáticas más avanzadas que los principios básicos que ya dominaba desde su natal Caracas, se puede conjeturar al respecto, ya que afirmamos que es un proceso más difícil de lograr, al menos en esta disciplina, sin la clara orientación de un tutor.

Puede declararse con razonable certeza que Francisco de Miranda adquirió amor por la ciencia en estas primeras etapas de su formación educativa, lo que significó un deleite para él en todo el curso de su vida (ROBERTSON 1918). Este interés por las ciencias en general en diversas áreas del conocimiento (Figura 7), no solo manifestado en el campo de las matemáticas, sino también en otras disciplinas científicas como la ya mencionada, los dejó perfectamente plasmados en los manuscritos de su Diario de Viajes (CHACÓN 2006).

[9] La "*compra*" de una patente de capitán se enmarcaba dentro de una práctica institucionalizada conocida como el *beneficio de cargos*. Esto también se define como *venalidad militar*, un sistema institucional, legal o tolerado por el cual los empleos, grados, patentes y honores dentro del ejército se vendían, compraban o transferían a cambio de dinero o bienes, en lugar de otorgarse por mérito, formación académica o antigüedad. Fue una herramienta financiera y política que formó parte del sistema estructural del Estado absolutista desde los siglos XVI al XVIII en Europa, y de forma muy marcada en países como Francia, Inglaterra y España. Surgió producto de las urgencias financieras de la Corona que obligaron a mantener la venta de empleos militares como una vía rápida para recaudar fondos creando un mercado formal e informal de grados (capitanes, coroneles, etc). La Corona vendía un bloque de patentes de oficiales a las élites adineradas obteniendo dinero en efectivo de forma inmediata y sin obligación de devolución o en su defecto las entregaba "*en blanco*" a terceros para su venta a cambio de favores recibidos, como fue el caso de las patentes otorgadas a Juan Gaspar de Thurriegel, y adquirida una de ellas por Francisco de Miranda. Sin embargo, el dinero no lo compraba todo, dentro del ejército borbónico del siglo XVIII se mantenía un estricto carácter estamental. Para ser oficial, era obligatorio acreditar adicionalmente la condición de hidalgo o noble. Quien compraba la patente debía pasar primero por un filtro de "*limpieza de sangre*" y demostrar que no ejercía "*oficios viles o mecánicos*" (trabajo manual). Por lo tanto, la compra era una práctica reservada a los hijos de familias nobles terratenientes o a la floreciente burguesía que ya había comprado previamente un título de hidalguía. El uniforme de capitán del rey otorgaba un honor social inmediato y abría las puertas a cargos en la administración civil y colonial o matrimonios ventajosos, era pues el paso previo o directo para conseguir un título de nobleza formal (*nobleza de espada*) (ANDÚJAR 2004, 2014).

Miranda señalará que para el aprendizaje del idioma francés contratará los servicios de un profesor particular de apellido La Planche, el cual devengará un sueldo de 3 pesos por mes. En una de sus notas de gastos regulares se aprecia los honorarios que le pagará a este instructor durante un lapso de tiempo de 5 meses (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 26, FOLIO 73), es decir, que este instructor prestó sus servicios educativos por al menos casi medio año. Este Profesor deducimos que fue el químico francés Agustín de La Planche, quien había sido contratado un par de décadas antes en Francia por el naturalista español Antonio de Ulloa[10] (1716-1795) para trabajar en la Real Casa de Geografía y Primer Gabinete de Historia Natural de Madrid para efectuar los análisis de minerales que llegaban desde América, los primeros de ellos procedentes del Perú, fungiendo en estas labores científicas entre 1752 y 1757, año en que se disuelve esta institución (PEÑA DE CAMÚS 2016). Luego, La Planche propondrá unos años más tarde la creación en Oviedo de un Museo de Historia Natural y un laboratorio químico, bajo la dirección de la Sociedad Económica Asturiana (PUIG 1998). Francisco de Miranda adquirirá igualmente en Madrid durante este tiempo un estuche con instrumentos matemáticos por un costo de 9 pesos, una esfera armilar, un globo de la Tierra, el globo celeste y una esfera de Copérnico de 6 pulgadas de diámetro (120 pesos), todo este material será, además de los libros, para su proceso de aprendizaje en matemáticas, astronomía y geografía (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 26, FOLIOS 72-76).

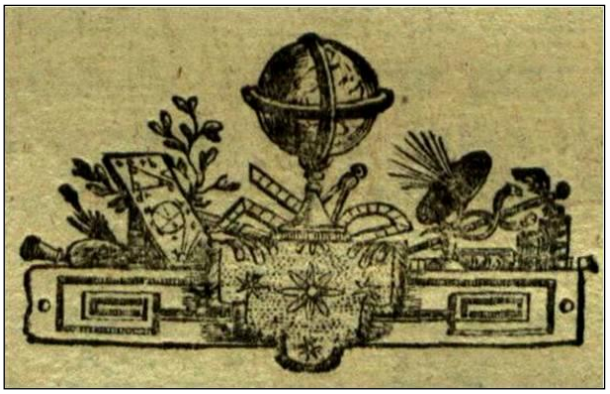


Figura 7*. Imagen alusiva a las ciencias, que preservó Miranda en su archivo del Diario de Viajes, donde se observa en primer plano una esfera armilar, instrumentos matemáticos y elementos referentes a geometría, además de otros símbolos relacionados con las ciencias naturales, la medicina y las artes en general. Fuente: http://www.franciscodemiranda.org/graficas?page=20&per-page=50*

Miranda recorrerá acompañado junto al Profesor La Planche en 1771 el Real Sitio de La Granja de San Idelfonso, la localidad de Segovia y El Escorial (Figura 8), a partir del día 23 de agosto de 1771, dejando descripciones detalladas de estas visitas en su Diario de Viajes, representando sin duda alguien muy importante dentro de su formación intelectual. En Segovia visitarán juntos el Alcázar donde funcionó el Real Colegio de Artillería, señalando que: *tiene muy buena providencia de máquinas, maestros e instrumentos para aprender las matemáticas* (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 17, FOLIOS 58-63).

Figura 8*. Fotografías del acueducto romano de Segovia (izquierda) descrito por Miranda, el Alcázar segoviano donde funcionó el Real Colegio de Artillería, importante en la enseñanza de Matemáticas en España (foto central), el Palacio del Escorial a la derecha, residencia real que también fue visitada por el joven criollo y La Planche. Fotos del autor.*

El químico francés La Planche, que en la década de los cincuenta ejerció su actividad al servicio de la Corona, luego fue acusado años después de poseer "*ideas democráticas*", fue encarcelado en 1794 y posteriormente desterrado de Madrid en 1796, sin juicio previo por parte de las autoridades políticas y religiosas españolas, quienes trataban de evitar la propagación de las ideologías revolucionarias provenientes de Francia en España, como parte del movimiento de reacción ante el triunfo de la Revolución en el vecino país, medida de la que no escaparon obviamente los científicos extranjeros contratados

[10] Antonio de Ulloa y de la Torre fue un afamado naturalista y militar español nacido en Sevilla. Es quien hace la primera referencia escrita del platino en su obra de 1748, denominada *Relación Histórica del Viaje a la América Meridional*, en la que indica que este mineral se encontraba en los lavaderos de oro de la región del Chocó en Nueva Granada, y que era imposible de fundir con los medios de los que se disponía entonces. También participó en una campaña de mediciones geodésicas realizadas en Quito junto a científicos franceses entre ellos Pierre Bouguer, iniciadas en 1736 con el fin de medir el meridiano cerca del ecuador. Muere en Isla de León, Cádiz en 1795 (PINTO 2017).

por el propio Gobierno español, franceses principalmente, los cuales eran celosamente vigilados (GAGO & MAUSKOPF 1982). Se recordará que contra Francisco de Miranda también se abrirá una investigación inquisitorial a partir del año 1776 por parte del Tribunal del Santo Oficio a 5 años de su arribo a España por "*delitos de proposiciones* [11]*, retención de libros prohibidos y pinturas obscenas*". Es probable que Miranda estuviese vigilado por la Inquisición incluso desde su llegada a Melilla en 1774. Sin embargo, la orden de arresto en su contra no fue emitida sino el 5 de febrero de 1782, ya cuando este había dejado España dos años atrás con rumbo a América, el 28 de abril de 1780, formando parte de una expedición con el nombre de Ejército de Operaciones de América para apoyar las luchas de independencia de los angloamericanos (BOHÓRQUEZ 2006).

Los 220 libros (625 volúmenes) que formaron parte de la biblioteca de Miranda en sus años de estadía en España y que inventarió Joseph de Pineda y que el caraqueño entregó en custodia a él, fueron posteriormente confiscados por el Tribunal de la Inquisición. Entre ese material se encontraban 51 obras de Voltaire, 24 de Rousseau, y entre el otro resto figuraban obras de Helvetius, De Pauw, D'Alembert, Holbach, Locke, Hume, Pope, el Abate Raynal, Puffendorf, Montesquieu, Diderot y Bolingbroke. La posesión de estos libros o su simple referencia pública daba lugar a la apertura de un proceso por parte de estos tribunales, el cual culminaba generalmente con la confiscación de los bienes personales y largos meses de arresto (BOHÓRQUEZ 2006). Es sorprendente además la escasez de libros de autores españoles en esa abultada nómina de libros, que adquirió en su totalidad en Madrid, pues ni en La Habana ni en Pensacola ni en Jamaica compró Miranda un solo libro de autor español (VARELA 1997). Es probable entonces la influencia académica, científica y hasta filosófica ejercida por el Profesor La Planche sobre Miranda, pudiéndole dar incluso recomendaciones al joven para la adquisición de algunas de estas obras "*prohibidas*", según los cánones de la Inquisición española durante esa etapa de su vida intelectual en Madrid. Adicionalmente, ambos personajes sufrieron medidas parecidas por parte de las autoridades españolas por su pensamiento liberal, en distintas épocas. El celo de Miranda por la ciencia le expuso a las persecuciones de la Inquisición española y sus libros a la hoguera.

El Real Colegio Militar de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia, visitado por el joven criollo y el profesor francés en 1771, abrió en 1764 por autorización de Carlos III y en él entraban jóvenes aspirantes que estudiaban cuatro años, tres de matemáticas y uno de táctica artillera, saliendo ya oficiales. Para asegurar el funcionamiento del Colegio y la calidad de la enseñanza de las matemáticas, el conde Félix Gazzola (1698-1780) escogió para el cargo de primer profesor de matemáticas, que también era el jefe de estudios, a matemáticos bien formados como el jesuita Antonio Eximeno y Pujades (1729-1809) o, más tarde, el italiano Pedro Giannini (c. 1740-¿1810?), aunque no tenían ninguna experiencia militar. De esa forma en Segovia se comenzó a impartir, dentro del programa del centro, el cálculo diferencial e integral y sus aplicaciones a la mecánica. Bajo la dirección de Gazzola, el Real Colegio de Artillería se vislumbró, desde sus inicios, como un centro educativo extraordinario, que alcanzó gran prestigio y consideración no solo por su ejemplar organización y el nivel de sus estudios, sino por la probada altura científica de sus oficiales, profesores y alumnos (NAVARRO 2011). Se ha valorado positivamente el hecho de que los profesores publicaran libros de texto y acumularan en su biblioteca lo más granado de la literatura matemática del momento. Quizás no esté exento de influencia en ese positivo desarrollo la autorización concedida en 1773 por el Inquisidor General para que los profesores de este centro pudiesen leer libros "*prohibidos*" (HORMIGÓN 1994).

Mientras el joven Miranda esperaba que se hiciera efectiva la compra de la patente de capitán, se dedica decididamente a perfeccionar y completar su educación, consagrando una gran parte de su tiempo al estudio de las ciencias aplicadas al arte militar, entre las que se destacará por supuesto las matemáticas, como una de las más importantes ciencias en ser aprendidas y asimiladas por el caraqueño. Se aplicó con todo celo al estudio de esta ciencia exacta y prueba de ello lo darán posteriormente todas sus cartas remitidas a distintos funcionarios reales y al mismo Rey Carlos III en el transcurso de la década de 1770, tal como se constata en el archivo de su Diarios de Viajes (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, TOMO II, TOMO VII), al igual que a la compra de diversos libros en idioma francés en este ámbito científico, los cuales fueron no solo adquiridos durante su estadía en España sino incluso en otros lugares de Europa y América con el transcurrir de los años, y que se irá develando en detalle posteriormente. Su empeño en el estudio de las matemáticas iba dirigido en el esfuerzo de asegurar no solo la oportunidad de ingresar al Ejército Real, sino también en la de ser ascendido rápidamente por una voluntad permanente de reforzar constantemente sus méritos intelectuales.

INICIO DE LA CARRERA MILITAR DE MIRANDA EN LA PENÍNSULA

Al inicio del año 1772, Francisco de Miranda comienza a poner en orden los diversos documentos traídos consigo desde Caracas y se manda a hacer, dice, "*un extracto de los papeles míos y de mi padre*". A finales del mismo año, el 9 de noviembre, y tal vez debido al hecho de que Thurriegel había recibido finalmente las patentes que le habían sido prometidas, Miranda va donde Manuel Toledo, escribano del rey, para hacer legalizar los documentos concernientes a su "*limpieza de sangre*". Luego, el 28 de noviembre, se dirige al cronista y rey de armas, don Ramón Zazo y Ortega, para procurarse un documento genealógico que hace remontar la pureza de sus orígenes y la nobleza de su nombre hasta el año 1575, y el cual contendrá también la descripción correspondiente de su blasón (BOHÓRQUEZ 2006).

La "*Patente de Capitán*" fue entregada bajo escritura notarial por parte del escribano de provincia y comisiones del Reino

[11] Toda opinión emitida sobre temas religiosos prohibidos a los laicos.

don Pedro Joseph de Yebra Camargo y junto al Informe de Hidalguía de los Miranda que probaba la nobleza de sus orígenes y la limpieza de su sangre (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 12, FOLIOS 8-18). Francisco de Miranda fue incorporado como capitán al Regimiento de la Princesa el 7 de diciembre de 1772.

Desde el primer momento de su ingreso al ejército y a todo lo largo de la década en la cual sirvió bajo la bandera española, Francisco de Miranda buscará fervientemente un ascenso en base a la exaltación de sus méritos personales, entre los que destaca su aplicación en áreas del conocimiento como las matemáticas. Es así como, el 15 de junio de 1774, dirige una comunicación al Conde Alexander O'Reilly[12] (1723-1794), Inspector General del Ejército (Figura 9), expresando su deseo de hacer carrera como militar y solicita la gracia de incluirlo entre los oficiales beneméritos que quieren pasar a América con grado superior. El documento señala lo que sigue (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 132, FOLIOS 153-154):

> *"Junio 15 - 74. Excelentísimo Señor. Muy Señor mío. Habiendo sabido que a mi Regimiento se ha pasado una Orden para que se propongan los Oficiales Beneméritos que quisiesen pasar a América con grado superior, y hallándome tal cual con algún adelanto por parte de mi Educación en la Teoría del Arte Militar, Geometría, Fortificación, Geografía…como así mismo en el idioma Inglés, Francés, Italiano, Latino, sin embargo de que mis pocos años no me han dado lugar para servir más tiempo a Su Majestad como había querido; y que por este medio tal vez podría ser útil al Rey y a la Patria en lo sucesivo supuesto el amor y celo con que procuro servirle. Paso a mortificar la atención de Vuestra Excelencia (más por un efecto de amor hacia la Patria, que interés mío propio) por si acaso su alta capacidad juzgase conveniente el procurarme alguna ocupación en que pueda más bien manifestar mi celo y aplicación. Mi Coronel Don Francisco Luxan me tiene manifestado en distintas ocasiones, que el no haber sido yo elegido para la Escuela Militar, pendió en que la elección no fue suya, y así no dudo que mereciendo este concepto haya dado a Vuestra Excelencia el informe correspondiente. Nuestro Señor guarde la importante vida de Vuestra Excelencia por muchos años. Melilla, junio 15 de 1774. Beso la mano de Vuestro Conde, su más obediente súbdito y servidor Excelentísimo Señor Conde de O-Reilly"*

Figura 9*. Retrato del Conde O'Reilly pintado por Francisco José de Goya (1746-1828) y rúbrica del 26 de julio de 1777 en una de las cartas de Francisco de Miranda. Fuentes: https://es.wikipedia.org/wiki/Alejandro_O%27Reilly & (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO II, N° 121, FOLIO 141)*

A finales del siglo XVIII, el estudio de las matemáticas era un mérito considerado en la promoción militar, si bien no era el más determinante en la carrera militar ni tendría el mismo peso en todos los niveles de la jerarquía del regimiento. Lo mismo podría considerarse del mérito académico, que fue ya considerado por los superiores en las carreras militares, especialmente en las últimas décadas de este siglo. El nivel de importancia que adquirió el mérito académico en la vida profesional de los oficiales se puede apreciar en las justificaciones dadas por los secretarios de guerra, inspectores, coroneles y capitanes, para conceder su ascenso en los regimientos. A más de la mitad de los oficiales con formación científico-técnica que eran ascendidos se señalaba que era por, entre otras, "*aplicación en el estudio*", "*inteligencia en el estudio*" o "*conocimientos matemáticos*". En otros oficiales con formación

[12] Alexander O'Reilly fue un militar nacido en Baltrasna, Condado de Meath en Irlanda, el 24 de octubre de 1723, entró al servicio del Ejército español en 1761 hasta el final de sus días y actuó como oficial en diversos ejércitos europeos como observador militar durante la Guerra de los Siete Años (1756-1763). Allí visitó todas las escuelas y cuarteles que pudo. A su regreso a España se convirtió en uno de los oficiales elegidos para reformar el ejército y continuó su formación de manera autodidacta, leyendo todo lo que pudo y patrocinando libros relacionados con la temática militar. En 1765, es nombrado mariscal de campo y se le asigna el mando de Puerto Rico. Su experiencia en las tres misiones americanas de Cuba, Puerto Rico y Luisiana le ofreció la oportunidad de rodearse de subordinados que eran destacados especialistas en su campo y así pudo ampliar sus conocimientos sobre ingeniería y fortificaciones, sobre náutica y geografía, sobre la fundación y organización de nuevas unidades militares y, finalmente, la aplicación en esos territorios de las nuevas ordenanzas y reglamentos en el ámbito civil y militar. Ejerció diversos cargos importantes tales como Gobernador de Luisiana, Capitán General de Andalucía, Inspector de Milicias en Cuba e Inspector General del Ejército Real. Fomentó las artes y las ciencias, abriendo numerosas escuelas y centros de investigación. Satisfecho con sus disposiciones, el monarca le concedió el título de Conde en 1771. Es considerado el artífice de la modernización militar llevada a cabo por Carlos III. Es recordado por dirigir la expedición que pretendía, en 1775, la conquista de Argel, que terminaría en un rotundo fracaso para las armas españolas. Murió en Bonete, Albacete, España el 23 de marzo de 1794 (RECIO 2016).

que consiguieron el ascenso, se justificó la promoción en términos más generales, por su mérito genérico, refiriéndose a su aplicación o a los resultados en los exámenes que debían hacer a los cadetes en las escuelas regimentales creadas con las ordenanzas de 1768 o aquellos determinados en legislaciones para "*académicos*". Por lo tanto, parece claro que la formación científica tenía un peso en la carrera militar durante la segunda mitad del siglo XVIII (ABIÁN 2022).

Para los puestos más altos del regimiento se especificaba que la antigüedad estaría equiparada a la "*sobresaliente*" aplicación y el talento, señalando la inteligencia y capacidad como nuevos valores a tener en consideración. Además, para ascender no se señalaba la antigüedad como único criterio rector de la carrera profesional militar, sino que en cada puesto se incluían méritos nuevos para tener en cuenta, entre ellos se encontraba también la formación académica de los cadetes, la instrucción de los oficiales en la legislación militar o en la formación en la batalla de las compañías y batallones. Así pues, en todos los regimientos más de la mitad de los oficiales instruidos conseguían el ascenso solicitado, a pesar de que el número de oficiales instruidos nunca llegó a superar el 25% de la oficialidad (ABIÁN 2022).

No obstante, El mérito académico era apelado solo en ocasiones, en función del interés del mando que proponía el ascenso, posiblemente por su creencia de que podrían eclipsar los méritos de otros candidatos o a los más antiguos en el empleo. Hubo no pocas resistencias por parte de coroneles o capitanes interesados en mantener su control de los ascensos y, por tanto, más o menos receptivos a aceptar o disimular méritos según quién fuese su favorito, y según el cargo que fuera a ocuparse. Es decir, se producía una resistencia por parte de las élites a aplicar la normativa vigente (ABIÁN 2022).

El hecho de ser transferido a América significaba para Miranda solamente la ocasión de obtener "*un grado superior*". Sus méritos se sustentaban en diversos conocimientos adquiridos durante los 3 años previos, puesto que siendo tan joven y con tan poco tiempo en el ejército, no podía hacer valer su experiencia militar. Después de haber fracasado en esa primera tentativa de ascenso, cuatro meses después se ofrece como voluntario para formar parte del batallón que partiría en socorro y defensa de la fortaleza española de Melilla (Figura 10), asediada y sitiada por los moros al mando del sultán de Marruecos Sidi Mohamed desde el 9 de diciembre de 1774, arribando dicha expedición el 30 de diciembre de 1774, por lo que pronto recibirá su bautismo de fuego en las costas de África. Con ello buscará por segunda vez desde su reclutamiento, atraer sobre su persona la atención de sus superiores y aprovechar la ocasión de demostrar "*su talento y su preparación*" en vista de una promoción (BOHÓRQUEZ 2006).

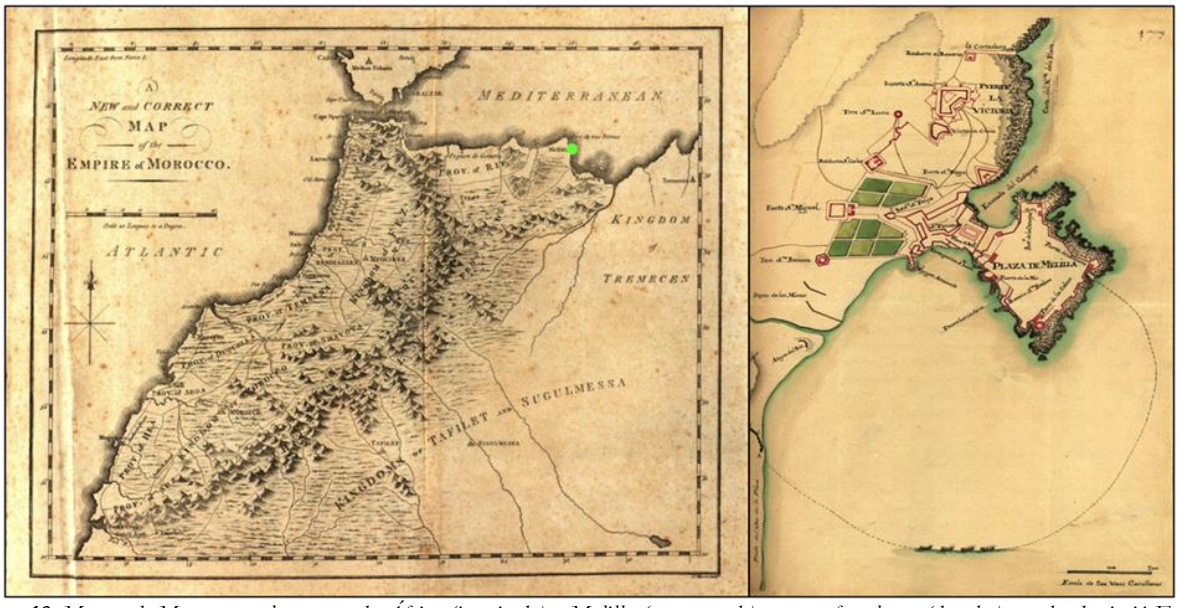


***Figura 10**. Mapas de Marruecos al noroeste de África (izquierda) y Melilla (punto verde) con sus fortalezas (derecha), en donde sirvió Francisco de Miranda, los cuales se encuentran dentro del archivo de su Diario de Viajes. Fuentes: (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 55, FOLIO 210) & (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 46, FOLIO 177)*

El 17 de marzo de 1775, el sitio de la fortaleza de Melilla es finalmente levantado y en el mes de agosto de 1775, Miranda termina su servicio militar en Melilla sin haber obtenido la menor promoción y sin siquiera recibir una palabra de reconocimiento por sus esfuerzos (BOHÓRQUEZ 2006).

Miranda se cansó de la rutina a la que estaba sometida su Compañía, y aspiraba a un servicio más activo. Hay razón para creer que diariamente adelantaba en distintos tópicos del conocimiento que contribuyeran de alguna forma con la ciencia militar y con su cultura en general. A juzgar por los distintos documentos anexos en su Diario de Viajes, Francisco

de Miranda hizo repetidas tentativas para cambiar la esfera de su actividad militar y en todas esas misivas destacaba sus conocimientos en matemáticas como destacaremos a continuación.

En el verano y en el otoño de 1776, cuando estuvo de guarnición en Cádiz, pidió al Rey Carlos III en primera instancia (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO II, N° 112, FOLIO 130) y posteriormente al Ministro de Marina, Señor Pedro González de Castejón (1719-1783)[13] (Figura 11) (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO II, N° 113, FOLIO 131), que se le concediera pase a la marina real como Teniente de Navío como señalan las siguientes cartas:

"Memorial adjunto. Señor. Don Francisco de Miranda, Capitán del Regimiento de Infantería de la Princesa. Hallándose con algún conocimiento de las principales partes de la Matemática e Idiomas extranjeros, y deseosísimo de adelantar estos fundamentos de su educación para invertirlos en servicio de Vuestra Majestad y de su Patria en el ramo de Marina a que le guía su inclinación. Suplica a Vuestra Majestad rendidamente se digne concederle su Real permiso para pasar dicho Cuerpo de la Marina con su antigüedad y grado correspondiente de Teniente de Navío. Cádiz, junio 7 de 1776. Francisco de Miranda"

"Excelentísimo Señor. Carta al Excelentísimo Ministro de Marina. Muy Señor mío. Habiendo debido a la educación de mis padres ciertos principios, que me obligan hacer desear adelantar en un cuerpo facultativo, ocurro a la bondad de Vuestra Excelencia para que como Protección Verdadera de la aplicación sirva admitirme en el de su cargo, a fin de lograr por este medio, el cumplimiento de mis ideas. Tengo, Excelentísimo Señor, un medio conocimiento de las principales partes de la Matemática, y así mismo de los idiomas inglés, francés, italiano, latino, etc. Espero que Vuestra Excelencia se digne nombrar algún sujeto de su satisfacción, para que examinándome, pueda informarle de esta verdad y de mi aplicación, cuyo testimonio prometo confirmar en lo sucesivo. Por si Vuestra Excelencia gustase disponerlo así, remito el correspondiente Memorial de solicitud para Su Majestad, que llevaría personalmente a no faltarme la Licencia Real que es indispensable para ello. Deseo a Vuestra Excelencia la más cumplida solicitud, y que Nuestro Señor guarde su importante vida por muchos años. Cádiz, junio 7 de 76. Beso la mano de Vuestra Excelencia su más obediente servidor. Francisco de Miranda. Señor Ms. Gonzáles de Castexón".

Figura 11*. Retrato de Pedro González de Castejón y Salazar , Ministro de Marina en 1776 a quien Francisco de Miranda dirige una de sus cartas. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Pedro_Gonz%C3%A1lez_de_Castej%C3%B3n*

Aunque el cambio no lo obtuvo, es importante destacar que en la segunda misiva dirigida al Ministro de Marina González de Castejón, Francisco de Miranda destaca expresamente que se sometería a cualquier tipo de verificación o examen de algún funcionario designado por parte de las autoridades, para que constataran estos conocimientos en matemáticas y lenguas extranjeras, lo que denota su aplicación en estas materias, razón por la cual no hay dudas sobre las reales cualidades alcanzadas por Miranda durante un espacio de tiempo de aproximadamente 5 años, en virtud de que estaba exponiendo su reputación y prestigio como oficial al servicio de la monarquía española ante cualquier tipo de certificación por parte de las autoridades reales a las cuales estaba remitiendo estas misivas.

Un mes después, el 7 de julio de 1776, dirigió una carta al Inspector General de la Milicia, Sr. Don Martín Álvarez[14]

[13] Pedro González de Castejón y Salazar es un marino y militar español que nació en Tudela en 1719, y que alcanzó el grado de Teniente general de la Real Armada Española y fue el I marqués de González de Castejón. Desde muy joven comenzó a prepararse para la vida de marino, así en 1737 sienta plaza de guardiamarina. En 1774 es ascendido a teniente general de la armada. En 1760 es ascendido a capitán de navío. En 1775 dirige la escuadra que participa en la expedición contra Argel. Se encarga de mejorar las condiciones de la marina, realizando entre otras muchas reformas abrir dos nuevas escuelas de guardiamarina en Cartagena y en Ferrol y aumentando la armada. Organizó una poderosa escuadra que conquistó la Isla de Santa Catalina y la Colonia del Sacramento de manos portuguesas. Castejón falleció en Madrid el 19 de marzo de 1783 (https://es.wikipedia.org/wiki/Pedro_Gonz%C3%A1lez_de_Castej%C3%B3n)

[14] Martín Antonio Álvarez de Sotomayor y Soto-Flores nació en Lucena, Córdoba, el 28 de octubre de 1723. Ingresa en el Ejército como cadete del Regimiento de Dragones del Rey el 19 de febrero de 1735. Con el empleo de mariscal de campo, se le nombra en 1770

(1723-1819) (Figura 12), en que le habla de sus dotes en matemáticas y le manifiesta disgusto por la falta de actividad en el puesto que ocupa, y le pide le de otro en el Departamento de Milicia (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO II, N° 100, FOLIO 115) como indica a continuación:

> *"Carta al Señor Inspector General de Milicia en Julio 7 – 76. Muy Señor mío y de mí mayor veneración. Un deseo ardiente de servir al Soberano, unido con algunos conocimientos que por mi educación he adquirido en las Matemáticas e Idiomas vivientes de la Europa… me hacen ocurrir a la Protección de Vuestra Señoría como Protección verdadera del mérito, para que proporcionándome alguna comisión en los asuntos de su Consejo, pueda tal vez hacerme útil en lo sucesivo, dando a Vuestra Señoría prueba evidente de mi constante aplicación, y afecto a su Persona. No puedo negar el gran disgusto con que me hallo en la situación actual, falto de facultades con que poder hacer uso de las ideas que por un continuo estudio y algunos viajes he podido adquirir en la profesión; sin embargo de haberlas solicitado con instancia recientes veces y sacrificándome el sitio de Melilla; cuyas razones me obligan convenientemente a conferir en la consideración de Vuestra Señoría, como fiel depositario de la confianza del Soberano de está mi Protección; para que hecho cargo del buen deseo proteja la honrosa ambición de un individuo que sólo desea emplear la vida en servicio de Su Majestad y a su Patria. Nuestro Señor guarde la importante vida de Vuestra Señoría muchos años, besa la mano, Francisco de Miranda. Cádiz, Julio 7 – 787. Señor Don Martín Álvarez"*

Tampoco obtuvo Miranda lo que quería. Pidió luego permiso para ir en una expedición hacia Buenos Aires a cargo de Don Pedro de Cevallos[15] (1715-1778) (Figura 13), la cual se estaba preparando, y este se ofreció ir como voluntario. En esta expedición Cevallos zarpó de Cádiz en octubre de 1776 al mando de un contingente que reunía 116 embarcaciones y unos 10.000 hombres, y tras tomar la isla de Santa Catalina (junto a la costa del actual estado de Santa Catarina, Brasil), arribó al puerto de Montevideo en abril de 1777. Desde allí marchó por tierra hasta la Colonia del Sacramento, que reconquistó. Decidió luego dirigirse hacia la región de Río Grande de San Pedro, pero le llegó la noticia de la firma de un nuevo tratado entre ambas naciones (el Tratado de San Ildefonso) que zanjaba provisionalmente la guerra, y se trasladó entonces a Buenos Aires, donde el 15 de octubre de 1777 tomó posesión formal de su cargo de virrey (FERNÁNDEZ y TAMARO 2004). Precisamente en esta expedición irá otro criollo caraqueño, el militar e ingeniero José de Pozo y Sucre (1740 – 1819)[16] como parte de una brigada de diez ingenieros con el cargo de primer ayudante de cuartel para ejercer el control cartográfico y militar de la región limítrofe

gobernador superior del Ferrol. Tras ascender a teniente general el 10 de junio de 1779, se le confía, hasta febrero de 1782, la Comandancia del Cuerpo del Ejército destinado en el Campo de Gibraltar para el bloqueo de aquella plaza. Carlos IV le concede el 12 de diciembre de 1790 el título de Conde de Colomera y en julio de 1794 se hace cargo del Virreinato y Capitanía General del Reino de Navarra. Asciende a capitán general el 13 de diciembre de 1794, y en marzo de 1795 el rey le designa como comandante general e inspector de artillería y fábricas de armas y municiones, agradeciéndole sus servicios con el título de coronel de los batallones y demás tropa del Real Cuerpo de Artillería y el 20 de marzo de 1797 le confiere el título la Grandeza de España en 2ª Clase. Fue consejero en el Supremo de la Guerra e Inspector militar de Milicias, retirándose de la vida pública en 1814. El día 18 de enero de 1817 Fernando VII, por decreto especial, le confiere el mando de la Compañía de su Guardia de Alabarderos, cargo que ostentó hasta su fallecimiento acaecido en Madrid el 9 de septiembre de 1819 a los 95 años (https://historia-hispanica.rah.es/biografias/2234-martin-antonio-alvarez-de-sotomayor-y-soto-flores)

[15] Pedro Antonio de Cevallos Cortés y Calderón nació en Cádiz en 1715, fue un militar y administrador colonial español que ingresó muy joven en la carrera militar y alcanzó altas graduaciones en el escalafón como resultado de su actuación en las campañas en Italia. En 1756 pasó a ultramar con el nombramiento de gobernador de Buenos Aires, expedido por el rey Fernando VI. Durante su mandato como gobernador de Buenos Aires (1757-1766) se enfrentó reiteradamente a los portugueses. En 1762 tomó la Colonia de Sacramento durante la guerra hispano-portuguesa. Una década después, y tras iniciarse una nueva guerra con Portugal en los mismos escenarios, Pedro de Cevallos fue designado primer virrey del recién creado Virreinato del Río de la Plata, con capital en Buenos Aires mediante Real Cédula expedida por Carlos III de España en 1776, este cargo llevaba aparejados también los de gobernador y capitán general de las provincias del nuevo virreinato, así como el de supremo presidente de la Real Audiencia de Charcas o La Plata. El virrey Cevallos promovió la agricultura e introdujo una serie de notables medidas de carácter laboral, como la regulación de los horarios de trabajo, el nivel del salario e, incluso, la alimentación diaria que debían recibir los peones, favoreció la industria e impulsó la libertad comercial. Al poco de regresar a España en 1778, con el grado de capitán general, falleció en el convento de capuchinos de Córdoba, durante su viaje desde Cádiz a la Corte en Madrid (FERNÁNDEZ y TAMARO 2004).

[16] José del Pozo y Sucre fue un destacado militar e ingeniero, nacido en Caracas en 1740. Solicitó el ingreso en el real cuerpo de artilleros en Madrid el 15 de abril de 1760 y recibió en la capital de España "*dos años de estudios en el Colegio Imperial, habiéndolos aprovechado en la aritmética, geometría, trigonometría y los elementos de álgebra y secciones cónicas*". El joven caraqueño ya demostraba desde bien temprano en esos estudios su predilección por las matemáticas y su aplicación al campo de la ingeniería. El 12 de junio de 1761 ingresó como cadete de ingeniero voluntario, ascendiendo el 10 de marzo de 1763 a alférez de ingenieros, permaneciendo en ese empleo hasta el 15 de agosto de 1765. Ejerció simultáneamente el ejercicio de las armas con la profesión de ingeniero militar. El de subteniente lo adquirió el 17 de diciembre de 1765. Gracias a las enseñanzas recibidas en el Real Colegio de Artillería de Segovia entre 1763 y 1765, pudo alcanzar una sólida formación que le catapultó tanto en su vertiente formativa como en su obra como ingeniero. Se había dedicado "*por espacio de ocho años al estudio más arduo de la ciencia matemática, como es la aplicación del álgebra, cálculo diferencial e integral, a los tratados físicos y matemáticos y a las obligaciones de un buen ingeniero, habiendo logrado por su aplicación y esmero de su difunto maestro Don Claudio Martel, bien conocido en el ejército por su ciencia, abrirse las puertas para la inteligencia de los autores modernos y adquirir por este medio y continuado estudio los conocimientos para ser útil a su Rey*". A partir de 1776, que regresó al Nuevo Mundo, en la expedición de Cevallos, residió por espacio de 9 años entre el Río de La Plata, Cuba, Trinidad, Venezuela. Ascendió al rango de capitán de ingenieros el 19 de mayo de 1778. Arriba nuevamente a España en 1789 donde comenzó una nueva etapa de su trayectoria vital con el nombramiento de director en la recién creada Academia Militar de Matemáticas de Cádiz. Deambuló por diferentes empleos entre Cádiz, Sevilla, Sierra Morena y Barcelona, entre otros. José del Pozo y Sucre falleció en Cádiz el 2 de diciembre de 1819 (HERNÁNDEZ 2008, 2010).

objeto de la controversia entre España y Portugal. Pozo y Sucre participará en la toma de la isla de Santa Catalina y en el sitio de la Colonia del Sacramento. Esta expedición permanecerá hasta junio de 1778 en Buenos Aires. Entre las actividades emprendidas por el ingeniero venezolano durante sus dos años en el Río de la Plata, destacarán sus trabajos cartográficos en Montevideo (HERNÁNDEZ 2008).

Figura 12*. Retrato de Martín Antonio Álvarez de Sotomayor, Inspector General de Milicias, pintado por Agustín Esteve en 1798, Museo del Prado. Fuente: https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/martin-antonio-alvarez-de-sotomayor-y-soto-flores/dee554ee-9e6a-4217-a347-4ac774bf117a*

No se le dio satisfacción tampoco a Francisco de Miranda en esta importante expedición suramericana donde irá ese otro compatriota suyo, a pesar de lo numeroso en recursos humanos y logísticos con que contó dicha misión. En esa carta del 18 de agosto de 1776 Miranda expresaba lo siguiente (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO II, N° 114, FOLIO 132):

> *"Carta al Excelentísimo Señor Comandante General de la Expedición a Buenos Aires. Agosto 18 – 76. Excelentísimo Señor. Don Francisco de Miranda, Capitán del Regimiento de Infantería de la Princesa. Poseído del más vivo deseo de hacerse útil de su Patria y al Rey, adelantando prácticamente las ideas que por su estudio y aplicación tiene adquiridas en el arte Militar y partes principales de la Matemática y como igualmente de los idiomas inglés, francés, italiano, etc. No habiéndole su corta edad permitido aún más ocasión de practicar que la defensa militar, hoy que se halla desde el principio en calidad de voluntario. A Vuestra Excelencia con el mayor respeto, suplica se digne llevarle como tal a la Expedición de su mundo, franqueándole alguna pequeña comisión en que pueda, con inmediación de su Persona, manifestar su amor y celo al Real servicio, y representando al mismo tiempo los deberes de su profesión que tanto deseo. No tengo Excelentísimo Señor más protección, que el concepto que merezco a los Jefes bajo cuyas órdenes he servido; y espero de la generosidad de Vuestra Excelencia me admita bajo la suya fomentando la honrosa ambición de un joven que desea conservar grandes todos los instantes de su vida al servicio de su Patria. Nuestro Señor guarde la importante vida de Vuestra Excelencia por muchos años. Cádiz, agosto 18 de 1776. Besa la mano de Vuestra Excelencia, su más obediente servidor. Francisco de Miranda. Excelentísimo Señor Don Pedro Seballos.*

Figura 13*. Retrato de Don Pedro de Cevallos de autor anónimo y a quien Miranda dirige misiva en 1776. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Pedro_de_Cevallos#/media/Archivo:Pedro_de_Cevallos.jpg*

El joven Capitán tuvo varias pruebas en el Ejército español, además de servir al Rey como voluntario en la defensa de Melilla contra los moros, entre 1773 y 1775, fue asignado primero en Madrid y luego en Granada y Melilla; de 1775 a 1778, de guarnición en Cádiz; en 1778 trasladado de nuevo a Madrid y por orden real del 28 de febrero de 1780, transferido al segundo batallón del Regimiento de la Princesa acantonado en Cádiz, en donde estará hasta el 28 de abril de 1780 cuando se embarca con su regimiento rumbo a La Habana (POLANCO ALCÁNTARA 1997). Es probable que el esfuerzo persistente por cambiar de ocupación, manifestada en sus distintas misivas, se debió a otro motivo distinto del único deseo de entrar en vida más activa de la que estaba experimentando en el mundo castrense resignado a actividades rutinarias del batallón, debido a su temperamento inquieto que le impulsaba a mantenerse siempre en actividad y que le estaban relegando a mantenerse prisionero en un puesto muy por debajo de sus capacidades intelectuales y, sobre todo,

de sus ambiciones. Por ello busca tan ansiosamente sustraerse al cerco en que lo mantiene una situación en la cual sus ideas no interesan a nadie y, de hacerlo, son consideradas cuando menos imprudentes (BOHÓRQUEZ 2006). Él buscará aprender del "*gran libro del universo"* y toda esa formación intelectual, en el caso particular de las ciencias, facilitará aún más ese tránsito hacia el logro de esos objetivos, definiendo este aprendizaje como « *lo que únicamente puede sazonar el fruto y completar de algún modo la obra magna de formar un hombre sólido y de provecho!* » (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO VII, N° 756, FOLIOS 189-190). En efecto, el cultivo de la razón no dejó de ser el objeto de sus esfuerzos durante todos esos años en Europa.

En años posteriores a esta etapa de vida militar en España, en carta dirigida desde Londres el 10 de abril de 1785 al Rey Carlos III, hace una exposición de motivos y da una breve idea del curso de su vida y a lo que se ha estado dedicando, en virtud de aclarar su situación por haber desertado del ejército español en 1783, resaltando lo siguiente (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO VII, N° 752, FOLIOS 142-152):

> *"...Nacido de padres legítimos y familia distinguida, en la ciudad de Caracas, Provincia de Venezuela en América, tuve la felicidad de recibir clásica y temprana educación en el colegio y Real Universidad de Santa Rosa de dicha ciudad, hasta que concluidos mis estudios de filosofía, derecho, historia, etc. Pasé a Europa con designio y vocación de servir a Vuestra Majestad en el ejército. Para este efecto, fijé mi residencia en Madrid, y con sumo ardor me apliqué al estudio previo de las matemáticas, principalmente en los ramos conducentes al arte militar, de las lenguas vivas de Europa, etc., buscando y haciendo venir de países extranjeros, maestros y libros, los mejores y más adecuados para el asunto, en lo cual se expendió considerable parte de mi patrimonio, bien que con adelantos suficientes para remunerar cualquier gasto que se me hubiese ocasionado y que confieso, han sido después la base de un sólido entretenimiento y constante ocupación..."*

Como se aprecia en esta misiva al rey, donde aparte de destacar sus orígenes y estudios iniciales universitarios en Caracas, señala claramente sus estudios matemáticos en Madrid aplicados al ámbito militar, según lo cual de acuerdo a su relato, hizo venir de países extranjeros (*Francia*) maestros y libros, los mejores y más adecuados para el asunto, gastando parte considerable de su patrimonio para el avance de su educación. Es decir, que para el desarrollo de estos conocimientos contó con la instrucción de tutores en la materia, por lo que es válida la hipótesis inicialmente expuesta referente a la asistencia de maestros como el científico francés Agustín La Planche en su formación intelectual inicial cuando Francisco de Miranda se encontraba en la capital del reino. Es posible que La Planche se radicara en España luego de trabajar para el Real Gabinete de Historia Natural, ya que incluso hasta 1794 él aún se encontraba viviendo en Madrid. Fue a inicios del año 1771 cuando Miranda arriba a esta ciudad, en el que posiblemente lo contacta para que fuera su profesor, aunque no se descarta la asistencia de algún otro instructor extranjero, tal y como lo señalará en esta carta a Carlos III, pero quizás establecidos en España a pesar de la aseveración de Miranda de traerlos directamente del extranjero. Lo cierto es que él no dejará constancia escrita dentro de su archivo de alguno de los nombres de sus profesores.

En esa misma petición que elevó al Rey de España en 1785, hizo presente su disgusto por la negativa del Inspector General de las tropas, Conde Alexander O'Reilly, de conseguirle real permiso para ir a Prusia, Alemania y otros países europeos, con el objeto de estudiar sus sistemas militares y formarse cabal idea de una profesión que con tanto ardor y esmero cultivaba. Miranda tomará a O'Reilly, con razón o sin ella, como culpable de todas sus desdichas en el ejército, quien a su entender obstaculiza todas sus solicitudes con el fin de ajustar cuentas pendientes en virtud de una crítica que hizo Miranda en conversación privada por su fracaso en la Expedición de Argel en 1775. El enfrentamiento había tenido lugar durante la visita del inspector a los regimientos acantonados en Melilla, poco antes del regreso de Miranda a Málaga, lo que despertó obviamente la antipatía y le granjeó la mala voluntad de este superior. A tal efecto Miranda detalla al respecto en esta carta lo que sigue (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO VII, N° 752, FOLIOS 142-152):

> *"Enseguida me dirigí — con permiso tácito de los jefes — al puerto de Santa María para solicitar personalmente del Inspector General Conde de O'Reilly, la consecución de una Real licencia para pasar a Prusia, Alemania y otros países extranjeros, con el objeto de examinar el sistema militar de toda Europa y formar cabal idea de una profesión que con tanto ardor y esmero yo cultivaba. Pero en lugar de encontrar apoyo o protección en el Inspector General, lo hallé prevenido contra mis adelantos y además, lleno de quejas y resentimiento, por haber yo desaprobado en conversación privada, su conducta sobre el manejo de la Expedición contra Argel, que mandó Su Excelencia en el año de 75. Tuvo la flaqueza de manifestármelo en conferencia secreta que tuvimos y la pequeñez de negarme una licencia que solicitaba yo con fines tan honestos y justos… por lo que me hallé tan disgustado que resolví luego pasar a la marina, para sustraerme de la dominación de jefe tan parcial e injusto! Pero no pude conseguirlo, como tampoco el transferirme a las milicias (que también solicité después) sin embargo de que tuve una respuesta honorífica y lisonjera de su Inspector General Don Martín Álvarez de Sotomayor. En este tiempo pasó mi Regimiento de guarnición a Cádiz y el Segundo Batallón fue destinado para la expedición del Brasil, bajo el mando del Excelentísimo Señor don Pedro Ceballos, con cuyo motivo pretendí también embarcarme de voluntario o agregado en dicha expedición. Recibió con gusto mi petición dicho jefe y me mandó hablase yo mismo sobre el particular al Inspector Conde de O'Reilly, pero no resultó más que lo que yo esperaba, esto es, que me negase enteramente mi pretensión, empeñado siempre en cortar todos mis adelantos, porque no se disponían por su mano, y deseoso, al parecer, de que abandonando los estudios, me entregase a la disipación que ofrece la guarnición de Cádiz a un joven militar. Procurando para ello también incomodarme por medios bien extraños e indecorosos, injeriéndose aún en inquirir si yo oía misa, si tocaba la flauta, si leía libros filosóficos, etc. Mas se engañó Su Excelencia y mi carácter nunca pudo acomodarse a sus arbitrarios vanos principios. Finalmente, en el año de 1778 fue removido mi Primer Batallón y marchamos de guarnición a Madrid, donde permanecí hasta principios del 80. En este intermedio logré las más altas satisfacciones del nuevo coronel, brigadier Don Juan Manuel de Cagigal, como asimismo la*

más vil persecución del sucesor inmediato, Don Juan Roca, cuya ínvida disposición e ignorancia me eran ya muy conocidas por haberle visto servir al frente del enemigo, y tratado familiarmente cuando era Sargento Mayor del propio Regimiento..."

Cualesquiera que hayan sido las relaciones entre Miranda y O'Reilly en el devenir de su servicio militar, las cuales pueden catalogarse de ásperas sin lugar a dudas, es claro que el joven criollo no descuidó sus deberes, porque en el parte que se dio sobre la Compañía de Miranda a fines de noviembre de 1777, se le congratuló más que antes, y en vez de criticarle por su falta de prudencia, dice el Inspector O'Reilly que "*este Capitán desempeña bien sus deberes*", juicio de valor que se confirma y vigoriza comparándolo con lo que se dice de sus compañeros (ROBERTSON 1918).

No obstante, luego de ocho años de esfuerzos infructuosos para tratar de obtener un grado superior, el balance de la carrera emprendida por Miranda "*con tanto ardor y esmero*" no puede ser sino decepcionante y puede ser considerado como bastante negativo por lo que respecta a su deseo "*de honor y brillantez*". Su único logro ha sido un cambio de regimiento y de paisaje, lo cual está lejos de representar un reconocimiento a sus méritos profesionales. Desde el punto de vista de su búsqueda de perfeccionamiento intelectual, lo adquirido ha sido, en cambio, bastante enriquecedor y esencial para su formación y para la estructuración de su pensamiento en los años por venir. El inventario de libros dejados en Madrid así lo prueba (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 26, FOLIOS 76-77).

Miranda fue un hombre de destacadas cualidades intelectuales y con la ambición de escalar las más altas posiciones dentro del Ejército Real basado en la creencia de sus propias capacidades, a pesar de haber comprado una patente para incursionar en el mundo militar de acuerdo a los requisitos de rigor, provenir de una distante provincia americana y de estar influenciado además por el entorno social y familiar de su tiempo. Esta opinión no fue compartida por sus superiores jerárquicos, quienes veían en él una fuente permanente de conflictos. El Inspector General Conde de O'Reilly le manifestó en Cádiz a Miranda privadamente que "*intentaba subvertir las Leyes del Reino con sus solicitudes*", por lo que le facilitó finalmente pasar a América en 1780 en el Ejército de Operaciones, que a las órdenes del Teniente General Victorio de Navia se hallaba en aquel puerto prestos para salir. El Teniente General Juan Manuel Cagigal y Monserrat (1738-1808)[17] (Figura 14), a quien conoce en Madrid, constituye una excepción a esta regla y de quien obtuvo las más altas satisfacciones según Miranda (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO VII, N° 752, FOLIOS 142-152). Cagigal será el único en ofrecerle a Miranda una verdadera oportunidad de probar su "*talento y capacidad*" y se convertirá en su protector (BOHÓRQUEZ 2006).

Figura 14*. Retrato del Teniente General Juan Manuel Cagigal y Monserrat (1738-1808) y su firma en carta dirigida al General George Washington, fechada el 26 de mayo de 1783 en la Habana, ambos documentos preservados en el archivo del Diario de Viajes de Miranda. Fuentes: (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO IV, Nº 314, FOLIO 5) & (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO V, Nº 553, FOLIO 80)*

Juan Manuel Cagigal y Monserrat, será el jefe militar de Miranda que en esa etapa en Cuba destacará expresamente sus méritos profesionales e intelectuales, a través de dos misivas fechadas en La Habana el 18 de mayo de 1783, la primera dirigida a Francisco de Miranda y la siguiente a Don Francisco Rendón respectivamente y que se exponen a continuación (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO V, N° 551, FOLIOS 75-77), (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO V, N° 552, FOLIOS 78-79):

"...Yo por obligación y en justicia, debo manifestar al Rey el distinguido mérito de sus servicios de Vmd. como testigo que soy de

[17] Juan Manuel Cagigal y Monserrat fue un militar español nacido en Santiago de Cuba el 31 de marzo de 1738, participó en numerosas batallas durante el siglo XVIII. Fue mariscal de campo, teniente general de los reales ejércitos, figuró en las campañas de Orán y Argel y fue partícipe en la expedición de Pedro de Cevallos de 1776 a Buenos Aires. Gobernador de Cuba entre 1781 y 1782. Fue triunfador en la campaña de Pensacola, Estados Unidos y conquistador de las Bahamas, llegó a ser uno de los más brillantes jefes militares cubanos de todos los tiempos. En 1789, Cagigal fue rehabilitado y, restituido en sus grados y honores por el Rey Carlos IV luego del largo presidio sufrido en Cádiz, y será finalmente absuelto junto a Miranda de las falsas acusaciones en su contra en 1799. Murió en Valencia, España en 1808 (https://historia-hispanica.rah.es/biografias/9088-juan-manuel-de-cagigal-de-la-vega-y-montserrat).

ellos y asimismo las ventajas que al Estado puedan resultar de sus conocimientos y constante aplicación…Vmd. Es joven aún, y se halla, como sabe, propuesto ya en dos ocasiones para Coronel con sueldo. Espero que con mi llegada a la Corte, se dé curso a esta instancia y que informado S. M. mejor de los servicios y carácter de su persona de Vmd., logre mayores satisfacciones…"

"Muí estimado señor mío: Mi Edecán el Teniente Coronel dn. Francisco de Miranda, se dirige á esas Provincias de paso para Europa, según me avisa: esta circunstancia, y la de ser sugeto de mi maior aprecio por sus distinguidas cualidades y honradez, me obliga á recomendarle á Vm., para que le favorezca en quanto esté de su parte, durante su residencia en ese continente. Algunas desazones ocurridas últimamente con el Ministro de Indias, promovidas por la Embidia de algunos émulos suios, le tienen disgustado, y bastante resentido: he de merecer á V. que, con la reserva devida contribuya por su parte á contentarle, á fin de que no se segregue del Estado uno de sus mejores Oficiales, y hombre de vastos conocimientos."

Sin embargo, pese a estas circunstancias favorables con su jefe inmediato, que tendrá por marco el Caribe, será también la escogida por los poderes jerárquicos que viene cuestionando Miranda desde su ingreso al ejército español, para arremeter en su contra. Tanto él como su jefe serán falsamente acusados de contrabando, y a Miranda además se le acusará de dar información privilegiada al general inglés Campbell sobre las fortalezas de La Habana, este militar británico fue prisionero de los españoles en la toma de Pensacola y luego fue trasladado a Cuba. Cagigal posteriormente sufrirá más de cinco años de prisión en el castillo de Santa Catalina (Cádiz) debido a esta situación y Miranda desertará del Ejército hacia los Estados Unidos en 1783, en virtud de las posibles represalias contra su persona. Sobre este caso en particular testificará a favor de Francisco de Miranda en carta fechada el 22 de febrero de 1783, el militar e ingeniero venezolano José de Pozo y Sucre, quien se encontraba asignado en Cuba desde 1779, donde colaboró activamente en el levantamiento de planos e informaciones militares para la realización de las expediciones de la guerra y vivió de lleno tanto en Cuba como en Saint Domingue todos los proyectos trazados y los conflictos reinantes entre los militares de la expedición. Pozo y Sucre ofrece testimonio de que Miranda el día del incidente no se encontraba en compañía del militar inglés sino en la Hacienda Ojo de Agua a más de cuatro leguas de La Habana, en compañía de su propietario el conde de Casa-Montalvo, uno de los más grandes terratenientes de Cuba (BOHÓRQUEZ 2006; HERNÁNDEZ 2008, 2010).

José de Pozo y Sucre es probable que coincidiera en España con Francisco de Miranda en algunas de las expediciones peninsulares y africanas en las que ambos participaron (HERNÁNDEZ 2008). Aunque emprendieron diferentes caminos de acceso al Ejército Real en sus inicios, fueron personajes criollos ilustrados y capaces dentro de las filas castrenses en el cumplimiento de sus deberes militares en el transcurrir de sus profesiones. El primero de ellos con una carrera militar exitosa avalada por 29 años de trayectoria adquiridos desde su condición de cadete del real cuerpo de artillería en Segovia, sus servicios en Portugal, España, África, Suramérica e incluso su papel en la guerra de la Independencia de los Estados Unidos así lo demuestran. El segundo por el contrario con una carrera militar de más corta duración y de rápido acceso al ejército, gracias a las prebendas económicas de su familia y a los *beneficios de rango* establecidos por la Corona, pero con igual anhelo de ascenso social a través de la superación profesional e intelectual empleando diferentes medios. Sin embargo, pese a estas trayectorias de incursión y progresión en el ámbito militar tan disímiles, ambos vivieron de primera mano la política del despotismo ilustrado, que obstaculizó a los criollos los ascensos en sus jerarquías militares de forma justa y meritoria, al igual que el acceso a los empleos en Indias, que eran sistemáticamente ocupados por peninsulares pertenecientes a las redes del poder clientelar establecidas en la Corte (HERNÁNDEZ 2010).

Pozo y Sucre solicitó el 19 de marzo de 1790, en instancia firmada en Madrid, el empleo de coronel y su designación como Teniente del Rey en Caracas en la vacante dejada por Pedro de Nava en la Capitanía venezolana. Sin embargo, el 19 de julio de ese año su propuesta fue desechada y el empleo le fue concedido al vasco Julián de Zuvillaga, hasta entonces sargento mayor del Regimiento de Infantería de Soria, a pesar de él tener mayor antigüedad y méritos. Esa frustración y la que había vivido su compatriota Francisco de Miranda, de la que fue testigo directo, pudo constatar de primera mano que, pese a sus méritos, poco tenían que hacer los americanos para aspirar a cargos de preeminencia en su tierra natal o en cualquier otra locación del Reino de España, lo que le llevará a involucrarse en esos años a los planteamientos de corte independentista que estaba desarrollando en París y Londres el Precursor de la Independencia americana Francisco de Miranda (HERNÁNDEZ 2008).

Posteriormente, siendo Francisco de Miranda General del Ejecito Francés del Norte a partir del año 1792, en una difícil etapa como prisionero en 1793, producto de unas acusaciones que lo tratan por alta traición y complicidad con el General en Jefe Charles François Dumouriez (1739-1823) en virtud de las derrotas sufridas en Maastricht y Neerwinden, Países Bajos, su abogado Claude François Chauveau-Lagarde (1756-1841) realiza el 10 de mayo unas "*Reflexiones*" para el alegato de su defensa ante el Tribunal Revolucionario de la Convención Nacional que se realizaría en París el día 15 de mayo (Figura 15), destacando sobre Miranda, entre otros aspectos de su vida, lo que sigue a continuación (ROJAS 1889):

"Como el rey de España ofreciera a su familia colocar al joven Francisco en uno de los regimientos del ejército, en clase de capitán de una compañía, tal cargo le fue confiado a su arribo a Madrid. Pero menos ocupado en los empleos y en las filas, que en su instrucción, hizo venir de Francia profesores de matemáticas y de ingeniería, quienes le instruyeron en sus respectivas ciencias, ya que el gobierno no quiso permitirle salir del reino".

Esta aseveración de Chauveau-Lagarde en sus "*Reflexiones*" en cuanto al nivel de instrucción alcanzado por Miranda, en referencia a su formación matemática lograda con instructores provenientes de Francia es también reiterada. Se deduce pues

que fue el mismo Miranda quien le comunicó esta información a su abogado defensor para la preparación de estos alegatos en su defensa, aunque se mezclan eventos ocurridos en contextos de tiempos diferentes en cuanto a los hechos realmente suscitados, para así favorecer los argumentos esgrimidos por el caraqueño. Este mismo razonamiento también será expuesto por Miranda en la carta del 10 de abril de 1785 remitida al Rey de España.

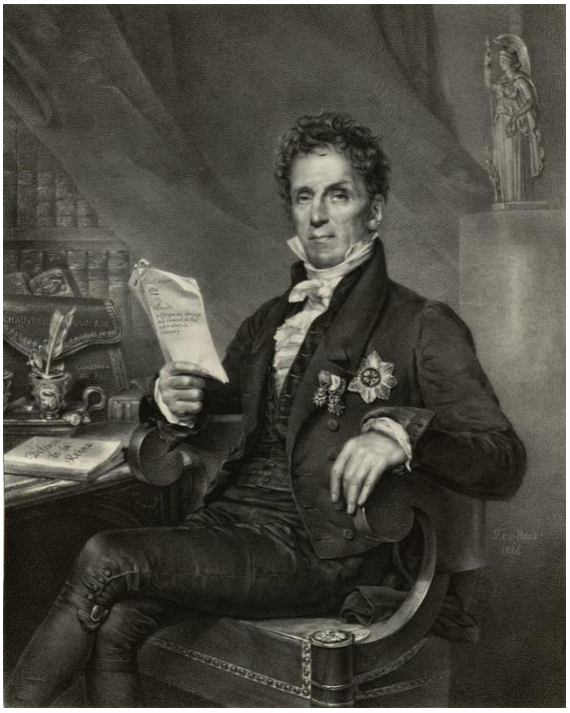


Figura 15*. Retrato de Claude François Chauveau-Lagarde, abogado defensor de Miranda en París en 1793 pintado por Jean-Sébastien Rouillard en 1824, Biblioteca Nacional de Francia. Fuente: https://fr.wikipedia.org/wiki/Claude_Fran%C3%A7ois_Chauveau-Lagarde#/media/Fichier:Chauveau_Lagarde.jpg*

En una síntesis biográfica realizada sobre Francisco de Miranda y que apareció publicada en París en 1834 en la obra *Biografía universal y portátil de contemporáneos o Diccionario histórico de hombres vivos y de hombres muertos desde 1788 hasta nuestros días* (Biographie universelle et portative des contemporains, ou Dictionnaire historique des hommes vivants et des hommes morts, depuis 1788 jusqu'à nos jours), bajo la dirección de los señores Alphonse Rabhe, Claude-Agustin Vieilh de Boisjolin y Françoise de Sainte-Preuve, en concordancia con lo expresado por Chauveau-Lagarde en sus alegatos, se señala sobre este ilustre personaje criollo en esta obra lo siguiente:

> *"...Ávido de conocimientos, quiso ir á París, y pidió al efecto su licencia, la cual le fue rehusada. Decidido á instruirse á cualquier precio, el joven Miranda hizo llevar de Francia, á su costa, maestros de diversas ciencias cuya enseñanza era imperfecta entonces en España, y se entregó con ardor extremado al estudio de las matemáticas y de las lenguas vivas. Hizo llevar también de París un gran número de libros que la Inquisición le secuestró. A pesar de este contratiempo, que Miranda supo reparar oportunamente, adelantó sus trabajos sin descuidar el servicio militar..."*

Como se destaca del texto anterior, se expone de igual forma en esta biografía su formación con instructores y libros provenientes de Francia en el campo de las matemáticas y de las lenguas, al igual que el rechazo por parte de sus superiores de visitar otras naciones europeas en su etapa de servicio militar en España para complementar su capacitación técnica. Esta biografía de Miranda se aprecia que también tuvo la influencia de los alegatos dados por Chauveau-Lagarde en la defensa de Miranda en París ante el Tribunal Revolucionario en 1793.

En otra alusión biográfica efectuada sobre Miranda por el historiador francés Jules Michelet (1798-1874) en el Tomo VI de su obra *Histoire de la Révolution Française* de 1853 publicada en París, de igual forma se refleja su formación con profesores y libros extranjeros traídos a España como se cita a continuación:

> *"...No hay ejemplo de vida tan abnegada, ni tan fervorosamente consagrada al triunfo de una idea, y tan ajena al interés ó al egoísmo. Desde la infancia, y no obstante la inquisición que imperaba en España, hizo grandes gastos para traer á España á su lado los primeros maestros y los mejores libros..."*

MIRANDA Y LA ESCUELA MILITAR DE ÁVILA

En correspondencia del 15 de junio de 1774, dirigida al Conde Alexander O'Reilly, Miranda además de solicitar un destino más activo en el Ejército como se citó previamente, destacó que su rechazo de ser admitido en la Escuela Militar no había recaído en la elección de su superior el Coronel Francisco Luján, según lo manifestado en este documento (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 132, FOLIOS 153-154):

> *"Mi Coronel Don Francisco Luxan me tiene manifestado en distintas ocasiones, que el no haber sido yo elegido para la Escuela Militar, pendió en que la elección no fue suya, y así no dudo que mereciendo este concepto haya dado a Vuestra Excelencia el informe correspondiente".*

De esta misiva deducimos que la Escuela Militar a la cual hace referencia Francisco de Miranda fue la correspondiente a Ávila, institución creada por el Conde Alexander O'Reilly, quien fue el Jefe militar en la más alta jerarquía de mando y sobre quien realmente recayó la decisión final de rechazar la promoción del joven caraqueño a esta institución militar, y a quien iba emitida dicha carta.

La Real Escuela Militar de Ávila fue, probablemente, la academia militar más original del siglo XVIII en España. Fue creada por Real Orden el 31 de enero de 1774 e inaugurada el 15 de abril de ese mismo año en esa ciudad castellana. El Teniente General Alexander O'Reilly creó esta escuela militar destinada a la formación y reciclaje profesional de oficiales en activo. El interés personal del rey por los asuntos militares durante su primera etapa de gobierno y la necesidad de reformar el ejército tras sus desastrosos resultados en la última

fase de la guerra de los Siete Años (1756–1763), encontraron un aliado eficaz en O'Reilly. Esta escuela contó con el apoyo de Carlos III y el propio O'Reilly fue nombrado su director. En esos momentos O'Reilly se encontraba en lo más alto de su carrera militar, reunía en su persona los cargos de Inspector General de Infantería (1766–1786), de Inspector general de la tropa veterana, milicia y artillería de América (1770–1783) y de Gobernador y comandante militar de Madrid (1773– 1775) (RECIO 2012).

Esta institución formó parte de la red de academias-escuelas que contribuyeron en la España del siglo XVIII a un proceso de militarización de la ciencia, en un país y una sociedad ya fuertemente militarizados desde principios de la centuria. La escuela obedecía al ideario militar reformista e ilustrado de su director, donde la necesidad de la educación del oficial estaba muy presente. Pero sus resultados científicos superaron el ámbito estrictamente castrense. La escuela canalizó la introducción y difusión de los textos europeos más importantes de la Ilustración, y no solamente militares. Este centro no fue únicamente un receptor de dichos textos, sino que también funcionó como núcleo de circulación y, en última instancia, como productor de conocimiento[18]. Fue así como se configuró en un auténtico laboratorio de ideas donde se concentraron, aunque fuera fugazmente, los militares más destacados de la Ilustración española del último tercio del siglo XVIII (RECIO 2016). Ávila estaba dedicada en exclusividad a la formación de oficiales de infantería, insertando de forma directa el mérito académico en la promoción de la oficialidad del cuerpo de infantería. El nuevo oficial que se buscaba debía añadir a los valores tradicionales de antigüedad y experiencia una formación científico-técnica, lo que cambiaría el *cursus honorum* del oficial militar (ABIÁN 2022).

Con el apoyo del monarca y del nuevo secretario de guerra, Ambrosio Funes de Villalpando, Conde de Ricla (1720-1780), con quien había trabajado en las reformas militares de Cuba y Puerto Rico (Figura 16), O'Reilly vio cumplido sus deseos: la institucionalización de un centro para modelar al "perfecto" oficial borbónico. Ávila demostraría la efectividad de las reformas ya operativas en Indias y los oficiales llamados a sus aulas, la punta de lanza del ejército borbónico en esos momentos, servirían de inspiración y emulación al resto del ejército (RECIO 2016).

Figura 16*. Escudo de armas de Don Ambrosio Funes de Villalpando, Conde de Ricla, Secretario de Guerra de Carlos III y rúbrica inferior fechada en Madrid el 28 de julio de 1778, otorgándole real licencia a Miranda de cuatro meses. Fuente: (COLOMBEIA, TOMO II, VIAJES, Nº 143, FOLIO 188)*

En marzo de 1774, O'Reilly ya tenía el listado completo de los 65 oficiales (56 de infantería y 9 de caballería) convocados a Ávila. Esta desproporción numérica correspondería a la creciente importancia adquirida a favor de la infantería en los campos de batalla europeos del XVIII. Esto hizo sonar todas las alarmas: además de la selección en sí (a criterio del director de la escuela), parecía institucionalizarse un camino de ascenso privilegiado para quienes completasen los dos años de instrucción previstos en cada promoción. La idea de O'Reilly era crear una élite de servicio dentro del propio ejército, seleccionada (en principio) sobre bases meritocráticas, que sirviera de ejemplo a toda la institución. O'Reilly preveía una selección previa de los oficiales en activo directamente de los regimientos y no de las academias: "*En cada uno de los regimientos de ynfanteria y cavalleria, se han elegido para concurrir a dicha escuela los oficiales cuya pronta instrucción interesa más al servicio por su talento, aplicación, conducta y proporciones para ascender a gefes de cuerpo y a generales*" (RECIO 2012), y Miranda no formará parte de esta primera selección de oficiales de acuerdo a los criterios establecidos por O'Reilly.

[18] Alexander O'Reilly promovió la publicación de varios libros para la enseñanza de los oficiales de infantería en la Escuela Militar de Ávila. De matemáticas fueron: *Tratados de Mathemática* (Madrid, 1772) que escribieron Benito Bails (San Adrián de Besós, 1730 – Madrid, 1797), quien fue el matemático más reconocido de la Ilustración española y Jerónimo de Capmany, al igual que la obra: *Los seis primeros libros, y el undécimo, y duodécimo de los Elementos de Euclides traducidos de nuevo sobre la versión latina de Federico Comandino conforme a la fiel y correctísima edición de ella publicada modernamente por Roberto Simson, profesor de matemática en la Universidad de Glasgow* (Madrid, 1774). El responsable directo del texto que se tradujo al castellano fue Robert Simson (Escocia, 1687–1768), que fue profesor de matemáticas de la Universidad de Glasgow desde 1711 hasta 1761. Era un admirador entusiasta de las matemáticas de la Antigua Grecia. Su versión de los *Elementos* tuvo un gran éxito. Estaba bien relacionado con los matemáticos de su época y conocía los descubrimientos hechos en el cálculo diferencial e integral (NAVARRO 2011).

Si los oficiales de Ávila debían de ser elegidos entre los mejores del ejército, el nivel de las matemáticas enseñadas debía de ser alto, por encima de los tratados generales. En cuanto a los ascensos se señalaba que se debía dar preferencia a aquellos que fuesen más avanzados en su aprendizaje de matemáticas (ABIÁN 2022). Un oficial del arma debía saber la aritmética y la geometría necesarias para llevar las cuentas, formar los escuadrones y, sobre todo, para tratar con los ingenieros militares, artilleros y altos mandos del ejército sin perderse en sus razonamientos. Convenía que conocieran también algo de trigonometría y el funcionamiento de los instrumentos matemáticos necesarios para medir ángulos y longitudes, porque eso les permitía hallar distancias y alturas o leer mapas (NAVARRO 2011).

En general, los oficiales que pasaron por la escuela de Ávila formaban parte de esos militares ilustrados que trataron de mejorar el ejército español en el último tercio del siglo XVIII. Tienen en común que tuvieron una brillante carrera profesional, que participaron en las guerras que hubo en aquella época, y que, en su mayoría, estudiaron en la Academia de Matemáticas de Barcelona. Varios realizaron viajes de estudios al extranjero, o estuvieron relacionados con las sociedades económicas e incluso significativo, es que casi todos estuvieron en América. Por Ávila también pasaron algunos miembros de familias criollas originarias de América como por ejemplo los O'Farrill de Cuba, claves en la política reformista de Alexander O'Reilly en la isla (RECIO 2012).

De acuerdo a la investigación realizada en los documentos del archivo de Francisco de Miranda, existe una carta emitida en Madrid el día 31 de marzo de 1775 por uno de los compañeros de armas en el Regimiento de la Princesa en Melilla, el Sargento Juan Roca, quien se encontraba en Madrid dando parte a las autoridades reales sobre el éxito de la campaña en Melilla luego del sitio ejercido por las tropas del sultán Sidi Mohamed. En esta misiva Roca indicaba que se *"pensaba"* en la promoción de Miranda a esta Escuela Militar de Ávila, creada el año anterior, según consideración del Inspector Conde O'Reilly, lo que supone que al menos se había tomado en consideración el nombre de Miranda al año siguiente. En esta carta se destaca a continuación (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO III, N° 217, FOLIOS 33-34):

> *"Madrid, 31 de marzo de 1775 Amigo mío: No pude escribir a V. M. con fecha del 28, y lo ejecuto ahora manifestándole la felicidad de mi viaje que aceleré más de lo que todos se prometían. En fin, entregué mi pliego al señor Ricla, quien inmediatamente, pasó a ponerlo en consideración de S. M., cuyo día e instante con relación de lo sucedido, declaró la promoción del señor Skarloch, gobernador y mía, por cuya gracia besé la mano, conducido por nuestro Inspector. No puedo ponderar a V. M. la alegría de todas las gentes en Palacio y cuartos de las Personas Reales, quienes me recibieron examinando por menor los días de mi jornada tan precipitada, de suerte que las 76 leguas desde Lorca las corrí en menos de dos días; actualmente, me hallo aún bastante cansado y hasta mi recobro permaneceré aquí y después en Aranjuez, donde se podrán observar las resoluciones o condescendencia de lo que intentan otorgar a los enemigos. Muchos aseguran que el Rey, siguiendo las providencias dadas, no desistirá en sus preparativos, pero esto lo publicará el tiempo. Hasta mi recobro, permaneceré aquí y después en Aranjuez, donde se podrá observar las O'Harris regresará a Ávila y tal vez V. M. tendrá el mismo destino, según las preguntas que anoche me hizo el Inspector. Tenga V. M. cumplida salud y si ocurriere algo después, continuaré quedando de V. M. afecto y seguro amigo. Roca. Señor D. Francisco Miranda"*

Sin embargo, pese a estos señalamientos en la carta del Sargento Roca, quien ascenderá a los pocos años a Coronel en el Regimiento de la Princesa y se constituirá luego en Jefe militar directo de Francisco de Miranda, al mismo tiempo que en un acérrimo adversario del caraqueño, Miranda finalmente no será recomendado a formar parte de esta Escuela Militar, en virtud de sus desencuentros con el Inspector Alexander O'Reilly, director de esta institución, quien verá en él una fuente permanente de conflictos a todo lo largo de su carrera militar, pese a ser un hombre de cualidades intelectuales y siempre en la búsqueda constante de perfeccionamiento. Estas últimas opiniones no fueron compartidas por sus superiores jerárquicos, a pesar de que existían misivas escritas por los Jefes de su Regimiento, la primera de diciembre de 1774, donde se decía del joven capitán criollo que "*su valor era desconocido, que su aplicación y capacidad eran grandes y que eran buenas su salud y su conducta*", y dos años después en 1776, otro parte contiene los mismos testimonios sobre la conducta y aplicación de Miranda, y ya se le reconocen valor y capacidad; pero se agrega que "*necesita una dosis mayor de prudencia*" (ROBERTSON 2006, p. 20).

Esta última descripción del carácter de Miranda, fue también quizás uno de los mayores escollos que jugó en su contra para obtener un ascenso y la promoción deseada dentro de las filas del ejército real durante su servicio militar en España, aunado a ser un joven originario de una distante provincia española al otro lado del Atlántico, ser parte de una familia de comerciantes que estuvo enfrentada a la aristocracia criolla caraqueña y de tener poco tiempo de servicio en activo dentro de las filas castrenses, en donde además accedió directamente como capitán a través de "*la compra*" de una patente, lo cual pudo significar en su conjunto un cúmulo de circunstancias adversas y una desilusión para el joven Miranda que en cierto modo expone en su carta enviada al Rey Carlos III en 1785 (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO VII, N° 752, FOLIOS 142-152).

Existe otra carta también preservada dentro del Diario de Viajes de Miranda, escrita en francés por parte del capitán del Regimiento de la Princesa Gonzalo O'Farrill[19] (1754-1831),

[19] Gonzalo O'Farrill y Herrera, nació en el seno de una rica familia oriunda de Irlanda en La Habana, Capitanía General de Cuba, el 22 de enero de 1754. Desde su niñez fue destinado a la carrera de las armas. A la edad de trece años ingresó en la Escuela Militar de Sorèze en Francia, colegio de gran fama entonces; entre 1761 y 1790 hubo 86 estudiantes nobles españoles matriculados en este prestigioso colegio francés. Alcanzó en 1798 la Inspección General de Infantería en España y desde 1808 la Dirección General de

quien fue uno de esos personajes americanos nacidos en Cuba (Figura 17), que ingresó en esta Academia en la primera promoción de 1774, la misiva fechada en Ávila el 14 de enero de 1778, cuatro años después del inicio de funciones de dicha institución educativa, presumimos que iba dirigida al joven criollo debido a algunos datos interesantes que se mencionan a continuación (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO II, N° 128, FOLIO 171):

> *"Mi querido amigo: Sería hablarle bien tarde de mi llegada aquí, si dudase cómo, habiendo sido instruido por una persona que sabe estimarlo, no me guardase en su recuerdo un lugar, anhelado por muchos, debido al conocimiento de sus cualidades y que yo mismo deseo llenar con favores verdaderos. Esta academia acaba de comenzar sus sesiones de estudio; se percibe una decidida tendencia a asistir y una emulación capaz de despertar el adormecimiento más peligroso. Conozco sus deseos porque nuestro militar salga de ella y es justo y halagador incluso el que usted conciba alguna esperanza. Uno de mis amigos, a quien he alabado mucho la obra inglesa de los viajes que usted desea infinitamente tenerla. Dígame si usted conoce algo mejor en este género y cuál es el mérito principal de la que usted posee. Si quiere usted deshacerse de ella, o si puede procurárnosla en esta ciudad o en Gibraltar. Salude de mi parte a nuestro querido Mayor y reciba los sinceros sentimientos de su afectísimo amigo. Ávila, 14 de Enero de 1778 O'Farril."*

En esta carta O'Farrill destaca las cualidades de Miranda y el inicio de actividades en el año 1778 e indica los deseos de Miranda "*porque nuestro militar salga de ella",* aunque no expresa explícitamente el nombre del militar, deducimos por el contexto que se refiere al propio Inspector Alexander O'Reilly, director de la Academia, quien había negado a Miranda su entrada en la misma, quizás en parte por la probable propensión de Miranda de defender sus convicciones con pasión y energía, incluso por temor de ser acusado de compartir ideas sobre la religión y otros temas de índole filosóficos sobre los cuales la Inquisición dedicaba particular atención (BOHÓRQUEZ 2006, p. 64), y además exalta O'Farrill esta expresión: "*y es justo y halagador incluso el que usted conciba alguna esperanza"*. De los 65 oficiales seleccionados en todo el Ejército por parte de O'Reilly para estudiar en Ávila en 1774, solo dos fueron escogidos del Regimiento de la Princesa en donde servía Francisco de Miranda, los capitanes Salvador Muro y Gonzalo O'Farrill (RECIO 2012). El primero de ellos también era conocido por Miranda, tal y como lo demuestra una entrega de cuentas del Batallón en Cádiz por parte del joven criollo a este capitán en documento fechado el 18 de marzo de 1777 (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO II, N° 75, FOLIO 86). Además de esto, otro miembro de la familia O'Farrill estudió en la Escuela Militar de Ávila, el subteniente Juan O'Farrill del Regimiento Navarra, seleccionado por Alexander O'Reilly en 1774 (RECIO 2012), lo que denota una elección en figuras militares de familias conocidas.

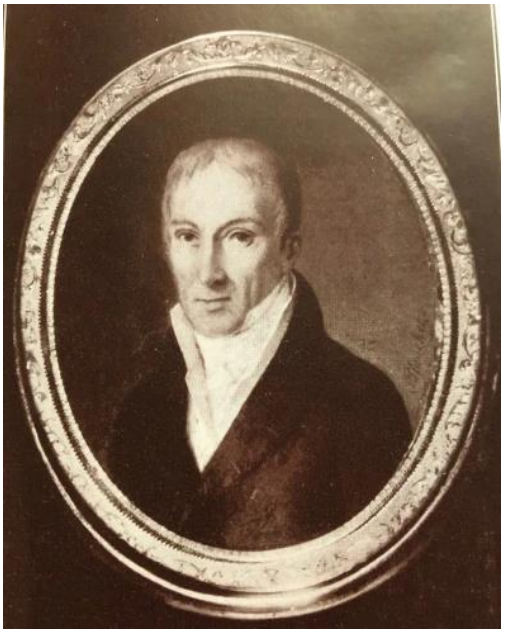


Figura 17*. Retrato de Gonzalo O'Farrill, Capitán del Regimiento de la Princesa durante la época en que sirvió Miranda y quien asistió a la Escuela Militar de Ávila entre 1774-1778, Palacio O'Farrill de La Habana, Cuba. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Gonzalo_O%27Farrill#/media/Archivo:Gonzalo-OFarril.png*

Para desgracia de la Escuela Militar de Ávila, el Conde Alexander O'Reilly perdió sus apoyos en julio de 1775, al fracasar la expedición liderada por su persona y que había preparado para conquistar Argel –acompañado de muchos de sus alumnos oficiales de Ávila–, lo que puso en evidencia los nuevos métodos de enseñanza de la escuela. Se criticó el énfasis de su director en el estudio teórico y la traducción de tratados militares extranjeros; tampoco se entendió la importancia de la interdisciplinariedad de las ciencias afines a la formación militar, del estudio frente a la práctica y del mérito frente a la antigüedad, un valor éste último todavía muy presente en el ejército estamental del siglo XVIII, haciéndose insostenible el proyecto y la Escuela fue languideciendo hasta desaparecer entre 1780 y 1781 (RECIO 2016).

El desastre de Argel (1775) fue la oportunidad que los opositores estaban esperando para acabar con la posición de O'Reilly en la Corte y con su escuela. Hacia fines de la centuria, con las alarmantes noticias que llegaban desde Francia, Ávila confirmaría para algunos su peligrosidad. El profesor Benito Bails y el mismo O'Reilly se pusieron en el punto de mira de la reactivada Inquisición, por sus ideas o por los libros franceses conservados en sus bibliotecas. Es más, algunos de los profesores y alumnos llegaron a participar directamente de la ola revolucionaria de 1789 en España de acuerdo a RECIO (2016).

Artillería. En 1808 fue nombrado Secretario de Guerra por José Bonaparte (José I), convirtiéndose en uno de los pilares del régimen francés en España. Con la derrota de las tropas napoleónicas, O'Farrill siguió a José I en su exilio a Francia en 1813. Murió en París, Francia, el 19 de julio de 1831 (RECIO 2012).

La Real Escuela Militar de Ávila superó la fase "proyectista", pero su corta vida y continuidad estuvo condicionada por el ambiente político en la Corte, la personalidad de su director y una fuerte oposición dentro del ejército a profundos cambios que pudieran dinamitar su base estamental, lo que verdaderamente minó a la escuela. Se consideró un proyecto a la medida de O'Reilly, demasiado personal, poco transparente y hasta peligroso: se criticó la selección de la oficialidad a cargo del mismo director y los oficiales excluidos sospecharon que los elegidos –más que servir de ejemplo– conformarían una élite con una vía privilegiada en los ascensos. Como le había ocurrido algunos años antes a la prometedora Real Sociedad de Matemáticas de Madrid –instituida por el Conde de Aranda (1718-1798) en 1756 y que llegó sólo hasta 1760–, la falta de financiación también lastró a Ávila desde sus inicios; la sobrecarga de trabajo del director –ausente físicamente en la escuela por sus muchas responsabilidades en Madrid– tampoco ayudó a esta institución (RECIO 2016).

LOS TEXTOS MATEMÁTICOS Y FÍSICOS DE FRANCISCO DE MIRANDA

Uno de los problemas fundamentales con que topaban los intentos de difusión de la ciencia ilustrada en España fue la carencia de libros de texto e incluso manuales en castellano. HERR (1960) señalaba como uno de los vehículos que se utilizaron para que las "*Luces*" penetrasen en la Península Ibérica fue la compra de libros en el extranjero. El benedictino Benito Jerónimo Feijoo Montenegro (1676-1764), la figura más destacada de la cultura española en la primera mitad del siglo XVIII exclamaba en 1739: "*la inmensa tardanza de los libros de Francia me hace mucho daño*". La importación de textos en el siglo XVIII vino a paliar las deficiencias producidas por la falta de investigación y estudio científico de años anteriores, pero de igual forma no resultaba tan fácil conseguir en España libros extranjeros, pues, como se quejaba François-Marie Arouet (Voltaire, 1694-1778) en una carta del 10 de agosto de 1767, en las puertas de Madrid existía "*la aduana de los pensamientos, donde éstos son decomisados como las mercancías de Inglaterra*". Añadamos a esto otra cita del mismo Voltaire al Marqués de Miranda: "*los griegos esclavos tienen cien veces más libertad en Constantinopla que la que tenéis vosotros en Madrid*" (SARRAILH 1957).

Los libros provenientes fuera de España, se constituyeron en una de las poquísimas vías en ofrecer conocimiento a la minoría selecta española. En una palabra, los libros extranjeros, sean inofensivos tratados de agricultura o la temible *Enciclopedia*, cursos de matemáticas o las obras maestras de Voltaire y de Rousseau, logran deslizarse hasta las estanterías protegidas con tela de alambre de las bibliotecas públicas, de las Sociedades Económicas, de los conventos y también de algunos particulares (SARRAILH 1957).

Francisco de Miranda no escapó a esta realidad y si bien no pudo asistir directamente a la Escuela Militar de Ávila u otra institución académica para esta formación en el campo de las matemáticas, se focalizó en obtener una educación privada esmerada y de buena calidad en este ámbito, instrucción sustentada no solo en sus profesores sino también por el material bibliográfico adquirido para sus estudios, los cuales eran provenientes principalmente de Francia, y otros traducidos de su idioma original al francés, lo que demuestra que, aunque existiera "*la aduana de las ideas*" en España, los libreros se las ingeniaban para vender su mercancía en la ciudad madrileña con relativa facilidad y él a adquirirlas.

Para los libros técnicos como bien señalaba Voltaire en 1756 (VARELA 1997), ya se imponían las versiones en lenguas modernas, en virtud de que el latín se iba abandonando como lengua de enseñanza e indicaba:

> *"El latín no posee términos para expresar las verdades matemáticas y físicas que faltaban a los antiguos. Ha sido preciso que los modernos creasen palabras nuevas para denotar esas ideas nuevas. Es un grave inconveniente en los libros de ciencias y hay que confesar que no vale la pena escribir esos libros en una lengua muerta, a la cual es preciso añadir siempre expresiones desconocidas para la Antigüedad, y que pueden causar perturbaciones".*

Entre los primeros textos matemáticos empleados por Miranda durante su estadía en España y que aparecen listados con fecha 06 de marzo de 1771 destacamos (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 26, FOLIOS 76-77):

1. Resumen de los Elementos de Matemáticas de Mr. Rivard [*Abrégé des éléments de mathématiques par M. François Rivard. 1740*] (Figura 18).

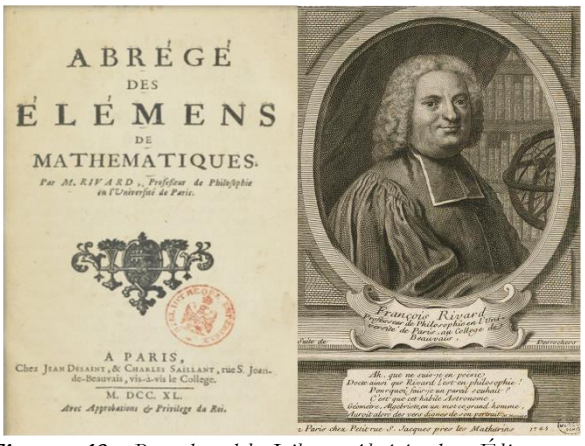


Figura 18*. Portada del Libro Abrégé des Éléments de Mathématiques (izquierda) empleado por Francisco de Miranda durante su formación en España y retrato en la parte derecha del autor del libro François Rivard (1697-1778). Fuentes: https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6213216f.texteImage# & https://fr.wikipedia.org/wiki/Dominique-Fran%C3%A7ois_Rivard#/media/Fichier:Desrochers_-_Rivard.jpg*

2. El Curso de Matemáticas que contiene todas las partes de esta ciencia, accesibles para principiantes de Mr. Wolff [*Cours de mathematique qui contient toutes les parties de cette science, mises a la portée des commençans par M. Christian Wolff. 1757*] (Figura 19).

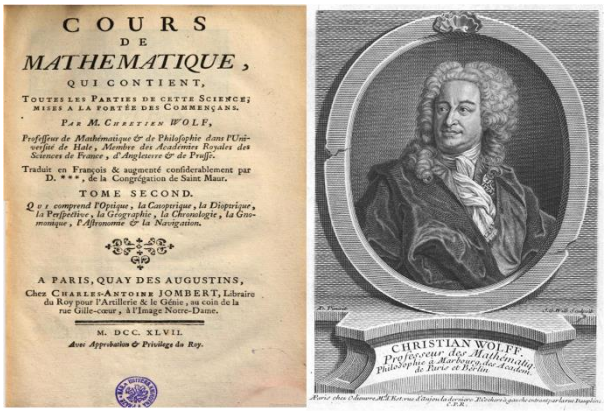


Figura 19. *Portada del Libro Cours de Mathématique (izquierda) y retrato en la parte derecha del autor del libro, el matemático Christian Wolff (1679-1754). Fuentes:*

https://books.google.fr/books?id=6_FIkJsP0ukC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false &

https://i.ebayimg.com/images/g/~WkAAOSw1U1hCmAV/s-l1600.webp

3. La Trigonometría Esférica y Rectilínea, con las tablas de senos, tangentes y secantes de Mr. Osanam [*La trigonométrie rectiligne et sphérique avec les tables des sinus, tangentes et sécantes. Pour un rayon de 10000000 parties. Et les tables des logarithmes, des sinus et des tangentes pour un rayon de 10000000000 parties par Jacques Ozanam. 1765*] (Figura 20).

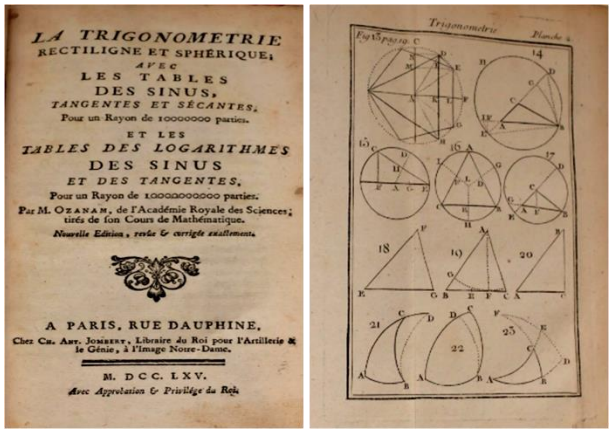


Figura 20. *Portada del Libro La Trigonométrie Rectiligne et Sphérique avec Les Tables des Sinus, Tangentes et Sécantes (izquierda) del matemático Jacques Ozanam (1640-1718) y página interna del mismo (derecha). Fuente: https://www.lezograscope.com/loc/en_US/pages/books/3932/ozanam-jacques/la-trigonometrie-rectiligne-et-spherique-avec-les-tables-des-sinus-tangentes-et-secantes*

4. La Aritmética y Geometría del Oficial, conteniendo la teoría y práctica de estas dos ciencias, aplicadas a los diferentes empleos del hombre de guerra de Mr. Le Blond [*L'arithmétique et la géométrie de l'officier, contenant la théorie et la practique de ces deux sciences, appliquées aux différents emplois de l'Homme de guerre par Guillaume Le Blond. 1767*] (Figura 21).

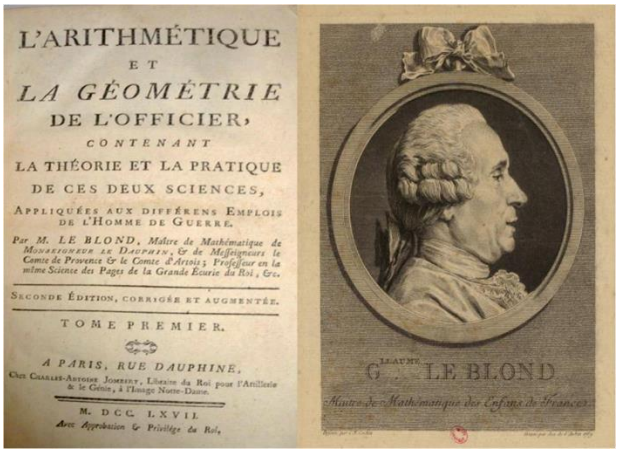


Figura 21. *Portada del Libro L'Arithmétique et La Géométrie de L'Oficier (izquierda) y retrato en la parte derecha del autor del libro, el matemático Guillaume Le Blond (1704-1781). Fuentes: https://www.leboncoin.fr/ad/livres/2798135146 & https://www.parismuseescollections.paris.fr/fr/musee-carnavalet/oeuvres/guillaume-le-blond-maitre-de-mathematique-des-enfans-de-france#infos-principales*

5. Elementos de Álgebra o de Cálculo Literal con una expresión precisa del método analítico aplicado a la resolución de ecuaciones de primer y segundo grado por Mr. Le Blond [*Élémens d'algebre, ou du calcul literal. Avec un précis de la méthode analytique appliquée à la résolution des équations du premier & du second degré par Guillaume Le Blond. 1768*] (Figura 22).

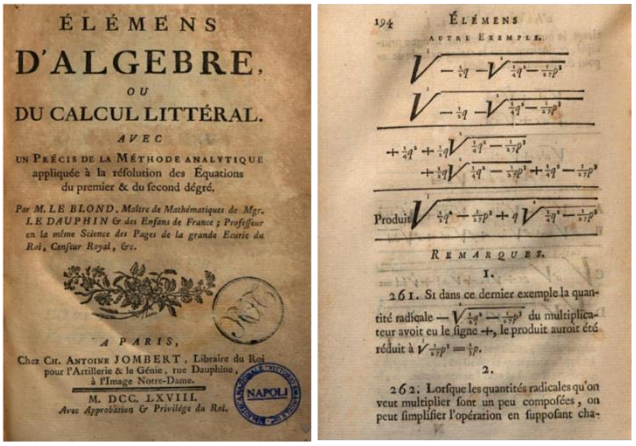


Figura 22. *Portada y pagina interna del Libro Élémens D'Algebre ou du Calcul Littéral del matemático francés Guillaume Le Blond (1704-1781). Fuente: https://books.google.co.ve/books?id=7PutmURuVlUC&pg=PR3&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false*

6. Elementos de Mecánica de Trabaud [*Principes sur le Mouvement et L'Equilibre pour servir D'Introduction aux Mécaniques & à la Physique par Jean F. Trabaud. 1741*] (Figura 23).

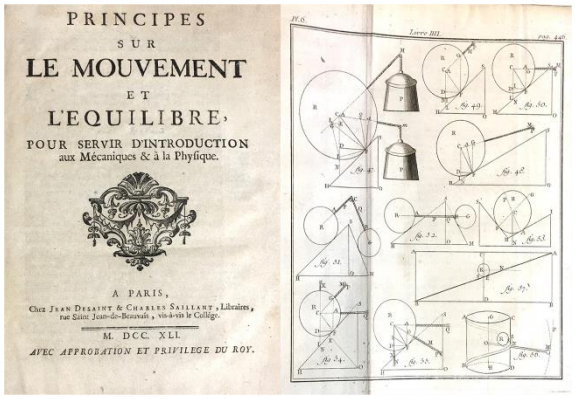

PRINCIPES
SUR
LE MOUVEMENT
ET
L'EQUILIBRE,
POUR SERVIR D'INTRODUCTION
aux Mécaniques & à la Physique.
A PARIS,
Chez JEAN DESAINT & CHARLES SAILLANT, Libraires, rue Saint Jean-de-Beauvais, vis-à-vis le Collège.
M. DCC. XLI.
AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROY.

Figura 23*. Portada del Libro Principes sur Le Mouvement et L'Equilibre (izquierda) y página interna de la obra (derecha) del matemático francés Jean François Trabaud. Fuente: https://www.livre-rare-book.com/book/5472892/4595*

En su Archivo de Diario de Viajes encontramos una segunda lista exclusiva escrita en francés de libros matemáticos y físicos también de su época en España que describimos a continuación (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 40, FOLIO 167):

1. La Aplicación del Álgebra a la Geometría de Mr. Guisnée [*Application de l'Algèbre a la Géométrie ou Méthode de Démontrer par l'Algèbre les Théorèmes de Géométrie, & d'en résoudre & construire tous les Problèmes par M. Nicolas Guisnée. 1733*] (Figura 24).

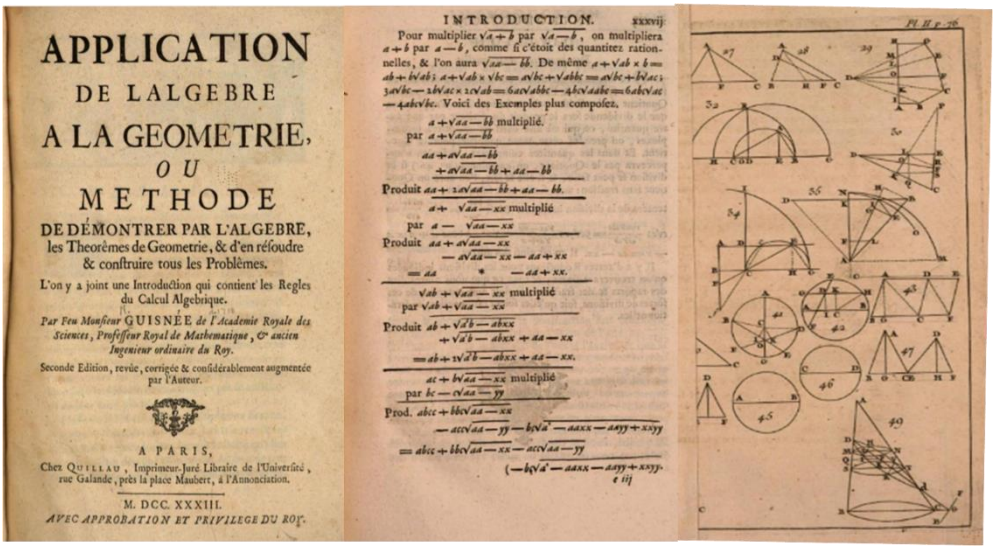

APPLICATION
DE LALGEBRE
A LA GEOMETRIE,
OU
METHODE
DE DÉMONTRER PAR L'ALGEBRE,
les Theorèmes de Geometrie, & d'en résoudre
& construire tous les Problèmes.
L'on y a joint une Introduction qui contient les Regles du Calcul Algebrique.
Par Feu Monsieur GUISNÉE de l'Academie Royale des Sciences, Professeur Royal de Mathematique, & ancien Ingenieur ordinaire du Roy.
Seconde Edition, revûe, corrigée & considérablement augmentée par l'Auteur.
A PARIS,
Chez QUILLAU, Imprimeur-Juré Libraire de l'Université, rue Galande, près la place Maubert, à l'Annonciation.
M. DCC. XXXIII.
AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROY.

Figura 24*. Portada del Libro Application de l'Algèbre a la Géométrie (izquierda) y páginas internas de esta obra (centro y derecha) del matemático francés Nicolas Guisnée (??-1718). Fuente: https://books.google.co.ve/books?id=BbZJAAAAMAAJ&pg=PP7&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false*

2. Geometría Elemental y Práctica de Mr. Sauveur por Mr. Le Blond, Primera parte contiene Los Elementos de Geometría [*Géométrie Elémentaire et Pratique de Feu M. Sauveur par M. Le Blond, Première Partie contenant Les Eléments de Géométrie. 1754*] (Figura 25).

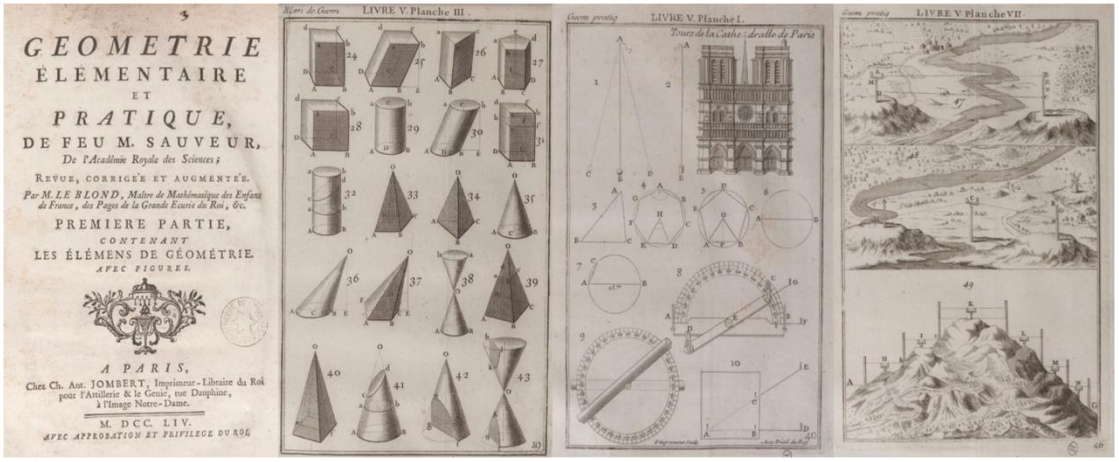

GEOMETRIE
ÉLÉMENTAIRE
ET
PRATIQUE,
DE FEU M. SAUVEUR,
De l'Académie Royale des Sciences;
REVUE, CORRIGÉE ET AUGMENTÉE
Par M. LE BLOND, Maître de Mathématique des Enfans de France, des Pages de la Grande Ecurie du Roi, &c.
PREMIERE PARTIE,
CONTENANT
LES ÉLÉMENS DE GÉOMÉTRIE.
AVEC FIGURES.
A PARIS,
Chez Ch. Ant. JOMBERT, Imprimeur-Libraire du Roi pour l'Artillerie & le Genie, rue Dauphine, à l'Image Notre-Dame.
M. DCC. LIV.
AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROI.

Figura 25*. Portada del Libro Géométrie Elémentaire et Pratique (izquierda) y páginas internas de dicha obra del matemático francés Guillaume Le Blond (1704-1781). Fuente: https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1042797m/f4.item.texteImage*

3. El Análisis de los Infinitamente Pequeños del Marqués de L'Hôpital [*Analyse des Infiniment Petits, pour L'intelligence des Lignes Courbes pour M. Le Marquis De L'Hospital. 1696*] (Figura 26).

Figura 26. *Portada del Libro Analyse des Infiniment Petits, pour L'intelligence des Lignes Courbes (izquierda) y retrato en la parte derecha del autor, el matemático francés Guillaume François Antoine, marqués de L'Hôpital (1661-1704). Fuentes: https://books.google.co.ve/books?id=j3pPE-fYhgIC&pg=PP9&hl=fr&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false & https://es.wikipedia.org/wiki/Regla_de_l%27H%C3%B4pital#/media/Archivo:Guillaume_de_l'H%C3%B4pital.jpg*

4. Las Obras de Física de Mr. Gravesande [*Eléments de Physique Démontrez Mathématiquement et Confirmez par des Expériences ou Introduction a la Philosophie Newtonienne par M. Guillaume Jacob Gravesande. 1746*] (Figura 27).

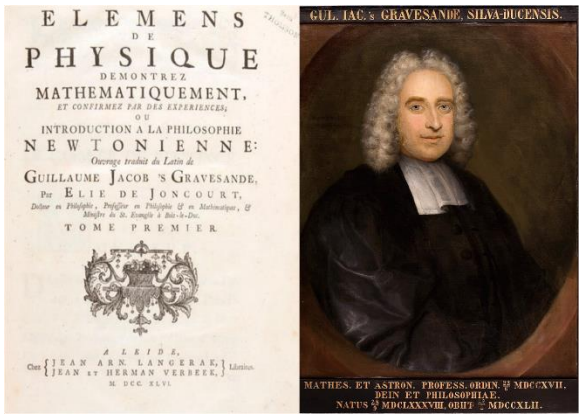


Figura 27. *Portada del Libro Eléments de Physique Démontrez Mathématiquement (izquierda) y retrato en la parte derecha del autor, el matemático y astrónomo neerlandés Guillaume Jacob Gravesande (1683 – 1742). Fuentes: https://www.ogerblanchet.fr/lot/93842/9407694-sgravesande-guillaume-jacob-elemens-de-physique-demontrez & https://fr.wikipedia.org/wiki/Willem_Jacob_%27s_Gravesande#/media/Fichier:Gravesande.jpg*

5. Las Obras Matemáticas de Mr. Wolff [*Cours de mathematique qui contient toutes les parties de cette science, mises a la portée des commençans par M. Christian Wolff. 1757*] (El Libro es vuelto a señalar en esta segunda lista del archivo).

6. La Filosofía de Newton comentada por Madame de Châtelet [*Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle par Madame La Marquise du Châtelet . 1759*] (Figura 28).

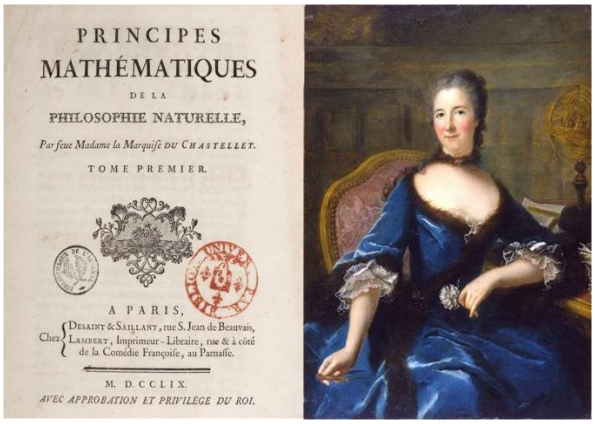


Figura 28. *Portada del Libro Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle (izquierda) y retrato de la matemático, físico y filósofa francesa Gabrielle Émilie Le Tonnelier de Breteuil, marquesa de Châtelet (1706 – 1749) (derecha). Fuentes: https://rosalis.bibliotheque.toulouse.fr/rosalis/fr/content/coup-de-projecteur-emilie-du-chatelet-ou-la-determination-dune-femme-de-sciences & https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89milie_du_Ch%C3%A2telet#/media/Fichier:Le_Tonnelier_de_Breteuil,_Emilie.jpg*

7. La Óptica de Newton traducida al francés por Mr. Coste [*Traite D'Optique sur les Réflexions, Réfractions, Inflexions et Couleurs de la Lumière par Le Chevalier Newton. Traduit par M. Coste. 1750*] (Figura 29).

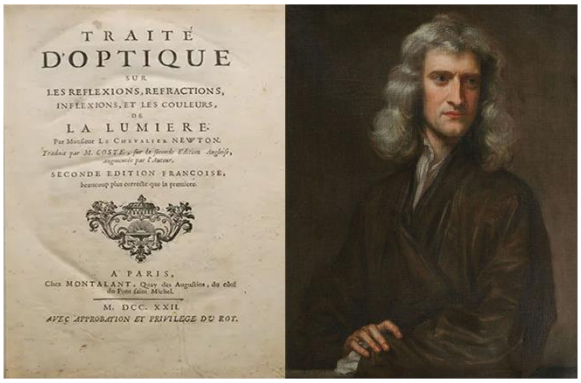


Figura 29. *Portada del Libro Traite D'Optique sur les Réflexions, Réfractions, Inflexions et Couleurs de la Lumière (izquierda) de edición traducida al francés y retrato de 1689 del físico y matemático inglés Sir Isaac Newton (1643 – 1727) (derecha). Fuentes: https://www.livresanciens.eu/loc/en_US/pages/books/20813/newton-isaac/traite-doptique-sur-les-reflexions-refractions-inflexions-et-les-couleurs-de-la-lumiere-trad-par-m & https://es.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton#/media/Archivo:Portrait_of_Sir_Isaac_Newton,_1689.jpg*

En una tercera lista de libros inventariados (625 volúmenes), fechada en Madrid el 06 de marzo de 1780, poco antes de salir

en misión hacia el Caribe, además de los textos matemáticos señalados en las dos listas anteriores, tenía entre sus obras físico-matemáticas a estos otros otros autores que señalamos a continuación (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO I, N° 26, FOLIOS 76-77):

1. Curso de Matemáticas de Mr. Bézout [*Cours de mathématiques a l'usage des gardes du pavillon et de la marine par M. Etienne Bézout. 1773*] (Figura 30).

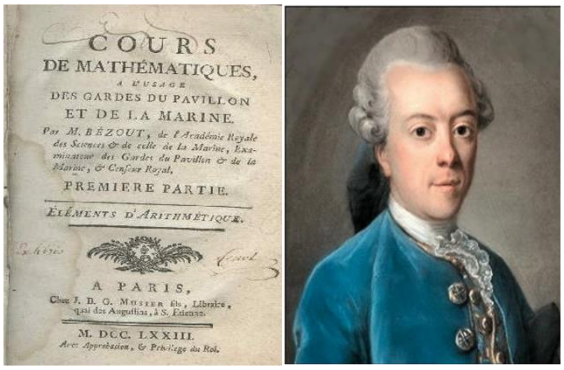

COURS
DE MATHÉMATIQUES,
A L'USAGE
DES GARDES DU PAVILLON
ET DE LA MARINE.
Par M. BÉZOUT, de l'Académie Royale des Sciences & de celle de la Marine, Examinateur des Gardes du Pavillon & de la Marine, & Censeur Royal.
PREMIERE PARTIE.
ELÉMENTS D'ARITHMÉTIQUE.
A PARIS,
Chez J. B. G. MUSIER fils, Libraire, quai des Augustins, à S. Edmond.
M. DCC. LXXIII.
Avec Approbation, & Privilège du Roi.

Figura 30. *Portada del Libro Cours de Mathématiques a L'usage des Gardes du Pavillon et de La Marine (izquierda) y retrato del matemático francés Étienne Bézout (1730 – 1783) (derecha). Fuentes: https://www.le-livre.fr/photos/R30/R300271218.jpg & https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Bezout/poster/lived*

2. El Movimiento de los Cuerpos Terrestres considerado en las Máquinas y en Los Cuerpos Naturales de Mr. Trabaud [*Le mouvement des corps terrestres considéré dans les machines et dan les corps naturels par Jean F. Trabaud.. 1753*] (Figura 31).

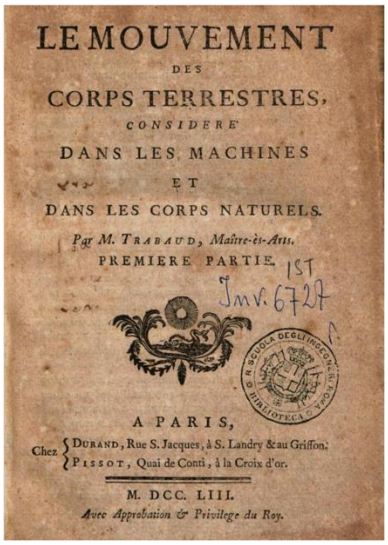

LE MOUVEMENT
DES
CORPS TERRESTRES,
CONSIDERÉ
DANS LES MACHINES
ET
DANS LES CORPS NATURELS.
Par M. TRABAUD, Maître-ès-Arts.
PREMIERE PARTIE.
A PARIS,
Chez { DURAND, Rue S. Jacques, à S. Landry & au Griffon;
PISSOT, Quai de Conti, à la Croix d'or.
M. DCC. LIII.
Avec Approbation & Privilege du Roy.

Figura 31. *Portada del Libro Le Mouvement des Corps Terrestres Considéré dans Les Machines et dan Les Corps Naturels del matemático francés Jean François Trabaud. Fuente: https://books.google.co.ve/books?id=2pgjCHYFnUcC&pg=PP7&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false*

3. Teoría de los Estados Sensibles o Curso Completo de Física, Especulativa, Experimental, Sistemática y Geométrica de Mr. Abad François Para du Phanjas [*Théorie des êtres sensibles ou cours complet de Physique, spéculative, expérimentale, systématique et géométrique par M. Abbé François Para du Phanjas. 1772*] (Figura 32).

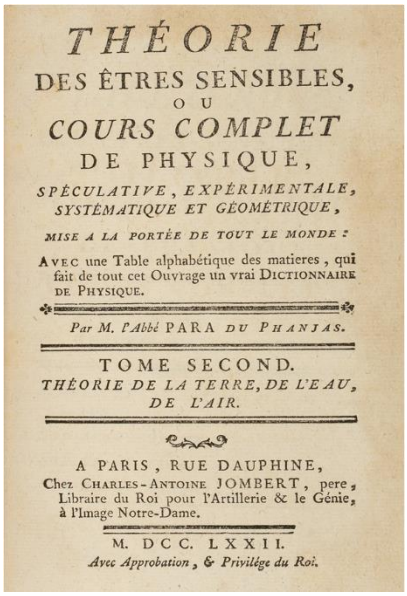

THÉORIE
DES ÊTRES SENSIBLES,
OU
COURS COMPLET
DE PHYSIQUE,
SPÉCULATIVE, EXPÉRIMENTALE, SYSTÉMATIQUE ET GÉOMÉTRIQUE,
MISE A LA PORTÉE DE TOUT LE MONDE :
AVEC une Table alphabétique des matieres, qui fait de tout cet Ouvrage un vrai DICTIONNAIRE DE PHYSIQUE.
Par M. l'Abbé PARA DU PHANJAS.
TOME SECOND.
THÉORIE DE LA TERRE, DE L'EAU, DE L'AIR.
A PARIS, RUE DAUPHINE,
Chez CHARLES-ANTOINE JOMBERT, pere, Libraire du Roi pour l'Artillerie & le Génie, à l'Image Notre-Dame.
M. DCC. LXXII.
Avec Approbation, & Privilége du Roi.

Figura 32. *Portada del Libro Théorie des Êtres Sensibles ou Cours Complet de Physique, Spéculative, Expérimentale, Systématique et Géométrique del matemático jesuita francés François Para du Phanjas (1724-1797). Fuente: https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15116802#*

Durante su etapa en Cuba al servicio del ejército español (1780-1783), Francisco de Miranda tiene nuevamente entre sus obras bibliográficas el libro "*Eléments de Physique Démontrez Mathématiquement et Confirmez par des Expériences ou Introduction a la Philosophie Newtonienne*" del matemático y astrónomo neerlandés Guillaume Jacob Gravesande (1683 – 1742), trabajo publicado en 1746 referido a las investigaciones de Sir Isaac Newton, libro que Miranda había perdido junto al resto de sus textos como parte de la confiscación realizada en España por el Tribunal de la Santa Inquisición debido al proceso que se le venía siguiendo en la Península Ibérica en años previos, lo que denota especial y predilecta importancia por esta importante obra científica.

De igual forma en esta lista fechada el 12 de febrero de 1783 (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO IV, N° 526, FOLIOS 280-281) contará entre su material con un volumen en inglés de *Compendious Course of Practical Mathematicks*, de autor no señalado en la lista, aunque presumimos que corresponde a la obra traducida al inglés por el maestro londinense William Webster (ca. 1684-1744) del libro del sacerdote jesuita y profesor de matemáticas Paul Hoste (1652-1700) del Real Seminario de los Capellanes de la Marina en Toulon, Francia, quien publicó en 1692 un texto de matemáticas para el entrenamiento del personal militar y cuyas teorías revolucionaron el desempeño de la Armada Francesa (Figura

33). Además, Miranda contaba con otro volumen en inglés denominado *Compendious Course of Mathemathics*, también de autor desconocido.

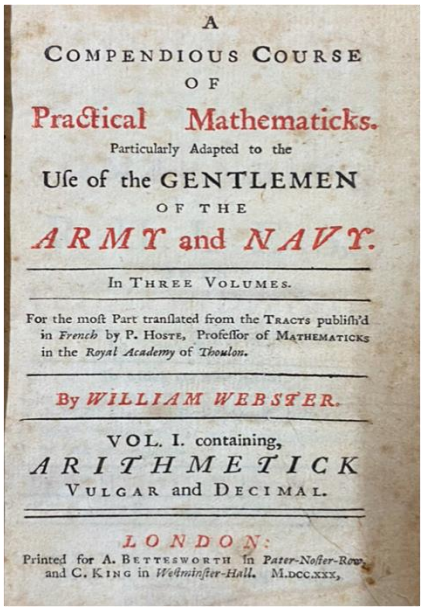

A
COMPENDIOUS COURSE
OF
Practical Mathematicks.
Particularly Adapted to the
Uſe of the GENTLEMEN
OF THE
ARMY and NAVY.
In THREE VOLUMES.
For the moſt Part tranſlated from the TRACTS publiſh'd in *French* by P. HOSTE, Profeſſor of MATHEMATICKS in the *Royal Academy* of *Thoulon*.
By WILLIAM WEBSTER.
VOL. I. containing,
ARITHMETICK
VULGAR and DECIMAL.
LONDON:
Printed for A. BETTESWORTH in *Pater-Noſter-Row*, and C. KING in *Weſtminſter-Hall*. M.DCC.XXX.

Figura 33. *Portada de la edición en inglés de 1730 del libro A Compendious Course of Practical Mathematicks en traducción al inglés por el londinense William Webster de la obra original del matemático francés Paul Hoste. Fuente: https://www.abebooks.com/servlet/BookDetailsPL?bi=31362108330&ref_=o_3_ac*

Es durante esta etapa en el Caribe bajo las órdenes de Juan Manuel Cagigal y Monserrat en que Miranda empleará todos sus dotes profesionales, y así lo hará saber este superior en carta emitida en la Habana el 05 de marzo de 1782 al Secretario de Guerra José de Gálvez en España, donde entre otras cosas manifestará lo siguiente del criollo (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO VII, N° 756, FOLIO 169):

> *"...Ha servido a mis órdenes más de cuatro años, merecido mis confianzas, desempeñándolas sin el más leve humo de entusiasta apasionado de los ingleses y con mucha satisfacción y honor mío; y así me es preciso, en defensa justa de mi confianza y de su conducta e inocencia, afirmar la falsedad de cuanto se le imputa, y que es precisa emulación a su mérito e instrucción...Porque no consiste la instrucción que goza en sólo haber logrado… como lo haría otro que los consiguiese por precio: su estudio militar, de idiomas e historia, vale tanto o más que los planos, tiene libros de todas lenguas comunes... Concretó su ciencia con la práctica y examen ocular de lo que pudo, valiéndose… que comprobaba a solas, y rectificando cuanto pudo dudar, hasta adquirir un intuitivo conocimiento especulativo y práctico de lo mismo que figuran los mapas. Por esto, además de presentar el servicio de ellos, los aumenta con una explicación y enervación de toda duda, ofreciendo su demostración matemática en el terreno, que vale más que los planos, y toda dificultad, aun fuera de los mapas, sobre entender las diferencias de unas a otras naciones, usos, valores, etc., los facilita con su inteligencia y posesión de los libros maestros, con que los mismos extranjeros instruyen a sus generales. La menor comodidad que ofrece al Jefe que lo tenga a su lado, es la de un intérprete casi general y de muy particular instrucción".*

Posteriormente, durante su periplo por Europa adquirirá el 20 de mayo de 1788 en Ámsterdam, Países Bajos, del librero D. I. Chanquion nuevamente los 5 volúmenes de la obra "*Théorie des êtres sensibles ou Cours Complet de Physique, Spéculative, Expérimentale, Systématique et Géométrique*" del Abad jesuita François Para du Phanjas (1724-1797), filósofo y matemático francés que enseñó matemáticas y filosofía en Grenoble, Marsella y Besançon, donde sus cursos tuvieron mucho éxito (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO XIII, N° 1290, FOLIO 214). Esta obra será enviada a Londres junto al resto de libros comprados por Miranda en la ciudad neerlandesa.

En la obra *Los Libros de Miranda* de ÚSLAR PIETRI (1966) aparece el detallado catálogo de los 5.600 volúmenes que poseía Francisco de Miranda en su biblioteca de *Grafton Street* en Londres y que posteriormente fueron rematados entre 1828 y 1833. Entre todas esas obras es necesario destacar todos aquellos textos matemáticos y físicos con los que contó el prócer criollo y que seguramente empleó como material de estudio y consulta. Esos libros escritos en diversas lenguas como el francés e inglés adquiridos inicialmente durante su estancia en la Península y El Caribe, al igual que en italiano y latín, los cuales fue obteniendo posteriormente a su etapa española, en el transcurso de sus diferentes viajes por Europa, los reunió luego en varias habitaciones de su casa en la capital británica, obras científicas que indicamos seguidamente y que complementan esta investigación histórica:

1. Elements of Mathematics by John Müller, 2 vol., 1748, London (Figura 34).

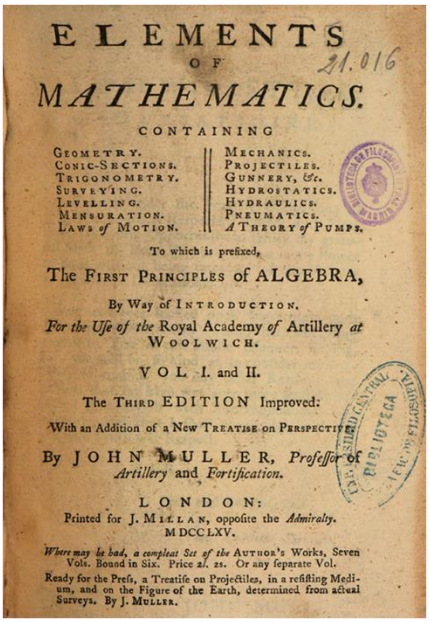

ELEMENTS
OF
MATHEMATICS.
CONTAINING
GEOMETRY. CONIC-SECTIONS. TRIGONOMETRY. SURVEYING. LEVELLING. MENSURATION. LAWS of MOTION.
MECHANICS. PROJECTILES. GUNNERY, &c. HYDROSTATICS. HYDRAULICS. PNEUMATICS. A THEORY of PUMPS.
To which is prefixed,
The FIRST PRINCIPLES of ALGEBRA,
By Way of INTRODUCTION.
For the Uſe of the Royal Academy of Artillery at WOOLWICH.
VOL. I. and II.
The THIRD EDITION Improved:
With an Addition of a NEW TREATISE on PERSPECTIVE.
By JOHN MULLER, Profeſſor of Artillery and Fortification.
LONDON:
Printed for J. MILLAN, oppoſite the *Admiralty*.
MDCCLXV.
Where may be had, a compleat Set of the AUTHOR's Works, Seven Vols. Bound in Six. Price 2*l.* 2*s.* Or any ſeparate Vol.
Ready for the Preſs, a Treatiſe on Projectiles, in a reſiſting Medium, and on the Figure of the Earth, determined from actual Surveys. By J. MULLER.

Figura 34. *Portada del libro Elements of Mathematics escrito por el matemático alemán John Müller (1699-1784). Fuente: https://old.maa.org/press/periodicals/convergence/mathematical-treasure-mullers-elements-of-mathematics*

2. Histoire des Mathématiques par Jean Étienne Montucla, 4 vol., 1799, Paris (Figura 35).

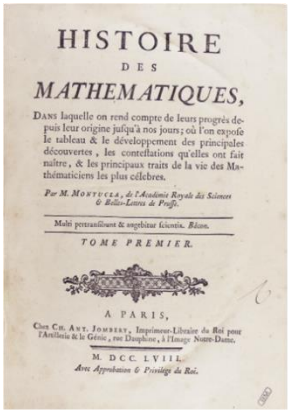

HISTOIRE
DES
MATHEMATIQUES,
DANS laquelle on rend compte de leurs progrès depuis leur origine jusqu'à nos jours; où l'on expose le tableau & le développement des principales découvertes, les contestations qu'elles ont fait naître, & les principaux traits de la vie des Mathématiciens les plus célebres.
Par M. MONTUCLA, de l'Académie Royale des Sciences & Belles-Lettres de Prusse.
Multi pertransibunt & augebitur scientia. Bacon.
TOME PREMIER.
A PARIS,
M. DCC. LVIII.
Avec Approbation & Privilège du Roi.

***Figura 35**. Portada del libro Histoire des Mathématiques en su primera edición de 1758 (izquierda), escrita por el matemático francés Jean Étienne Montucla (1725-1799) (derecha). Fuente: https://fr.wikipedia.org/wiki/Jean-%C3%89tienne_Montucla*

3. Mathematical Tracts by Benjamin Robins, 2 vol., 1761, London (Figura 36).

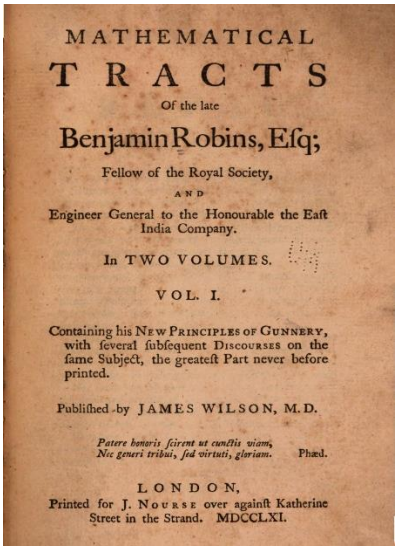
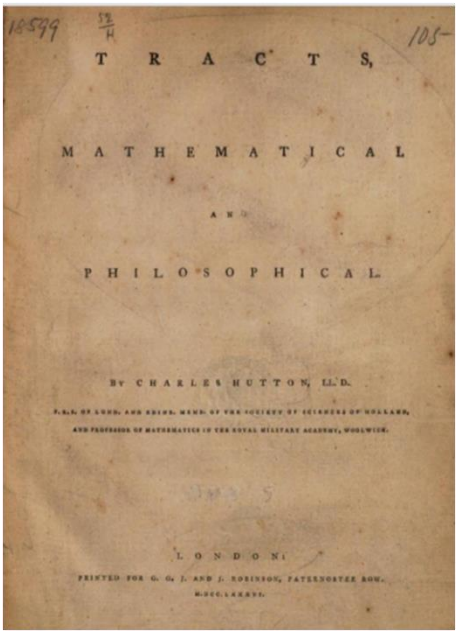
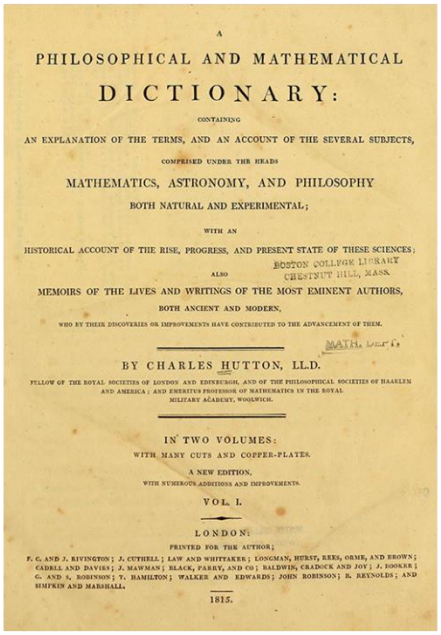

MATHEMATICAL
TRACTS
Of the late
Benjamin Robins, Esq;
Fellow of the Royal Society,
AND
Engineer General to the Honourable the East India Company.
In TWO VOLUMES.
VOL. I.
Containing his NEW PRINCIPLES OF GUNNERY, with several subsequent DISCOURSES on the same Subject, the greatest Part never before printed.
Published by JAMES WILSON, M.D.
Patere honoris scirent ut cunctis viam,
Nec generi tribui, sed virtuti, gloriam. Phæd.
LONDON,
Printed for J. NOURSE over against Katherine Street in the Strand. MDCCLXI.

***Figura 36**. Portada del libro Mathematical Tracts del matemático e ingeniero inglés Benjamin Robins (1707-1751). Fuente: https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015065313473&seq=7*

4. Tracts Mathematical and Philosophical by Charles Hutton, 1786, London, y la obra A Mathematical and Philosophical Dictionary by Charles Hutton, 2 vol.,1796, London (Figura 37).


TRACTS,
MATHEMATICAL
AND
PHILOSOPHICAL.
By CHARLES HUTTON, LL.D.
LONDON:
PRINTED FOR G. G. J. AND J. ROBINSON, PATERNOSTER ROW.


A
PHILOSOPHICAL AND MATHEMATICAL
DICTIONARY:
CONTAINING
AN EXPLANATION OF THE TERMS, AND AN ACCOUNT OF THE SEVERAL SUBJECTS,
COMPRISED UNDER THE HEADS
MATHEMATICS, ASTRONOMY, AND PHILOSOPHY
BOTH NATURAL AND EXPERIMENTAL;
WITH AN
HISTORICAL ACCOUNT OF THE RISE, PROGRESS, AND PRESENT STATE OF THESE SCIENCES;
ALSO
MEMOIRS OF THE LIVES AND WRITINGS OF THE MOST EMINENT AUTHORS,
BOTH ANCIENT AND MODERN,
WHO BY THEIR DISCOVERIES OR IMPROVEMENTS HAVE CONTRIBUTED TO THE ADVANCEMENT OF THEM.
BY CHARLES HUTTON, LL.D.
IN TWO VOLUMES:
WITH MANY CUTS AND COPPER-PLATES.
A NEW EDITION,
WITH NUMEROUS ADDITIONS AND IMPROVEMENTS.
VOL. I.
LONDON:
PRINTED FOR THE AUTHOR;
1815.

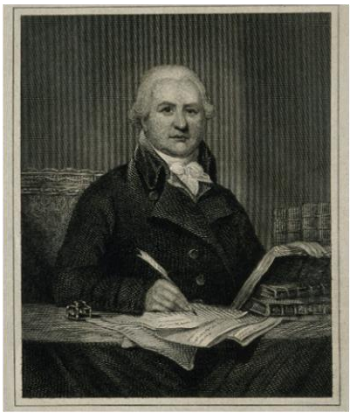


***Figura 37**. Portada de los libros: Tracts Mathematical and Philosophical (izquierda) y A Mathematical and Philosophical Dictionary de 1815 (centro) del matemático inglés Charles Hutton (1737-1823) que aparece a la derecha. Fuentes: https://books.google.co.ve/books?id=J0diAAAAcAAJ&pg=PP7&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=fal, https://old.maa.org/press/periodicals/convergence/mathematical-treasure-hutton-s-mathematical-dictionary, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e1/Charles_Hutton._Stipple_engraving%2C_1824%2C_after_H._Ashby._Wellcome_V0002995.jpg*

5. Varias obras referidas al matemático griego Euclides (ca. 325 a. C.,ca. 265 a. C.), considerado el Padre de la Geometría, textos en distintas lenguas entre las cuales señalamos: La Perspectiva y Especularia de Euclides,

traducidas al castellano por Pedro Ambrosio de Onderiz,1585, Madrid. Euclidis quae supersunt omnia (*Todo lo que queda de Euclides*), en Griego-Latín de David Gregory, 1703, Oxford, y Gli Elementi di Euclide del Maestro Giulio Acceta, 1753, Torino (Figura 38).

Figura 38. *Portada de las diversas obras de Euclides: La Perspectiva y Especularia de Euclides de 1585 en español (izquierda), Euclidis Quae Supersunt Omnia de 1703 en griego-latín (centro) y Gli Elementi di Euclide de 1753 escrita en italiano (derecha), textos que poseía Francisco de Miranda en su Biblioteca de Londres. Fuentes: https://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.do?id=399629, https://www.wikiwand.com/es/articles/Euclides#/media/Archivo:Euclidis_quae_supersunt_omnia.tif, https://www.gonnelli.it/it/asta-0019/acceta-giulio-gli-elementi-di-euclide--preme.asp*

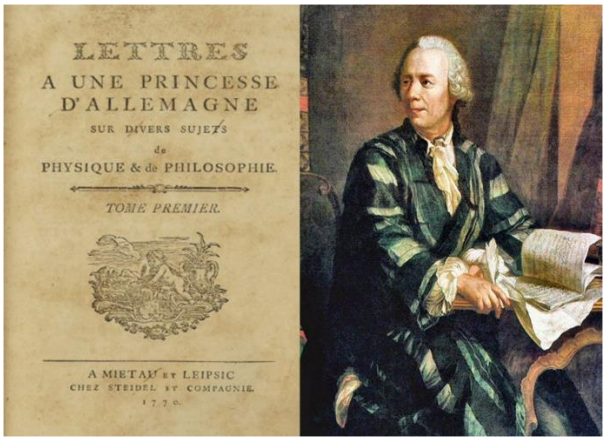


Figura 39. *Portada del libro Lettres à une Princesse d'Allemagne sur divers sujets de Physique et de Philosophie (izquierda) en edición de 1770 del matemático suizo Leonhard Euler (1707-1783) retratado a la derecha. Fuentes: https://librairiejumentverte.com/fr/livre-ancien-medecine/8110-lettres-a-une-princesse-d-allemagne.html & https://cosmovisions.com/Euler.htm*

6. Lettres à une Princesse d'Allemagne sur divers sujets de Physique et de Philosophie par Leonhard Euler, 3 vol., 1787, Paris (Figura 39).

7. Veterum Mathematicorum Athenæi, Apollodori, Philonis, Bitonis, Heronis, et aliorum opera (*Obras de los antiguos matemáticos de Atenas: Apolodoro, Filón, Bitón, Herón y otros*), en Griego-Latín,1693,Paris (Figura 40).

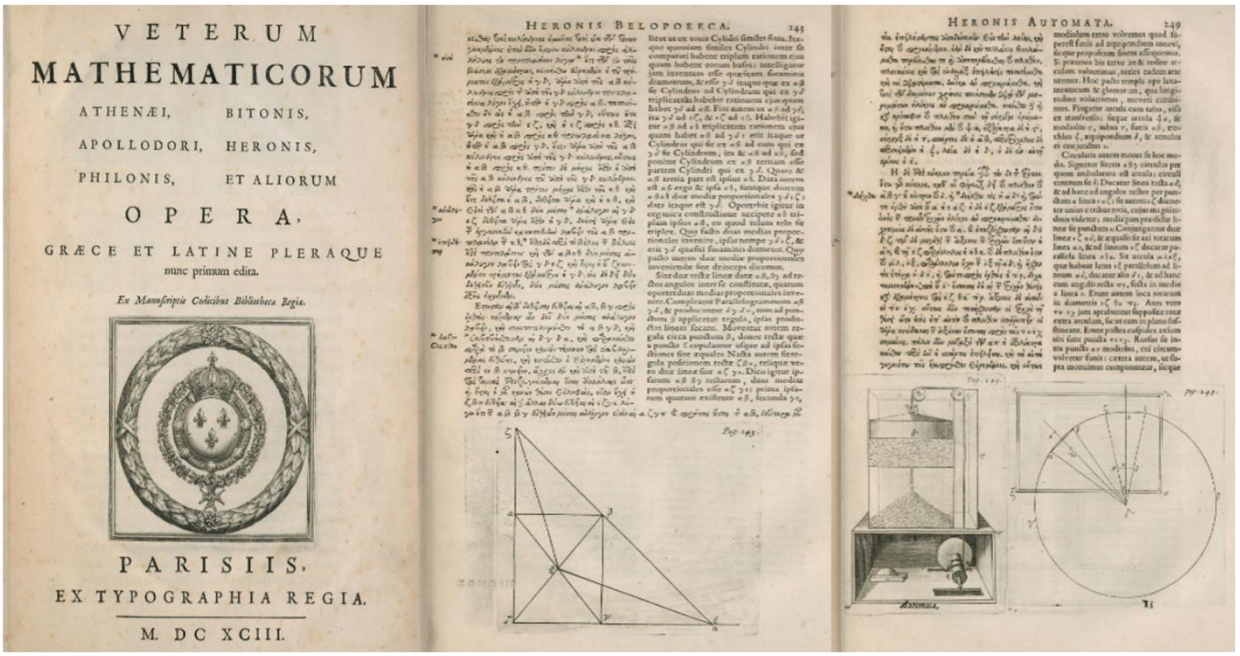

VETERUM
MATHEMATICORUM
ATHENÆI, BITONIS,
APOLLODORI, HERONIS,
PHILONIS, ET ALIORUM
OPERA,
GRÆCE ET LATINE PLERAQUE
nunc primum edita.
Ex Manuscriptis Codicibus Bibliotheca Regia.
PARISIIS,
EX TYPOGRAPHIA REGIA.
M. DC XCIII.
HERONIS BELOPOEECA.
HERONIS AUTOMATA.

Figura 40. *Portada original y páginas internas del libro editado en griego y latín en 1693 en París denominada: Obras de los antiguos matemáticos de Atenas: Apolodoro, Filón, Bitón, Herón y otros; obra similar que poseyó Miranda dentro de su colección científica. Fuente: https://archive.org/details/gri_33125011255672/page/n5/mode/2up*

8. Isaaci Newtoni Opera quæ exstant omnia. Commentariis illustrabat Samuel Horsley (*Todas las obras existentes de Isaac Newton. Ilustradas con comentarios de Samuel Horsley*), 5 vol., 1779, London (Figura 41).

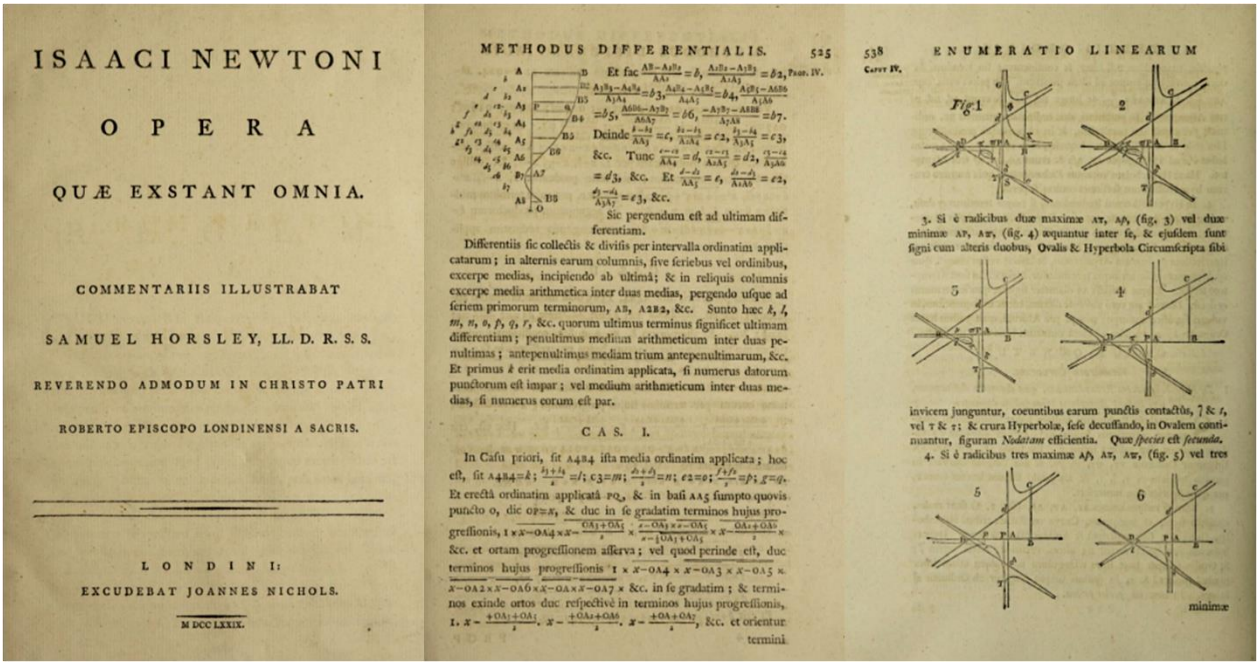

ISAACI NEWTONI
OPERA
QUÆ EXSTANT OMNIA.
COMMENTARIIS ILLUSTRABAT
SAMUEL HORSLEY, LL. D. R. S. S.
REVERENDO ADMODUM IN CHRISTO PATRI
ROBERTO EPISCOPO LONDINENSI A SACRIS.
LONDINI:
EXCUDEBAT JOANNES NICHOLS.
MDCCLXXIX.
METHODUS DIFFERENTIALIS.
ENUMERATIO LINEARUM

Figura 41. *Portada original y páginas internas del libro editado en latín en 1779 en Londres denominado: Todas las obras existentes de Isaac Newton. Ilustradas con comentarios del clérigo británico Samuel Horsley (1733-1806); obra similar que también poseyó Miranda en su colección científica. Fuente: https://wellcomecollection.org/works/vzfj3ngu*

9. Opere di Galileo Galilei, 4 vol.,1744, Padova (Figura 42).

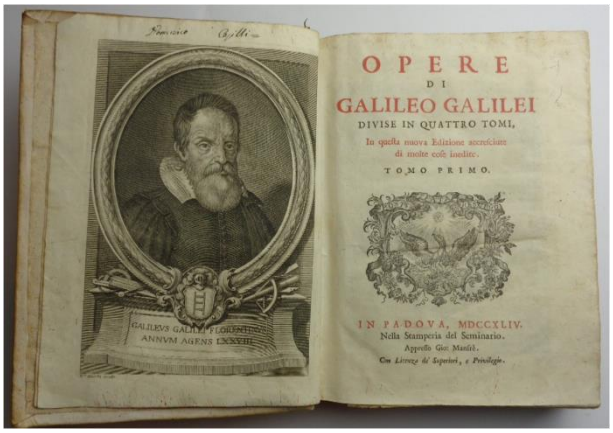


Figura 42. *Portada del libro del primer tomo Opere di Galileo Galilei editado en 1744 con imagen del eminente astrónomo, matemático y físico nacido en Pisa, Italia en 1564 y muerto en 1642 a la izquierda. Fuente: https://www.abebooks.it/OPERE-divise-tomi-nuova-edizione-accresciuta/12071644692/bd*

10. Oeuvres de Blaise Pascal, 5 vol., 1779, La Haye (Figura 43).

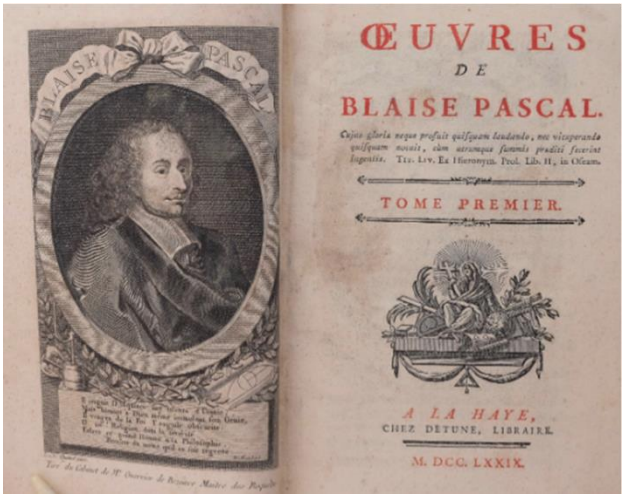


Figura 43. *Portada del libro Oeuvres de Blaise Pascal editado en La Haya en 1779 con imagen del matemático y físico francés nacido en 1623 y muerto en 1662 a la izquierda. Fuente: https://www.iberlibro.com/primera-edicion/Oeuvres-Blaise-Pascal-Detune/31431668683/bd#&gid=1&pid=2*

11. Opera Varia de Rene Descartes, 5 vol., varios años. (*No se indican en específico cuáles obras estaban presentes en el catálogo de su biblioteca, aunque presumimos por el número de volúmenes señalados y por la variabilidad de años que estos correspondían a los principales temas desarrollados por este importante filósofo, matemático y físico francés nacido en 1596 y muerto en 1650*).

12. Observations Mathématiques, Astronomiques, Géographiques, Chronologiques et Physiques Tirées des Anciens Livres Chinois, ou faites nouvellement aux Indes et à la Chine par M. Étienne Souciet, 1729, Paris (Figura 44).

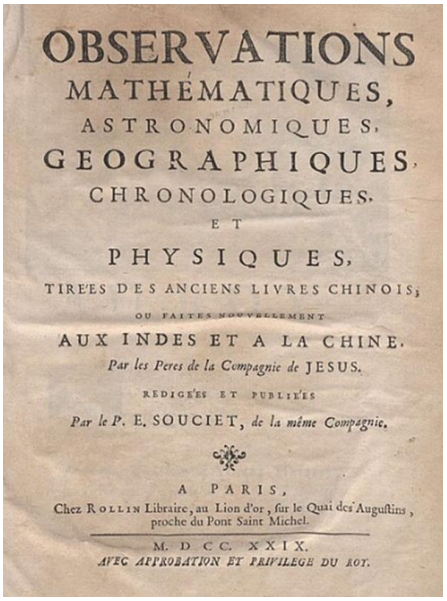


Figura 44. *Portada original del libro Observations Mathématiques, Astronomiques, Géographiques, Chronologiques et Physiques Tirées des Anciens Livres Chinois editada en Paris en 1729 por el jesuita y bibliotecario francés Étienne Souciet (1671-1744); una obra similar tuvo Miranda en su colección. Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Souciet,_Etienne_%E2%80%93_Observations_math%C3%A9matiques,_astronomiques,_geographiques,_chronologiques,_et_physiques,_tir%C3%A9es_des_anciens_livres_chinois,_1729_%E2%80%93_BEIC_4709704.jpg*

13. An Account of the Trigonometrical Operation, whereby the distances between the meridians of the Royal Observatories of Greenwich and Paris has been determined by Major-General William Roy, 1790, London (Figura 45).

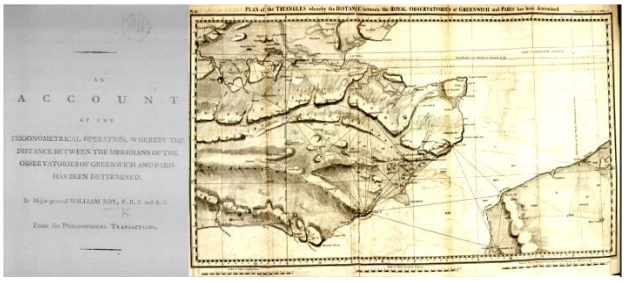


Figura 45. *Portada y mapa de la obra An Account of the Trigonometrical Operation, whereby the distances between the meridians of the Royal Observatories of Greenwich and Paris, determinada por el ingeniero Mayor-General William Roy (1726-1790) y que fue la base de todos los estudios geodésicos posteriores de Gran Bretaña, utilizando la técnica de triangulación. Trabajo editado en Londres en 1790. Fuentes: https://archive.org/details/bim_eighteenth-century_an-account-of-the-trigon_roy-william_1790/mode/2up & https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstl.1790.0015#page=172*

14. Astronomy explained upon Sir Isaac Newton's Principles, and made easy to those who have not studied Mathematics by James Ferguson, 1790, London (Figura 46).

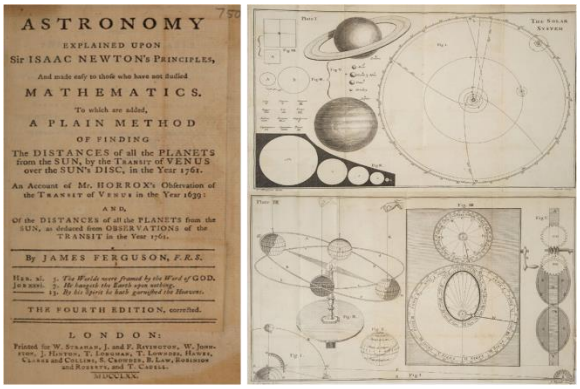


Figura 46. *Portada e imágenes del libro Astronomy explained upon Sir Isaac Newton's Principles, and made easy to those who have not studied Mathematics, por el astrónomo escocés James Ferguson (1710-1776) en una edición de 1770. Fuentes: https://wellcomecollection.org/works/q2mqs2qb/items*

15. Histoire de l'astronomie ancienne, Histoire de l'astronomie moderne et Traité de l'astronomie indienne et orientale par Jean Sylvain Bailly, 5 vol., 1775-1787, Paris (Figura 47).

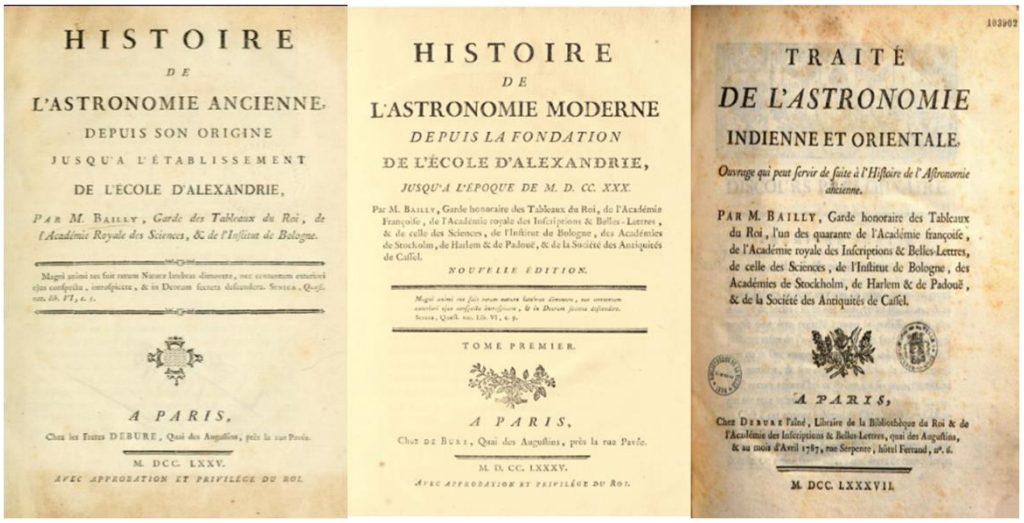


Figura 47. *Portadas de las tres obras originales del matemático y astrónomo francés Jean Sylvain Bailly (1736-1793) en ediciones emitidas entre 1775-1787 en París y las cuales poseyó Miranda dentro de su colección. Fuentes: https://www.camillesourget.com/ouvrages/histoire-de-lastronomie-ancienne-jusqua-letablissement-de-lecole-dalexandrie/, https://archive.org/details/histoiredelastro00bail/page/n5/mode/2up & https://books.google.co.ve/books?id=uOrh8m3VGLMC&pg=PP7&hl=fr&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false*

16. Astronomie par M. Joseph Jérôme de La Lande,3 vol., 1792, Paris (Figura 48).

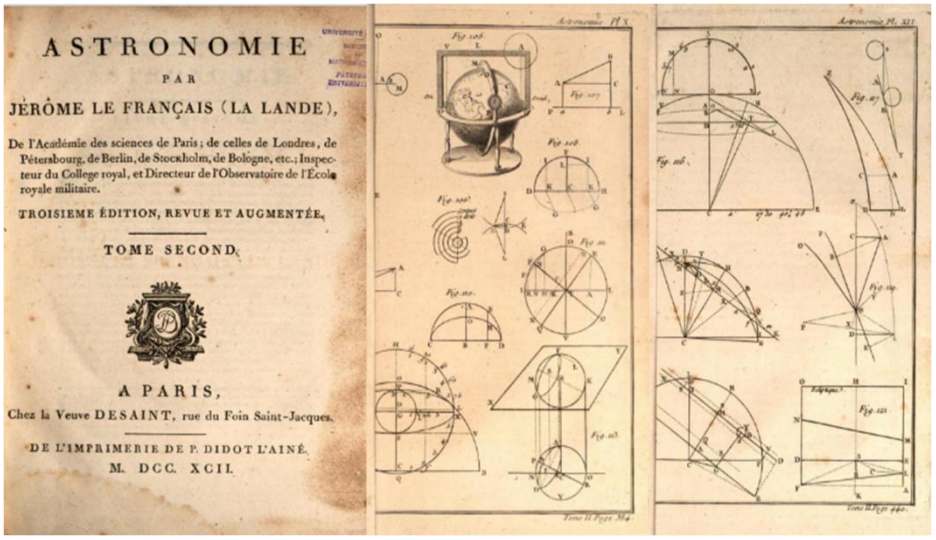


Figura 48. *Portada e imágenes del segundo tomo del libro Astronomie del astrónomo francés Joseph Jérôme Lefrançois de La Lande (1732-1807) editado en París de 1792. Fuente: https://books.google.co.ve/books?id=-SlFAAAAcAAJ&pg=PP9&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false*

17. A Complete System of Astronomy by Samuel Vince, 3 vol., 1797, Cambridge (Figura 49).

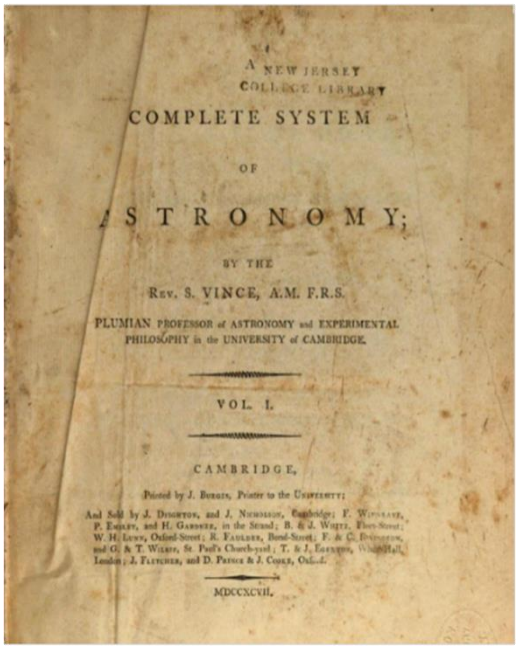


Figura 49*. Portada del libro A Complete System of Astronomy de 1797 del matemático y astrónomo inglés Samuel Vince (1749-1821), catedrático en la Universidad de Cambridge donde fue publicado el texto. Fuente: https://books.google.co.ve/books?id=hzlOAAAAYAAJ&pg=PP5&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false*

18. Experiments and Observations Made in Britain, in Order to Obtain a Rule for Measuring Heights with the Barometer by Colonel William Roy, 1778, London.

19. Experiments and Observations on Electricity made at Philadelphia in America by Benjamin Franklin, 1774, London (Figura 50).

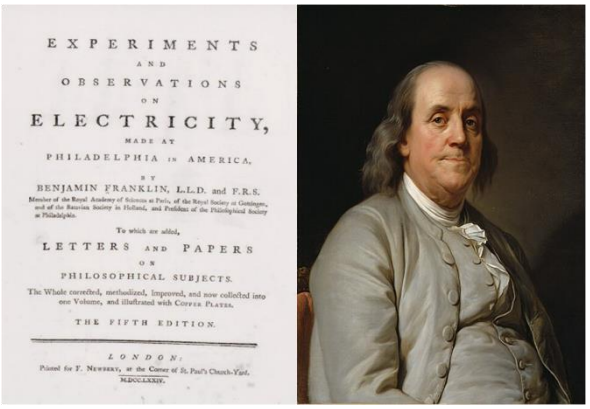


Figura 50*. Portada del libro Experiments and Observations on Electricity, editado en 1774, obra del científico norteamericano Benjamín Franklin (1706-1790), retratado a la derecha ca. 1785. Fuentes: https://www.atlasobscura.com/articles/shocking-scenes-from-benjamin-franklins-experimental-electricity-parties,https://en.wikipedia.org/wiki/Benjamin_Franklin#/media/File:Joseph_Siffrein_Duplessis_Benjamin_Franklin_-_Google_Art_Project.jpg*

Como se aprecia en las distintas listas enumeradas con anterioridad, sobre los diversos textos científicos empleados por Francisco de Miranda desde sus estudios iniciales en España hasta sus etapas posteriores al establecerse en Inglaterra, siempre contó entre su material bibliográfico con un selecto grupo de libros de afamados matemáticos y físicos de la Ilustración europea e incluso llegó a contar con textos matemáticos de autores de la antigüedad como por ejemplo las obras de Euclides en diversas traducciones (griego, latín, español e italiano) y textos de antiguos matemáticos de Atenas (Apolodoro, Filón, Bitón, Herón y otros). Tuvo entre sus colecciones las más destacas obras de la Revolución Científica de su tiempo representada por autores como René Descartes, Galileo Galilei, Blaise Pascal, Leonhard Euler e Isaac Newton.

Las obras de Sir Isaac Newton, genio fundador de la ciencia moderna, estuvieron representadas a través de cuatro importantes autores: la primera correspondiente a la introducción a la filosofía newtoniana del naturalista neerlandés Guillaume Jacob Gravesande, quien fue uno de los primeros en adoptar y propagar las teorías de Newton emprendiendo una adaptación de los *Principia Mathematica* para que la obra de Newton fuera accesible a los profesores y al público en general en Europa. Su adaptación implicó la adición de demostraciones empíricas previas a la explicación teórica y matemática de los fenómenos. De igual forma Miranda contó con la primera traducción al francés de los *Principia* realizado por Madame de Châtelet en 1759, libro de que se constituyó en un acontecimiento trascendental en la vida intelectual de la Ilustración, tanto por su alcance científico como por el estatus excepcional de la traductora, una de las primeras mujeres físicas de la era moderna. La tercera obra de Newton en posesión de Francisco de Miranda, correspondió con 5 volúmenes editados por el clérigo británico experto en física y matemáticas Samuel Horsley, y como cuarta obra del genial físico y matemático inglés, el tratado sobre Óptica traducido al francés por el teólogo y escritor francés Pierre Coste.

Las contribuciones de Newton a las matemáticas y a lo que hoy conocemos como física, incluyendo sus aspectos experimentales y teóricos, dominarán para siempre los debates sobre su influencia duradera. Su reconocido talento matemático quizás sea equiparable no solo a su profunda teorización sobre el mundo físico, sino también a sus influyentes métodos experimentales. Newton destaca por el hecho de que su trabajo como teórico se corresponde con su trabajo como experimentalista; cualquiera de los dos aspectos de su obra sería suficiente para asegurar su lugar en la historia de la ciencia moderna (JANIAK 2021).

Cuando Newton publicó sus obras principales, no estaba contribuyendo a un campo bien establecido, estaba ayudando a crear una ramificación dentro de la filosofía natural que condujo al desarrollo de la física matemática moderna, por un lado, y de la filosofía, por otro. El logro de Newton en la Óptica y los *Principia* se consideró de tal trascendencia

filosófica que pocos filósofos del siglo XVIII lo ignoraron, generándose algunas de las discusiones y controversias metodológicas más significativas a finales del siglo XVII y principios del XVIII. Estos debates abordaron temas como el uso adecuado de las hipótesis, la naturaleza del espacio y el tiempo, la mejor comprensión de las fuerzas de la naturaleza y las reglas apropiadas para realizar investigaciones en filosofía natural. Su obra generó una inmensa literatura de comentarios en inglés, francés y latín, y sirvió como impulso para las influyentes obras de otros científicos en el continente europeo, algunas ya antes citadas. Por lo tanto, las ideas y métodos de Newton en matemáticas, física y filosofía continuaron siendo de gran importancia hasta bien entrada la Ilustración (JANIAK 2021).

Pero además de estas importantes obras de Newton en posesión de Miranda, apreciamos diversos textos sobre cursos y tratados de matemáticas, aritmética, geometría, trigonometría, álgebra y cálculo que también fueron ampliamente empleados en numerosos centros de enseñanza en Europa, y que sirvieron de inspiración directa a otros textos científicos que se escribieron en España para la actualización en general de las enseñanzas en ese país. Entre esa diversidad de autores científicos destacamos a: Étienne Bézout, Christian Wolff, François Rivard, Guillaume Le Blond, Nicolas Guisnée, Jacques Ozanam, Paul Hoste, John Müller, Jean Étienne Montucla, Benjamin Robins, Charles Hutton. Francisco de Miranda llegó a contar incluso con el primer libro de texto conocido sobre el cálculo diferencial publicado en el año 1696 por el marqués de l'Hôpital.

Por otra parte, en cuanto al resto de textos científicos vinculados directamente a campos como el de la física en áreas como la mecánica, la astronomía e incluso la electricidad, señalamos entre esos autores de su biblioteca a: Jean François Trabaud, François Para du Phanjas, William Roy, Benjamín Franklin, Étienne Souciet, Joseph Jérôme Lefrançois de La Lande, Jean Sylvain Bailly, Samuel Vince y James Ferguson.

Esta nutrida biblioteca mirandina en ciencias exactas, como ya se habrá notado, sí se le compara pues con otras existentes en su tiempo, estuvo por arriba de los estándares tradicionales del momento, incluso con la de la Escuela Militar de Ávila, institución a la cual él no pudo acceder por las razones antes expuestas, y donde se llegaron a impartir conocimientos matemáticos, aunque esto no significó impedimento alguno para que el caraqueño adquiriera tan sólida formación intelectual durante esta etapa de sus estudios en España y con en el transcurrir del tiempo.

En cuanto a la astronomía, además de todos los textos ya citados, Miranda tuvo la oportunidad de hacer incluso pequeñas observaciones astronómicas desde un observatorio en Estocolmo, Suecia, de la mano de su Director Henric Nicander, el día 30 de octubre de 1787 y también asistir al lugar donde vivió y trabajó el famoso astrónomo danés Tycho Brahe[20] (1546-1601) en la Isla de Hven, cuando estuvo de visita en Dinamarca el 20 de diciembre de 1787, como se relata en las siguientes líneas (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO XII, N° 1121, FOLIOS 65/144):

> *"Luego vino Razumovsky y fuimos al Observatorio los tres para observar algunos astros desde esta latitud. Allí encontramos a nuestro profesor Nicander, su Director, que justamente estaba empeñado en la observación de la emersión del tercer satélite de Júpiter, que vimos ejecutarse a las nueve y cuarenta minutos, poco más o menos, pues al momento de la observación, el cielo se cubrió de repente todo y con la misma prontitud se aclaró inmediatamente… Vaya que no he visto en mi vida mutaciones semejantes en tan poco tiempo. Vimos Saturno con su anillo y Marte que parece de fuego, la luna con sus montañas, etc".*

> *"...ajustamos primero una barca para que nos llevase a la isla Hwen en que el célebre Tycho Brahe, tuvo su observatorio... En fin, tomamos nuestra barca a las once y media, y en cincuenta minutos fuimos a la isla Hwen, que justamente está en el conmedio del canal, una milla de aquí y lo mismo de la otra costa. Subimos y andando como un cuarto de milla llegamos a su centro, donde en un paraje dominante se ven las señales donde estaba situada la casa del célebre Tycho Brahe en forma de castillo cuadrado, con cuatro torres… bellísima situación, por cierto. Inmediato a un tiro de piedra, está un almacén edificado sobre los fundamentos de la torre que le servía para sus observaciones. Y asimismo, muy pegado al castillo, hay dos bóvedas subterráneas de ladrillo, que se dice le servían igualmente para sus observaciones astronómicas. Vimos todo esto con aquel respeto y admiración y gusto, que semejantes monumentos inspiran".*

En el caso particular de su experiencia con la electricidad, estando en Dinamarca el 24 de febrero de 1788, experimentó directamente con este fenómeno, relatándonos lo que sigue (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO XIII, N° 1215, FOLIO 5):

> *"Vino Anker, fuimos a ver la biblioteca del conde de Thott —difunto —... De aquí seguimos a pie a casa del general Weiner, a quien encontramos en su laboratorio, que acababa de electrizar al general Hober que se estropeó un muslo y lo tenía ya seco, mas por medio de la electricidad se ha restablecido casi ya. Hicimos varios experimentos con la máquina eléctrica, en que vimos cómo el rayo se*

[20] Tycho Brahe, nació en Knudstrup, Escania, Dinamarca, el 14 de diciembre de 1546. Fue considerado el más grande observador del cielo, que jugó un papel importante en la física danesa en el período anterior a la invención del telescopio. Estudió en las universidades de Copenhague y Leipzig. El rey danés Federico II le regaló la pequeña Isla de Hven, donde se levantó el que más tarde sería conocido como el observatorio de Uraniborg, bautizado así en honor de Urania, la musa de la astronomía, que se convertiría en el primer instituto de investigación astronómica, el cual estaba equipado con el mejor instrumental del momento, lo que le permitió medir las posiciones de las estrellas y los planetas con una precisión muy superior a la de la época. Sus datos eran considerados los de más calidad de Europa. En Praga, Brahe conoce a Johannes Kepler (1571-1630), su colaborador y a quien confiaría los resultados de sus mediciones de los movimientos de la Luna y los planetas realizadas durante décadas, datos que permitirían a Kepler publicar en 1627 las Tablas Rudolfinas. Murió en Praga, 24 de octubre de 1601. (https://es.wikipedia.org/wiki/Johannes_Kepler).

destaca de la nube, etc., y en la máquina de la plancha redonda italiana me hice pasar un poco de electricidad de una mano a la otra con una velocidad sorprendente. En la otra máquina me la hice pasar por un muslo, y así vi los efectos que puede producir en la curación de muchas enfermedades dilatando y variando los vasos, etc. Vimos asimismo una máquina ingeniosa que dicho general ha inventado para saber a punto fijo los grados de electricidad con que está cargada cualquier máquina".

Francisco de Miranda fue una persona preocupada por la enseñanza y métodos empleados en el estudio de las ciencias exactas en la capacitación de los jóvenes, y fue un crítico de que la educación no estuviera solo sustentada en la religión o teología, según los modelos clásicos educativos establecidos para la época. Dos claros ejemplos de esto se ven demostrados durante sus viajes por Norteamérica y Europa. El primero de estos casos fue cuando recorrió el día 26 de julio de 1784 la Universidad de Yale en New Haven, Connecticut, la tercera institución de educación superior más antigua de los Estados Unidos fundada en 1701, junto al Presidente en funciones de esta institución desde 1778, el Reverendo Ezra Stiles (1727-1795), quien desempeñó un papel decisivo en el desarrollo del plan de estudios científicos en Yale y fue fundador de su Facultad de Medicina, convirtiéndola además en la universidad más popular y próspera de este país para 1784 y con la mayor matrícula estudiantil jamás vista hasta entonces (270 estudiantes). Stiles fue un educador, académico, teólogo y científico aficionado que igualmente realizó experimentos eléctricos con equipos donados a la universidad por Benjamín Franklin (Figura 51)(MORGAN 1974, BERKIN *et al.* 2012). Al respecto en su Diario de Viajes, Miranda nos describe lo que sigue a continuación (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO VI, N° 679, FOLIO 93):

"Por la tarde vino a visitarme el presidente Stiles, y en su compañía pasé a ver el colegio. Con los "tutors" o maestros Russell y Meigs, pasé a las clases de álgebra y óptica donde observé que estas ciencias se explicaban a los escolares del modo más sencillo y natural".

Como se denota del texto anterior, Miranda apreció de forma óptima el método de enseñanza aplicado a los jóvenes en los estudios de matemáticas y física (óptica) en Yale, lo cual constata su entendimiento sobre las materias impartidas. Ezra Stiles se impresionó con su personalidad de aquilatados conocimientos y estampó las siguientes frases sobre el caraqueño: *"es un hombre de sublimes pensamientos y penetrante entendimiento, conocedor de las lenguas modernas y experto en libros y en amistad con el mundo ...admiramos su talento y sus virtudes, y le deseamos prosperidad en sus propósitos"* (LEAL 2006; p. 39).

Figura 51*. Vista frontal del Yale College y la capilla del College impresa por Daniel Bowen en 1786 (izquierda). Retrato del Rev. Ezra Stiles realizado por Reuben Moulthrop en 1794 cuando ejercía como presidente de Yale (derecha). Fuentes: https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_Yale#/media/Archivo:A_Front_View_of_Yale_College_and_the_College_Chapel_New_Haven_printed_by_Daniel_Bowen.jpg & https://en.wikipedia.org/wiki/Ezra_Stiles*

El segundo caso corresponde a una visita realizada a la Universidad de Copenhague, Dinamarca, el día 28 de febrero de 1788 donde señala (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO XIII, N° 1215, FOLIO 13):

"Fui por la mañana a casa de Souza y junto con el señor Riegels, que es un escritor fuerte, fuimos a ver la Universidad, en que hallamos como unos 250 estudiantes, que en una gran sala daban lección en doce clases a un tiempo, esto es doce mesas y a la cabeza de cada una, un maestro. El método me parece que trae alguna confusión. El griego, latín, derecho natural, historia, etc., son los ramos que se estudian, sin que la física ni las matemáticas entren para nada...De aquí pasamos a una institución que dejó fundada Borrichius para el mantenimiento de 16 estudiantes, a quienes además de alojamiento se dan 60 rixdalers al año. Tienen su biblioteca, etc., para que se cultivase la química; mas con cuánta sorpresa vi que en lugar de esta ciencia lo que se estudia son las obras de Lutero, etc., para formar clérigos"

Durante su permanencia en Inglaterra a partir del año 1789, luego de un periplo de 4 años que lo llevó por toda Europa, Miranda recorre diversas locaciones de este país, entre esos lugares visita el 07 de julio de 1790 la casa en donde vivió Sir Isaac Newton entre 1710 y 1725, científico por el que Miranda sentía especial admiración, e incluso llega a conocer a una sobrina nieta de este científico, tal y como lo señala en el siguiente relato (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO XIX, N° 1712, FOLIO 7):

"Estuve con Milord Mountmorres a ver la casa en que vivió Sir Isaac Newton, en Saint Martin Street, Leisterfield. La casa es bastante buena. Piden por el alquiler 90 libras al año, que no es caro. Vi el pequeño observatorio que servía para determinar el curso del Universo, en el tope de la casa; tiene solamente 11 pies en cuadro y 9 ídem de alto. Tenía su estudio en el piso bajo, según me informó la viuda Sra. Burr en Bath, que era una mujer de 79 años y era sobrina nieta de Newton, a quien conoció muy familiarmente hasta la edad de 9 años. En el subterráneo vi aún una cisterna de plomo, para conservar agua, en que están grabadas sus armas — que es una

cabeza de caballo —, etc. Hay allí también una prensa de imprenta, puesta en su tiempo, etc. ¡Qué ideas solemnes produce la meditación en los sitios que habitaron los grandes hombres!"

De igual forma visita al año siguiente, un lunes 24 de octubre de 1791 la localidad de Cambridge, destacando lo que sigue (COLOMBEIA, VIAJES, TOMO XIX, N° 1714, FOLIO 68):

"Partí para Cambridge, trece millas adelante. Este lugar está sobre un sitio agradable y ameno, tiene buenas casas y me parece mucho mejor que Oxford...Fui a Trinity Library, que es una magnífica y hermosa sala que contiene 30.000 volúmenes, dispuestos como en Leipzig, con bustos de antiguos y modernos literatos. Aquí vi la escritura de propia mano de Newton, sobre un ejemplar de "Principia", en que al principio, sobre las hojas blancas, corrigió los errores. Después a la capilla del dicho, en que sobre un pedestal de mármol, está la estatua de Newton en pie, con un prisma en la mano y su toga académica [Figura 52]*, de tamaño natural, muy buena, o por mejor decir, excelente obra de Roubilliac en 1665, creo. Sobre una puerta del cuadro de este colegio está el Observatorio que se edificó para Newton, cuando su fama le hizo admirable, y es pequeña cosa por cierto. Junto están los apartamentos que habitó este gran hombre cuando era profesor, y junto a la torre de la capilla, los que ocupó cuando estudiante, inferior cosa en su línea cada uno y así también el dicho Observatorio, etc."*

Figura 52*. Copia personal de la primera edición de Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica de Isaac Newton con correcciones manuscritas efectuadas por él para la segunda edición y estatua del célebre naturalista efectuada en 1755 por el escultor francés Louis-Françoise Roubiliac con la inscripción en su pedestal en latín que reza: Qui genus humanum ingenio superavit (Quien superó a la raza humana con su genio), ambas obras apreciadas por Miranda en el Trinity College en Cambridge en el año 1791. Fuentes: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NewtonsPrincipia.jpg, https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Newton%27s_Annotated_copy_of_his_Principia_Mathematica.jpg & https://sciencephotogallery.com/featured/statue-of-sir-isaac-newton-at-cambridge-adam-hart-davisscience-photo-library.html?product=metal-print*

Francisco de Miranda pudo apreciar en esta visita a la Trinity Library de la Universidad de Cambridge, el ejemplar original de la más destaca obra de Newton: "*Philosophiæ naturalis principia mathematica*" (Principios matemáticos de la filosofía natural) o también conocida simplemente como *Principia*, con las correcciones de su propio autor sobre hojas blancas y observar además todos los espacios habituales donde el sabio inglés hizo vida durante tantos años como estudiante, profesor e investigador.

Al final de la vida de Francisco de Miranda, su biblioteca, una de las más completas de su época e instalada en Londres, se había convertido en un centro de estudio donde se reunían intelectuales para consultar sus impresionantes fondos y que serviría además de formación a muchos jóvenes independentistas americanos. Entre uno de ellos, destacamos al prócer de la independencia chilena Bernardo O'Higgins Riquelme (1778-1842) (Figura 53), a quien Francisco de Miranda le dictó clases de matemáticas en el año de 1798, cuando este se encontraba en Inglaterra. El joven O'Higgins necesitó los servicios de un profesor de matemáticas, y sabiendo que un General americano, ilustre ya en Europa, se ocupaba de hacer un curso particular a varios de sus compatriotas y españoles como parte de su formación para el papel que les tenía señalado en la vasta y compleja tarea de independizar la América española, incorporándose entre éstos bajo el nombre convencional que usaba entonces de Mr. Riquelme (CHACÓN 2002, p. 6). Miranda les enseñaba el álgebra aplicada a las armas, fortificación, levantamiento de planos y geografía de América según PAREDES URDANETA (1940).

Figura 53*. Retrato del joven chileno Bernardo O'Higgins Riquelme realizado en 1798 en Londres de autor anónimo, año en que él recibió clases de matemáticas por parte de Francisco de Miranda. Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4e/Bernardo_O%C2%B4Higgins_en_Londres.jpg*

También es posible catalogar a Francisco de Miranda en el campo de las matemáticas como un notable *"Estadístico"*, preocupado por la rigurosidad del dato. En el siglo XVIII, el término "*Estadística*" designaba precisamente la colección sistemática de datos demográficos y económicos por los estados, aunque posteriormente el concepto fue evolucionando con el tiempo. Fue el alemán Gottfried Achenwall (1719 – 1772) la persona que acuñó el término estadística (*Statistik*) en el año 1749 (BALL 2004). La investigadora Josefina Rodríguez indicaba en su estudio introductorio sobre Colombeia que: "*Miranda fue, sin duda, el*

único viajero del siglo XVIII que levantó un inventario tan completo de la Europa prerrevolucionaria, dejando de ella una semblanza tan precisa y minuciosa. Sus diarios de viaje hacen del caraqueño Francisco de Miranda el memorialista más completo de la Europa de su época" (QUINTERO 2024).

En efecto, debido a sus innumerables observaciones sistemáticas y datos demográficos, socio-económicos, militares, educativos, etc., recopilados durante todos sus recorridos por Europa en distintas localidades, ciudades, pueblos, países, instituciones políticas, sanitarias y educativas, entre otros, los cuales podemos consultar de forma detallada y minuciosa en su Diarios de Viajes, es posible hacer una reconstrucción y análisis histórico-económico sustentado en estos relevantes datos numéricos en relación a este importante siglo de la historia de la humanidad, gracias a la valiosa información que recabó. Esto serviría sin lugar a dudas para analizar, interpretar y comparar cualquier aspecto económico o social de interés. Se reconoce pues el inestimable valor que Miranda siempre le otorgó a los números.

Por último, en el año 1806 cuando Francisco de Miranda realiza su fallida incursión a las costas venezolanas, le habla a los jóvenes de: "*literatura y les recomienda el estudio de la lengua española y las matemáticas"*, según palabras de James Biggs, uno de los oficiales que le acompañaron en esta expedición (CHACÓN 2006), por lo que apreciamos inclusive en esta etapa final de su vida un especial interés por incentivar el aprendizaje de tan importante especialidad de las ciencias exactas a las futuras generaciones de ese país al cual trataba de independizar no solo políticamente sino también inculcar valor por el ámbito educativo y científico.

COMENTARIOS FINALES

La segunda mitad del siglo XVIII correspondiente en parte con el llamado Siglo de la Ilustración, se constituirá en una etapa muy fecunda de la historia de la humanidad donde el conjunto de los destinos humanos se transforma, y no desde el mundo material, sino del moral e intelectual.

Francisco de Miranda encarnará al perfecto hombre ilustrado de mentalidad enciclopédica de este tiempo, emprendiendo un decidido y esmerado camino de formación intelectual tanto en el ámbito científico así como en el humanístico. Desde su arribo a España a partir del año 1771, luego de sus estudios inconclusos en la Real y Pontificia Universidad de Caracas y de vivir complejas situaciones familiares en su ciudad natal, que lo llevarán por optar a la carrera de las armas en la capital del Reino en pro de un ascenso social, favorecido por el apoyo económico de su familia que le permitió gracias a los beneficios de rango institucionalizados por la Corona, obtener una patente de capitán que le abrió las puertas al mundo militar. Adquiere sólidos conocimientos en el campo de las matemáticas aplicadas a las ciencias militares, esto de la mano de instructores extranjeros contratados, según sus testimonios, y al empleo de una excelsa bibliografía científica proveniente en su mayoría de Francia y enriquecida años posteriores con otras destacadas obras en lenguas diversas al francés, como el inglés, latín e italiano.

Su esmero en el estudio de las matemáticas le permitirá perfeccionar y completar su educación. Este tipo de formación científica tuvo un peso importante en la profesión militar durante la segunda mitad del siglo XVIII, mérito que era considerado por los superiores en la promoción de la oficialidad, y prueba de ello la darán posteriormente todas sus cartas remitidas a distintos funcionarios reales y al mismo Rey Carlos III en el transcurso de la década de 1770, en donde él particularmente destacará sus conocimientos en esta ciencia exacta, sin que por ello recibiera ninguna satisfacción o alcanzado promoción alguna durante su servicio militar en esa etapa de casi una década en España pese a su desempeño profesional e intelectual. Una faceta desconocida y poco estudiada en la vida de este destacado personaje de la historiografía nacional.

A pesar de haber sido considerado para estudiar en la Escuela Militar de Ávila durante su estadía en Melilla, institución castrense de la Península Ibérica donde se impartieron sólidos conocimientos en el campo de las matemáticas, sus desencuentros con sus líneas superioras de mando imposibilitaron esta promoción. Miranda corrió igual suerte que el militar caraqueño José de Pozo y Sucre, compatriota de extensa trayectoria dentro de las filas del Ejército Real español tanto en Europa como en América, y de comprobados servicios en el ramo de la ingeniería militar, ya que ambos experimentaron el despotismo ilustrado de su tiempo, que obstaculizó los ascensos en sus jerarquías militares de forma justa y meritoria, debido a las redes del poder clientelar imperantes en la Corte española, en detrimento de los criollos americanos que buscaban insertarse en los cargos de poder preeminentes en la Península y/o en las colonias, a pesar de sus comprobados méritos profesionales en el ámbito militar.

Sin embargo, esto no significó para el joven Miranda en lo absoluto un desestimulo desde el punto de vista intelectual en su desempeño, por el contrario se animó siempre en seguir adquiriendo una sólida formación y capacitación, nos hace suponer que estuvo muy por encima de los estándares de su época. Incluso, su material bibliográfico en el área de las matemáticas en general, y el cual ha sido detallado en esta investigación, fue de especial relevancia académica dada la variedad de importantes autores científicos europeos, sí se le compara incluso al existente en cualquier fondo documental público o privado en la España de este período, nación que ciertamente estaba experimentado profundos cambios en la enseñanza y aplicación de las ciencias exactas en sus esferas civiles y militares como parte de las reformas borbónicas emprendidas para la modernización y adecuación de todos los niveles educativos durante la segunda mitad del siglo XVIII.

Miranda no fue solamente un hombre de estado sino también un hombre interesado en la ciencia, fue un polímata de la Ilustración que buscó estar a la vanguardia del conocimiento científico de su época a través del estudio y la capacitación constante con plena conciencia de la importancia que tenía la ciencia para el desarrollo y el crecimiento de las naciones como

bien lo reflejará en las notas de su destacado Diario de Viajes.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la valiosa colaboración y el apoyo de la M.Sc. Lisskell Franco del Centro de Información Técnica de INTEVEP S.A, en la búsqueda de importante material bibliográfico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIÁN, D. 2022. La importancia de la ciencia en la oficialidad de la infantería española en la segunda mitad del siglo XVIII. *L'Entre-Deux* 11 (1), https://doi.org/10.13039/501100011033/FEDER

ANDÚJAR, F. 2004. *El sonido del dinero: monarquía, ejército y venalidad en la España del siglo XVIII*. Editorial Marcial Pons, Ediciones de Historia, Madrid, España. 485 p.

ANDÚJAR, F. 2014. El ejército borbónico durante el último tercio del siglo XVIII: permeabilidad social en una institución nobiliaria. *Chronica Nova: Revista de Historia Moderna de la Universidad de Granada*, (41): 165-188.

ARENZANA, V. 1987. *La enseñanza de las matemáticas en España en el siglo XVIII. La escuela de matemáticas de la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, Zaragoza.

BALL, P. 2004. *Critical mass, how one thing leads to another*. Cox & Wyman Ltd., Berkshire, Great Britain. 635 p.

BALZA, R. 2017. La física moderna en la sociedad caraqueña de finales del siglo XVIII. Entre la matemática y la técnica. *Bitácora-e Revista Electrónica Latinoamericana de Estudios Sociales, Históricos y Culturales de la Ciencia y la Tecnología*, No. 1. SNN 2244-7008: 3 - 36.

BERKIN, C., MILLER, C., CHERNY, R., GORMLY, J., EGERTON, D. 2012. *Making America: A History of the United States*, *Brief* (6th edition). Wadsworth: 79.

BARITTO, I. a. 2023. Francisco de Miranda (1750-1816): Primer naturalista venezolano en Europa, 1785-1790. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela*, Caracas, 140: 28 - 29.

BARITTO, I. b. 2023. El terremoto de Dubrovnik de 1667, Croacia: una relación de sucesos en el archivo de Francisco de Miranda. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat,* Caracas, Nº 60: 42 – 65.

BARITTO, I. a. 2025. Francisco de Miranda (1750-1816): sus exploraciones espeleológicas en Europa. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat,* Caracas, Nº 65: 54 – 73.

BARITTO, I. b. 2025. Francisco de Miranda (1750-1816) visita las minas de Escandinavia, 1787. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat,* Caracas, Nº 66: 39 – 81.

BOHÓRQUEZ, C. 2006. *Francisco de Miranda, precursor de las independencias de la América Latina*. Fundación Editorial El Perro y La Rana, 3ra edición, 394 p.

CAPEL, H., SANCHEZ, J. E. y O. MONCADA. 1988. *De Palas a Minerva: la formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona: Serbal, 1era Edición, 390 p.

CARABIAS, A. M. 1986. Evolución del concepto de Facultad de Artes en España. Siglos XIII al XVII. *En* : Actas del IV Seminario de Historia de la Filosofía Española. Salamanca, Ediciones Universidad de Salamanca, 303-333.

CARABIAS, A. M. 2020. Política educativa y manuales de matemáticas en el siglo XVIII. La Universidad de Salamanca como Laboratorio. *En* : López Esteban, C. & A. Maz-Machado (Eds.). Las Matemáticas en España durante el siglo XVIII a través de los Libros y sus Autores. Salamanca, Ediciones Universidad de Salamanca, Cap. I: 15 - 44.

COBARRUBIAS, S. 1611. *Tesoro de la Lengua Castellana o Española*. Madrid, Luis Sánchez Impresor del Rey. 699 p.

COLOMBEIA. Viajes, Tomo I, Tomo II, Tomo III, Tomo IV, Tomo VI, Tomo VII, Tomo XII, Tomo XIII, Tomo XV, Tomo XIX. http://www.franciscodemiranda.org/colombeia/

CHACÓN, D. 2002. Miranda y sus Consejos a Bernardo O'Higgins. *En*: El Periódico de Occidente. Guanare, Estado Portuguesa. Año XIII. Nº. 4.855. Martes 12 de febrero de 2002; p. 6.

CHACÓN, D. 2006. Francisco de Miranda y la ciencia de su época. *Boletín de la Academia Nacional de Historia de Venezuela*, Caracas, 89 (354): 143-166.

DE SANTIAGO, J. 2013. Antecedentes del sistema monetario de la peseta. VII Jornadas Científicas sobre Documentación Contemporánea (1868-2008): 22. [Consultado el 2 de septiembre de 2025].

FERNÁNDEZ, T. y E. TAMARO. 2004. *Biografía de Pedro Antonio de Cevallos*. Barcelona, España: Editorial Biografías y Vidas. Disponible en https://www.biografiasyvidas.com/biografia/c/cevallos_cortes.htm [página consultada el 16 de octubre de 2025].

FREITES, Y. 1997. El problema del saber entre hacendados y comerciantes ilustrados de la Provincia de Caracas-Venezuela (1793-1810). *DYNAMIS, Acta Hisp. Med. Sci. Hist. Illus*. 17: 165-191.

FREITES, Y. 2000. Un Esbozo Histórico de las Matemáticas en Venezuela. I Parte: Desde la Colonia hasta finales del Siglo XIX. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, 8 (1- 2): 9 - 37.

GAGO, J. R. & S. H. MAUSKOPF. 1982. Represión ideológica, inquisición y ciencia en la España de la segunda mitad del siglo XVIII: el caso de los químicos franceses Agustín La Planche y Luis José Proust. *Actas II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*: Jaca, 27 de septiembre-1 de octubre, 1982, 3, 93-94.

GARCÍA, L. 1961. *Francisco de Miranda y el antiguo régimen español*. Caracas, Academia Nacional de la Historia, 525 p.

GRISANTI, A. 1950. Miranda estudiante universitario. *Revista Cultura Universitaria*, Caracas, Universidad Central de Venezuela, 10-18.

HERNÁNDEZ, M. 2008. El ingeniero venezolano José Pozo Sucre y su labor en la expedición de Cevallos al Río de la Plata, la guerra de independencia de los Estados Unidos, Trinidad y Puerto Cabello. *Anuario GRHIAL*. Universidad de Los Andes, Mérida. Enero-Diciembre, Nº 2: 17-34.

HERNÁNDEZ, M. 2010. *En el vendaval de la revolución. La trayectoria vital del ingeniero venezolano José de Pozo y Sucre (1740-1819)*. Ministerio de la Cultura, Fundación Imprenta de la

Cultura, Caracas, Venezuela. 139 p.

HERR, R. 1960. *España y la Revolución del Siglo XVIII*. Madrid, Aguilar.

HORMIGÓN, M. 1994. *Las matemáticas en el siglo XVIII*. Historia de la ciencia y la técnica, Madrid, Ediciones AKAL, Vol. 24, 56 p.

JANIAK, A. 2021. Newton's Philosophy. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2021 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/newton-philosophy/>

LAFUENTE, A. 1998. *Guía del Madrid Científico. Ciencia y Corte*. Consejería de Educación y Cultura, Dirección General de Investigación, Comunidad Autónoma de Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Ediciones Doce Calles, S.L., 240 p.

LAFUENTE, A. y J. L. PESET. 1982. Las academias militares y la inversión en ciencia en la España ilustrada (1750- 1760). *Acta Hispanica ad Medicinae Scientiarumque Historiam Illustrandam*. Vol. 2, ISSN: 021 1-9536, 193-209.

LEAL, I. 1963. *Historia de la Universidad de Caracas, 1721-1827*. Caracas, Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela, 430 p.

LEAL, I. 2006. Francisco de Miranda: sus estudios en Caracas. *Boletín de la Academia Nacional de la Historia de Venezuela*, Caracas, 89 (354): 27 - 40.

LEÓN, C., SANTIAGO, A. & M. P. GUTIÉRREZ. 2020. El método de máximos y mínimos en los libros de textos españoles del siglo XVIII: Influencias europeas. *En* : López Esteban, C. & A. Maz-Machado (Eds.). Las Matemáticas en España durante el siglo XVIII a través de los Libros y sus Autores. Salamanca, Ediciones Universidad de Salamanca, Cap. V: 115 - 133.

MAZ, A. 2005. *Los números negativos en España en los siglos XVIII y XIX*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Granada, España.

MORGAN, E. 1974. *The Gentle Puritan: A Life of Ezra Stiles, 1727-1795*. Chapel Hill, University of North Carolina Press, 490 p.

NAVARRO, J. 2011. Las Matemáticas en la Escuela Militar de Ávila (1774). *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 14(2): 309-332.

NAVARRO, V. 2014. *Disciplinas, saberes y prácticas. Filosofía natural, matemáticas y astronomía en la sociedad española de la Edad Moderna*. Valencia: Publicacions de la Universitat de València.

OCHOA, N. 2021. "Hacer el cacao". Manuales de cultivo, trabajo y cotidianidad. Venezuela (Siglos XVIII-XIX). *Presente y Pasado. Revista de Historia*. Universidad de Los Andes, Mérida: 141 - 164.

PAREDES URDANETA, R. 1940. *Bosquejo Histórico de la Academia Militar de Venezuela, desde el 19 de abril de 1810*. Caracas, Editorial Cecilio Acosta.

PEÑA DE CAMÚS, S. 2016. Antonio de Ulloa y la ciencia española. La Real Casa de la Geografía y Gabinete de Historia Natural, precursores del Museo Nacional de Ciencias Naturales. *Revista de Historia Naval*, Instituto de Historia y Cultura Naval, Madrid, LIII Jornadas de Historia Marítima, Ciclo de Conferencias Octubre 2016, Cuaderno Monográfico N° 74: 19 - 32.

PÉREZ GALLEGO, F. A. 2022. Aportes de los ingenieros militares a la transferencia de conocimientos de Arquitectura en la fase borbónica del período hispánico en Venezuela. *L'Entre-deux*, 11 (1) URL : https://www.lentre-deux.com/?b=206. Consultado el 10-06-2026.

PINEDA, R. 2001. *Iconografía de Francisco de Miranda*. Caracas, Ediciones del Banco Industrial de Venezuela, 315 p.

PINTO, G. 2017. Antonio de Ulloa and the Discovery of Platinum: An Opportunity To Connect Science and History through a Postage Stamp. *Journal of Chemical Education,* DOI:10.1021/acs.jchemed.6b01007.

POLANCO ALCÁNTARA, T. 1997. *Francisco de Miranda ¿Ulises, don Juan o don Quijote?*. Caracas, Editorial Ex Libris, 3ª edición, 332 p.

PUIG, M. 1998. Los avances científicos en la Ilustración española. *En* : Martínez, E. & M. de Pazzis (eds.). Carlos Linneo y la ciencia ilustrada en España, Fundación Berndt Wistedt: 37-56.

QUINTERO, I. 2024. *El hijo de la Panadera. Francisco de Miranda*. Caracas, Editorial Artesa, 240 p.

RECIO, O. 2012. Un intento de modernización del ejército borbónico del XVIII: La Real Escuela Militar de Ávila (1774). Universidad de Valladolid, *Investigaciones Históricas* 32: 145-172.

RECIO, O. 2016. Innovación militar en la España del siglo XVIII: la producción científica de la Real Escuela Militar de Ávila (1774), *Cuadernos de Historia Moderna* 41 (2): 425-442.

RIERA, J. 1975. L'Acadèmia de Matemàtiques a la Barcelona ilustrada (1715-1800). Actes del II Congrés Internacional d'Historia de la Medicina Catalana, Barcelona, [s. n.], 73-128

RIERA, J & L. RIERA. 2008. La Academia de Matemáticas de Barcelona: Ilustración e Inquisición a finales del siglo XVIII. III Jornada D'Historia de la Ciència i Ensenyament, Nova Epoca, 1 (2): 153 - 159

ROBERTSON, W. S. 1918. *Francisco de Miranda y la Revolución de la América Española*. Biblioteca de Historia Nacional, Imprenta Nacional, Volumen XXI, Bogotá, 436 p.

ROBERTSON, W. S. 2006. *La Vida de Miranda*. Colección Bicentenario de la Independencia, Academia Nacional de la Historia, Caracas, 491 p.

ROJAS, A. 1889. *Miranda en la Revolución Francesa*. Colección de documentos auténticos referentes a la historia del General Francisco de Miranda durante su permanencia en Francia de 1792 a 1798. Caracas, Imprenta y Litografía del Gobierno Nacional, 400 p.

SARRAILH, J. 1957. *La España ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII*. Fondo de Cultura Económica, México, 784 p.

USLAR PIETRI, A. 1966. *Los libros de Miranda*. Caracas, Ediciones del Cuatricentenario, 77 p.

VARELA, C. 1997. Francisco de Miranda y sus libros. De España a Jamaica (1771 -1783). Escuela de Estudios Hispano-Americanos, Estudios Americanistas en homenaje al Dr. José Antonio Calderón Quijano: 99 - 115.

NOTAS TÉCNICAS

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026: 257 – 262

Recibido: noviembre 2025
Aprobado: mayo 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/114

THE STUDENTS WHO SAVED THE WORLD: PROJECT ICARUS (1967)

Jhonny Edgar CASAS [1]

ABSTRACT

Project Icarus (1967) was a landmark student-led system engineering study at Massachusetts Institute of Technology (MIT) that pioneered the concept of planetary defense. The project was initiated by Professor Paul Sandorff to address the existential threat posed by the near-Earth asteroid 1566 Icarus, which was predicted to pass perilously close to Earth in June 1968. Students were tasked with developing a complete, time-constrained plan to prevent a catastrophic impact using only existing space technology. The resulting plan proposed launching six modified Apollo Command/Service Modules, each carrying a 100-megaton nuclear warhead, via Saturn V rockets. The strategy involved detonating the warheads near the asteroid's surface to use the radiation's momentum to bump Icarus off its collision course. The student teams determined that deflecting an asteroid at its farthest point from the Sun (aphelion) was the optimal action, but the 1968 timeframe obligated a very soon near-Earth interception. The proposed multi-mission strategy acknowledged the possibility of fragmentation, with subsequent warheads targeting the largest pieces. Costing an estimated US$ 7.5 billion, the study projected a 71.4% probability of complete success in preventing a disastrous impact. Though the asteroid passed safely close to Earth, Project Icarus is recognized as a profound early precedent for the "planetary defense" missions now overseen by agencies like NASA.

RESUMEN

Los estudiantes que salvaron al mundo: El proyecto Ícaro (1967)

El Proyecto Ícaro (1967) fue un estudio pionero de ingeniería de sistemas, liderado por estudiantes del MIT, que sentó las bases del concepto de defensa planetaria. El profesor Paul Sandorff lo inició para abordar la amenaza existencial que representaba el asteroide 1566 Ícaro, cuyo paso peligrosamente cerca de la Tierra se preveía para junio de 1968. Los estudiantes recibieron el encargo de desarrollar un plan completo, con plazos definidos, para prevenir un impacto catastrófico utilizando únicamente la tecnología espacial existente. El plan resultante proponía el lanzamiento de seis módulos de comando y servicio Apolo modificados, cada uno con una ojiva nuclear de 100 megatones, impulsados mediante cohetes Saturno V. La estrategia consistía en detonar las ojivas cerca de la superficie del asteroide para aprovechar el momento de la radiación y desviar a Ícaro de su trayectoria de colisión. Los equipos de estudiantes determinaron que desviar el asteroide en su punto más alejado del Sol (afelio) era la acción óptima; sin embargo, el plazo de junio de 1968 exigía una intercepción muy rápida y cercana a la Tierra. La estrategia propuesta de misiones múltiples reconocía la posibilidad de fragmentación, por lo que se consideraron ojivas posteriores dirigidas a pulverizar los fragmentos más grandes. Con un coste estimado de 7500 millones de dólares, el estudio proyectaba una probabilidad del 71,4% de éxito total en la prevención del catastrófico impacto. Aunque el asteroide pasó cerca de nuestro planeta sin incidentes, el Proyecto Ícaro se reconoce como un precedente fundamental para las misiones de «defensa planetaria» que ahora supervisan agencias como la NASA.

Palabras clave: Ícaro, asteroide, impacto, intercepción, Sandorff, fin del mundo.
Keywords: Icarus, asteroid, impact, interception, Sandorff, doomsday.

INTRODUCTION

This is the fascinating history of Project Icarus (1967), a pivotal student-led engineering study at Massachusetts Institute of Technology (MIT) that addressed the existential threat of an asteroid collision, setting an early precedent for the concept of planetary defense.

THE THREAT OF ICARUS

In Greek mythology, Icarus refers to the mythological son of Daedalus, known for flying too close to the Sun with wings his father built. Daedalus, the architect of the labyrinth of Crete, warned his son not to fly too high or too low. However, Icarus ignored him, and the Sun melted the beeswax on his wings, causing him to fall into the sea and drown (CHALIAKOPOLUS 2025).

[1] *MSc.* Geología, McMaster Univ, Canadá. Escuela de Petróleo y Escuela de Geología, Minas y Geofísica (UCV). Correo-e: jcasas@geologist.com

On June 10, 1949, the German astronomer Walter Baade (1893-1960) accidentally discovered the asteroid that would be known as 1566 Icarus. It was quickly clear that the orbit of Icarus not only carried the asteroid near the Sun (hence its name), but also close to the Earth (OHTSUKA *et al.* 2007). In 1965, Robert S. Richardson (1902-1981), an American astronomer who had helped calculate the orbit of Icarus, pointed out that it would take only a tiny change in the asteroid's orbit for it to strike the Earth during its 1968 approach (RICHARDSON 1965). The Australian nuclear physicist Stuart Thomas Butler (1926-1982), from the University of Sydney, then warned that Icarus "could reduce any of the world's major cities to rubble in a flash."

Walter Baade used the 48-inch reflecting telescope at Palomar Observatory (Caltech) in southern California to capture the first image of asteroid 1566 Icarus on June 26, 1949. Icarus appeared as a streak against a field of stars on a glass photographic plate. Icarus was soon found unusual, because its highly elliptical orbit takes it from the inner edge of the Main Asteroid Belt between the orbits of Mars and Jupiter to well within Mercury's orbit. Like its mythological namesake, it swoops closer to the Sun (only 27.3 million kilometers away) than almost any other planetary body of the solar system (RICHARDSON 1965), but today we know that asteroid 2021 PH27 flies even closer to the Sun. Icarus needs 409 days (1.12 years) to circle the Sun (GREENBERG *et al.* 2017).

In its journey, Icarus orbits the Sun once every 13 months, and it moves close to the Earth's orbital path during June every 9, 19, or 28 years, when the two bodies reach their point of closest approach. At this point, they typically pass each other at a relative velocity of 24-34 km/s. Baade detected Icarus during one of these close encounters (**Figure 1).** Astronomers have charted its current orbit, but they also recognize that a shift of only a few degrees in the position of the descending node of the asteroid's orbit could potentially place it on a collision course with our planet (RICHARDSON 1965).

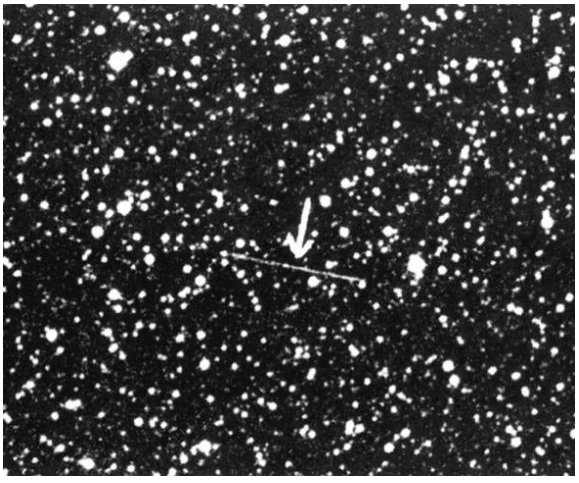


Figure 1*. Icarus appears as a streak (marked) in this long-exposure first photograph.* Source: https://www.phy.olemiss.edu/~luca/astr/Topics-Solar/Asteroids-N.html

THE MIT CHALLENGE

During the spring term of 1967, at the Massachusetts Institute of Technology (MIT), Professor Paul Edwin Sandorff (**Figure 2**), taught the Interdepartmental Student Project in Advance Systems Engineering. Sandorff prepared a graduate course (**Figure 3, 4**) on advanced space systems engineering, the year before an asteroid named Icarus made its approach to our planet. The professor tried to capitalize on the sensational headlines, to create a pioneering project he called "Mission to Icarus." He posted across the MIT campus several advertisements on bulletin boards, looking for potential interested students. The professor stated in this advertisement that his course would require the participants to develop a full, detailed proposal for preventing the impact of Icarus on Earth.

Figure 2*. Professor Paul E. Sandorff portrait.* Source: https://mitmuseum.mit.edu/collections/object/GCP-00021198

Sandorff provided a detailed project description, proposing a hypothetical problem to be solved by his class in advanced systems engineering: assuming that asteroid Icarus will collide with our planet. More specifically, he stated that at approximately 12:26 p.m. on June 19, 1968, the asteroid Icarus, roughly a mile in diameter, would impact the ocean, probably the mid-Atlantic, about 1,600 kilometers east of Bermuda. The impact would be the equivalent of 500,000 megatons of TNT, forming a crater 16-25 kilometers across on the ocean floor. Tidal waves 30 meters high would wash across coastal cities (including the MIT campus), causing worldwide effects, and some earthquakes dozens of times worse than any ever recorded in the world. If the strike occurred on land, the blast

would throw dust into the stratosphere, reducing the solar radiation, potentially triggering a new ice age. The message was clear: Icarus must be stopped. No efforts or expenses will be spared, and the only and crucial limitation being time. The program had to use existing space technology and hardware (Gemini and Apollo), as well as national and global resources that could realistically be mobilized in a 70-week timeframe. Above all, it had to succeed (MIT STUDENT PROJECT IN SYSTEMS ENGINEERING 1968). Sandorff gave his class until May 23, 1967, to develop a plan to avert the catastrophe.

Because the physical characteristics of Icarus were poorly understood in 1967, Sandorff and his students had to make several assumptions and estimates, such as modelling the asteroid as a 1,280 meters body in diameter, with an average density of 3.5 g/cm^3 (for comparison, Earth has an average density of 5.51 g/cm^3). This resulted in a calculated mass of 4.4 billion tons. The following chapters summarize some of the technical work and conclusions achieved by Professor Sandorff and his students, later published as: MIT STUDENT PROJECT IN SYSTEMS ENGINEERING – Project Icarus (1968).

THE PROJECT ICARUS

Assuming the premise that the Icarus disaster was real, the MIT students organized themselves into seven groups totaling 21 students. The groups were divided into: Orbits and Trajectories, Nuclear Payloads, Boosters and Propulsion, Spacecraft, Guidance and Control, Communications, Economics and Management. In addition to this unique learning experience, they were privileged to have an impressive lineup of nine experts lecturing along those weeks. They also established numerous contacts with leading physicists and astronomers, utilized MIT facilities, computers, libraries, and determined whether Cape Kennedy's facilities and capabilities could be expanded in time for a project of this magnitude. The students' plan relied entirely on the new Saturn V rocket technology. Each group elected a leader to define system interfaces with other teams, and established internal guidelines. The groups then coordinated themselves, in order to use systems engineering to devise a master plan to face the ominous threat of Icarus.

Because MIT was then deeply involved in the Apollo program at that time, in March 23, 1967, the students had a two-day opportunity to visit Cape Kennedy in Florida to consider and evaluate the U.S. space capabilities. After seeing the giant structures NASA had built to launch astronauts to the Moon, this visit erased any doubts about using Apollo/Saturn technology in their Icarus project. Even though the first successful Saturn V Moon rocket test flight would not occur until later, on November 9, 1967.

After 15 long and exhausting weeks of frenetic calculations and planning, Sandorff's and his group of 21 senior and graduate engineering students (Fletcher, Heldt, Marantz, Hukai, Seth, Flynn, Mbanefo, Suzuki, Deichman, Jones, Lange, Lindley, Wagner, Bentley, Kalla, Kleiman, Labrecque, Tenny, Rose, Wolejsza and Baughman) finalized a complex master plan that they believe would save the world from a doomsday.

Figure 3. *MIT classroom with Professor Paul Edwin Sandorff lecturing.* Source: https://mitmuseum.mit.edu/collections/object/GCP-00021204

Figure 4*. Professor Paul Edwin Sandorff instructs students in a classroom. Two model rockets are displayed next to him over his desk.* Source:https://mitmuseum.mit.edu/collections/object/GCP-00021198

THE PROBLEM AND STRATEGY

The students rapidly achieved significant insights into the mitigation challenge presented by an inbound asteroid. They determined that the orbital mechanics favor deflecting a collision-course asteroid when it is intercepted at its aphelion (the point in its orbit farthest from the Sun). At this specific orbital parameter, the asteroid's heliocentric velocity is at its minimum, meaning that the required Δv (change in velocity) necessary for effective trajectory modification is minimized, thereby optimizing mission efficiency and results.

The students concluded that early detection is the paramount prerequisite for preventing the collision of an asteroid with our planet. If a potentially hazardous asteroid could be spotted many years before impact, a deflection mission could be launched to intercept that body when its orbit is distant from the Sun's gravitational influence. By giving it a modest "push",

the rocket would change the asteroid's orbit slightly. Over several years, that would be sufficient to ensure the asteroid misses Earth's orbital path, thereby precluding any impact event.

However, for Icarus in 1968, it was too late. Under this extremely difficult time constraint, a soft landing or even low-speed impact to deposit rockets or explosives on Icarus was found to be impossible, as the asteroid would be hurtling toward Earth at over 100,000 km/h. Furthermore, total destruction with a single hydrogen bomb was ruled out as a possibility because it would have required a billion-ton-yield bomb (50 times larger than the U.S. arsenal at that time) and risked shattering Icarus into a devastating "shotgun blast" of fragments. The only viable option remaining was deflection or controlled fragmentation using nuclear blasts near Earth.

THE PLAN OF ATTACK

The proposed solution by the MIT students involved launching six heavily modified Apollo Command/Service Modules (from the active Apollo program), each carrying a massive nuclear warhead with an estimated theoretical yield of 100 megatons of TNT. These "Interceptors" (**Figure 5),** would be launched by the powerful Saturn V rockets, with only minimal modifications. The conceptual Icarus spacecraft would have consisted of an Apollo Service Module (SM) with a five-foot cylindrical extension known as the Payload Module (PM) at the top (**Figure 6**). Instead of the standard Command Module, the top of the stack would be a simple aluminum cone containing only the necessary telemetry systems. The PM would have carried the nuclear bomb weighing 18,150 kilograms, shaped as a cylinder, and mounted horizontally along the diameter of the spacecraft. One side of the PM would feature a phased-array radar antenna for tracking and rendezvous with the Icarus asteroid.

The six Saturn V rockets would be guided by radar, and the first bomb would detonate about 30 meters from the asteroid, far enough to minimize the risk of fragmentation. Radiation from the blast would vaporize the asteroid's surface, creating a jet of material that would provide the momentum necessary to nudge the asteroid off course. If Icarus was still heading for our planet, subsequent interceptors would keep pushing Icarus off course or destroy any potentially dangerous fragments left.

Following the master plan, the first Saturn V rocket (called Saturn-Icarus 1) would lift off from Cape Kennedy on April 7, 1968, exactly 72.9 days before the predicted impact with Earth. Its payload module, the "Interceptor 1", would reach Icarus 60 days later, when the asteroid was located 12.9 days and 32.2 million kilometers from Earth. By the time "Interceptor 1" reached its target, the MIT Lincoln Laboratory's Haystack radar would have detected Icarus for the first time.

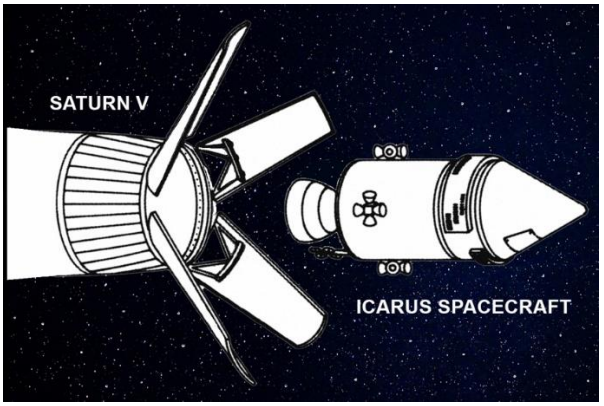


Figure 5. *Icarus spacecraft at separation from the Saturn V upper stage.* Source: Modified from MIT (1968).

The Saturn-Icarus 2 would have launched on April 22, 1968, 58.3 days before Icarus was due to collide. "Interceptor 2" would have reached its target 24.9 million kilometers from Earth, and 9.9 days before impact, repeating the same operation as Saturn-Icarus 1. Saturn-Icarus 3 would have lifted off on May 6, 44 days before Icarus was due to arrive, and its "Interceptor 3" would have reached Icarus one week later and 17.3 million kilometers from Earth, or 6.9 days before impact. Saturn-Icarus 4 would have lifted off on 17 May 1968, 32.7 days before Icarus' arrival, and "Interceptor 4" would have reached the asteroid 28 days later, when Earth and Icarus were only 12.4 million kilometers apart or 4.9 days before impact.

Following the tight and precise schedule, Saturn-Icarus 5 would have left Earth on June 14, 1968, only 4.9 days before the projected doomsday. "Interceptor 5" would have reached Icarus about 2.26 million kilometers out from Earth, just 21.6 hours before collision. At that time, the asteroid would have appeared as a modest star in the sky near the Orion constellation. Saturn-Icarus 6, the final shot if needed, would be launched on June 14 (a few hours after Saturn-Icarus 5) and would have intercepted Icarus just 2.01 million kilometers away, barely 19 hours before the asteroid rendezvous with our planet.

The terminal phase of each interceptor begins when the optical sensor acquired the asteroid's proximity, about three hours before the rendezvous. At this moment, trajectory corrections would be made to achieve the necessary accuracy. When each interceptor reached a distance of 170 meters from Icarus, about four minutes before rendezvous, the radar would have detected the asteroid, supplying information for final correction maneuvers. Five seconds before impact, a fusing radar would acquire the asteroid closest proximity, arm the bomb and trigger the nuclear device at a distance of approximately 30 meters. The students' plan could not determine the exact net effect the explosion would have had on the asteroid's course, but they estimated that each blast would alter the asteroid's velocity by between 8 and 290 m/s. Assuming that the first mission might not be perfect, each subsequent launch would provide an opportunity to evaluate, understand, and make the necessary corrections to ensure success. The MIT students acknowledged in their plan that

Icarus might break into smaller fragments after a detonation. In that plausible scenario, subsequent interceptors would be redirected to target the largest and most dangerous fragments. If fewer than six explosions proved sufficient to deflect the asteroid, then the remaining Saturn V rockets and their Interceptors would not be deployed.

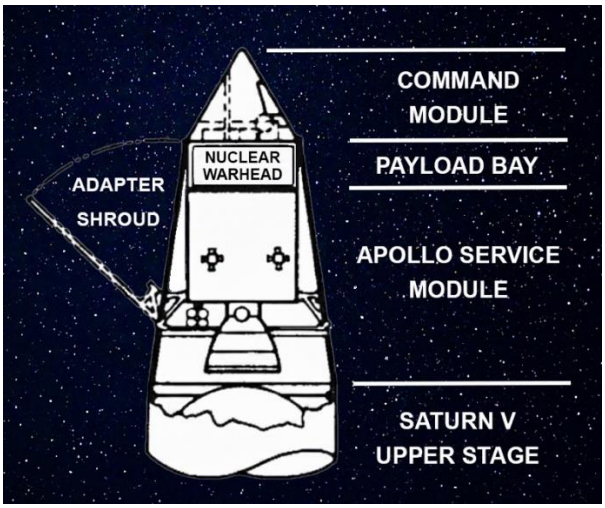


Figure 6. *Apollo Service Module configuration.* Source: Modified from MIT (1968).

For each nuclear device launched by a Saturn V on an intercept mission, the MIT students also designed a monitoring system, to observe and record the results of every encounter. This system, independent but parallel to each interceptor, was named: Intercept Monitoring Satellite (lMS). The IMS would be launched by an Atlas-Agena booster, the same reliable vehicle used for the first five Mariner unmanned probes to Venus and Mars, as well as the Ranger and Lunar Orbiter unmanned probes to the Moon. The calculated trajectory would place each IMS close to the intercept point at the time of every detonation, but far enough to avoid radiation damage and escape collision with any large fragments resulting from the explosion.

CONCLUSION AND LEGACY

On May 22, 1967, the students presented their complete plan during a three-hour summary (rehearsed twice before the final show), at MIT's Kresge Auditorium's Little Theater. The event had an audience of aerospace academics and representatives from major national news services. This exposure sparked a nationwide media frenzy, with sensational headlines appearing in dozens of major newspapers across the country from coast to coast. Even TIME magazine featured a small article in its "Science" section (June 16, 1967; pages 54-55), describing Project Icarus after interviewing the MIT participants.

Following Icarus's safe passage by Earth in 1968, public attention to the impact risk waned. Unfortunately, there was a noticeable lack of government initiative to establish funding for detection programs essential for the future interception and deflection of hazardous asteroids.

Professor Sandorff's class estimated that Project Icarus would cost about $7.5 billion. They also calculated that the chance of merely fragmenting the asteroid was very low, about 1.5%. However, if this happened, then the asteroid might cause more widespread damage to Earth than an impact intact. Most importantly, the estimated probability of success, either completely deflecting the "doomsday" asteroid or preventing any significant part of the asteroid from reaching Earth was roughly 71.4% using the six-mission strategy. At that time, completing the project would have required no more than 1% of USA's GDP.

During the closest approach on June 19, 1968, Icarus became the first asteroid detected using Earth-based radar, with measurements obtained at the Haystack Observatory (MIT). Scientists have since determined that asteroid 1556 Icarus is roughly spherical and rotates rapidly, approximately once every 2,273 hours (OHTSUKA *et al.* 2007). It is classified as an S-type asteroid (siliceous mineralogical composition), composed primarily of stony materials, and measuring about 1,440 meters across. Its density is estimated at roughly 2.5 g/cm^3. The closest approach of Icarus to Earth since 1968 will occur on June 14, 2090 (GREENBERG *et al.* 2017).

The lasting legacy of Project Icarus is profound. It was a pioneering engineering study that, 59 years ago, first formalized the steps required to mitigate an asteroid threat. Since 1980, when Luis Alvarez, Walter Alvarez, Frank Asaro, and Helen Michel (ALVAREZ *et al.* 1980) presented evidence of a large asteroid impact (Chibxulub), as the cause of the Cretaceous-Paleogene extinction that doomed the dinosaurs, there has been an increased awareness that our planet exists in a state of constant cosmic bombardment. In June 1994, when the fragments of the comet Shoemaker-Levy 9 astonished the public by colliding with Jupiter, the US Congress officially incorporated impact prevention or "planetary defense", as it is now called, into NASA's core responsibilities.

In 2016, NASA established the Planetary Defense Coordination Office (PDCO) to manage the agency's ongoing mission of finding, tracking, and understanding potentially hazardous asteroids and comets (NASA 2025). Today, these efforts continue with missions like the NEO (Near Earth Object) Surveyor mission, a space-based infrared telescope expected to launch in late 2027 or early 2028. This mission will be particularly effective at finding dark carbon-rich asteroids that are difficult to detect with ground-based telescopes. The goal of the NEO Surveyor is to find and catalog more than 90% of the potentially hazardous asteroids (PHAs) larger than 140 meters, and calculate the probability of any impact over the next century (MAINZER *et al.* 2023).

As curious final note, the original Project Icarus report served as the basis and inspiration for the 1979 science fiction film "Meteor", starring Sean Connery, Natalie Wood, Martin Landau, and Henry Fonda.

REFERENCES

ALVAREZ, L., ALVAREZ, W. ASARO, F. & MICHEL, H. 1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science.* **208**: 1095-1108. <https://ebme.marine.rutgers.edu/HistoryEarthSystems/HistEarthSystems_Fall2010/Week9_Oct29_2009_Alvarez%20.pdf>

CHALIAKOPOLUS, A. 2025. *The myth of Daedalus and Icarus: Fly between the extremes.* Recuperado el 15 de noviembre, 2025 de <https://www.thecollector.com/daedalus-and-icarus/>

GREENBERG, A., MARGOT, J., VERMA, A., TAYLOR, P., NAIDU, S., BROZOVIC, M. & BENNER, L. 2017. Asteroid 1566 Icarus's size, shape, orbit, and Yarkovsky drift from radar observations. *arXiv:1612.07434v3* (astro-ph.EP), 1-19. <https://arxiv.org/abs/1612.07434>

MAINZER, A., MASIERO, J., ABEL, P., BAUER, J., BOTTKE, W., BURATTI, B., CAREY, S., COTTO, D., CUTRI, R., DAHLEN, D., EISENHART, P., FERNANDEZ, Y., FURFARO, R., GRAV. T., HOFFMAN, T., KELLEY, M., *et al.* 2023. The Near-Earth Object Surveyor Mission. *The Planetary Science Journal*, **4**(224): 1-19. <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/PSJ/ad0468/pdf>

MIT STUDENT PROJECT IN SYSTEMS ENGINEERING. 1968. *Project Icarus.* Report No. 13, L. A. Kleiman (ed.), Massachusetts Institute of Technology Press. 170 pp.

NASA. 2025. *Planetary defense at NASA.* Recuperado el 15 de noviembre, 2025 de <https://science.nasa.gov/planetary-defense/>

OHTSUKA, K., ARAKIDA, H., ITO, T., KASUGA, T., WATANABE, J., KINOSHITA, D., SEKIGUCHI, T. ASHER, D. & NAKANO, S. 2007. Apollo asteroids 1566 Icarus and 2007 Mk6: Icarus family members?. *The Astrophysical Journal,* **668**: L71–L74 <https://www.researchgate.net/publication/236230578_Apollo_Asteroids_1566_Icarus_and_2007_MK_6_Icarus_Family_Members>

RICHARDSON, R. 1965. The Discovery of Icarus. *Scientific American,* **212**(4): 106-118.

Academia Nacional
de la Ingeniería y el Hábitat

ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT

BOLETÍN 71

PARTE II

VIDA DE LA ACADEMIA[1]

[1] **Sección no arbitrada**

DISCURSOS DE ACTOS DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

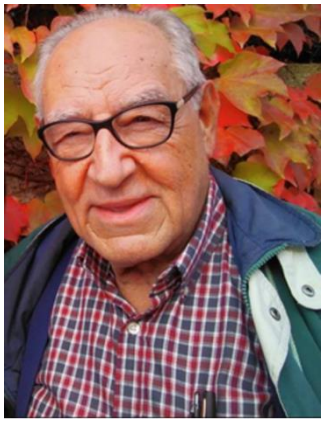
Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/115

INCORPORACIÓN DEL INGENIERO ILDEFONSO PLA SENTÍS COMO MIEMBRO HONORARIO ANIH[1]

16 de abril de 2026

PRESENTACIÓN DEL CANDIDATO ACADÉMICO

Jesús A. VILORIA R.



Ildefonso Pla Sentís nació el 15 de abril de 1938 en San Martivell, España. A la edad de 16 años, se trasladó a Venezuela con su familia. Es Ingeniero Agrónomo graduado en la Universidad Central de Venezuela en 1960. Obtuvo una Maestría y un Doctorado (PhD) en Ciencias del Suelo en la Universidad de California en Riverside (EE. UU.). Se especializó en Salinidad de Suelos en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y en Drenaje Agrícola en la Universidad de Wageningen (Países Bajos). También obtuvo el grado de Doctor en Ingeniería Agronómica en la Universidad de Lérida (Epaña).

El Doctor Pla Sentís es especialista en conservación de suelos y aguas. Es Profesor Titular jubilado de la Universidad Central de Venezuela, donde fue fundador del Laboratorio de Física de Suelos de la Facultad de Agronomía y coordinador fundador del Postgrado en Ciencia del Suelo, y de las asignaturas de postgrado Física de Suelos y Salinidad de Suelos. Su labor en esta universidad no se limitó a la investigación y a la docencia. También se desempeñó en cargos administrativos importantes, como Jefe del Departamento de Edafología, Miembro del Consejo de la Facultad de Agronomía y Secretario de la Universidad Central de Venezuela.

Pla Sentís es también Profesor emérito de la Universidad de Lérida y fue coordinador del Programa de Doctorado en Suelos, Agua y Medio Ambiente de esa universidad.

Ha sido Presidente de la Organización Internacional para la Conservación del Suelo (ISCO), la Sociedad Venezolana de Ciencia del Suelo, la Sociedad Latinoamericana de Ciencia del Suelo, y la Sección de Conservación de Suelos y Agua de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo.

También ha sido Vicepresidente de la Asociación Mundial de Conservación de Suelos y Aguas WASWAC y miembro del Comité Ejecutivo de la Sociedad Europea de las Ciencias del Suelo (ESSC), la Subcomisión de Conservación del Suelo y Medio Ambiente de la Sociedad Internacional de Ciencia del Suelo (IUSSS), y la Junta Internacional de Investigación y Gestión de Suelos (IBSRAM).

Es Consultor Internacional en Gestión y Conservación de Suelos y Agua. Es Miembro Honorario de la Asociación Mundial de Conservación de Suelos y Aguas (WASWAC) y de las Sociedades de Ciencias del Suelo de Venezuela y Colombia, y recibió el premio Gerold Richter en 2015.

El Doctor Ildefonso Pla Sentís ha formado y forma parte del comité de redacción y de los comités científicos de varias revistas, entre ellas 'Cahiers' de ORSTOM, 'Soil Technology', 'Soil & Tillage Research', Journal of Soil and Water Conservation, 'International Agrophysics', 'Agronomía Tropical, 'Venesuelos', 'Ciencia del Suelo', 'Suelos Ecuatoriales', 'Land Husbandry' y 'Spanish Journal of Soil Science'. Ha sido profesor e investigador visitante en varias universidades y centros de investigación de América Latina, Estados Unidos y Europa, y CoDirector del Colegio Internacional de Fisica de Suelos en el Centro Internacional de Física Teórica (ICTP) y de las Escuelas Latinoamericanas de Física de Suelos (ELAFIS).

Sus actividades de investigación se han dedicado principalmente a la gestión y conservación del suelo y el agua, con experiencias en América Latina, EE.UU., África Central y Europa mediterránea. Ha publicado y editado más de 200 artículos y libros. Ha supervisado 15 tesis de doctorado y 13 tesis de maestría.

Entre sus principales aportes se encuentran:

- •El desarrollo y adaptación de métodos y equipos simples para evaluar las propiedades físicas e hidrológicas del suelo en condiciones de campo,

[1] La Sesión Solemne puede verse en el canal de YouTube en el siguiente link: https://youtu.be/BHeShHZFv0k?si=x-r_8sNgDykqVmTg

- •El desarrollo de los modelos de simulación SALSODIMAR, basado en procesos para la salinidad del suelo, y SOMORE para evaluar el balance hídrico del suelo en relación con los procesos de degradación de suelos.
- •La formación de talentos humanos en la Universidad Central de Venezuela, la Universidad de Lérida, el Colegio Internacional de Fisica de Suelos y las Escuelas Latinoamericanas de Física de Suelos

República Bolivariana de Venezuela

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

En reconocimiento a la calificación profesional y al haber satisfecho los requisitos de ingreso del Doctor

Ildefonso Pla Sentis

La Junta de Individuos de Número en su reunión extraordinaria Nº 3/25, celebrada el día 11 de noviembre de 2025, resolvió declararlo

MIEMBRO HONORARIO

Dado en España, a los dieciséis días del mes de abril del año dos mil veintiséis, al ser juramentado en la Real Academia de Ingeniería de España.

Refrendado

José Ochoa Iturbe
Presidente ANIH

Alfred Avella Guevara
Secretario ANIH

DISCURSO DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

Ildefonso PLA SENTÍS

Presidente y Miembros de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat de Venezuela (ANIH) y de la Real Academia de Ingeniería de España (RAI), Presidenta del Instituto de Ingeniería de España, colegas, amigos, amigas y familiares presentes físicamente y a distancia

Es para mí un gran honor haber sido designado Miembro Honorario de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat de Venezuela. Agradezco a los Académicos que me propusieron y apoyaron para dicha designación, y al Académico Honorario Ing. Agr. Carmelo Ecarri por haber propuesto y logrado que el acto solemne de investidura se realice en este magnífico Salón de Actos de la Real Academia de Ingeniería de España, como parte de las actividades conjuntas de las Academias de Ingeniería de España y de Venezuela. Ello quizás en reconocimiento a mi particular situación como persona nacida en España (15/04/1938 Sant Martivell, Girona), pero con gran parte de mi vida y actividad académica y profesional realizadas en Venezuela, país del cual soy también ciudadano y al cual me siento muy ligado emocionalmente. Por ello quisiera dedicar mi corta intervención en este acto a un pequeño resumen de mi etapa formativa y de mis actividades académicas, científicas y profesionales.

En este punto quisiera reconocer y agradecer a todos aquellas personas e Instituciones, que en el transcurso de esto casi 70 años de actividad profesional, han contribuido a muchas de las actividades y muchos de los logros alcanzados. Entre ellos se incluyen numerosos estudiantes de pre y postgrado, investigadores en formación y colaboradores a diferentes niveles (tanto en Venezuela como en otras partes del Mundo), asistentes de laboratorio y campo, productores, etc, así como Instituciones nacionales e internacionales, en especial la UCV (Venezuela) y la UDL (España), pero también otras como CONICIT, FAO, IAEA, etc, que proveyeron los apoyos logísticos y financieros para la planificación, ejecución y divulgación y aplicación de las diferentes investigaciones realizadas.

FORMACIÓN PROFESIONAL Y CIENTÍFICA

Quizás las raíces de la orientación de mi etapa formativa y profesional se encuentren en mi vida como niño, creciendo en contacto con plena naturaleza, en un pequeño pueblo de Soria, donde mi padre era maestro, y luego ya como adolescente, cuando pasaba las vacaciones en el pueblo de mi madre y abuelo, que era agricultor, un pueblo del Priorat (Tarragona), donde se producen vinos de alta calidad de la DO Calificada Priorat. Allí acompañaba todos los días a mi abuelo al campo, donde en tierras muy pedregosas y en altas pendientes, cultivaba en condiciones de secano, viñas, almendros, olivos y avellanos, familiarizándome y colaborando con las diferentes prácticas agrícolas. También allí tuve la ocasión de observar un sencillo sistema y obra hidráulica, en esa época muy utilizado en la zona, con la que cuando llueve intensamente, se colecta y almacena el exceso de agua de lluvia que infiltra y percola por debajo de la profundidad radicular, interceptando el flujo subterráneo a través de unos cortes transversales en la ladera, llamados "minas". Este sistema de "cosecha de agua de lluvia" permitía almacenar agua para el consumo personal "in situ", e incluso para el riego de algunas hortalizas y frutales para el autoconsumo. Todo ello una lección práctica sobre el valor, aprovechamiento y uso eficiente de los escasos recursos hídricos disponibles.

Mi familia emigró a Venezuela en 1954, donde mis padres (ambos maestros) se integraron al Colegio Calicanto (Maracay) fundado años antes, por una tía mía, hermana de mi padre, y entre sus alumnos estuvieron futuros Ing. Agr. algunos de ellos brillantes profesionales, profesores e incluso un Decano de FAGRO-UCV. Al culminar mi bachillerato (1955), seleccioné la Facultad de Agronomía de la UCV para mi formación universitaria, en parte por mi vocación y también porque mi familia residía en Maracay. En dicha Facultad, considero que recibí una muy sólida formación, por parte de profesores en su mayoría de gran calidad y dedicación, lo que se reforzó a partir del tercer año de carrera (1957-58), con el cambio de régimen político en Venezuela. A partir de entonces pudieron ingresar en la Facultad nuevos profesores con amplia experiencia de campo, y se incrementaron las posibilidades de viajes, pasantías,

actividades y prácticas de campo, en diferentes zonas agrícolas y ganaderas de Venezuela. Con ello se fué incrementando mi apreciación e interés en el estudio de los suelos y en especial en los problemas de uso y manejo de suelos y agua, en los diferentes sistemas agrícolas de secano y regadío en Venezuela.

Esto se reforzó con mis pasantías de vacaciones (1958-1960), con muchas actividades de laboratorio y visitas de campo, especialmente concentradas en problemas de manejo de suelos y agua, con el Servicio Shell para el Agricultor (FUSAGRI) en Cagua (Edo Aragua) y en la Estación Experimental de FONAIAP en Calabozo (Edo Guárico). Ellas me permitieron, desde ya antes de mi graduación como Ing. Agr., tener una visión muy clara de los sistemas y prácticas de uso y manejo de suelos, agua y cultivos y de sus principales problemas y limitaciones, especialmente en las dos regiones más visitadas, Colonia Agrícola de Turen en los Llanos Occidentales, con agricultura de secano y Sistema de Riego de Calabozo en los Llanos Centrales, con agricultura de riego.

Todo ello me sirvió de base y motivación permanente en mis actividades posteriores (a partir de 1960) como docente e investigador en la Facultad de Agronomía de la UCV, y para mi formación de postgrado en Drenaje Agrícola (ILRI y Universidad Agrícola de Wageningen, Holanda 1962); Salinidad de Suelos, Riego y Drenaje (USSL y SCS, USA 1964) y MSc y PhD en Ciencia del Suelo, en la Universidad de California (Riverside, USA 1964-1968). El tema de la Tesis de Doctorado, fue "Estudio de procesos de desarrollo de suelos sódicos y su relación con el manejo del riego y drenaje, en condiciones tropicales", basándome en observaciones de campo y experiencias previas en Venezuela, y en especial en los Valles de Aragua, donde se realizaron las experiencias de campo. Cabe destacar en esa etapa, las ayudas y estímulos recibidos, tanto por el entonces Decano de la Facultad de Agronomía, Prof. Manuel Vicente Benezra, como por el Prof. Luis Ma de Eleizalde, Jefe del Dpto y Director del Instituto de Edafología.

INVESTIGACIÓN

Al completar la formación de postgrado y reincorporarme a mis actividades en FAGRO-UCV, me tocó montar el primer laboratorio en Venezuela y América Latina, dedicado a estudios e investigaciones en Salinidad y Física de Suelos, que en la actualidad lleva mi nombre, como base indispensable para nuestras futuras actividades de investigación y docencia. Ello incluyó la dotación de equipo de laboratorio y campo, el desarrollo y adaptación de metodologías de campo y laboratorio, y la formación de personal asistente. Concurrentemente se comenzaron a elaborar proyectos de investigación, que se desarrollarían a través de los años, y en los cuales colaboraron y se formaron estudiantes de pre y postgrado, y personal docente y de investigación tanto de FAGRO-UCV como de otras Universidades y Centros de Investigación de Venezuela y de otros países de América Latina y España. Dichos proyectos financiados por el CDCH de la UCV y por el CONICIT, incluyeron:

-"Evaluación y Diagnóstico de Suelos Afectados por Sales en Venezuela" (1968-1988)

-"Evaluación y Diagnóstico de las Propiedades Físicas de Suelos Agrícolas de los Llanos Venezolanos y su Incidencia sobre Problemas de Manejo y Conservación de Tierras" (1972-1988)

-"Uso de Emulsiones de Asfalto como Acondicionadores Físicos Superficiales en Suelos Agrícolas de Venezuela" (1980-1985)

Cómo producto de dichas investigaciones podemos destacar varias tesis de Magister y Doctorado en Ciencia del Suelo, numerosas publicaciones y presentaciones en congresos nacionales e internacionales, y el establecimiento de las bases para un uso y manejo más sostenible de suelos y aguas, en secano y bajo riego, en diferentes zonas agrícolas de Venezuela. Además se sentaron las bases conceptuales y metodológicas para el desarrollo de investigaciones similares o relacionadas, bajo diferentes condiciones de clima, suelos, agua y cultivos, en otras regiones y zonas de Venezuela y el Mundo. Resaltan como resultado de dichas investigaciones:

-"Estudios pioneros en la caracterización y diagnóstico de suelos sódicos y de suelo salino-ácidos en condiciones tropicales"

-"Investigaciones pioneras en la selección, metodología y uso exitoso de emulsiones asfálticas como acondicionadores superficiales de suelos en los Llanos Occidentales (maíz), Llanos Centrales (sorgo) y Llanos Orientales (maní) con agricultura de secano en Venezuela".

-"Desarrollo y validación de los modelos con base hidrológica SOMORE y SALSODIMAR".

El modelo SOMORE, incluye algoritmos basados en procesos hidrológicos, derivados de factores climáticos, propiedades del suelo, plantas y factores de manejo de suelos y agua, y los relaciona con procesos de degradación de suelos y desastres naturales derivados. Permite calcular la evolución del balance de agua en el perfil del suelo, con una frecuencia (horaria, diaria, semanal, mensual..) según la conveniencia, como base para predecir el régimen de humedad del suelo, incluyendo retención de humedad, anegamiento, escorrentía y drenaje superficial, drenaje interno y escorrentía subsuperficial, bajo diferentes condiciones de suelo, topografía, clima, vegetación, cultivos y manejo.

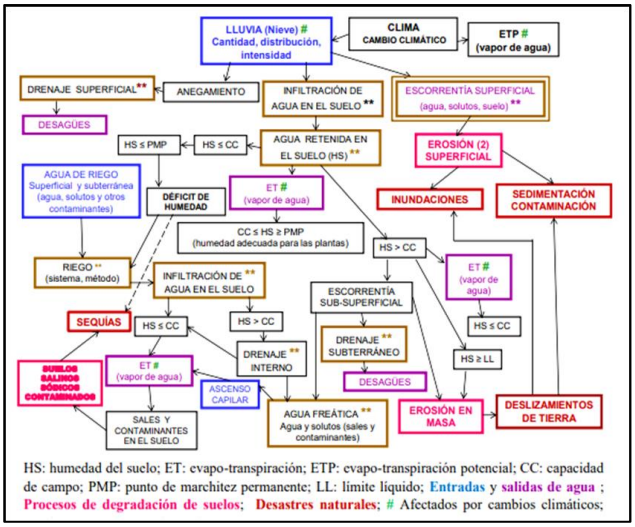


Diagrama de flujo del modelo de balance hídrico SOMORE

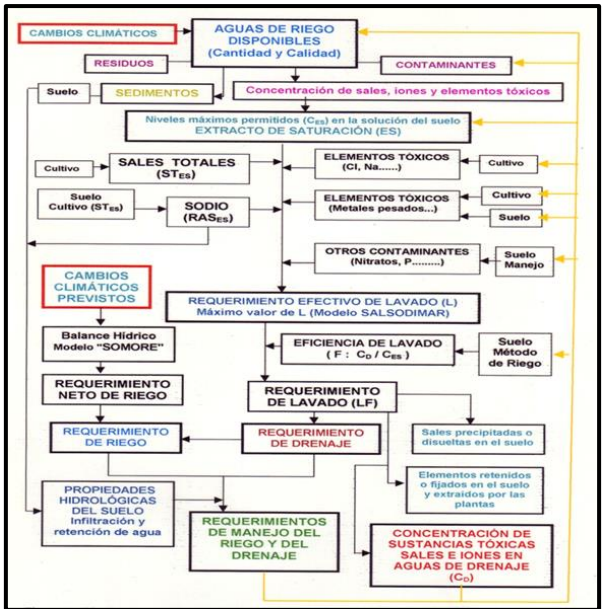
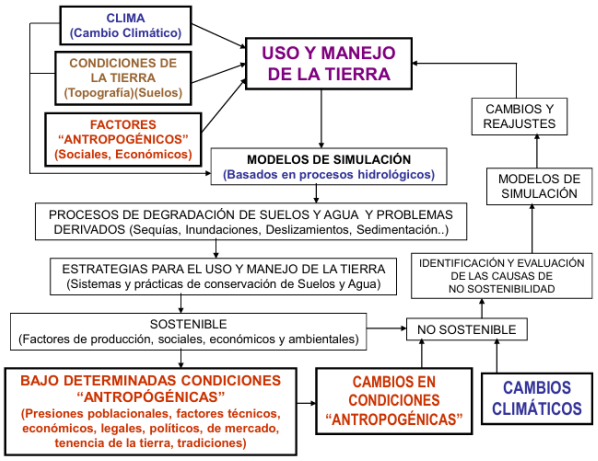


Diagrama de flujo del modelo SALSODIMAR de balance de sales y sustancias tóxicas en suelos bajo riego (RAS: Relación de Adsorción de Sodio)

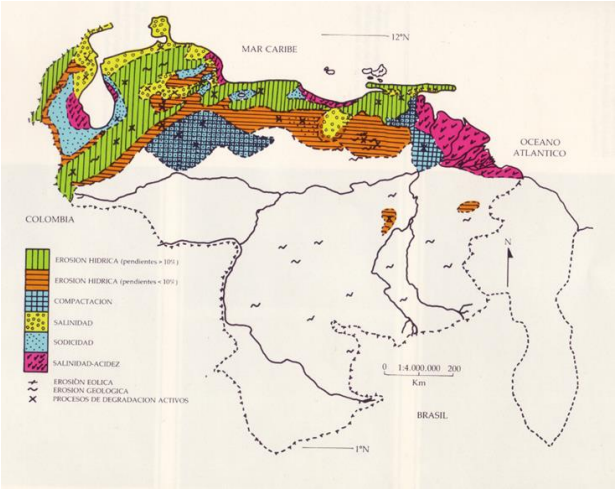
Este modelo y sistema de simulación ha sido probado, validado y utilizado con éxito, para el diagnóstico de problemas de suplencia de agua al cultivo y sequías, de problemas de inundaciones, y de erosión superficial y en masa, y desastres derivados, así como de problemas de salinización y sodificación de suelos (conjuntamente con el modelo SALSODIMAR), tanto en condiciones de secano como de regadío, bajo diferentes escenarios de cambios de clima, suelos y uso y manejo de suelos y agua, en condiciones tropicales y mediterráneas. Los resultados han sido utilizados para desarrollar y seleccionar estrategias sostenibles de uso y manejo de suelos y agua, bajo los diferentes escenarios previstos de cambios climáticos y globales, y en base a ello tomar decisiones después de asignar probabilidades a cada escenario y evaluar las consecuencias.



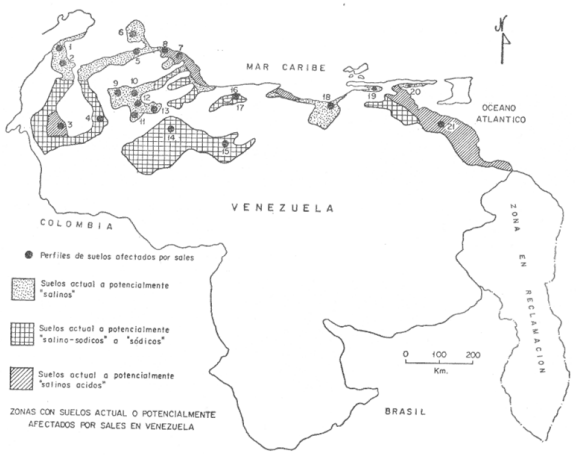
Integración de los modelos con base hidrológica (SOMORE, SALSODIMAR..) en el diagnóstico de los procesos de degradación de tierras y problema derivados, y en la programación de estrategias de uso y manejo sostenibles de la tierra

El modelo SALSODIMAR se basa en un balance de sales, contaminantes e iones más comunes en aguas de riego, aguas freáticas y solución del suelo, asociado al balance hídrico (modelo SOMORE), afectados por procesos hidrológicos en el suelo relacionados con el clima y el manejo del riego y del drenaje. Dicho modelo ha sido validado y utilizado exitosamente a diferentes niveles, bajo condiciones tropicales, subtropicales y mediterráneas, para evaluar, diagnosticar y predecir los procesos de salinización y sodificación de suelos, bajo condiciones de secano o regadío, con o sin la presencia e influencia de aguas freáticas.

-"Primeros mapas publicados, a nivel de toda Venezuela, sobre la naturaleza y distribución espacial de problemas actuales y potenciales de desarrollo de diferentes procesos de degradación física de suelos, y de diferentes tipos de suelos afectados por sales".



Problemas actuales y potenciales de degradación de suelos en zonas con desarrollo agrícola en Venezuela (Pla, 1988)



Suelos actual o potencialmente afectados por sales en Venezuela (Pla, 1985)

-"Montaje y uso de simuladores de lluvia (modelos inéditos) a diferentes niveles, laboratorio, invernadero y campo, para producir lluvias simuladas de diferentes intensidades y duración, y medir los efectos sobre la infiltración del agua de lluvia en suelos superficiales con diferentes grados de cobertura o tratamientos, y sobre la generación de inundaciones y escorrentías". Algunos de esos simuladores han sido reproducidos, adaptados y utilizados en varios países de América Latina y España.

-"Desarrollo (inédito) (1975, 1986) de un "índice de sellado" del suelo, y de la metodología para su medición, el cual permite evaluar, en forma sencilla y rápida, la estabilidad estructural del suelo superficial al humedecimiento e impacto de gotas, a través del descenso de la velocidad de infiltración del agua de lluvia. Se utiliza fundamentalmente para prever problemas de anegamiento y de escorrentía y erosión superficial.

-"Desarrollo de un nuevo sistema de calificación de aguas de riego, basado no sólo en la composición y contenido de sales en solución, sino en los requerimientos de manejo de riego y drenaje para diferentes suelos y cultivos, utilizando el modelo SALSODIMAR".

AGUA DE RIEGO	L(ST)F	L(NA)F	L(CL)F
BR ≤ CAR BR ≤ 10xLF CASR ≤ 30xLF	(NAR + CAR)/STES	$2xNAR^2/RASES^2xCAR$	CLR/CLES
BR ≤ CAR BR > 10xLF CASR ≤ 30xLF	(NAR+CAR-BR)/(STES-10)	$\frac{\sqrt{RASES^2x(CASR+CACLR)^2+80NAR^2}}{20\ RASES}^{1/2} - \frac{(CASR+CACLR)}{20}$	
BR ≤ CAR BR > 10xLF CASR > 30xLF	(NAR+CAR-BR-CASR)/STES-40	$\frac{\sqrt{(RASES^2xCACLR^2)+(320xNAR^2)}^{1/2}}{80\ x\ RASES} - \frac{CACLR}{80}$	
BR > CAR	NAR/(STES-CAR)	$NAR/RASESx(CAR/2)^{1/2}$	

B: Bicarbonatos; S: Sulfatos; Cl: Cloruros; CA: Ca+Mg; NA: Na; ST: Sales Totales; RAS: Relación de Adsorción de Sodio = $NA/(CA/2)^{1/2}$; ES: Extracto de Saturación; R: Agua de Riego; L: Requerimiento de Lavado para control de ST(L(ST)), NA(L(NA)) o CL(L(CL)); F: Eficiencia de Lavado; CACLR = CAR-BR-SR; CASR = CAR-BR-CACLR; (todas las concentradiones en meq/litro)

PERMEABILIDAD DEL SUELO (Infiltración básica)	STES MÁXIMO (meq/litro)	RASES MÁXIMO	L(ST)F (para ST) - L(NA)F (para NA)						
			< 0.01	0.01 - 0.02	0.02 - 0.05	0.05 – 0.10	0.10 – 0.20	0.20 – 0.30	> 0.30
ALTA (> 50mm/hora)	40	20	ST_{11} NA_{11}	ST_{11} NA_{11}	ST_{11} NA_{11}	ST_{11} NA_{11}	ST_{21} NA_{21}	ST_{31} NA_{31}	ST_{41} NA_{41}
	80	30	ST_{12} NA_{12}	ST_{12} NA_{12}	ST_{12} NA_{12}	ST_{12} NA_{12}	ST_{22} NA_{22}	ST_{32} NA_{32}	ST_{42} NA_{42}
	160	40	ST_{13} NA_{13}	ST_{13} NA_{13}	ST_{13} NA_{13}	ST_{13} NA_{13}	ST_{23} NA_{23}	ST_{33} NA_{33}	ST_{43} NA_{43}
MEDIANA (5-50 mm/hora)	40	15	ST_{11} NA_{11}	ST_{11} NA_{11}	ST_{11} NA_{11}	ST_{21} NA_{21}	ST_{31} NA_{31}	ST_{41} NA_{41}	ST_{51} NA_{51}
	80	20	ST_{12} NA_{12}	ST_{12} NA_{12}	ST_{12} NA_{12}	ST_{22} NA_{22}	ST_{32} NA_{32}	ST_{42} NA_{42}	ST_{52} NA_{52}
	160	30	ST_{13} NA_{13}	ST_{13} NA_{13}	ST_{13} NA_{13}	ST_{23} NA_{23}	ST_{33} NA_{33}	ST_{43} NA_{43}	ST_{53} NA_{53}
BAJA (1-5 mm/hora)	40	10	ST_{11} NA_{11}	ST_{11} NA_{11}	ST_{21} NA_{21}	ST_{31} NA_{31}	ST_{41} NA_{41}	ST_{51} NA_{51}	ST_{51} NA_{51}
	80	15	ST_{12} NA_{12}	ST_{12} NA_{12}	ST_{22} NA_{22}	ST_{32} NA_{32}	ST_{42} NA_{42}	ST_{52} NA_{52}	ST_{52} NA_{52}
	160	20	ST_{13} NA_{13}	ST_{13} NA_{13}	ST_{23} NA_{23}	ST_{33} NA_{33}	ST_{43} NA_{43}	ST_{53} NA_{53}	ST_{53} NA_{53}
MUY BAJA (< 1 mm/hora)	40	5	ST_{11} NA_{11}	ST_{21} NA_{21}	ST_{31} NA_{31}	ST_{41} NA_{41}	ST_{51} NA_{51}	ST_{51} NA_{51}	ST_{51} NA_{51}
	80	10	ST_{12} NA_{12}	ST_{22} NA_{22}	ST_{32} NA_{32}	ST_{42} NA_{42}	ST_{52} NA_{52}	ST_{52} NA_{52}	ST_{52} NA_{52}
	160	15	ST_{13} NA_{13}	ST_{23} NA_{23}	ST_{33} NA_{33}	ST_{43} NA_{43}	ST_{53} NA_{53}	ST_{53} NA_{53}	ST_{53} NA_{53}

ST_{XY} NA_{XY} X: 1-Muy buena calidad, 2-Regular calidad, 3-Mala calidad, 4- Muy mala calidad, 5- No utilizable. Y: 1-Cultivo sensible a las sales (STES < 40 meq/litro), 2-Cultivo tolerante a las sales (STES 40-80 meq/litro), 3-Cultivo muy tolerante a las sales (STES 80-160 meq/l)

En caso de posibles efectos de toxicidad por cloruros (CL), se pueden establecer índices similares para niveles máximos de CLES :30 meq/l (cultivos sensibles); 60 meq/l (cultivos medianamente tolerantes) y 120 meq/l (cultivos tolerantes), si los valores de L(CL)F calculados (L(CL)F = CLR / CLES) resultan mayores que los calculados de L(ST)F. Para cultivos sensibles, con riego por aspersión, niveles de CLR mayores de 10 meq/l, independientemente del suelo y de los valores calculados de L(CL)F, suelen ser intolerables.

Clasificación cualitativa de aguas de riego para diferentes suelos y cultivos, de acuerdo al peligro de acumulación de sales totales (ST: meq/litro) o de sodio (NA: RAS) en el extracto de saturación del suelo (ES), basados en los requerimientos de lavado (L(ST)F Y L(NA)F) calculados con el modelo SALSODIMAR (RAS: Relación de Adsorción de Sodio; F: Eficiencia de Lavado)

-"Desarrollo, montaje y uso de penetrómetros de impacto (modelos inéditos), para medir la compactación del suelo a varias profundidades, y sus efectos sobre el desarrollo de las raíces y flujo del agua en el suelo, derivada de diferentes prácticas de uso y manejo del suelo, en particular la labranza". Dicho sistema y modelos han sido reproducidos, adaptados y utilizados en otros países de América Latina, España y USA.

-"Desarrollo, adaptación, validación y publicación (2024) de un Manual de metodologías sencillas de campo y laboratorio, basadas en más de 50 años de experiencia, para la evaluación directa de propiedades y parámetros físicos, hidrológicos y de salinidad, relacionados con el manejo e los recursos suelo y agua y los procesos de degradación, indispensables para alimentar los algoritmos de los modelos SOMORE y SALSODIMAR". La coautora de este Manual es la Dra Silvana Nacci, aquí presente, graduada de Ing. Agr. con un Master en Ciencia del Suelo de FAGRO-UCV, y un Doctorado en Suelos, Agua y Medio Ambiente de la UDL.

Hoy en día, con la gran promoción y apoyo, que por diversas razones se le está dando a la utilización de la llamada Inteligencia Artificial (IA) para la solución de todos los problemas de uso y manejo de suelos y agua para una

agricultura productiva y sostenible, respetuosa del medio ambiente, estas metodologías pudieran servir para obtener con relativa facilidad y con mediciones directas (no deducidas), la enorme cantidad de datos locales de calidad, requerida por los Modelos de IA, y que no están ahora disponibles en la gran mayoría de los países en desarrollo como Venezuela. También podrían servir para la necesaria e indispensable prueba y calibración a nivel local de todos los costosos sensores (incluyendo sensores remotos), que se están promocionando comercialmente para obtener dicha información.

A partir de mi incorporación a la Universitat de Lleida en España (1996), en el Dpto de Medio Ambiente y Ciencia del Suelo (DMACS), contribuí a desarrollar investigaciones pioneras, dentro de varios proyectos relacionados con efectos de las nuevas prácticas de uso y manejo de tierras con viña para vino (sistemas y densidad de plantación, variedades, nivelaciones, terraceo, labranza) sobre el régimen de humedad de los suelos, procesos de degradación por erosión superficial y en masa, y producción y calidad de la viña y el vino, bajo diferentes climas y cambios climáticos. Ello se llevó a cabo en tres regiones vitivinícolas de Cataluña, dos de ellas (Penedés y Priorato) en régimen de secano, y una (Costers del Segre-Raimat) con regadío. Dichas investigaciones sirvieron para el desarrollo de varias tesis doctorales, y se tradujeron en varias presentaciones y publicaciones a nivel nacional e internacional.

ENSEÑANZA

En el área docente, a partir de mi incorporación en el Dpto de Edafología de FAGRO-UCV, y especialmente después de la formación de postgrado, me tocó participar en el desarrollo de la orientación (especialidad) de pregrado en Suelos, cómo preámbulo al desarrollo del Programa de Postgrado en Ciencia del Suelo (Magister y Doctorado) a partir de 1978, con fuerte apoyo de CONICIT y FUDAYACUCHO, y el apoyo de FONAIAP e IVIC. En el desarrollo del Postgrado me tocó actuar como organizador, coordinador y profesor de varias asignaturas. En dichos programas se formaron los principales edafólogos responsables de la mayoría de los estudios de suelos de Venezuela realizados hasta la fecha, y los investigadores y profesores de suelos en los otros Centros de Investigación y Universidades en Venezuela. El primer doctorando del postgrado en Suelos de FACRO-UCV (1982), Dr. Oswaldo Luque, ha sido y es actualmente uno de los principales investigadores y expertos reconocidos a nivel mundial, en el uso de la planta Vetiver en la conservación de suelos y en la descontaminación de aguas residuales de origen industrial. En algunos de los cursantes de esos programas, dichos estudios les sirvieron de muy buena base para sus estudios a nivel de PhD en prestigiosas universidades de otros países. Hoy están aquí presentes dos de esos brillantes alumnos, que culminaron exitosamente sus estudios a nivel de PhD, el Dr Anibal Rosales en la Universidad de Cornell (USA) y el Dr Jesús Viloria (mi presentador) en la Universidad de Oxford (UK).

Aparte de las actividades docentes, me tocaron a través de los años, algunas actividades administrativas como Jefe del Dpto de Edafología, Miembro del Consejo de Facultad, Miembro y Presidente de la Comisión de Estudios para Graduados (Director de Postgrado) de FAGRO-UCV, y Secretario de la Universidad Central de Venezuela (UCV, 1980-1984).

En la Universitat de Lleida (España), tuve la ocasión de organizar y dirigir tres ediciones (1997-2000) de un Curso de Postgrado en "Manejo de Suelos Tropicales" (CTFC-UDL), con la colaboración de otros profesores e investigadores de la misma Universidad y de otros países, con amplios conocimientos y experiencia en el tema. En dichos cursos participaron, becados parcialmente, numerosos cursantes de América Latina y Venezuela. Cómo actividad permanente se me encomendó organizar, dirigir y ser profesor de un Curso Interuniversitario (Universitat de Lleida (UDL), Universidad de Barcelona (UB), Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), y Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) de Doctorado en "Suelos, Agua y Medio Ambiente" (1998-2011), y en el cual participaron numerosos estudiantes de América Latina y Venezuela, teniendo el privilegio de dirigir las tesis doctorales de varios de ellos.

Aparte de todas esas actividades docentes en la UCV (Venezuela) y en la UDL (España), he tenido el honor y privilegio de participar como Profesor Visitante Invitado de Postgrado en diferentes Universidades de Venezuela, América Latina, España, Bélgica y USA. En AL destacan Universidades en México, Costa Rica, Bolivia, Argentina, Perú y Colombia. En Bolivia participé (2009-2011) como Profesor Invitado de Postgrado en el programa de Formación de Recursos Humanos en Sistemas y Productos Forestales (AECID-UDL), en la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (Santa Cruz de la Sierra), y en el cual me tocó dirigir cuatro tesis de Maestría. En España mis principales colaboraciones como Profesor de Postgrado han sido con la Universidad Politécnica de Valencia (UPV. Valencia), con la Universidad de la Laguna (ULL. La Laguna, Tenerife) y con la Universidad Internacional Menendez Pelayo (UIMP). En Venezuela, dichas colaboraciones han sido principalmente con la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET, San Cristóbal) de la cual soy Profesor Honorario, con el Centro Interamericano para el Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT-ULA, Mérida), con la Universidad de Oriente (UDO, Jusepín) y con la Universidad de Los Llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ, Guanare).

Habría también que mencionar mis actividades (1986-2013) como Co-Director y Profesor del "Colegio Internacional de Postgrado de Física de Suelos" en el Centro Internacional de Física Teórica (ICTP, UNESCO-IAEA. Trieste, Italia), con una frecuencia trianual, y con participantes de todo el Mundo, incluyendo Venezuela, y como Fundador, Director y Profesor (1986-2012) de la Escuela Latinoamericana de Física de Suelos (ELAFIS) (CLAF-ICTP), organizada en diferentes países de América Latina incluyendo Venezuela.

OTRAS ACTIVIDADES

Complementariamente a todas esas actividades docentes formales, he sido invitado a dictar conferencias sobre los avances de investigaciones en mi especialidad, en numerosos Centros de Investigación y Universidades en todos los continentes, en especial en América Latina, USA, Europa, China y la India.

Por haber contribuído mucho a mis programas de formación, investigación y divulgación, quisiera también mencionar mis actividades a nivel nacional como:

- Presidente (en dos ocasiones) de la Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos (SVIA).
- Miembro Principal del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) y de sus comisiones (1978-1984).
- Presidente (en varias ocasiones) de la Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo (SVCS).

A nivel internacional como:

- Presidente de la Sociedad Latinoamericana de la Ciencia del Suelo (SLCS), de la que soy miembro honorario.
- Miembro del Consejo Directivo y Vice-Presidente y Presidente respectivamente de las comisiones de Salinidad de Suelos y de Conservación de Suelos y Ambiente de la Sociedad Internacional e la Ciencia del Suelo (hoy IUSS).
- Co-fundador y Presidente de la Organización Internacional de Conservación de Suelos (ISCO).
- Co-fundador, Vice-Presidente y Miembro Honorario de la Sociedad Mundial de Conservación de Suelos y Agua (WASWAC).
- Miembro del Consejo Ejecutivo de la Sociedad Europea de Conservación de Suelos (ESSC).

Mis responsabilidades en todos esos organismos me han permitido participar y organizar numerosos Congresos y Conferencias a nivel de Venezuela y de otros países, donde con la participación de los especialistas más destacados de Venezuela y de todo el Mundo, se han podido difundir, analizar y discutir los principales proyectos, investigaciones y logros en Manejo y Conservación de Suelos y Agua, y en Salinidad de Suelos y Agua. Entre esos congresos merecen mencionarse:

-IV (Maracay 1971) y X (Maracaibo 1987) "Congresos Latinoamericanos de la Ciencia del Suelo" (SVCS-SLCS).

-Reunión Internacional sobre "Suelos Afectados por Sales en América Latina" (Maracay, 1983) (IUSS-SVCS-UCV).

-IV Conferencia de la Sociedad Internacional de Conservación de Suelos (ISCO) (Maracay, 1985) (ISCO-SVCS-UCV).

-II Reunión Bianual de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista (RELACO) (Guanare 1993) (FAO-FONAIAP-UNELLEZ).

-Reunión Internacional sobre "Procesos de Erosión de Suelos en Tierras de Altas Pendientes: Evaluación y Modelaje" (Mérida 1993) (IUSS-WASWAC-ESSC-SVCS-CIDIAT).

Como culminación de dichas actividades, en 2017, con el fuerte apoyo de la Universitat de Lleida (UD), y en especial del Departamento de Medio Ambiente y Ciencia del Suelo (DMACS) y de todo su personal, me tocó impulsar, organizar y presidir la organización de la I Conferencia Mundial sobre la Conservación de Suelos y Agua (CONSOWA) (Lleida, España 2017), con el patrocinio y participación de las principales organizaciones científicas mundiales que buscan promover el uso racional y sostenible, y la conservación de los recursos suelo y agua, responsables del mantenimiento de la vida en la Tierra:

CONSOWA fué una reunión y acción conjunta de la Organización Internacional para la Conservación de Suelos (ISCO), de la Asociación Mundial para la Conservación del Suelo y el Agua (WASWAC), de la Sociedad Europea de Conservación de Suelos (ESSC) , de la Unión Internacional de Ciencias del Suelo (IUSS), de la Sociedad Americana de Conservación de Suelos y Agua (SWCS), de la Asociación Internacional de Control de la Erosión (IECA), de la Asociación Mundial para la Investigación de la Sedimentación y la Erosión (WASER), y de la Unión Geofísica Europea (EGU), en paralelo con el VIII Simposio Nacional sobre Control de la Degradación y Restauración de Suelos de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS). Los objetivos de CONSOWA fueron:

-Analizar la situación actual y prever la situación futura, a nivel mundial, de la conservación del suelo y los recursos hídricos, influenciados por los cambios globales, incluyendo el crecimiento y desarrollo de la población, los cambios en el uso y manejo de la tierra, y los cambios climáticos inducidos por el hombre.

-Promover una mayor colaboración e incluso una plena integración de las actividades de todas estas organizaciones, para alcanzar objetivos de manera más eficiente, promoviendo investigaciones y actividades de conservación de suelos y aguas a nivel mundial.

Mención aparte merecen mis actividades (1988-1994) como Miembro Principal del Consejo Directivo del Consejo Internacional para la Investigación de Suelos y de su Manejo (IBSRAM) (Bangkok, Tailandia), perteneciente al grupo de Centros de Investigación (actualmente 15) del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), financiado por la FAO, PNUD y varios bancos y fundaciones de países desarrollados. Sus principales objetivos son aumentar la seguridad alimentaria, reducir la pobreza rural, mejorar la salud y la nutrición humana y asegurar un manejo sostenible de los recursos naturales. Ello me permitió tener una mejor visión a nivel mundial de los problemas y necesidades en cuanto a la contribución del uso y manejo sostenible de los recursos suelo y agua a la seguridad alimentaria, y cómo mis estudios e investigaciones en ese sentido podrían ayudar a alcanzar dichos objetivos. Las actividades del IBSRAM se concentraban más que todo en el SE de Asia y en África Tropical. Ya en este último Continente había tenido experiencias previas, durante una larga pasantía

(como parte de mi año sabático 1974-1975) en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA, Nigeria), perteneciente a los Centros de investigación del CGIAR, y en dos Centros de Investigación franceses del ORSTOM (hoy IRD: Instituto de Investigación para el Desarrollo) en Costa de Marfil y Senegal, con numerosos viajes y actividades de campo. A esto se pueden agregar mi participación en las giras de campo en Kenya y Etiopía, durante la VI Conferencia de ISCO (1989).

ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS

Para concluir, debo agregar de que a través de los años de mi vida profesional he tenido la oportunidad de comunicar, extender y llevar a la práctica a nivel de campo, tanto en problemas relacionados con la producción agropecuaria como con la protección ambiental, muchos de los conocimientos adquiridos y logros alcanzados en mis investigaciones. Ello a través de asesorías y consultorías a nivel de Instituciones y de los propios productores, tanto en Venezuela como a nivel internacional. Entre otras muchas quiero destacar:

-Argentina: Asesorías y consultorías (1989, 1990-91, 1992, 1999, 2011, 2017, 2022) en "Uso, Manejo y Conservación de Suelos Agrícolas, y en Evaluación" y "Manejo y Recuperación de Suelos Afectados por Sales en Condiciones de Secano". Diversas Instituciones y Productores (INTA-BID, INTA, CIRN-INTA, AACREA, FECIC-PROSA, etc.).

-Colombia: Asesorías y consultorías (1990, 2011, 2013, 2015, 2021) en "Erosión de Suelos de Ladera, en el Trópico Andino y Centroamericano, y Prevención de Desastres Naturales por Deslizamientos", en "Riego, Drenaje y Salinización de Suelos en Cultivo de Caña en el Valle del Cauca", y en "Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes de Explotaciones Petroleras y Usos para Riego de Especies Agroforestales". (ICA, Univ. de Caldas, TECNICAÑA-CENICAÑA, CORPOICA-ECOPETROL, etc)

-Costa Rica: (1989). "Elaboración del Plan Nacional de Conservación de Suelos de Costa Rica" (FAO-MAG).

-Cuba: (1985): "Programa de Lucha contra la Salinización en el Oriente de Cuba" (TCP-CUB-FAO).

-República Dominicana: (2014-2024). "Manejo de la Labranza, Riego, Drenaje y Control de la Salinización en Tierras con Cultivo de Caña".(CAC).

-Perú: (1970): "Montaje del Laboratorio y Enseñanza de Física de Suelos a nivel de Postgrado". (OEA-Universidad de La Molina).

-Paraguay: (1992): "Manejo y Degradación de Suelos, incluyendo Salinización en Tierras Agrícolas y Ganaderas del Chaco Occidental" (Colonias Menonitas).

-Venezuela: (1990): "Evaluación y Control de la Erosión en Masa (deslizamientos de tierra) en la Cuenca del Río Uribante (Complejo Hidroeléctrico Uribante Caparo)" (EDELCA, actualmente CORPOELEC). (1997); "Manejo de Suelos y Agua en la Cuenca del Río Motatán" (Sistema Hidráulico Trujillano S.A.)

-Brasil: (1995): "Manejo, Conservación y Rehabiltación de Tierras Agrícolas en Paraná" (FAO-IAPAR).

-Chile-Argentina: (1994) "Manejo de Cuencas Hidrográficas en Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina" (FAO-PNUMA).

-Portugal: (1999) "Procesos de Erosión en Masa en Suelos Volcánicos" (UE-COST).

-Francia: (1983): "Técnicas Nucleares en Estudios de Efectos de la Calidad de Agua de Riego y Requerimientos de Agua del Cultivo en Suelos Afectados por Sales" (FAO-IAEA).

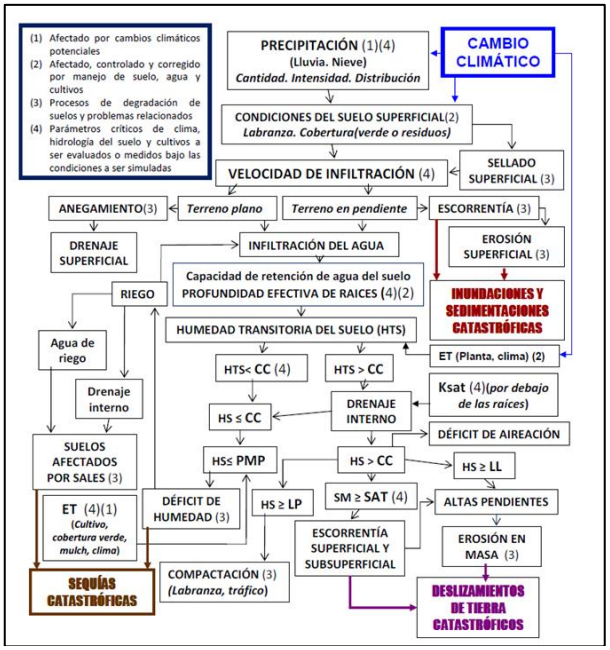
-Holanda: (1987): "Procedimiento para la Interpretación y Evaluación de los Riesgos de Degradación de Suelos a Escala Global (GLASOD)" (ISRIC-FAO).

-China: (1994-2001) "Manejo de la Erosión en el Loess Plateau (Mongolia Interior, China)" (Misión de Consulta CAS (China) - Universidad de Toronto (Canada).

Gran parte de estas actividades de consultoría y asesoría culminaron en publicaciones (libros, revistas científicas, revistas divulgativas, boletines técnicos e informes).

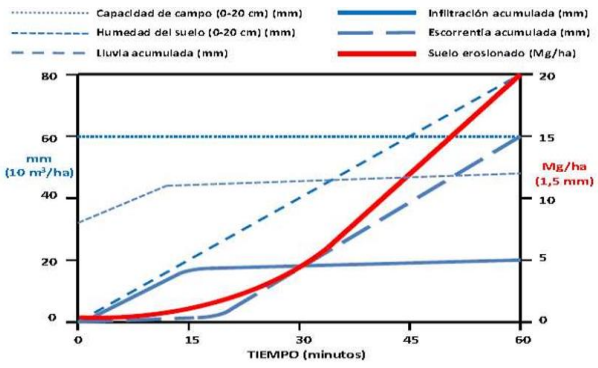
ACTIVIDADES RECIENTES

En los últimos 15-20 años le he dedicado especial atención a los problemas de desastres naturales, en especial los referidos a problemas de sequías, inundaciones, deslizamientos de tierra y sedimentaciones, con frecuencia y efectos crecientes en todo el Mundo, incluyendo Venezuela y España. Para ello mis estudios, investigaciones y publicaciones se han dirigido especialmente a las relaciones de dichos desastres con el clima y cambio climáticos, pero sobre todo con el uso, manejo y degradación de suelos y agua, utilizando el modelo SOMORE para su evaluación, predicción y prevención.

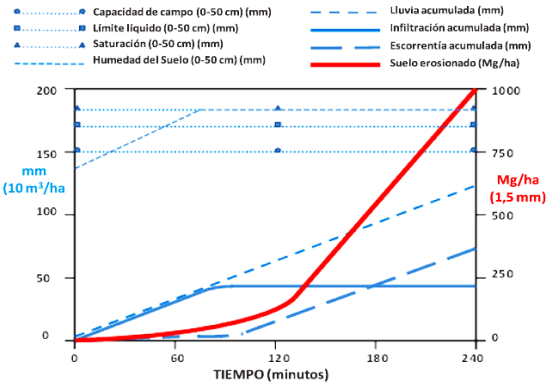


(HS: Humedad del suelo; CC: Capacidad de campo; PMP: Punto de marchitez permanente; SAT: Saturación; LP: Límite plástico; LL: Límite líquido; ET: Evapo-transpiración)

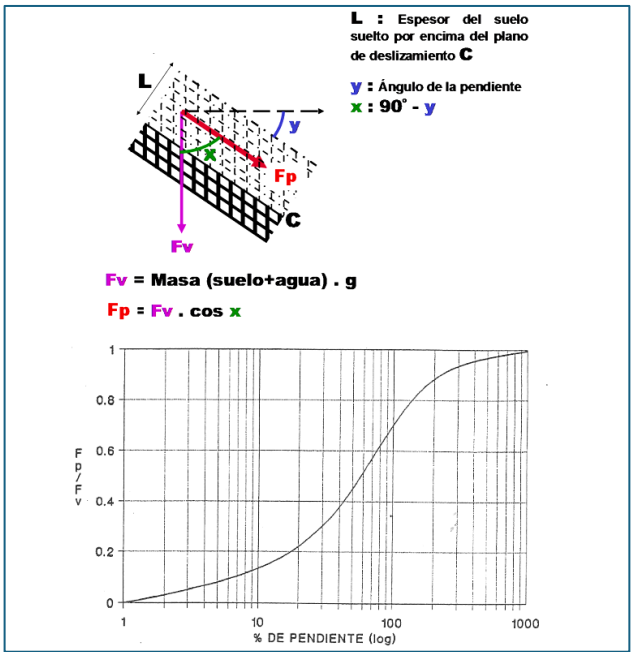
Diagrama de flujo simplificado del modelo de simulación (SOMORE), basado en procesos hidrológicos, para diagnosticar los procesos de degradación de suelos por erosión superficial y en masa, y los posibles desastres naturales: Deslizamientos de tierra, Inundaciones, y Sedimentaciones derivados de ellos, bajo diferentes escenarios de clima, cambios de clima, suelo y manejo de suelos y agua. (Adaptado de Pla, 1997, 2006).



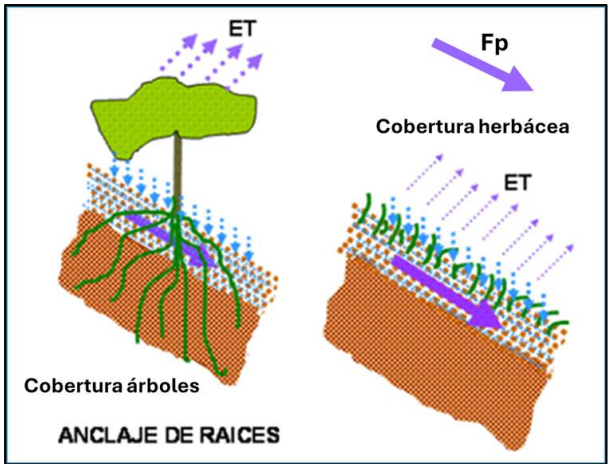
Proceso simulado de erosión superficial y sus bases hidrológicas (Suelo: Alfisol francoarenoso; Pendiente: 6%; Cobertura: Desnudo; Humedad inicial: Seco; Tormenta simulada: 80 mm/una hora (PR: 2 años).

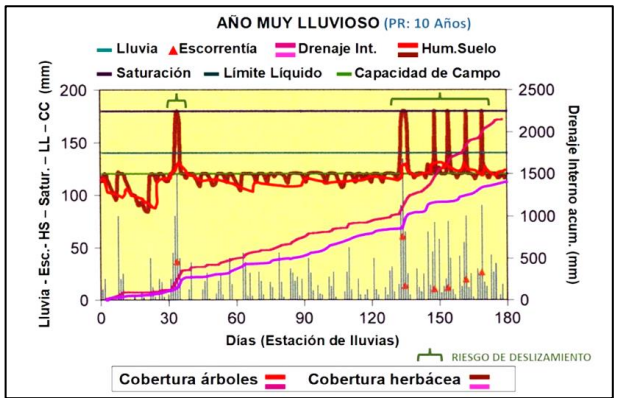


Proceso simulado de erosión en masa y sus bases hidrológicas (Suelo: Ultisol franco-arcilloso; Pendiente: 50%; Cobertura: Pastos; Humedad inicial: Capacidad de campo; Tormenta simulada: 120mm/2horas; PR: 10 años)



Relaciones entre la pendiente y la fracción Fp/Fv (relación entre la fuerza que impulsa el deslizamiento de tierra en el sentido de la pendiente (Fp) y la fuerza en sentido vertical (Fv) o peso del suelo húmedo en la consistencia en que se hace fluído). A mayores valores de Fp/Fv se incrementan las posibilidades de deslizamientos, siempre que Fp > FR (FR : Fuerza de resistencia al deslizamiento, debida a la cohesión entre partículas, a la fricción entre partículas y agregados, al entramado y anclaje de raíces, y a la fricción del material deslizante sobre la superficie de deslizamiento).





Factores y procesos hidrológicos en un deslizamiento de tierras (caso Uribante Caparo, Venezuela)

Especial atención, con evaluación de los procesos hidrológicos involucrados, se le ha dedicado a los problemas de erosión en masa en suelos volcánicos de la zona cafetera de Colombia, y en suelos (Ultisoles?) de la formación La Quinta en la Cuenca del Río Uribante en Venezuela.

En el primer caso se encontró que los mayores problemas se han derivado de la sustitución del sistema de cultivo de café bajo sombra a cultivo sin sombra, y a que se había venido estudiando y tratando de controlar el problema como si se tratara de procesos de erosión superficial. Ello ahora ha sido corregido, y las posibles soluciones ya están dirigidas al control o mitigación de procesos de erosión en masa.

Erosión en masa (deslizamientos de tierra) en tierras con suelos de origen volcánico, en la zona cafetera de Colombia (Caldas), con cultivo de café sin sombra.

En el caso de la Cuenca del río Uribante, los mayores problemas se derivan de la deforestación para uso de las tierras para ganadería, generalmente con sobrepastoreo (la principal causa), y para pequeñas explotaciones agrícolas. Para la fecha de nuestra consultoría (1990), el control de la erosión como aporte actual y potencial de sedimentos a la represa del Sistema Hidroeléctrico Uribante Caparo, se había enfocado erróneamente por diferentes consultorías anteriores a procesos de erosión superficial, sin resultados positivos. Sorprende, que después de que las observaciones y evaluaciones de campo realizadas durante nuestra consultoría, demostraron claramente que los principales aportes de sedimentos se debían fundamentalmente a procesos de erosión en masa, aparezcan publicados (2012) estudios, donde utilizando un modelo empírico provisional para evaluaciones de erosión superficial (FAO-PNUMA-UNESCO, 1980), con el cual, y prácticamente sin ninguna evaluación directa en el campo, se deducen aportes medios de sedimentos de 26 Mg/ha año, y valores extremos de 50-60 Mg/ha año, cuando un solo deslizamiento de tierras (erosión en masa), aunque sea menos frecuente, puede aportar miles de Mg de sedimentos.

Erosión en masa (deslizamientos de tierra) en tierras con suelos de la formación La Quinta, en la Cuenca de Río Uribante (Sistema Hidroeléctrico Uribante Caparo, Venezuela), deforestadas y con cobertura herbácea para explotaciones ganaderas, con aportes de sedimentos al embalse del Uribante.

Actualmente, ya jubilado y retirado por limitaciones físicas de muchas actividades de campo, aún me mantengo activo escribiendo y como conferencista y consultor, divulgando las experiencias nuevas y acumuladas a través de los años.

No me queda más que agradecer nuevamente el honor de haber sido investido como Académico Honorario de la ANIHVEN.

PALABRAS DE BIENVENIDA AL NUEVO ACADÉMICO

José OCHOA ITURBE
Presidente de la ANIH

Don Jaime Domínguez Abascal, presidente de la Real Academia de ingeniería de España, Don Jaime Colino, expresidente de la RAI y miembro honorario del a ANIH, Sres. miembros del Comité Directivo de la ANIH y demás miembros de nuestra Academia, distinguido Dr. Idelfonso Pla Sentís, Sra. de Pla Sentís y demás familiares que le acompañan, distinguido académico Jesús Viloria, orador de orden, Señoras y señores.

Darle la bienvenida a nuestra institución a una persona como el Dr Pla Sentís es un verdadero honor para mí como presidente de la Academia.

El Dr. Pla Sentís es ciertamente un académico por naturaleza, un maestro de maestros a nivel nacional e intercontinental.

Su desempeño en Universidades como la universidad de Wageningen en Holanda, California-Riverside, Universidad Central de Venezuela y por supuesto la Universidad de Lleida, donde aún imparte, como profesor emérito, sus conocimientos a privilegiados alumnos que se enriquecen de sus experiencias de mas de 60 años de actividad profesional y docente, avalan una experiencia de vida inigualable.

Revisar sus múltiples artículos, publicaciones, informes, tutorías de trabajos de grado en diferentes idiomas validan mucho más que mis pocas palabras la talla profesional del Dr. Pla Sentís, reconocido y respetado en diversos escenarios y países. Su amplio campo de acción me permite reconocerlo como uno de los mayores expertos a nivel mundial en las ciencias del suelo.

Dr. Pla, sus colegas y alumnos que hoy nos acompañan se alegran por este justo acto de reconocimiento, especialmente los de la Universidad Central de Venezuela donde Ud. laboro durante tantos años, formando exitosos profesionales que, a pesar de la situación que sufre nuestro amado país, siguen laborando para dar lo mejor de sí en estas difíciles circunstancias que nos ha tocado vivir.

El Académico Viloria ha hecho una completa semblanza de quien hoy comienza a ser parte de nuestra institución. Por ello creo que mi breve bienvenida solo sirve de ratificación a lo ya expresado brillantemente por el Académico Viloria.

La Academia definitivamente se viste de gala para recibir a una persona que dará lustre a nuestra institución y que estamos seguros nos servirá de gran apoyo y asesoría en las ramas de su especialidad.

Bienvenido Dr. Pla Sentís y mis sinceras felicitaciones para Ud., su distinguida esposa y familia que lo acompañan.

OPINIONES DE ACADÉMICOS, COMISIONADOS E INVITADOS

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/116

DESCARBONIZACIÓN DE PROCESOS EN LA INDUSTRIA PETROLERA Y PETROQUÍMICA NACIONAL (IPPN) DESAFÍOS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN LA AGENDA 2050

José Luis GARCÍA MARTÍNEZ-BARRUCHI[1]

RESUMEN

En el trabajo se analiza (a) cómo los conceptos de la economía climática se estructuran a través de premisas de la teoría clásica del desarrollo, construida a partir de ideas, criterios y validación de experiencias asociadas al concepto de modernización de la economía; (b) se indaga acerca del diseño de políticas climáticas en Venezuela y su apoyo en el Sector Eléctrico Nacional (SEN), interpretando que los objetivos de la componente social de la Agenda 2030 precisan medidas de transformación de estructuras de gobierno y la institucionalidad del estado; y (c) se revisan oportunidades de financiamiento promoviendo el comercio de créditos de carbono. Medidas exigidas en la Agenda 2050 para adelantar la transición energética y satisfacer la estrategia del Desarrollo Humano Sostenible (DHS).

Como interés principal del trabajo se revisan características presentes en la IPPN, con criterio de comparación para adelantar procesos de descarbonización en la infraestructura energética industrial del país y como fuente de orientaciones a futuro: (a) medidas adoptadas por la industria global para adecuar procesos de refinación a la producción de combustibles de baja huella de carbono; (b) expectativas de reorientación de negocios de refinación de hidrocarburos, dirigidas a integración con la industria petroquímica en producción de insumos de alto valor de mercado, los polímeros sintéticos o plásticos; y (c) oportunidades que representan para el desarrollo de Venezuela el negocio de explotación de recursos de origen fósil, en mercados globales orientados a expandir la transición energética y la agenda climática en industrias, servicios y ámbitos comercial y residencial.

SUMMARY

The paper analyzes (a) how the concepts of climate economics are structured through premises of the classical theory of development, built from ideas, criteria and validation of experiences associated with the concept of modernization of the economy; (b) it investigates the design of climate policies in Venezuela and their support in the National Electricity Sector (SEN), interpreting that the objectives of the social component of the 2030 Agenda require implement certain politics dealings to transform government structures and the institutionality of the state; and (c) reviewing financing opportunities promoting carbon credit trading. Measures required in the 2050 Agenda to advance the energy transition and meet the Sustainable Human Development (DHS) strategy.

The main interest of the paper is to review characteristics present in the IPPN, with a criterion of comparison to advance decarbonization processes in the country's industrial energy infrastructure, and as a source of future guidance, appraising: (a) measures adopted by the global industry to adapt refining processes to the production of fuels with a low carbon footprint; (b) expectations of reorientation of hydrocarbon refining businesses, aimed at integration with the petrochemical industry in the production of inputs of high market value, synthetic polymers or plastics; and (c) opportunities for Venezuela's development from the business of exploiting fossil resources, in global markets aimed at expanding the energy transition and the climate agenda in industries, services, and commercial and residential areas.

Palabras clave: Transición energética, descarbonización, economía climática, industria hidrocarburífica nacional, integración refinería y petroquímica, The Tennessee Valley Authority.
Keywords: Energy transition, decarbonization, climate economy, national hydrocarbon industry, Refinery and petrochemical integration, The Tennessee Valley Authority.

SECCIÓN I … Introducción y marco de referencia

El interés principal del presente trabajo es analizar cómo los actuales conceptos de la economía climática se estructuran a través de premisas establecidas en la denominada teoría clásica del desarrollo, construida a partir de las ideas, criterios y la validación de experiencias asociadas al concepto de modernización de la economía. Concepto en el cual los

[1] Ingeniero Mecánico UCV-1976; MSc. Ingeniería Hidráulica UCV-1980 y MSc. Ingeniería Mecánica UCV-1980.
Correo-e: jlbarruchi@yahoo.com

esfuerzos de elaboración de teorías han estado dirigidos desde un principio a lograr elevar las tasas de crecimiento en los países: (a) por la vía de mejorar la productividad económica e (b) incrementar la acumulación de recursos de capital.

Y determinar, cómo los compromisos de los países, promovidos desde finales del pasado siglo XX y perfeccionados a través de diferentes Conferencias de Naciones Unidas encargadas de estructurar una política global asociada al desarrollo sostenible y la ampliación de las protecciones climáticas, han estado enfocados en fundamentar los criterios de operación de una economía climática asociada al interés de dinamizar oportunidades orientadas a desplegar instrumentos de mercado y normas regulatorias, que faciliten canalizar inversiones hacia los negocios de carácter ambiental. Negocios éstos, que permitan reducir preponderancia y sustituyan a los relacionados con la transformación de materias primas de origen fósil.

Es procedente sostener que estos criterios de operación han sido formados en base a unos mecanismos de mercado que, al presente, se muestran con amplia implementación en los países de economías desarrolladas y cuyo objetivo reside en consolidarse como unas prácticas potenciadoras de la transición energética, (a) conducentes a facilitar la movilización de importantes recursos financieros, y de igual manera, (b) afirmar los objetivos de unas políticas climáticas globales orientadas a cumplir las visiones de la Agenda 2030 y la Agenda 2050.

Esta primera sección finaliza en una indagación sobre las barreras que dificultan el desempeño de los procesos de transición energética en Latinoamérica y en la necesidad de disponer de apropiados mecanismos de gobierno que aseguren impulsar opciones de crecimiento económico orientadas a observar protecciones ambientales; afianzando el interés de implementar medidas tendientes a redireccionar la amplia infraestructura empresarial y el capital humano que se encuentran al presente, destinados a actividades extractivas y de procesamiento del capital natural de origen fósil. La expectativa general acerca de estos sectores de la economía regional, es que sean desplazados a medida que avance la transición energética prevista en la Agenda 2050 y se respalde alcanzar la visión de la calificada como condición de neutralidad climática (Aalto, 2023).

En el contexto de profunda crisis política y económica y los inmensos desequilibrios sociales que afectan a Venezuela, en la segunda sección del trabajo se revisan oportunidades de adelantar una política climática, interpretando que, los desafíos para alcanzar objetivos de la componente social de la Agenda 2030 en el nivel exigido en la transición energética para satisfacer la estrategia del Desarrollo Humano Sostenible (DHS), requieren de la implementación de extensas medidas de transformación de estructuras de gobierno y la institucionalidad del estado. Medidas que propicien cumplir las condiciones establecidas en los mecanismos de ayuda internacional y fuentes de financiamiento para desarrollar inversiones climáticas.

El interés principal del presente trabajo se expone con mayor detalle en la tercera y en la cuarta sección, en las cuales se analizan los impactos climáticos ocasionados poro la alta huella de carbono generada en la infraestructura operacional de la industria petrolera y gasífera de Venezuela y se revisan, como elemento de comparación y fuente de orientaciones a futuro:

(a) las medidas adoptadas por la industria global para adecuar los procesos de refinación actuales y destinarlos a producción de combustibles de baja huella de carbono;
(b) las expectativas de reorientación de los negocios en la industria global de refinación de hidrocarburos dirigidas a la integración de operaciones con la industria petroquímica bajo el atractivo de incrementar la producción de polímeros sintéticos o plásticos, que son insumos de alto valor de mercado;
(c) y las oportunidades que representan para el desarrollo de Venezuela estas acciones del negocio mundial de explotación de recursos de origen fósil, en el contexto de unos mercados globales orientados a cumplir la transición energética con nuevos productos dirigidos a propiciar que industrias, servicios y el sector residencial, observen los criterios y medidas de afianzamiento previstos para asegurar resultados positivos al ambiente y la agenda climática.

El concepto de modernización de la economía en las Doctrinas de Desarrollo Económico

Desde las primeras décadas del siglo XX, en la formulación de las Doctrinas del Desarrollo Económico (DDE)[2] y su influencia en la construcción de ámbitos de satisfacción del bienestar de la población de los países, es factible distinguir cómo el enfoque asumido ha estado orientado a la adopción de las claves de interpretación del sistema político organizado en las ideas del denominado pensamiento occidental; aunque al presente, se manifiesten retrocesos en su implementación.

Este sistema político, fundamentado en la organización de la vida social y política de acuerdo con lineamientos de las doctrinas y prácticas liberales, se expresa:

(a) por un lado, en la operación del estado como agente impulsor y facilitador de la idea de ampliar los espacios de ejercicio de la democracia y abrir oportunidades o intervenir, para realizar ajustes dirigidos a reorientar el desempeño de la economía y mejorar niveles de crecimiento, cuando éstos sean necesarios para asegurar el libre funcionamiento de los mercados;
(b) y por el otro, en afianzar el modelo capitalista de economía centrado en la libre apertura de los mercados (Latham, 1997) y que en la actualidad se

[2] Con mayor difusión las Doctrinas del Desarrollo Económico (DDE) son conocidas como teoría clásica del desarrollo.

articulan, alrededor de un tema de vital importancia para impulsar el crecimiento económico en un mundo globalizado bajo la condición de mantener los impulsos favorables propiciados al final del siglo XX, para construir las oportunidades de intercambio en unos mercados cada vez más interconectados.

No es apropiado considerar que la promoción de las DDE en base a prácticas liberales resida sólo en un producto de esfuerzos de guerra emprendidos por las Naciones Aliadas enfrentadas a los países integrantes del denominado Eje Alemania – Italia – Japón, cuándo, a principios del año 1942, impulsaron la idea de establecer una organización supranacional vinculada a las naciones independientes y materializada en la Organización de las Naciones Unidas (ONU)[3]. Cuyas orientaciones, durante el período de postguerra, estarían dirigidas a dirimir las diferencias entre los países, adelantar políticas comunes en pro del crecimiento social y económico mundial y acometer iniciativas precisas de reconstrucción de las infraestructuras e impulso al crecimiento de las economías nacionales.

Al respecto sería oportuno considerar que la viabilidad de este sistema político se promueve con la intención de diferenciar y contraponer, con resultados socioeconómicos de rasgo positivo, a los modelos de gobierno basados en ideas totalitarias expresadas a lo largo el siglo XX; que a la fecha todavía en evidente observación de reflujo, no han podido ser erradicadas. Con el preciso interés de manifestar que, el peso ideológico de la democracia liberal y el modelo capitalista representan un factor resaltante en la construcción de democracias y en las mejoras de los niveles de vida de la población de los países.

Con ese interés de contraponer las ideas totalitarias de gobierno, el impulso de construcción de democracias se encontraba, y aún se encuentra orientado, a la definición del tipo de estado que debería adelantar las políticas y estrategias claves de desarrollo y que a su vez permitiese facilitar el establecimiento de las bases políticas y económicas que, en los años de entreguerras, confluye en las ideas y experiencias asociadas al concepto de modernización de la economía. Estos esfuerzos han estado dirigidos desde un principio a lograr crecimiento en los países por la vía de mejorar productividad económica e incrementar la acumulación de los recursos de capital; acciones adelantadas a través de incidir en la implementación de las innovaciones tecnológicas y agenciar medidas de gobierno orientadas a expandir un mayor desarrollo científico.

El concepto de modernización promovido en el período de entreguerras se consolida con el objetivo de implantar, en los países, unas prácticas liberales enfocadas en fortalecer las instituciones democráticas. Adicionalmente, con el propósito paralelo de adelantar inversiones en industrias e infraestructura asociada que amplíen la producción de bienes y servicios, poder asegurar, con aperturas de mercados, el progreso y amplitud de las relaciones comerciales internacionales. Es decir, orientado con un carácter de política internacional y apertura de mercados, vigente a la fecha, que se aprecia con propiedad en la forma en la cual se acometen los programas de cooperación técnica adelantados por países de economía desarrollada.

Es conveniente comentar que el concepto de modernización se expande durante los años de entreguerras con las medidas y programas gubernamentales adelantados en los Estados Unidos (EEUU) y en los países de Europa, Japón o para ese momento, la Unión Soviética, con el interés principal de impulsar el crecimiento económico y la industrialización, e incidir en el aspecto social, con mejoras progresivas en los niveles de vida de la población. Unas decisiones políticas que se expresaban, con clara independencia, de si los gobiernos respondían al modelo liberal o al régimen de estado totalitario.

En los EEUU, desde años posteriores a la denominada como "Gran Depresión" sobrevenida en la década de 1920, los programas gubernamentales enfocados en difundir el concepto de modernización venían desplegando resultados positivos a través de la implementación de nuevas prácticas de gestión gubernamental; experimentadas con éxito en regiones al interno de ese país que mostraban un marcado rezago económico y social.

Como parte de la política conocida como *"New Deal"*, establecida para combatir los efectos de la "Gran Depresión", con ese propósito y durante el primer gobierno de Franklin D. Roosevelt, se constituye en 1933 la corporación gubernamental denominada: Tennessee Valley Authority. Es decir, una empresa del estado[4] – y en adelante referida por sus siglas en inglés, TVA – para, a través de los programas del Gobierno Federal convertirse en un instrumento canalizador

[3] Esfuerzos que comenzaron a dar resultados a partir de la conocida como Conferencia de Dumbarton Oaks, de agosto de 1944, en la cual se negociaron acuerdos y formuló la estructura organizativa que permitieron el inicio y fundación de lo que vendría a denominarse: la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Estos acuerdos aseguraron, a final de junio de 1945, concluir la redacción del proyecto de la Carta de las Naciones Unidas. Posteriormente ratificada con la firma de los países participantes, en la denominada Conferencia de San Francisco del 24 de octubre de 1945; y en la cual fue oficializada formalmente la ONU. (Schlesinger, 2004 y ONU, 1945).

[4] Actualmente es una empresa propiedad del estado que coloca en la bolsa de valores bonos y notas de descuento; como se establece en el documento denominado en inglés: *"TVA Reports First Quarter Fiscal Year 2023 Financial Results"* (TVA, 2023), la empresa denominada "…*The Tennessee Valley Authority is a corporate agency of the United States that provides electricity for business customers and local power companies serving nearly 10 million people in parts of seven southeastern states. TVA receives no taxpayer funding, deriving virtually all of its revenues from sales of electricity. In addition to operating and investing its revenues in its electric system, TVA provides flood control, navigation and land management for the Tennessee River system, and assists local power companies and state and local governments with economic development and job creation*….

de inversiones en grandes infraestructuras hidráulicas centradas en desarrollar la navegación fluvial, los aprovechamientos hidroeléctricos, agrícolas y forestales y nueva infraestructura dotada de servicios suficientes para ubicar industrias, comercios y viviendas; a ser construida en los conglomerados urbanos de la región.

El interés principal detrás de la constitución del TVA[5] era utilizar, con un efecto demostrativo, las ventajas que representaba aplicar las teorías de crecimiento económico relacionadas con el concepto de "modernización efectiva". Fundamentado éste en extender y divulgar la aplicación de nuevas tecnologías y la difusión del conocimiento científico hacia una población del país, que debería ser instruida en estas prácticas. Y que, al unirse en el ejercicio de la democracia al concepto de liberalismo, permitiría mejorar el nivel de vida en regiones con amplias limitaciones económicas y sociales (Ekbladh, 2011).

La experiencia del programa del TVA demostraría cómo al habilitar agencias descentralizadas del Gobierno Federal de EEUU, en una planificación fortalecida con la participación de asociaciones público-privadas entre empresas y gobiernos regionales, facilitaría integrar, dentro del esfuerzo de ejecución de nuevas obras, capacidades institucionales para transferir experticia y tecnología hacia comunidades y habitantes de regiones objeto de los mencionados proyectos de infraestructura. Argumentando que ésta se impartía con mayor celeridad que la experimentada en los programas gestionados por agencias centralizadas y definiendo la viabilidad de un modelo de desarrollo regional que podría ser aplicado internacionalmente; vía ayudas de cooperación y asistencia técnica y financiera (Ekbladh, 2002). En Venezuela se observa esta influencia en la implantación de Corporaciones Regionales; un caso particular, los proyectos de la Región de Guayana.

El pensamiento liberal consideró que este modelo de gobierno, orientado a implementar programas precisos de interés multipropósito, era una herramienta eficaz para combinar la aplicación de las nuevas ideas de reformas políticas. Ideas que abarcaban desde la ingeniería social para el cambio político hasta establecer, por medio de planificación científica y como condición viable, la aplicación de unas tecnologías enfocadas a incrementar productividad y lograr crecimiento económico. Otorgándole forma a un concepto de modernización del estado de acuerdo con la difusión de prácticas liberales y enfocado en promocionar, cómo las ventajas inherentes al progreso de la ciencia y la tecnología permitirían alcanzar una organización racional de la sociedad; profundizando e incidiendo en la ampliación del ejercicio de la democracia (Carmody, 2019).

Un testimonio de estas ideas asociadas a adelantar medidas de ingeniería social se aprecia en Arthur E. Morgan, primer presidente del TVA (Hendriks, 2016), cuando argumentaba que:

(a) las reformas educativas propiciarían un cambio de las normas sociales en la región, que mostrarían efectos de mejoras tanto de salud pública, como en emancipación de la mujer;
(b) las obras de infraestructura asociadas a la canalización de los cursos de agua, afectación de tierras y recuperación de zonas inundables y pantanosas, destinadas éstas a incrementar espacios destinados a agricultura y los aprovechamientos forestales, favorecerían el control de la malaria y otras enfermedades de origen zoonótico, propias y con carácter endémico en zonas rurales de marcado atraso económico y social;
(c) y la expansión urbana, necesaria para emplazamiento de nuevas industrias, incrementaría la construcción de una infraestructura asociada al servicio de energía eléctrica y del suministro de agua, canalizaría la instalación de centros educacionales locales para suministrar mano de obra calificada, al vasto complejo industrial y de servicios.

Destaca dentro de estas ideas de ingeniería social orientadas a favorecer y fortalecer el autogobierno en las comunidades, que en 1934 en la población de Corinth ubicada en Alcorn County, Estado de Mississippi, se promovió y estableció lo que se considera como la primera experiencia de una cooperativa de suministro de servicios públicos (Lilienthal, 1944).

La Alcorn County Electric Power Association tenía la visión y objetivo de suministrar servicios de energía al costo y sin beneficio (TVA, 2022a); y para efectos prácticos de favorecer esta visión:

(a) la U.S. Environmental Protection Agency (EPA), agencia descentralizada del gobierno de EEUU, promovía la construcción y procura del equipamiento requerido en la instalación de sistemas de distribución de energía eléctrica con capacidad para ser expandido hacia otras zonas y localidades vecinas;
(b) la TVA, como suplidor mayorista, suministraba energía eléctrica para ser vendida por la cooperativa, tanto a sus miembros como a otros clientes, incluyendo el sector industrial;
(c) y la cooperativa estaba autorizada a gestionar la procura directa y la venta a terceros del equipamiento requerido para energizar urbanizaciones y las edificaciones de particulares.

Esta confluencia de intereses privados y gubernamentales para propagar las experiencias del modelo aplicado por el TVA, generaban entusiasmo y un fuerte apoyo al gobierno estadounidense de parte de la sociedad; en particular de iglesias y grupos religiosos dedicados a la caridad y de accionistas de los conglomerados económicos. Y justificaría

[5] Ver el documento denominado, en inglés: *"Tennessee Valley Authority Act of 1933"* (TVA, 2022b).

un asunto relevante de política exterior de EEUU, basado en el interés de expandir esta visión de programas económicos regionales para mejorar las condiciones socioeconómicas en los países subdesarrollados. Apoyado en el concepto de modernización se fortalecía la idea de una transición desde un pasado colonial a la vida en democracia; aunque es preciso señalar, que expresa una clara orientación de promover y asegurar las debidas aperturas de estos nuevos mercados (Johnson, 1983).

A raíz de la finalización de la guerra de Corea, la política de ayuda internacional estadounidense adquiere mayor relevancia como facilitadora de la aplicación de las teorías de crecimiento económico relacionadas con el concepto de modernización (Ekbladh, 2004). Se afianzaba ésta en la construcción de la institucionalidad requerida para asegurar la implantación de la idea de modernización, en conjunto con los gobiernos de "países receptores" de ayudas humanitarias – casos emblemáticos son Corea del Sur y Taiwán – y en el soporte de las agencias de la ONU. Agencias que configuran unos actores acreditados del cambio socioeconómico en aquellos países que para esa fecha se denominaban subdesarrollados, en coordinación con las empresas y organizaciones de carácter privado de los actualmente conocidos como "países donantes". Y lo anterior, bajo la idea acreditada del término en inglés de *"nation-building"* (sic); o creación de estados independientes (Ekbladh, 2004).

Para los efectos, en la década de 1950 las ayudas masivas dirigidas a Corea del Sur y Taiwán se materializan por medio de un estado gestor de la ayuda foránea que actúa como agente dinamizador de la aplicación de nuevas tecnologías en los procesos de industrialización (Amsden,1989); y un operador clave del cambio político. Modificando así, la presencia de unas estructuras arcaicas de propiedad de la tierra (Carmody, 2019) y conjugando con fuerza el concepto de modernización, con el objetivo político principal de lograr crecimiento económico para impulsar la actividad industrial en estos países.

Los cuestionamientos que planteaban los analistas políticos de esas décadas de 1940 y 1950 coincidían en resaltar que, detrás del altruismo mostrado en el impulso de EEUU a las ayudas de cooperación internacional, a modo de política de estado y afianzada en el soporte de unas organizaciones empresariales y filantrópicas de amplia presencia mundial, y del interés de utilizar como actores del cambio socioeconómico a las agencias de la ONU, no sólo estaba la intención de servir de herramientas de contención a las influencias políticas de los regímenes autoritarios de corte comunista, si no que el interés de EEUU coincidía en asegurar amplios accesos a mercados que, en ese momento, se encontraban en proceso de reconstrucción en las naciones afectadas por las guerras; y a los mercados en formación de los países subdesarrollados. Esta acción permitiría canalizar y expandir la comercialización de las capacidades excedentes de manufactura de productos y servicios disponibles en el conglomerado industrial estadounidense; ampliamente fortalecido en las capacidades locales de manufactura durante los anteriores años de conflictos bélicos (Kennedy, 2013).

De esta manera, operando la política exterior en apoyo de la industria nacional se aseguraría la continuidad de las operaciones del poderoso sector industrial de EEUU para satisfacer, con suficientes puestos de trabajo, la reubicación del número creciente de mano de obra licenciada del servicio militar. Aislando la expansión de conflictos sociales en demanda de empleo y eludiendo efectos negativos de recesión de la economía; como la experimentada en el período de entreguerras.

Llama la atención que en los actuales momentos cuando se demanda a los gobiernos de los países democráticos (a) expandir el suministro de asistencia técnica y financiera y (b) alcanzar una mayor contribución financiera para asegurar los recursos económicos que se perfilan distribuidos entre ayuda humanitaria, soporte técnico en reconstrucción de la infraestructura y amplios suministros de material bélico destinado a equilibrar las fuerzas en combate en el presente conflicto de Ucrania, país invadido por Rusia desde febrero del pasado año 2022, a más de setenta años de distancia se repiten los idénticos argumentos al mencionado anteriormente de parte de países aliados europeos y asiáticos de EEUU.

Al presente, con la situación de incertidumbre geopolítica, los aliados consideran que EEUU sería el único país favorecido para (a) superar impactos negativos de los efectos de la pandemia del COVID-19, potenciados desde inicios del año 2020, y (b) aprovechar el incremento de los precios de combustibles fósiles y materias primas generados por el embargo de suministros de Rusia; dirigidos éstos a los mercados europeos y asiáticos. Sectores de la política mundial consideran que las acciones adoptadas por el gobierno de Joe Biden, orientadas a crear un nuevo orden económico global para contener las amenazas duales de China y Rusia, en la actual reedición de conflictos similares a los experimentados en la Guerra Fría podría degenerar en un mundo de bloques económicos y militares; y los cuales al momento, se observan en competencia.

El resultado que se aprecia con mayor inconveniente es que esta competencia empieza a prefigurar los desbalances del poder económico que produce un actor más favorecido. Al establecer los EEUU protecciones de mercado e incrementar los subsidios al sector energético nacional, con el interés de beneficiar la producción industrial local e impulsar el progreso científico y tecnológico[6], determina que al no

[6] Son las leyes aprobadas por el congreso de EEUU relacionadas con las denominadas en inglés: *"the Inflation Reduction Act (IRA) and the CHIPS and Science Act"*. Ésta última prevé desembolsos de US$ 280 mil millones en los próximos 10 años para investigación y desarrollo – universidades – en el sector energético y del desarrollo espacial, incluyendo mejoras en la infraestructura de transporte y de interconexiones internas de EEUU y nuevos desarrollos tecnológicos en la industria metalúrgica, casi US$ 53 mil millones

alcanzar una coordinación apropiada con los sectores económicos de la Unión Europea (UE) y los países aliados de Asia, se crea una situación que desfavorece la competitividad de amplios sectores industriales y de servicios ubicados en esas regiones; y que se consideran motores de la economía (CFR, 2022).

Es apropiado comentar que, a través del decurso de estas dos intervenciones de los gobiernos estadounidenses, (a) la primera durante años previos a la Segunda Guerra Mundial y continuada en la Guerra Fría y (b) la segunda, en la contención de las presentes amenazas duales de China y Rusia, en realidad el factor resaltante ha sido demostrar cómo en los momentos de crisis políticas, las intervenciones del estado central en la economía permiten impulsar el crecimiento económico y asegurar las condiciones de vida de la población; y en situaciones diferenciadas de catástrofes provenientes de la Naturaleza, agiliza las decisiones para comprometer amplios recursos e intervenir y reducir daños ocasionados de carácter ambiental.

Éste último factor de reducir los daños y riesgos de carácter ambiental, como objetivo final de las políticas climáticas, en el presente siglo XXI se convierte en un asunto de alta jerarquía para implementar acciones de gobierno en base a cómo instrumentalizar la aplicación de los criterios de sustentabilidad económica inmediata y de sostenibilidad de largo plazo. Criterios que permitirán asegurar el cumplimiento de una transición hacia un nuevo modelo económico y social de carácter democrático y con mayor justicia, fundamentado éste en la defensa de la Naturaleza.

Es decir, adelantar una transición hacia una economía inclusiva y baja en carbono, en la cual, (a) al mismo tiempo que se fortalezcan los sistemas de protección social y promoción del empleo para reducir las extensas brechas de desigualdad presentes que se advierten entre grupos socioeconómicos, generacionales o territoriales (OECD, 2022a), (b) se materialicen en amplias protecciones climáticas dirigidas a minimizar los daños y riesgos a las personas, la biodiversidad y a las infraestructuras, derivadas de los impactos del cambio climático; que en la observación de evidencias de incumplimientos al presente de compromisos acordados por los países con la agenda climática global, serían cada vez de mayor ocurrencia.

En sociedades de corte democrático liberal resulta evidente la necesidad de condicionar estas intervenciones coyunturales del estado en los procesos económicos, a cumplir unas orientaciones construidas en base a (a) una planificación racional y coordinada entre agentes privados, agencias regionales y organizaciones de la sociedad civil, (b) observando el debido respeto a los acuerdos internacionales y (c) a las atribuciones y responsabilidades derivadas de una gobernabilidad eficaz.

Se confirma que, con una evidente independencia de las convenciones de gobierno asumidas, sean estas en democracia o en autoritarismo, en las sociedades tecnológicas y globalizadas actuales la posibilidad de dominar el conocimiento científico y la aplicación de las tecnologías permite a las naciones cumplir metas de crecimiento económico. Sin embargo, es oportuno reconocer, que también expande la capacidad de proyectar poder político sobre espacios regionales de influencia.

Las economías climáticas … ¿opción para detener los riesgos climáticos del siglo XXI?

El 28 de febrero del 2022 fue presentado a la comunidad presente en las Naciones Unidas el Sexto Informe de Evaluación de la acción climática en el contexto del desarrollo sostenible, elaborado entre los años 2021 y 2022 por representantes de las organizaciones científicas agrupadas en el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC, 2021) – en inglés, Intergovernmental Panel on Climate Change y en adelante referido por sus siglas, IPCC –, enfocado éste en los efectos que tendrán, sobre las personas y el Planeta, los impactos ocasionados por el cambio climático.

Para efectos prácticos de control climático y debido a la vulnerabilidad que muestra el medio ambiente (IPCC, 2022a e IPCC, 2022b), se aprecia la necesidad vital de emprender amplias gestiones de adaptación del modo de vida de las personas y las cuales se traducen en unos cambios profundos de los patrones culturales y comportamientos imperantes en sociedades modernas; orientadas éstas, al consumo masivo de productos y servicios.

El 58avo período de las sesiones del IPCC, finalizado el 18 de marzo de 2023 en Interlaken, Suiza. Posteriormente el día 20 de marzo, se presentó el Informe de Síntesis al Sexto Informe de Evaluación[7], actualizando el estado del conocimiento sobre el cambio climático alcanzado hasta el final del año 2022 y se establece que, de acuerdo a las proyecciones: *"… En esta década, la acción acelerada para adaptarse al cambio climático es indispensable para reducir la brecha entre las medidas de adaptación en vigor y las que se necesitan. Por otra parte, a fin de limitar el calentamiento a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, es preciso lograr reducciones drásticas, rápidas y*

para promover la industria local de semiconductores (McKinsey, 2022a); y adicionalmente, créditos impositivos para adquisición de equipos manufacturados localmente (ASCE, 2022). Detalles sobre el alcance de estas inversiones y políticas de EEUU se aprecian en documentos anexos relacionados con las siguientes Referencias Bibliográficas: (a) US Congress-Senate, 2022a, (b) US Congress-Senate, 2022b y (c) US Congress-House, 2022.

[7] El Informe de Síntesis, en inglés *"Synthesis Report (SYR) of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6): Climate Change 2023"* es la última entrega del Sexto Informe de Evaluación del IPCC, que integra, actualiza y resume los hallazgos de los seis informes publicados por el IPCC durante el ciclo actual que comenzó en 2015.
Esto incluye tres informes especiales y las tres contribuciones del Grupo de Trabajo del IPCC al Sexto Informe de Evaluación. Consultar toda la documentación en la página del IPCC Secretariat: https://www.ipcc.ch/library/.

sostenidas de las emisiones de gases de efecto invernadero en todos los sectores. Las emisiones ya deberían haber disminuido y será necesario reducirlas casi a la mitad de aquí a 2030, si se desea limitar el calentamiento a 1,5 °C. …" (IPCC, 2023).

Las investigaciones científicas advierten que, independientemente a las medidas adicionales que han venido siendo implementadas en los países para reducir los impactos ambientales, las proyecciones sobre el nivel global esperado de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)[8] alcanzarían en el año 2030, un 13,7% superior a los niveles del año 2010. Esta situación resultaría que al final del siglo XXI, se generen o sea difícil remediar, aumentos adicionales al límite acordado de emisiones de GEI previsto para reducir la brecha de temperatura del 2,7 °C (IRENA, 2022)

Las evidencias mostradas en el Sexto Informe del IPCC son tan fuertes que conducen a la necesidad de producir rápidas y decididas intervenciones de los gobiernos para, por medio de respuestas eficaces dirigidas a modificar los patrones de consumo y conductas arraigadas en la sociedad, lograr desplazar aquellos sistemas socio-técnicos que propician la construcción de barreras de origen institucional público o privado, aunque también social, y que al ser de carácter muy dinámico, interfieren en el desempeño de la hoja de ruta o trayectoria asumida en las agendas globales para reducir los impactos ambientales y promover las acciones requeridas para dinamizar la transición energética.

Los gobiernos y la sociedad de los países concurren ante la presencia de unos desafíos significativos para asegurar sentar las bases de cambios profundos en el modo actual de vida. El año 2030 es un lapso de tiempo que, en definitiva, se encuentra asociado al corto plazo y ante esta situación, el interés de emprender acciones orientadas a ejecutar los procesos de transición energética previstos en el contexto de acuerdos climáticos de Naciones Unidas, presenta un carácter esencial.

Como bien está establecido en el mencionado Sexto Informe, al momento presente, (a) de lograr detener las causas que extienden la dimensión de las superficies afectadas y las emisiones generadoras de la alta huella de dióxido de carbono (CO_2) y de otros GEI, (b) de acuerdo a los investigadores climáticos el nivel del daño ya ocasionado a la fecha ha sido tan grande y las emisiones almacenadas en la corteza terrestre son de tal dimensión, que la trayectoria del calentamiento global continuaría durante un lapso de tiempo que se extendería más allá de la fecha prevista en la Agenda 2050[9]. Fecha relacionada con la decisión de eliminar en su totalidad las emisiones netas de CO_2 y que constituye por sí misma, un factor esencial para limitar las emisiones antropogénicas; que se extienden a lo largo del Planeta Tierra.

En consecuencia, resulta evidente que transitar por la actual senda de conflictos constantes y riesgos para cumplir con la Agenda 2050, solo será posible con una fuerte preparación de la sociedad global para resistir el impacto de acontecimientos futuros de carácter ambiental. E implementando medidas que propicien la construcción de capacidades productivas e incrementando capacidades de resiliencia en instituciones y los habitantes. Estas acciones de gobierno requieren de (a) la implementación de extensos programas de inversión dirigidos a la adecuación de las infraestructuras existentes y que, como complemento, (b) sean activadoras de las gestiones para alcanzar equilibrios entre un consumo apropiado de recursos naturales y las medidas para asegurar la sustentabilidad del medio ambiente; al largo plazo.

De acuerdo a lo establecido en la visión de la Agenda 2050, una transición hacia una economía inclusiva y baja en carbono enfocada a compensar a las poblaciones más afectadas y vulnerables ante riesgos climáticos, precisa la movilización de importantes recursos financieros provenientes en su mayoría de políticas fiscales implementadas por los gobiernos, de la banca de desarrollo nacional y multilateral, de los bancos de inversión y de capital de riesgo. En este esfuerzo el sector privado deberá desempeñar un papel más destacado, y en coordinación con las agencias de gobierno, canalizar inversiones, desarrollar instrumentos de mercado y propiciar el diseño de nuevos mecanismos y normas regulatorias adaptadas a criterios de sustentabilidad y protección ambiental (OECD, 2022a).

Un esfuerzo que requiere gestionar, de manera ágil y con la debida atención, la coordinación entre sectores privados y gobiernos de los países. Y el cual, al estar afirmado en amplios consensos alcanzados al interno de la sociedad en general, le confiere una fuerte legitimación para convertir los procesos de implantación de las reformas requeridas por la agenda climática, en la transición energética, en una acción política viable; construida ésta, en los principios del dialogo inclusivo.

Acción que conforma una vía de implementación de un nuevo contrato social que promueve la colaboración entre agentes de la sociedad y cuyo interés primordial es propiciar: (a) no sólo la ampliación de las protecciones climáticas en el

[8] Se refiere a los siete gases contemplados en el Protocolo de Kyoto y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido de nitrógeno (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), hexafluoruro de azufre (SF_6), y trifluoruro de nitrógeno (NF_3).

[9] Durante las Conferencias de las Partes (COP) del año 2015 en la celebración de la denominada COP21 de París y en la cual se asignaron unos límites de niveles máximos de emisiones de CO_2 que deberían ser satisfechos por los países, se establecieron los parámetros de la transición energética prevista en la denominada Agenda 2050; y que establece eliminar las emisiones netas de carbono a nivel global, para el año 2050.
Las COP se iniciaron en Berlín, Alemania Federal el 7 de abril de 1995 (COP1) con el interés de ejecutar medidas de amplio consenso (COP1, 1995a y COP1,1995b), enfocadas en políticas y programas orientados a establecer equilibrios entre la implementación de acciones dirigidas a alcanzar desarrollo económico y las de preservación del medio ambiente.

nivel exigido por la transición energética, (b) sino también mejorar la condición de precariedad de los más vulnerables y cumplir con los objetivos previstos en la componente social de la Agenda 2030; orientada ésta, a satisfacer la estrategia del DHS.

Las economías climáticas … ¿paradigmas del capitalismo climático del siglo XXI?

Los anteriores comentarios están relacionados con los inconvenientes que se aprecian en la identificación del cómo gestionar, por parte de los gobiernos, la viabilidad de las mejoras socioeconómicas y cumplir con las políticas globales del DHS contenidas en la Agenda 2030. Coincidentes con el concepto principal de aquellos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), estas están enfocados en centrar políticas públicas orientadas a accionar amplias medidas de reducción del impacto de la pobreza y las desigualdades.

En realidad, el inconveniente de una gestión pública enfocada a mejoras socioeconómicas es que, por su afianzamiento en la búsqueda de lograr resultados positivos siempre concluye en promover una orientación unidireccional centrada en cómo construir crecimiento económico. En esta situación, para cumplir objetivos del DHS, en la práctica se vinculan acciones de gobierno con premisas del modelo económico progresivo tradicionalmente promovido por la banca multilateral: (a) el crecimiento económico se fundamenta en acumular incrementos en productividad y se logra a través de la expansión de los mercados, y (b) al facultar que la población disponga de mayores recursos personales, invierta en consumo y aumente la demanda de bienes y servicios, generando de tal forma, una actividad económica expansiva (Martínez-Barruchi, 2022c).

Durante las sesiones de las Conferencias de las Partes – en adelante por sus siglas en inglés, COP[10] – realizada en el año 2015 con la celebración de la denominada COP21 de París y en la cual se asignaron límites de niveles máximos de emisiones de CO_2 que deberían ser satisfechos por los países, se establecieron los parámetros para adelantar los procesos y acciones de las señaladas en las páginas anteriores como la transición energética y la visión de la Agenda 2050. Acciones previstas a ser implementadas coincidiendo, a partir de diferentes evoluciones de activación, durante el inmediato y el corto plazo hasta concluir en el año 2050, como año limite.

En la COP21 de París se acordó acelerar el cumplimiento de las denominadas Contribuciones Determinadas por Nación – en inglés *"Nationally Determined Contributions"* y en adelante por sus siglas, NDCs –, que corresponden a un conjunto de metas establecidas en la lucha global contra el cambio climático a ser alcanzadas en base a compromisos específicos, aceptados por cada país (NDC, 2021; COP21, 2015a y COP21, 2015b).

Las NDCs están fundamentadas en eliminar emisiones netas de carbono – en inglés *"net-zero CO_2 emissions"* y en adelante por sus siglas, NZE – y cumplir expectativas previstas en diferentes escenarios de la visión de la Agenda 2050. Una acción asociada a la perspectiva de alcanzar la señalada anteriormente condición de neutralidad climática (Aalto, 2023) y formaliza una decisión que constituye un factor esencial para limitar las emisiones antropogénicas sobre el Planeta.

Es apropiado considerar que uno de los propósitos de adelantar la transición energética bajo criterios del DHS, reside precisamente en la particularidad de coincidir con medidas precisas y de alcance global destinadas a reducir presiones por sobreexplotación de recursos naturales provenientes de la naturaleza y limitar el consiguiente impacto climático que causa sobre el capital natural del Planeta. Ahora bien, cuando se analiza la implementación de las políticas globales del DHS, pero en este caso encaminadas sólo a asegurar la culminación de la transición energética prevista en la Agenda 2050, se observa que ésta coincide con escenarios que involucran inmensas inversiones para adelantar aquellos procesos contenidos en la transición energética, que se encuentran orientados a configurar una economía baja en producción de carbono.

Es evidente que esta condición de culminación obliga a ejecutar plazos de ajuste y cumplir unos objetivos climáticos que, a veces, muestran carácter contradictorio, porque: (a) no sólo implica sustituir consumos de combustibles provenientes del sector de los hidrocarburos y el sector del carbón, generadores de la alta huella de carbono y de otros GEI, (b) sino también desarrollar e implementar diversas soluciones socio-técnicas de carácter viable que aseguren modificar y reemplazar la casi totalidad de la amplia infraestructura operacional existente a nivel global.

En el contexto de la economía y el desarrollo a futuro, esta acción de cumplir con objetivos climáticos comprende sustituir en la práctica toda la infraestructura operacional existente que, en definitiva y como realidad objetiva, está asociada a los motores energéticos y modos de vida imperantes que le han venido otorgando sentido de desarrollo a la economía global.

De ahí deviene el interés de centrar la transición energética en sucesivas etapas de reducción del número de industrias y equipamiento urbano existente, generador de alta huella de carbono, por medio de la sustitución con dispositivos que operen con energías favorables al ambiente. Cumplir este objetivo determina emprender las medidas para evaluar cómo asegurar disponer de medios suficientes y eficaces destinados a la recuperación, reconstrucción y adecuación de la infraestructura operacional presente en los sectores de servicios e industriales en los países; una acción coincidente en su más amplio espectro, con actividades de

[10] La última Conferencia de las Partes fue la COP29, realizada en Bakú, Azerbaiyán; en noviembre de 2024.

descarbonización de las infraestructuras energéticas[11]. Adicionalmente, estas medidas deberían aplicarse observando que el cumplimiento de las acciones regionales de la transición energética debe orientarse a sostener y proyectar un carácter de impacto global; bajo el esfuerzo del denominado "Pacto de Solidaridad Climática" presentado por el S. G. de la ONU en la COP 27 del año 2022, celebrada en Sharm el-Sheik, Egipto.

En paralelo, para adelantar los procesos de descarbonización, convendría emprender medidas claves dirigidas a la adecuación de infraestructura operacional de los sectores de la construcción, transporte, servicios públicos y de las industrias en general. Procesos que deben considerar la inclusión de cambios relevantes en los sistemas operacionales de servicios en la mayoría de edificaciones comerciales, las destinadas al disfrute social y por supuesto, viviendas.

Una acción condicionada a lograr éxitos relativos en descarbonización de infraestructuras energéticas requiere también comprometer a los gobiernos a construir nueva infraestructura destinada a satisfacer la consiguiente expansión de la demanda del servicio de energía eléctrica; prevista en la idea de masificación de los procesos de electrificación.

La transición energética requiere de una modificación extensa y radical de los actuales patrones de consumo de la economía. Las estrategias de reducción de emisiones revisten un carácter crítico y son un fuerte desafío para intensificar el desarrollo de las inversiones en innovación y nuevas tecnologías orientadas a las protecciones ambientales y mejoras en eficiencia en consumo de recursos. Enfocadas estas nuevas inversiones a obtener soluciones relevantes (a) en equipamientos de servicios industriales y de movilización y transporte, y (b) en incrementos del uso de dispositivos electrónicos y electrodomésticos presentes en la vida moderna. Los cuales, como resultado de la masificación de los procesos de electrificación requieren asegurar una mayor eficiencia energética. Y sin olvidar, la necesidad de expandir los usos de los sistemas de digitalización para mejorar la climatización de ambientes; acción dirigida a una fuerte reducción del consumo energético (WEF, 2022a).

El resultado de la manera en la cual la economía global propicia la implementación de estos procesos de descarbonización, incluidos en la visión de la transición energética expuesta en la Agenda 2050, se ha venido denominando y adquiriendo mayor notabilidad pública bajo el término de capitalismo climático (Newell, 2010):

(a) un modelo que facilita la implementación de cambios sustanciales para sustituir el actual sistema de desarrollo industrial y modo de vida basado en tecnologías del carbono afirmadas en consumo de productos de origen fósil;
(b) y que se inserta en la necesidad del modelo capitalista de mantener, durante el mayor lapso de tiempo posible, las oportunidades para aprovechar la disponibilidad de tasas de crecimiento económico estables, beneficiándose de las variaciones en los ciclos económicos.

El capitalismo climático, aunque es intrínseco a un nuevo ciclo económico, no se considera un modelo de economía política. Al contrario, corresponde a prácticas apropiadas de la economía empresarial y del desarrollo de los negocios que se emplean como potenciadores de la transición energética para cumplir con las visiones de la Agenda 2030 y la Agenda 2050; asumidas por los gobiernos, corporaciones y asociaciones no-gubernamentales. En su razón de ser una práctica de desarrollo empresarial, reviste la idéntica condición de riesgo que continuamente asumen todos los paradigmas de negocios, que es: cómo asegurar la disponibilidad de suficientes fuentes de financiamiento en plazos extendidos de tiempo.

En relación a la necesidad de disponer y ampliar las fuentes de financiamiento, los gobiernos, por medio de unas políticas públicas eficaces que incluyan combinaciones de regulaciones e incentivos, podrían propiciar que las propias empresas en asociación con el sector financiero, que integra bancos de inversión, capital privado dirigido a inversiones de riesgo, fondos de riqueza y pensiones, y compañías de seguros, dirijan sus intereses de negocios a enfocarse en financiar inversiones en industrias y tecnologías que aseguren implementar el desarrollo de infraestructura de descarbonización (McElwee, 2020).

Para finalizar esta introducción a la idea de capitalismo climático, es oportuno comentar que la transición energética conforma un conjunto de acciones de gobierno fundamentadas en el interés de acelerar una transformación económica global, caracterizada en lograr producir bajos niveles de emisión de carbono; que cuenta con amplio consenso de apoyo ciudadano. Transformación que requiere cambios en los patrones de inversión y conductas de consumo, e inversiones significativas en innovación en tecnologías y en adecuación y construcción de una nueva infraestructura con baja huella de carbono; junto a la adopción de nuevos mecanismos de financiamiento que soporten las acciones climáticas (PMR, 2021).

Como se puede apreciar, las inversiones en activos asociados a la implementación de extensos programas dirigidos a la adecuación de las infraestructuras existentes,

[11] Descarbonizar el sector energético significa reducir la intensidad de emisiones de carbono y otros GEI a la atmósfera, incrementando los consumos energéticos a través de energías renovables y eliminando los consumos de combustibles fósiles; esta acción se aplica a medios de transporte, necesidades de transferencia de calor en infraestructura industrial y a los patrones de consumo energético en ámbitos urbanizados, promoviendo procesos de electrificación (LSE, 2020).
En las plantas termoeléctricas que operan con carbón como combustible principal, sustituir el consumo de carbón por gas natural significa reducir emisiones de carbono, desde un promedio de 900g CO_2/kWh hasta 400g CO_2/kWh.

deben encontrarse alineados a los ODS asociados a los resguardos contra el cambio climático. Y en particular, con la adaptación a la visión de la Agenda 2050 de las infraestructuras de servicios públicos destinadas a satisfacer requerimientos de servicios y habitabilidad en espacios urbanos de los países. Servicios dentro de los cuales es un factor clave, el suministro de energía eléctrica. El suministro de energía eléctrica es considerado un activador clave del desarrollo en las sociedades modernas y requiere, por lo tanto, la observancia de orientaciones muy específicas establecidas en los ODS relacionados con la transición energética y los resguardos contra el cambio climático.

A efectos prácticos es necesario organizar los mecanismos para propiciar cómo el sector empresarial contribuye a articular unas políticas climáticas propias, demostrativas de impactos positivos al ambiente y que afirmen expectativas establecidas en visiones de los ODS. Expuestos en la Figura Nº 01 incluida en la siguiente página, y que se corresponden a los siguientes:

- ODS 06: Agua Limpia y Saneamiento,
- ODS 07: energía asequible y NO contaminante
- ODS 09: Industria, Innovación e Infraestructura,
- ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles,
- ODS 12: Producción y Consumo Responsable,
- ODS 13: Acción por el Clima,
- ODS 14: Vida Submarina,
- ODS 15: Vida de Ecosistemas Terrestres,
- ODS 17: Alianzas para lograr los Objetivos.

Figura Nº 01. Objetivos de Desarrollo Sostenible asociados a resguardos climáticos
Fuente: PNUD, página electrónica; acceso el día 23/Febrero/2023
https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html

Abordar los problemas de riesgo del cambio climático es un factor relevante para desarrollar estrategias corporativas en las empresas bajo conceptos y visiones que, en un escenario general, observen la alineación de objetivos a corto y largo plazo para lograr recaudar capital de financiamiento dirigidos a inversiones climáticas. Dentro de esta visión de la estrategia, la trayectoria proyectada también debe considerar la relevancia de aquellos impactos climáticos que genere la empresa en el medio ambiente y la sociedad; y de los mecanismos a implementar, para mitigar las externalidades negativas.

Para lograr los cambios socio-técnicos que requiere la transición energética, es necesario que las políticas climáticas se diseñen de modo que reflejen circunstancias locales y generen nuevas oportunidades económicas en apoyo del bienestar de todos. La aplicación de los instrumentos financieros del capitalismo climático, como el mercado de créditos y permisos de emisiones de carbono o los mecanismos de compensación e intercambio de bonos verdes, que coinciden con prácticas potenciadoras de la transición energética y garantizan la movilización de recursos financieros privados, permiten canalizar flujos de capital privado para movilizar las innovaciones sobre mitigación de emisiones de GEI dentro de las empresas y aprovechar la creatividad, para desarrollar productos y tecnologías con bajos niveles de emisión de carbono. Y, por ende, mediante la armonización de las ganancias empresariales con inversión e innovación de bajos niveles de emisión, impulsar progresos hacia la Agenda 2050 (PMR, 2021).

Es en razón de la necesidad de contribuir a la articulación de las políticas climáticas, que el propósito principal de aplicar instrumentos financieros climáticos está orientado a conformar estrategias corporativas que adecúen los modelos de negocio, de manera de abordar de forma efectiva los riesgos relacionados con el cambio climático y contribuir a la alineación de las empresas con los objetivos climáticos del artículo 6 del Acuerdo de París de 2015 – en adelante por sus siglas en inglés, CMA[12] –, que es una disposición que determina cómo los países pueden reducir en el tiempo los niveles de emisiones de CO_2 – las definidas en las NDCs –, a través del denominado comercio de créditos de carbono[13]. Objetivos que coinciden básicamente en favorecer la adaptación de modelos de negocios empresariales, en base a una contribución positiva a la transición a una economía baja en carbono (ICMA, 2020).

Paradigmas del capitalismo climático del siglo XXI … externalidades ¿fallas de mercado?

Es oportuno comentar una idea propuesta en las teorías del DDE en la década de 1990, cuándo al observar en los análisis acerca de cómo mejorar capacidades competitivas de los países, se identificó la existencia de limitaciones institucionales generadoras de barreras que impiden el desarrollo, y que se materializó: en la teoría de la dependencia de la trayectoria[14].

Estas limitaciones institucionales se materializan, de acuerdo a la teoría de la dependencia de la trayectoria, en fuertes condiciones de inercia que obstaculizan las oportunidades de contribuir a desarrollar hojas de ruta eficaces para implementar aquellas transformaciones sistémicas del ámbito social, que facilitarían abordar, en mejores condiciones, los asuntos del cambio climático de la transición energética. Como también, agilizar la formación de políticas públicas de carácter climático orientadas a la

[12] En inglés, *"the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement"* (CMA).
[13] en inglés, *"carbon credit trading"*.
[14] En inglés, *"dependence path theory"*.

implementación de tecnologías de reducción de impactos ambientales.

La teoría de la dependencia de la trayectoria se convierte en una herramienta de análisis poderosa y conforma un método apropiado para interpretar el impacto de las resistencias al cambio que ocurren al interno de los países. Esta teoría está dirigida a analizar cómo la historia, con la cual los países han acometido las políticas de crecimiento económico, social y político, influye a través de resultados positivos, aunque también negativos, sobre decisiones de gobierno para alcanzar el desarrollo (David, 2007). Y en particular, en aquellas decisiones asociadas a la implementación de las políticas de innovación tecnológica (Reeding, 2002); foco de atención de la Agenda 2050.

Esa trayectoria, que influye en decisiones de estado e impacta la formación de instituciones, incluso puede contribuir o retrasar procesos de integración de las ideas asociadas a la cultura democrática propiciada por el pensamiento occidental, y orientada a la formalización de los acuerdos sobre el conjunto de la sociedad (Greener, 2005). Resulta evidente que esa cultura de acuerdos ha sido también una determinante del crecimiento del negocio de la industria energética global e impulso al desarrollo de innovación y tecnología en este sector. Que ha sido, no obstante, respaldado por los altos niveles de consumo de combustibles fósiles en los países desarrollados.

El inconveniente con esta cultura de acuerdos es que favorece la construcción de estructuras complejas de relaciones entre instituciones públicas y privadas que, de manera muy eficaz, se posicionan e influyen negativamente sobre las decisiones de respaldo a la ejecución de recursos de orientación climática; en particular aquellos relacionados con la implantación de nuevas tecnologías del sector energético. Se configura de esta manera un tipo de estructura compleja de interrelaciones privativa de las sociedades del mundo desarrollado con elevada densidad del uso energético, aunque también es aceptada en las economías emergentes, y se la distingue por manifestarse a través de una proyección de dominio de carácter tecno-institucional[15] sobre el conjunto de la población en los países; y a escala global.

Convendría aplicar este concepto de complejo tecno-institucional – en adelante por sus siglas en inglés, TIC – para interpretar con efectos demostrativos, cómo la historia ha influenciado las acciones de gobierno y el enfoque aplicado para la implementación de procesos de adecuación institucional dirigidos al sector energético, observando el grado de impacto ocasionado en ciertos países en la configuración de una trayectoria típica en la implantación de las decisiones políticas.

Esta idea de una trayectoria típica en la implantación de las decisiones políticas se circunscribe, (a) no sólo a la capacidad que disponen las grandes infraestructuras tecnológicas relacionadas con la industria energética global para influenciar las decisiones y políticas públicas, (b) sino en cómo la actuación de estas organizaciones de carácter empresarial y los mecanismos que promueven de gestión e interconexión entre las instituciones, a su vez generan unas prácticas culturales que tienden a formalizarse al interno de la sociedad. Estas prácticas culturales se caracterizan por el potencial de amplificar y extender en el tiempo, sobre las sociedades modernas, la permanencia de dominio del mencionado TIC (Unruh, 2004).

Está comprobado que la mayor cantidad de infraestructuras tecnológicas catalogadas como responsables de la elevada generación de emisiones de CO_2 y GEI que se aprecia en los países, se encuentran relacionadas con el sector energético. Las plantas generadoras de energía termoeléctrica y los grandes sistemas de transporte basados en motores de combustión interna, no sólo se ubican en los países desarrollados sino también en aquellos países en desarrollo que exteriorizan una alta concentración y dependencia económica de los sistemas extractivos y de transformación de los recursos de origen fósil. Venezuela conforma un caso particular de análisis para identificar el alcance de implantación de acciones correctivas.

Es por esta razón que la estructura compleja de relaciones, reproducida vía grandes sistemas tecnológicos, como es el sistema energético, debe interpretarse: (a) no sólo por la característica principal de agrupación de dispositivos tecnológicos discretos, que son distribuidos a través de un territorio para dar lugar a una elevada densidad de sus infraestructuras tecnológicas, (b) sino por la realidad bajo la cual dispone de capacidades de maniobra para integrarse en las instituciones vía un sistema complejo de interrelaciones y que refleja una alta habilidad, para condicionar el comportamiento social.

El grado de amplitud de la penetración social y política del mencionado complejo de carácter tecno-institucional, y que se muestra en aquellos países con influencia económica para proyectar su dominio a través de la industria energética global, configuran unos factores limitantes a ser tomados en consideración en la implantación de las políticas climáticas. Esta potencialidad de alta influencia real y proyección de dominio de la industria energética, afectan la capacidad de decisión de los gobiernos y la sociedad en general para adelantar los procesos de la transición energética; previstos en la Agenda 2050.

Ahora bien, los procesos de cambio que se relacionan con transformaciones sistémicas del ámbito social, y la transición energética es un caso emblemático, para lograr alcanzar

[15] La noción de complejo tecno-institucional – en inglés "Techno-Institutional Complex" (TIC) – propuesta entre otros por Gregory C. Unruh, se refiere a la interacción sistémica entre tecnologías e instituciones que genera resistencias al cambio; y como lo establece el autor, más que una teoría establecida, es una herramienta para organizar el análisis de políticas en el contexto de los grandes sistemas basados en la energía (Unruh, 2000 y Unruh, 2004).

resultados satisfactorios dependen de la capacidad de desplegar programas de actuación que permitan alcanzar un desarrollo planificado y cumplan las etapas previstas en trayectorias o rutas programadas en escala de tiempo; vía la secuencia lógica de acciones definidas en un modelo de cambio de la sociedad.

Esta secuencia lógica a su vez debería estar ajustada (a) a las visualizaciones de la realidad futura que se aspira conseguir y (b) a una caracterización apropiada de condiciones iniciales y de borde presentes en el entorno dónde se desenvuelven programas y sus proyectos integrados (USAID, 2017). Por esta razón resulta axiomático considerar que las carencias internas de recursos, de hecho, limitarán las posibilidades de éxito y retardarán la implementación de los cambios.

Los procesos de cambio, para alcanzar niveles de éxito, dependen de considerar identificar, con suficiente anticipación y actuando sobre el modelo a emplear, el grado de incidencia que se proyecta o deriva de los análisis, de los impactos en la hoja de ruta que podrían ser originados:

(a) o por medio de mecanismos causales que se aplicarán como componente de intervención y al interno del proceso de cambio, para alcanzar los resultados esperados (Stein, 2012);
(b) o también, vía interferencias externas inducidas por el ámbito económico o institucional.

En los modelos de cambio los impactos producidos por las interferencias externas son considerados como unas variables independientes del modelo a emplear; o de los mecanismos causales aplicados. Es relevante la identificación temprana de impactos que puedan causar, porque en programas de fuerte incidencia social tienen la capacidad de modificar: (a) tanto el impulso inicial, (b) como la eficacia de las acciones previstas a lo largo de la hoja de ruta; o la trayectoria establecida.

La industria energética global, que se ha desarrollado impulsada por los altos rendimientos económicos de los negocios energéticos y también vale decir, por medio del amplio soporte de los gobiernos, ha venido creando en el tiempo unas condiciones de dominio que han conseguido construir estructuras monolíticas y resistentes a los cambios tecnológicos, institucionales o sociales que afecten sus intereses de negocio. Adicionalmente, ha desarrollado una fuerte capacidad de gestión para influenciar a los gobiernos y a la sociedad, a través de las arriba mencionadas interferencias externas (Seto, 2016). Es decir, con un efecto demostrativo se aprecia el impacto que ocasiona la historia de estas condiciones de dominio, en la trayectoria de procesos de adecuación institucional y decisiones de gobierno que implican una fuerte incidencia social.

La resistencia al cambio también se expresa a través de los comportamientos al interno de la sociedad que se exhiben en momentos cuándo se rechazan oportunidades de inversión, guiadas a sustituir o reducir la magnitud del impacto ambiental que alcanzan, en las sociedades modernas, la operación de la infraestructura y las actividades económicas dependientes de la industria energética. Y lo anterior, con independencia del amplio conocimiento difundido y reconocido a la fecha en la sociedad global que, para desarrollar un crecimiento sustentable y como acción de carácter vital, se requiere, en la industria energética, modificar los patrones de consumo de los combustibles derivados de los recursos de origen fósil. Acción que se promueve vía la sustitución por nuevos combustibles de bajo contenido de carbono o en su defecto, reduciendo actividades operacionales del mercado de insumos de origen fósil; es decir, extracción, transformación y comercialización.

Casos representativos de resistencia al cambio en la sociedad y que se encuentran asociados a reproducir incrementos en consumos de combustibles fósiles, son las acciones que favorecen:

(a) la extensión del uso de vehículos con motores de combustión interna para satisfacer las necesidades de movilidad personal y el transporte terrestre de larga distancia;
(b) la interconexión de pasajeros en distancias lejanas, por medio de aviones comerciales;
(c) y el transporte marítimo de grandes volúmenes de carga, aunque a bajo costo, que mejora la operabilidad e incrementa la productividad de las cadenas de suministro global.

La superposición de los intereses particulares de la sociedad con los negocios de la industria energética de combustibles fósiles, si bien es cierto que ha contribuido a acelerar en los tiempos modernos el crecimiento económico y el desarrollo de la humanidad experimentado, también es preciso reconocer que genera fuertes condiciones de inercia que dificultan adelantar el esfuerzo de inicio requerido para acometer la visión de la Agenda 2050; y la propia transición energética.

Estas condiciones de inercia además limitan las oportunidades de contribuir a desarrollar unas hojas de ruta eficaces para continuar con aquellas transformaciones sistémicas del ámbito social que facilitarían abordar, en mejores condiciones, los asuntos del cambio climático en la transición energética. Como se observa en las limitaciones o interrupciones en procesos de decisión de los gobiernos para agilizar la implantación de tecnologías de reducción de los impactos ambientales.

Existe un tema de atención especial y que coincide con analizar la influencia del TIC sobre la cultura de la sociedad y que se materializa en el hecho de cómo, a pesar de las evidencias mostradas en el Sexto Informe del IPCC, se aprecia una fuerte situación de inercia para acometer acciones previstas en la visión de la Agenda 2050. Una inercia que se desenvuelve de una manera independiente del grado de difusión alcanzado y de la comprensión adquirida a la fecha, por la sociedad global, sobre las desventajas y riesgos que implica en la sustentabilidad de la vida del Planeta continuar

extendiendo en el tiempo unas decisiones de gobierno que se caracterizan por retrasar las gestiones de protección ambiental; y en algunos casos, hasta acometer medidas drásticas que reduzcan impactos del cambio climático o por fenómenos de carácter ambiental.

Es demostrativo cómo esa inercia tiende a perpetuar las condiciones de dependencia económica del negocio energético de los combustibles fósiles, generando unas barreras que restringen los esfuerzos científicos y tecnológicos, económicos, políticos y sociales requeridos para desarrollar las innovaciones orientadas a reducir las emisiones de CO_2 y GEI; y los otros impactos climáticos.

A estas barreras de origen institucional público o privado, aunque también social, inducidas por el sector energético dedicado al negocio global de los combustibles fósiles, se denominan en los estudios sociales como bloqueo del carbono[16] (Unruh, 2000 y Seto, 2016). Barreras que se caracterizan porque interfieren en el desempeño de la hoja de ruta o trayectoria asumida en las agendas para reducir impactos ambientales y promover la transición energética. Como ha sido expuesto, de igual manera (a) no sólo tienden a desplegarse para inhibir aquellas iniciativas de innovación diseñadas bajo orientaciones de protección climática, (b) sino la competitividad de las tecnologías alternativas bajas en carbono; restringiendo los accesos al intercambio de materias primas y su comercialización en los mercados; para una posterior transformación en productos.

Es apropiado considerar que, en los momentos en los cuales la infraestructura y los productos que se integran a través de los grandes sistemas de energía basados en los combustibles fósiles, son considerados por los gobiernos dentro de los esquemas de seguridad nacional, con el objetivo de (a) afianzar la distribución de servicios universales y satisfacer mercados internos de combustibles, o (b) expandir la proyección de los intereses nacionales, ocurre la situación en la cual la descrita inercia, construida por la industria energética global, se institucionaliza transformándose en una acción política de gobierno.

Acción de gobierno que interfiere y anula las fuerzas del mercado para desarrollar nuevas tecnologías alternativas enfocadas a disminuir el riesgo climático y extiende, vía políticas de estado, la presencia de los sistemas asociados al bloqueo del carbono. Afianzando así, las capacidades de permanencia en el tiempo y de influencia en la toma de decisiones, del mencionado complejo tecno-institucional; construido por el sector de las empresas energéticas.

En la medida que los sistemas de bloqueo del carbono se vuelven omnipresentes, no sólo ocurre una superposición de intereses de la industria energética con los intereses particulares de la sociedad, sino que ésta última tiende a desarrollar mecanismos de adaptación y se integra, por medio de rutinas y rituales sociales impresos en la vida cotidiana, perpetuando de esta forma los engranajes con los cuales se exterioriza el concepto del bloqueo del carbono (Unruh, 2019).

En Venezuela, con una economía dependiente del complejo industrial energético integrado por (a) la amplia capacidad de la infraestructura de extracción y procesamiento para transformar el recurso hidrocarburífico – gas y petróleo crudo – en productos considerados de alto valor en el mercado global y (b) las necesidades de estabilización y expansión de los servicios de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, los gobiernos no pueden evadir los riesgos que representa la capacidad de intervenir, aplicando el argumento asociado a la necesidad de proteger soluciones de negocios existentes, porque ésta es requerida para superar la crítica situación social, política y económica por la que atraviesa el país. De manera que, previendo la condición de monopolio de las empresas energéticas asociadas a la IPPN y a CORPOELEC[17], continuar manteniendo la dependencia en una economía extractiva de recursos de origen fósil, adoptando las mencionadas conductas inducidas por el sector energético dedicado al negocio global de los combustibles fósiles. Acción que reproducen las típicas barreras del bloqueo del carbono que interfieren en la hoja de ruta de la agenda climática y la transición energética.

En relación a lo expuesto sobre el concepto del bloqueo del carbono se aprecia que, en las economías desarrolladas también podría aplicarse la teoría de la dependencia de la trayectoria para demostrar la ocurrencia de otra segunda falla clave del mercado, complemento de la anteriormente mencionada causalidad de las externalidades climáticas. Causalidad que se manifiesta a partir del momento en el cual las empresas privadas no identifican valor o no descubren incentivos apropiados para desarrollar inversiones y esfuerzos destinados hacia una investigación e innovación tecnológica, enfocada a reducir emisiones de GEI. En consecuencia, deviene en una situación bajo la cual no se produce suficiente competencia en la comercialización de los servicios y productos climáticos para satisfacer la demanda en los mercados (OECD, 2022b).

Esta segunda falla clave del mercado, asociada a limitada presencia de competencia en los mercados, es un desafío relevante en la hoja de ruta global asociada a las políticas de descarbonización. A través de la teoría de la dependencia de la trayectoria se observa la demostración de cómo el resultado de las inversiones tempranas, desplegadas por el sector energético y dirigidas a desarrollar y comercializar tecnologías de transformación de los recursos provenientes de combustibles fósiles, ha venido reforzando en el tiempo sus propias capacidades competitivas de penetración de los mercados, dificultando de esta manera la entrada de

[16] … en inglés, *"carbon lock-in"*.

[17] Nota: las siglas se refieren a la CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL (CORPOELEC); empresa del estado venezolano propietaria de la infraestructura y encargada de operar el sector eléctrico de Venezuela.

productos y nuevos servicios orientados a las protecciones climáticas (Acemoglu, 2014).

Desafiar las capacidades competitivas establecidas en el mercado es un caso emblemático de dificultades que se observan en el sector del transporte para sustituir las actuales tecnologías de locomoción (Aghion, 2016 y Smil, 2010) y acelerar el cambio tecnológico dirigido hacia el uso intensivo en los sistemas de movilidad y transporte, de las nuevas tecnologías de descarbonización; o combustibles sintéticos o un mayor uso de vehículos eléctricos (Hadjilambrinos, 2021 y Smil, 2021).

Es procedente adicionar a esta situación de falla del mercado, que obstaculiza el desarrollo de innovaciones y la adopción de nuevas tecnologías de preservación ambiental, la relevancia que adquieren las acciones de promoción y asistencia técnica de parte de los gobiernos para:

(a) reducir las debilidades de coordinación existente entre industrias cuya visión y objetivos, se encuentran orientados a suministrar servicios y tecnologías de descarbonización conducentes a ser mercadeados en los sectores energético, de manufactura, transporte y de la construcción;
(b) y corregir las limitaciones o impedimentos de carácter institucional, presentes en los países, que tienden a restringir el desarrollo empresarial y de los individuos hacia innovaciones climáticas destinadas a ser implementadas en los sistemas interconectados de transporte de cargas y personas, y también en servicios públicos de suministro de energía y agua y recolección de desechos y descontaminación de efluentes, con énfasis en reciclaje de materiales.

Existen experiencias de coordinación intersectorial, comprobadas con éxito durante la década de 1950 en los casos emblemáticos de Corea del Sur y Taiwán (Ekbladh, 2004 y Amsden, 1989), a través de las cuales se aprecian los beneficios económicos y sociales derivados de la actuación de un estado gestor de la asistencia técnica foránea, que se transforma en un agente dinamizador de la aplicación de nuevas tecnologías en los procesos de industrialización, y que actúa enfocado:

(a) en promover amplios incentivos de coordinación entre diferentes sectores privados para afianzar las capacidades de producción de la industria local;
(b) y en la construcción de la institucionalidad requerida para asegurar la implantación del concepto de modernización de la economía.

Es conveniente tener en cuenta que las crisis coyunturales de carácter político o humanitario, también son aprovechadas a manera de justificación para fortalecer las barreras que originan el mencionado bloqueo del carbono. Y de no ser accionadas por los gobiernos unas gestiones de corrección y medidas de reorientación, se alterarían progresos alcanzados en la agenda climática que ralentizarían los avances en reducción de los NZE; previstos en la Agenda 2030 (FT, 2022).

Los gobiernos y la sociedad de los países están ante la presencia de desafíos significativos para asegurar sentar las bases de cambios profundos en el modo actual de vida; y en un lapso de tiempo que, en definitiva, se encuentra asociado al corto plazo. Ante esta situación, el interés de emprender las acciones orientadas a ejecutar los procesos de transición energética previstos en los acuerdos promovidos en el contexto de Naciones Unidas, presenta un carácter esencial.

Las barreras a los procesos de transición energética en Latinoamérica … y Venezuela

En el aparte anterior se mostró una breve descripción acerca del asunto de las barreras que interfieren en el desempeño de la hoja de ruta o trayectoria asumida en las agendas para reducir los impactos ambientales y promover la transición energética; denominada en los estudios sociales como bloqueo del carbono[18] (Unruh, 2000 y Seto, 2016). Convendría señalar que, en el caso de los países de Latinoamérica y el Caribe (ALyC), dentro de los cuales Venezuela se expresa con una circunstancia particular al fundamentar su economía en extracción y procesamiento de recursos de origen fósil, estas barreras muestran un carácter más general, las cuales se expresan no sólo con el objeto de inhibir iniciativas de innovación orientadas a protecciones climáticas; reduciendo competitividad de las tecnologías alternativas bajas en carbono.

Con efectos de argumentación y observando en perspectiva los países de ALyC, estas barreras institucionales en lo general se erigen como un obstáculo de la activación de la agenda climática, y, por lo tanto, superan el límite de implantación de tecnologías favorables a la protección climática; característica del típico bloqueo del carbono que se aprecia en los países desarrollados. Convirtiéndose en una condición de obstáculo que constituye un asunto de atención especial de parte de los gobiernos de la región para cumplir la agenda climática global, abarcando un amplio espectro que incluye:

(a) desde las barreras de carácter político que afectan sostener las decisiones en el largo plazo y propician una cultura en la sociedad, negacionista a propiciar la defensa ambiental;
(b) las barreras propiamente asociadas a las debilidades institucionales de organización que limitan la eficacia de implementar marcos legales apropiados a fomentar la idea del DHS;
(c) las barreras relacionadas a las fallas de mercado que se derivan de la falta de implantación de una cultura de regulación de mercados, que impulse la competitividad;
(d) hasta las específicas a las debilidades de la infraestructura existente para acometer los programas de adaptación requeridos en una transición

[18] … en inglés, *"carbon lock-in"*.

energética, apoyada en maximizar los procesos de electrificación de las actividades cotidianas de una sociedad moderna.

En el aparte anterior se comentó que la agenda climática precisa de la configuración de una realidad institucional mayor, fundamentada en un plan energético nacional. El cual, como política de estado, requiere de objetivos de largo plazo y una perspectiva coherente dirigida al desarrollo de infraestructura climática, que viabilice la colocación de recursos financieros por inversionistas públicos y privados; al mejorar desempeños obtenidos en los mercados que rigen la economía climática.

El inconveniente cardinal reside en cómo crear atractivos comerciales para atraer recursos financieros tendientes a superar debilidades en la infraestructura energética existente, por medio de nuevas inversiones para acometer los programas de adaptación requeridos en una transición energética. Que precisa de maximizar procesos de electrificación y de satisfacer la expansión de la demanda a partir de una nueva infraestructura de generación, transmisión y distribución de energía sustentada, en incremento del aprovechamiento de fuentes renovables – biomasa, eólica, hidroeléctrica, solar, oceánica –.

Adicionalmente, los países de ALyC muestran rezagos sustanciales en inversiones asociadas a incrementar los espacios territoriales de implantación de las redes de transmisión de potencia eléctrica; y en superar las limitaciones de los sistemas de distribución y comercialización de energía eléctrica para propiciar la incorporación de las innovaciones asociadas a los nuevos sistemas de generación distribuida. Innovaciones que precisan de un marco regulatorio:

(a) que favorezca el intercambio entre los bloques de energías oscilatorias de potencias pequeñas derivadas de la aplicación de nuevas tecnologías de captación energética de origen renovable – solar o eólica y corrientes oceánicas –, y los bloques energéticos de gran potencia, característicos de los sistemas de mayor densidad energética;

(b) y propicie esquemas tarifarios que promuevan las inversiones privadas dirigidas a la masificación de instalaciones de generación distribuida, con el objeto de operar bajo el carácter de productor – consumidor del servicio de energía eléctrica o "*prosumer*" (sic).

En los países interesados en cumplir objetivos de la agenda climática, el inconveniente o reto principal a superar es que tanto los inversionistas privados y las mencionadas instituciones financieras requieren, como orientación primordial para otorgar sus servicios financieros, que se encuentren en fase de ejecución o al menos de implementación, un conjunto de políticas climáticas asociadas a reformas institucionales y del marco legal y regulatorio dirigidas hacia la operación del sector energético, bajo el criterio de mercados abiertos y con mecanismos claros de gestión destinados a la aplicación de medidas de ajuste tarifario. Para así asegurar la participación de la inversión privada en todos los eslabones de las cadenas industriales – en especial las del servicio de energía eléctrica: generación, transmisión, distribución y comercialización – (Martínez-Barruchi, 2020a).

Es oportuno considerar que estos requerimientos deben incluir unas mejoras adicionales en los aspectos ambiental y de seguridad de las operaciones del sector energético. Es decir, un conjunto de acciones integradas a partir de los procesos de reforma del mercado energético (Razavi, 2007).

Los procesos de reforma del mercado energético implican un fuerte cambio del marco legal y el establecimiento de las reglas del mercado energético. En particular, la elaboración de los documentos asociados a las bases y prácticas del mercado – cálculo, instrucciones, reglas –; y las guías operativas de comercialización – fórmulas y procedimientos – (Martínez-Barruchi, 2021b). En estos documentos se establecen:

(a) los principios y procedimientos de operación y planificación del mercado;

(b) los diferentes mecanismos de subastas a corto, mediano y largo plazo, con el interés de interpretar características específicas de hacer negocios en mercados abiertos de energía;

(c) los mecanismos de ajustes tarifarios, de subsidios e impositivos para desarrollar el régimen de operación del sistema de intercambio comercial de valores financieros – de vital relevancia en el sistema tarifario del servicio de energía eléctrica – y también de permisos de acreditación por emisiones de CO_2, de certificados de energías limpias o de asignación de bonos verdes;

(d) y en particular, los métodos de arbitraje y los mecanismos de resolución de controversias para establecer alcance de los incumplimientos del servicio a través de los eslabones de la cadena industrial del sector eléctrico y gestionar fallas en los procesos de adjudicación de créditos al carbono o incumplimientos en las cuotas de emisiones de CO_2 asignadas a las empresas.

La mayor limitación que muestra adelantar los procesos de transición energética en los países de ALyC reside en los cambios culturales relacionados con la celeridad para interpretar las características específicas de hacer negocios en mercados energéticos de carácter abierto y competitivo. Como, por ejemplo:

(a) implementar mecanismos tarifarios, de subsidios e impositivos para desarrollar el régimen de operación del sistema de intercambio comercial de valores financieros y de permisos de acreditación por emisiones de CO_2;

(b) o en particular la gestión de fallas en los procesos de adjudicación observadas a través de mecanismos de regulación de créditos de carbono, en ambos sistemas de obligatorio cumplimiento o voluntarios, que son regulados por leyes nacionales o regionales;
(c) o incumplimientos en límites de cuotas de emisiones de carbono permitidas o asignadas y que posteriormente son resueltos por mecanismos propios a la idiosincrasia de países desarrollados – o a través del sistema legal o por negociación directa o por arbitraje extralegal –.

Es apropiado señalar que la condición de requerir ayuda financiera y gerencial de las instituciones financieras globales, obliga a desarrollar planes convenientes a los intereses nacionales, asociados a privatización del sector energético o medidas de transferir activos para su operación por parte de empresas privadas. En consecuencia, esta condición determinará la necesidad de reforzar el ambiente de un futuro mercado competitivo, (a) por la vía de aplicar mecanismos de regulación de mercado y, (b) con el interés de atraer inversión privada y cumplir las expectativas de satisfacer el incremento en demanda de servicios de suministro de energía eléctrica, incrementando la viabilidad económica de las empresas del sector con ajustes tarifarios convenientes; opción ésta última, que siempre ocasiona tensiones entre gobiernos y consumidores.

Está demostrado que la viabilidad económica en las empresas del sector energético, en general se alcanza ampliando la calidad y seguridad del servicio por la vía de reducción de los costos operacionales – transferidos al consumidor – y no sólo aplicando las acostumbradas medidas del tipo *"business as usual"* (sic) – en adelante por sus siglas en inglés: BAU –; como son la extensión de subsidios cruzados o los incrementos tarifarios. Este es el fundamento para construir un mercado energético abierto y competitivo.

La forma en cómo se proponga el alcance y el plazo de ajuste para adelantar un proceso de privatización, es factor de análisis principal (a) para balancear las necesidades de adecuar y construir infraestructura y servicios públicos, (b) a través de la incorporación de nuevos agentes en los negocios operativos y comerciales. Es evidente que los agentes privados y públicos deben superar el piso de rentabilidad del negocio, pero ajustándose a las realidades adquisitivas de la población. Los procesos de privatización deben ser considerados dentro de los factores de análisis como propuesta en el nuevo paradigma de modelo del mercado energético; extendido a los países de ALyC (Martínez-Barruchi, 2019).

Como factor de atención para cumplir los compromisos del concepto de NZE, resulta evidente que de no existir una infraestructura de redes de transmisión y distribución de energía eléctrica que faciliten la conexión entre zonas donde se ubica el recurso energético renovable y zonas en las cuales se practica el consumo de energía, se limitan las oportunidades para fomentar la construcción de aprovechamientos de generación de energías renovables a costos competitivos.

Es necesario considerar que los tiempos requeridos para expandir la capacidad de transmisión y ejecutar la construcción de nuevas líneas eléctricas de potencia, en la mayoría de los países de ALyC, supera un plazo de 7 años de ejecución de obras (OLADE, 2023). Dificultando el cumplimiento (a) de la visión del ODS 07: Energía Asequible y NO Contaminante en las metas de la Agenda 2030 y (b) de las metas de control del año 2035 en la Agenda 2050.

Es apropiado recordar que, en la lógica de los sistemas energéticos nacionales en ALyC, de acuerdo con ideas propuestas en teorías del DDE desde la década de 1960, ha privado el diseño de ubicar bloques de generación de potencia de la mayor densidad energética aprovechable. En el caso particular de la generación de energía hidroeléctrica, resulta evidente que se desarrollan y ubican en sitios dónde ésta se encuentra disponible; y de igual manera que las plantas termoeléctricas de generación de energía, son emplazadas en las cercanías a los centros urbanos, para reducir inversiones en transmisión de energía y bajo el criterio de propiciar el desarrollo industrial en los centros urbanos (Martínez-Barruchi, 2022b).

SECCIÓN II … Políticas y Estrategias; Venezuela en la economía climática

Al prestar un apropiado examen a la dimensión de los desafíos globales que se presentan al año 2025, producto de la profundidad de crisis económicas y desequilibrios sociales a nivel global, que a su vez inciden sobre el país, se evidencia la necesidad de aceptar que las acciones de gobierno para recuperar orientaciones de un desarrollo sustentable en Venezuela revisten un carácter complejo y requieren de la participación y apoyo de amplios sectores de la sociedad nacional.

Estas orientaciones configuran un asunto de gobierno de especial atención y previenen acerca de la necesidad de propiciar un convencimiento de aceptación general, que, para conseguir ayuda financiera apropiada para reconstruir el país y en cantidades mayores y diferentes a la proveniente de los fondos asociados a la ayuda humanitaria ofrecida para resolver los problemas del corto plazo, es prudente emprender un proceso de indagación acerca de las fuentes de financiamiento foráneo disponibles a través de opciones de inversión de carácter climático y dirigido hacia una pronta inmersión de los sectores industriales y de servicios nacionales, en las prácticas expuestas anteriormente sobre el capitalismo climático.

En las actuales condiciones de profunda crisis social, política y económica por la que atraviesa Venezuela, recuperar orientaciones de crecimiento económico sustentable se muestra como un desafío de gobierno muy elevado a superar. Esta realidad condiciona la necesidad inmediata de orientar

decisiones políticas destinadas a convencer a los agentes de mercado que: las existentes barreras institucionales han sido eliminadas y el país está abierto a la economía y los mercados globales.

Sin embargo, superar la presente crisis del país no sólo reside en centrarse en resolver los problemas institucionales y generar condiciones de mercado que faciliten la búsqueda y obtención de financiamientos en condiciones convenientes, como las relacionadas a facilitar el arranque de los procesos de descarbonización en ámbitos urbanos y sectores industriales del país. Se requiere emprender importantes acciones previas para convencer a la sociedad local y a los gobiernos foráneos, que existen intenciones de adelantar medidas de transformación de las estructuras de gobierno, en el nivel exigido por la transición energética pautada en el contexto de Naciones Unidas, para acometer de manera sincronizada: una política climática comprometida con la visión de la Agenda 2050 y coherente con satisfacer compromisos de la estrategia del DHS.

Venezuela, al ser un país que a través de los últimos cien años ha venido reproduciendo condiciones de una economía centrada en la extracción de recursos naturales provenientes de los hidrocarburos, dispone para los efectos de amplias infraestructuras de soporte a operaciones extractivas, de transformación y logística relacionadas con la industria energética. Circunstancia que, si bien es cierto, por un lado, permitiría acelerar la recuperación económica y disponer de manera continua de ingresos suficientes para construir prosperidad en la población, por otro lado, debería simbolizar un propósito de especial atención para prever efectos negativos de los impactos causados al medio ambiente y las personas; derivada de la evidente condición de ser éste un país con economía fundamentada en la extracción de recursos energéticos y minerales.

No obstante, esta realidad objetiva que identifica con claridad el funcionamiento e incidencia de carácter político y social de una economía nacional centrada en la extracción de hidrocarburos y minerales, los gobiernos de Venezuela todavía no han logrado establecer y desplegar, como aspecto fundamental de un desarrollo generador de prosperidad, y sin derivar en consecuencias ambientales devastadoras, una política energética orientada a:

(a) satisfacer un consumo oportuno de los recursos provenientes del capital natural, observando requerimientos y principios válidos de sustentabilidad del medio ambiente;
(b) y promover la eficiencia energética, suministrando energía segura, confiable y asequible, y respaldada en un alto contenido del consumo de energías provenientes de infraestructura asociada a fuentes renovables de generación.

Es evidente que en la Venezuela actual existe un desajuste entre los objetivos que correspondería satisfacer una política energética integral en el aprovechamiento de recursos naturales disponibles y asociada a protecciones al medio ambiente, orientada a cumplir las NDCs y los objetivos que figuran en leyes nacionales, estrategias y planes de gobierno.

Las medidas de carácter institucional iniciadas por los gobiernos nacionales desde el año 1994 – ver Anexo 01 – para adscribir los tres principales tratados climáticos de la ONU[19], (a) el CMNUCC, (b) el CMP o Protocolo de Kyoto y (c) el CMA o Acuerdo de Paris, si bien enuncian la disposición de cumplir compromisos ante la ONU para abordar el cambio climático, no deben considerarse como actos de suficiente firmeza para satisfacer los requerimientos básicos de política climática en un país que, como Venezuela, reproduce una economía afianzada en la explotación de hidrocarburos y minerales; y se ubica sobre un territorio nacional con amplia disponibilidad de recursos naturales que compensaría ser explotados observando estrategias de preservación y de desempeño efectivo, en cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad en el largo plazo.

Resulta indiscutible que las realidades objetivas de cada país determinan las estrategias para acometer, reforzar y cumplir con determinación los planteamientos del DHS. Enfocados éstos, a establecer objetivos de largo plazo que, como consecuencia directa, condicionan la ejecución de la agenda climática a nivel nacional.

En razón a lo expuesto, iniciar una política climática en Venezuela fundamentada en combinar y adelantar una estrategia enfocada en alcanzar metas y objetivos del DHS y fortalecer los ODS relacionados con la transición energética, con la finalidad de operar como herramienta normativa efectiva correspondería ser considerada e incluida como un componente importante de las soluciones para superar la crítica situación social, política y económica por la que atraviesa el país.

Situación que, adicionalmente a configurar con extrema dureza una realidad de profunda crisis general del país, condiciona cualquier estrategia de desarrollo a largo plazo a concentrarse en resolver e identificar, de manera rápida y eficiente:

(a) el alcance de las medidas necesarias consideradas clave para adelantar los procesos de reconstrucción asociados a la infraestructura operativa de los sectores industriales, de servicios públicos y habitacionales del país;
(b) y que, al mismo tiempo, permitan reorientar las políticas de desarrollo económico y social del país,

[19] Los tres principales tratados climáticos de la ONU, son los siguientes:
(a) la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), perfeccionada a través de las sucesivas COP;
(b) el Protocolo de Kyoto, en inglés, *"the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol"* (CMP);
(c) y el Acuerdo de París, en inglés, *"the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement"* (CMA).

observando protecciones al medio ambiente y el cumplimiento de las NDCs.

En relación a la infraestructura operativa de Venezuela asociada a los sectores industriales, de servicios y habitacionales de la población, es una realidad demostrada en el acontecer diario y sólo por la crudeza de las fallas, que estos sectores no se encuentran en condiciones operacionales apropiadas para satisfacer los requerimientos del desarrollo requeridos por un país de economía energética.

Situación que se expresa no tanto por la deficiente gestión del gobierno, que ha extendido a cualquier espacio habitable del país los impactos del daño ocasionado a instalaciones y recursos de personal, sino que, por carencia de inversiones oportunas ha profundizado las limitaciones en prestación de servicios. Producidas éstas, por atrasos en adoptar decisiones destinadas a la actualización de la capacidad operacional de activos asociados a la infraestructura de los servicios públicos.

En particular la infraestructura operativa destinada a satisfacer los requerimientos de movilidad, servicios y habitabilidad en los espacios urbanos del país y dentro de los cuales resaltan: la continuidad en el servicio de agua potable y el suministro de energía eléctrica. Éste último, un activador del desarrollo en las sociedades modernas y que requiere, por lo tanto:

(a) de la observancia de unas orientaciones muy específicas establecidas en los ODS relacionados con la transición energética y resguardos contra el cambio climático;
(b) y analizar, definir y establecer cómo articular una política climática demostrativa de impactos positivos al ambiente que afirme las expectativas establecidas en las visiones de los ODS, expuestos en la Figura Nº 01, incluida anteriormente en la SECCIÓN I.

Los procesos de reconstrucción de infraestructura, en paralelo a su implementación bajo los criterios del DHS, permitirían reorientar las políticas de desarrollo económico y social del país, contemplando precisas y extensas protecciones al medio ambiente. Acciones que al final, coinciden en el interés de fortalecer y alcanzar objetivos de una política climática efectiva.

El actual nivel de deterioro del medio ambiente experimentado en Venezuela, desde inicios del siglo XXI, configura una situación de crisis real de carácter socioeconómico que obliga a identificar nuevas opciones para emprender medidas de saneamiento ambiental y reconstrucción de la infraestructura. Dirigida ésta, más a adelantar su adaptación y ajuste a lineamientos de transición energética, que de recuperación de la misma para operar bajo condiciones originales de diseño.

Con criterios de política climática, estas opciones facilitarían asegurar unas altas capacidades operacionales que reviertan, al final, en condiciones apropiadas tanto de prestación de servicios como de los espacios habitables en el territorio de Venezuela. Factores del desarrollo primordiales a ser considerados para: acelerar la obtención de mejoras y alcanzar un nivel de vida mínimo de la población. Un apropiado nivel de vida que, de acuerdo a la Agenda 2030, todo ser humano tiene derecho para satisfacer necesidades sociales que aseguren desarrollar una vida digna.

Para asegurar el derecho a una vida digna de la población en Venezuela, contenida en la estrategia de DHS, es apropiado considerar que reviste de especial relevancia adoptar acciones primarias para proceder, de manera rápida y eficiente, al saneamiento ambiental y reconstrucción de la infraestructura operacional y urbana del país. Adicionalmente y con carácter concurrente, es indispensable demostrar el interés de gobierno y sectores claves de la economía nacional y la sociedad, de adelantar una política climática que certifique el cumplimiento de los compromisos de Venezuela con la agenda climática global; y los objetivos de la transición energética, al 2035.

Como comentario final, sería prudente reforzar el interés de favorecer la difusión de nuevas aproximaciones político-culturales que incorporen, al lenguaje cotidiano de la sociedad, la utilidad y obligación ciudadana de incidir de manera colectiva en las exigencias sobre el cumplimiento de los compromisos adquiridos, por los gobiernos de Venezuela, dentro del ámbito de los acuerdos internacionales orientados a asegurar la implementación de medidas para reducir los impactos del cambio climático. Acción de empoderamiento de la sociedad que debería complementarse promoviendo la difusión de mecanismos de control ciudadano sobre la gestión de iniciativas de gobierno tendientes a reducir desigualdades sociales; éstas últimas, en la Venezuela actual, se manifiestan con claros rasgos de profunda y extensa crisis sistémica.

El desafío político reside en cómo adelantar unas medidas precisas de gestión de gobierno, orientadas a la adaptación de políticas públicas a la agenda climática global, que incidan en mejoras de las relaciones de producción y de convivencia social. Medidas de gestión que, por compromisos de gobierno adquiridos por Venezuela, corresponderían implementarse: (a) vía el fortalecimiento institucional y (b) en observancia de la visión expresada en los ODS. Que es la ruta del DHS.

Venezuela y transición energética … oportunidades del comercio global de créditos de carbono

Es fundamental considerar que los compromisos de niveles de emisión de CO_2, establecidos en las NDCs, deben ser reducidos en el tiempo y de acuerdo con un programa que asegure alcanzar los objetivos de la Agenda 2050, asociados a la eliminación de emisiones netas de carbono. Compromisos que configuran de por sí una política global que no facilitará habilitar a los países de economías extractivas de recursos naturales provenientes de los hidrocarburos y minerales, al igual que a todos los países con una fuerte base industrial y

grandes centros urbanos, a intentar la posibilidad de evadir el cumplimiento de las acciones de neutralidad climática, más allá del hito del año 2050.

Es por esa razón de obligación de cumplir la agenda global para enfrentar el cambio climático, que los gobiernos están condicionados a identificar mecanismos de ayuda internacional y fuentes de financiamiento que faciliten desarrollar inversiones pertinentes, para lograr un equilibrio entre:

(a) cumplir las metas de la componente social de los ODS en la visión de la Agenda 2030;
(b) y asegurar compromisos de alcanzar metas de neutralidad climática en la Agenda 2050.

En aquellos países que disponen de reservas naturales de biósfera o no superan los niveles de emisión de CO_2 establecidos en los compromisos de las NDCs, como Venezuela, y al igual que los procesos de innovación en economías desarrolladas, para obtener resultados satisfactorios los gobiernos deberían enfocarse en propiciar mecanismos de implementación de los instrumentos y prácticas expuestas del capitalismo climático, mostradas anteriormente en la SECCIÓN II.

Instrumentos y prácticas que se aplican con amplia difusión en mercados abiertos y competitivos, que no sólo representan oportunidades convenientes de captación de recursos monetarios directos en dinero efectivo, o por la vía de activar transacciones de carácter financiero para desarrollo de infraestructuras previstas en la agenda climática, sino que facilitan la implantación de reformas institucionales y del marco legal y regulatorio dirigidas a una nueva operación de la economía.

Venezuela exterioriza la disponibilidad de reservas naturales de biósfera y las cuales, antes de concluir el plazo abierto hasta el año 2050, deberían ser aprovechadas como fuente de recursos financieros, promoviendo la apertura del sistema financiero nacional para asegurar la participación en el negocio global del intercambio de instrumentos de inversión relacionado con el comercio de créditos de carbono y los permisos de emisión, de compensación vía bonos verdes o de los créditos por captura de emisiones de GEI. Los instrumentos de inversión climática representan oportunidades de canalizar e incrementar la captación de recursos financieros y configura con claridad, un asunto de atención del gobierno.

Al respecto es oportuno exponer que dadas las condiciones de disponibilidad y promesas de soporte financiero y asistencia técnica comprometidas en la COP26 de octubre del 2021, bajo las perspectivas de alcanzar el escenario del año 2050 y en relación al cumplimiento de la política de NZE, sería adecuado por parte del gobierno nacional aprovechar el largo plazo a recorrer para, sin diferimientos y la incomodidad que generan los cambios o las nuevas orientaciones de gobierno:

(a) desplegar capacidades presentes asociadas a la explotación de los recursos energéticos provenientes del capital natural aprovechable en el territorio de Venezuela, como vía para obtener recursos financieros y cumplir compromisos de pago de los préstamos dirigidos a la adecuación de la economía y satisfacer exigencias de la componente social de los ODS;
(b) y ajustar las expectativas de desarrollo económico a largo plazo, en base a las medidas y obligaciones promovidas en las políticas globales para enfrentar el cambio climático.

Venezuela dispone en las cuencas hidrológicas de la margen derecha del río Orinoco de alta capacidad de aprovechamiento hidroeléctrico sobre las cuales, sin embargo, no se establecen planes firmes de acometer una explotación coherente con protecciones climáticas y defensa del ambiente en la total dimensión que significaría su aprovechamiento, y que, a su vez representa:

(a) así como una imagen a replicar en ámbitos de los piedemontes de las tres Cordilleras de la Costa y la de los Andes, junto a los propios rios de llanura del país;
(b) una oportunidad para orientar esfuerzos a recuperar biodiversidad en zonas de influencia de las cuencas y aprovechar el recurso de gestión del agua para usos múltiples.

La gestión del agua para usos múltiples, bajo el concepto de áreas de protección especial prevista en las leyes nacionales del ambiente, permitiría incidir en la implementación de una de las medidas de descarbonización global más eficaces al momento, como es ser sumidero o captador de las emisiones de CO_2. Acción que coincide en promover el máximo desarrollo de los recursos forestales y ampliar la extensión de las superficies destinadas a este tipo de industria. Estos aprovechamientos, por la capacidad intrínseca de absorción de emisiones, son un recurso natural renovable que opera como agente de equilibrio en la contabilidad global de emisiones de CO_2.

Como ha sido expuesto, el desarrollo sustentable de las reservas naturales de biósfera facilita las oportunidades de apertura de nuevos negocios enfocados a competir en el comercio global de créditos de carbono y que, al ser de carácter ambiental, mejorarían la posición negociadora de Venezuela en la búsqueda de financiamientos asociados al desarrollo de la infraestructura de recursos renovables. Adicionalmente, política de desarrollo sustentable que se ubica dentro del conjunto de las metas establecidas por los países en la agenda para enfrentar el cambio climático, aplicando el concepto de NZE.

Es oportuno mencionar que la situación actual de Venezuela al disponer de un Sector eléctrico Nacional (SEN) diseñado para generar, casi un 65% de la energía eléctrica en

base a fuentes renovables de energía, como son las plantas hidroeléctricas y que serán mejoradas al incorporar tecnologías de aprovechamiento de la energía solar y eólica, posiciona al país favorablemente para acometer los programas de la transición energética y cumplir con los compromisos globales dirigidos a alcanzar la neutralidad climática de la Agenda 2050 (Martínez-Barruchi, 2020b).

Condiciones intrínsecas disponibles en el territorio de Venezuela que serían ampliadas a medida que, durante la fase de transición energética, se consoliden las medidas de electrificación de los procesos operativos en la industria, los servicios y los ámbitos urbanos, incorporando:

(a) los procesos de descarbonización de la infraestructura existente asociada a la generación termoeléctrica, en conjunto con los sectores de industrias destinadas a la explotación y procesamiento de hidrocarburos y minerales;
(b) y en paralelo, acometer las medidas destinadas a sustitución del actual equipamiento de movilidad personal, fomentando la expansión de los sistemas de transporte

Éstas son oportunidades a ser aprovechadas con el interés de adelantar acciones de gobierno dirigidas a definir a Venezuela como país energético, e interpretando los efectos dinamizadores de la transición energética, acelerar la adopción de medidas orientadas a desplegar una economía nacional fundamentada en la electrificación de los procesos operativos de la sociedad.

El objetivo de esta acción perseguiría orientar los esfuerzos de gobierno a construir suficiente capital humano/intelectual destinado a afrontar los cambios tecnológicos que acompañan a la transición energética y operar una economía centrada en gestión de procesos de alta tecnología y uso expandido de aquellos dispositivos electrónicos y sistemas robotizados, que aseguren agilizar y hacer efectiva la interconexión ciudadana. Propiciando iniciativas para incrementar la participación de la ciudadanía en las decisiones públicas; y en todos los niveles de gobierno.

Las inversiones para adelantar los procesos de transición energética son de magnitud elevada y conseguir financiamientos apropiados configura un asunto de gobierno de especial atención. Implementar decisiones políticas claves para atender las necesidades básicas de la sociedad y de manera concurrente, otorgarles viabilidad a soluciones técnicas para reconstruir la infraestructura urbana, industrial y de servicios del país, obligarán a la búsqueda de nuevas fuentes de financiamiento en unos escenarios globales muy competitivos; por la indisponibilidad presente de recursos financieros.

Ésta es una búsqueda de fuentes de financiamiento bajo condiciones en las cuales, un número importante de países ya se encuentran accionando acuerdos financieros con diferentes agentes de la banca multilateral y los organismos de asistencia técnica y ayuda económica de bloques de los países desarrollados – UE, sudeste asiático, banca regional interamericana –, para superar el impacto de la pandemia del COVID-19; y los desajustes económicos causados por la dureza de la presente crisis política a nivel global, de pronóstico claro de extenderse en el tiempo. Países que en la realidad actual disponen de estructuras jurídicas y económicas comprobadas en la tradición de mercados abiertos; y en su mayoría, se encuentran en mejores condiciones sociales, económicas y políticas para asumir compromisos de deuda e implementar medidas de pago, que Venezuela.

En base a esta fuerte competencia por fuentes de financiamiento a nivel global, no es prudente obviar la realidad vigente expresada por los organismos multilaterales en el interés de reconocer que, el marco legal y jurídico de un país es un factor importante en la toma de decisiones del sistema financiero global para el otorgamiento de préstamos; sobre todo, aquellos orientados a fortalecer, a través de inversiones, medidas que impulsen crecimiento económico de los países.

Las decisiones políticas deberían considerar, como enfoque estratégico, lo determinante que es adoptar por parte del gobierno nacional, medidas precisas de carácter legal para propiciar la concurrencia mayoritaria de inversionistas privados en las agendas de reconstrucción de la infraestructura operacional del país (Martínez-Barruchi, 2022c y Martínez-Barruchi, 2022d). Y de no disponer Venezuela de suficiente credibilidad afianzada en la claridad y confianza que deberían ser mostrados en aquellos instrumentos legales orientados a asegurar que, los procesos de reforma social y económica y apertura al capital privado no se materializan sólo en "intención gubernamental" (sic), será difícil lograr la consecución de fuentes de financiamiento en condiciones apropiadas. Como resultado de esta condición, se limitan las posibilidades de orientar el desarrollo del país en una ruta de fortalecimiento de la democracia y generación de prosperidad en sus habitantes.

Venezuela… Desafíos de la Agenda 2030 y activación de los Acuerdos de la COP26

Al respecto de la credibilidad del país para lograr la consecución de nuevas fuentes de financiamiento en condiciones apropiadas y que configura, en lo inmediato, un asunto de especial atención del gobierno, se comentan a continuación, y brevemente, algunos de los desafíos que representarían para Venezuela menospreciar o asumir compromisos de la Agenda 2030 y propiciar la activación de los acuerdos alcanzados en la COP26 de octubre del 2021, relacionados éstos, con:

(a) cumplir las condiciones para participar en el denominado Programa de Financiación;
(b) y asumir la responsabilidad de implementar medidas para reducir las emisiones globales de gas metano de carácter antropogénico.

El asunto de emisiones o fugas de gas metano se reviste de una particular atención en países de economía dependiente de los hidrocarburos, por la incidencia de derivar en una apreciación negativa de los organismos financieros internacionales al mostrar, a través de fuertes evidencias palpables, que no se han adoptado medidas apropiadas para superar o eliminar una típica falla de mercado denominada externalidades climáticas; que son de carácter negativo (CEPAL, 2017).

Dentro de los tres objetivos globales principales del CMA o Acuerdo de Paris, resalta por su importancia el Programa de Financiación. Al respecto en la COP26 fue acordado comprometer y direccionar esfuerzos, de parte de las economías desarrolladas, con el interés de extender los montos en fondos disponibles y constituir nuevas fuentes de financiamiento enfocadas a permitir a los países cumplir con sus objetivos climáticos; éste es un objetivo a ser canalizado, con total independencia del grado de desarrollo alcanzado en las respectivas economías nacionales.

Por parte de los gobiernos de los países donantes y receptores, se estableció el compromiso adicional de aceptar que los desempeños en la aplicación de fondos de ayuda sean objeto de control sistemático y ejercido a futuro, por agencias específicas de ONU y de los países donantes.

De los términos del Acuerdo Final de la COP26, conviene extraer y resaltar dos intenciones destinadas a incrementar la disponibilidad de recursos financieros de ayuda orientados a mitigar los impactos del cambio climático y adelantar acciones que aseguren cumplir los compromisos de reducción de emisiones de GEI; con un énfasis especial dirigido, hacia países en desarrollo.

La primera intención se relaciona con el compromiso de las economías desarrolladas, en un plazo que se cumple en el año 2025, de duplicar los montos del actual fondo de adaptación de países con economías en desarrollo; y, continuar suministrando los recursos monetarios necesarios hasta alcanzar un monto con una cifra cercana a US$[20] 40 mil millones.

No obstante, el texto subraya: la necesidad de movilizar la financiación climática *"… de todas las fuentes para alcanzar el nivel necesario para lograr los objetivos del Acuerdo de París, incluido el aumento significativo del apoyo a los países en desarrollo, más allá de 100.000 millones de dólares al año …"*, – ver: UNFCCC, 2021a; UNFCCC, 2021b y COP26, 2021b –,

La segunda intención se relaciona con establecer de manera independiente, y en paralelo a los mencionados fondos financieros de ayuda, otro instrumento de ayuda internacional para los países con menos recursos y/o más vulnerables, que se concibe enfocado como mecanismo de control de daños y pérdidas para recuperar el alcance de impactos sociales y en infraestructura causados por fenómenos extremos vinculados a la crisis climática – elevación del nivel de los océanos, sequías, lluvias extremas, colapsos de la economía –. Para los efectos se constituyó un nuevo instrumento financiero denominado "Diálogo de Glasgow sobre Daños y Pérdidas"[21].

Es oportuno comentar que el Programa de Financiación, ajustado a los términos del Acuerdo Final de la COP26, configura en lo inmediato un asunto de particular atención por el gobierno de Venezuela, tomando en consideración que, durante la COP26 34 países y 5 instituciones financieras públicas anunciaron que:

(a) durante el año 2022 suspenderán el apoyo internacional a nuevas inversiones del sector energético relacionadas con combustibles fósiles – carbón e hidrocarburos –;

(b) y al mismo tiempo exhortaron, a las instituciones financieras privadas y a los bancos centrales, a comenzar a reorientar inversiones y soporte financiero hacia programas y proyectos energéticos inscritos, bajo el interés de alcanzar objetivos de eliminación de emisiones netas de carbono, de la Agenda 2050, es decir, implementar el concepto NZE.

Con esta intención, en conjunto, se conforma un nuevo objetivo estratégico de financiamiento vinculado a superar la crisis climática en un escenario posterior al año 2025. Una acción a ser implementada por los gobiernos, que se traduce en acelerar el impacto de las medidas de descarbonización de los países para cumplir con la visión de la Agenda 2030.

Las acciones, mencionadas al principio del presente aparte, para detener las emisiones o fugas de gas metano, es un asunto de particular atención en los países de economía dependiente de los hidrocarburos. Desde el punto de vista técnico-científico, reducir emisiones de metano es la forma más efectiva en costo – es decir, rentable – de frenar rápidamente el aumento de la temperatura global. Razón por la cual, durante la COP26, un total de 103 países adscribieron un Compromiso de carácter global, promovido por USA y la UE en fecha 2 de noviembre del 2021, para reducir las emisiones globales de metano en un 30% para el año 2030[22] (COP26, 2021c y COP26, 2021d).

El objetivo de reducir emisiones de metano coincide en el interés de tratar de cumplir al menos, con la meta de controlar los incrementos de la temperatura media del Planeta en 1,5° C; como lo establece la COP21 de Paris. Es preciso señalar que, dentro de estos países, que representan casi la mitad de las emisiones antropogénicas de metano y coinciden con el 70% de la economía mundial, Venezuela con una economía centrada en la explotación de hidrocarburos no participa del Compromiso – ni tampoco Paraguay y Bolivia –; a pesar de ser una acción adoptada por la mayoría de las

[20] Se refiere a dólares de los Estados Unidos de América (US$).

[21] En inglés, "Glasgow Dialogue on Loss and Damage" (GDLD).

[22] En inglés, "the Global Methane Pledge".

naciones sudamericanas y caribeñas. Una situación que amerita ser corregida en el futuro inmediato.

También es conveniente mencionar que, el 25% del calentamiento global actual es impulsado por emisiones de metano de carácter antropogénico. Estando demostradas las evidencias que los generadores conspicuos de mayor impacto ambiental coinciden con (a) industrias asociadas a petróleo y gas – 35% de impacto por venteo[23] a la atmósfera –, (b) la producción agropecuaria – 40% de impacto – y, (c) los vertederos de desechos sólidos y efluentes de los núcleos urbanos.

Los actuales niveles de concentraciones de metano en la atmósfera terrestre se encuentran por encima de los estimados en los escenarios proyectados al 2° C de la brecha de temperatura. En consecuencia, el objetivo de alcanzar una reducción de 1,5° C, previsto en el Acuerdo de París, no se puede lograr a un costo razonable sin adoptar previamente decisiones drásticas para alcanzar la meta de reducir en 40% las emisiones de metano en el año 2030 (PNUMA, 2021; IPCC, 2013 y WB, 2023).

Como bien ha sido expuesto, tanto en el mencionado Sexto Informe del IPCC como en el Acuerdo Final de la COP26, la realidad muestra que los resultados obtenidos a la fecha, vía los compromisos de los países, no favorece la intención de alcanzar esa meta del 40% de reducción de las emisiones de metano.

El inconveniente asociado al metano es tener la característica de ser:

(a) 86 veces más dañino que los impactos generados por la huella de carbono y ser un gas con alto factor de polución, aunque de corto plazo de vida (SLCP)[24] comparativamente al CO_2, se mantiene presente sobre la atmósfera del Planeta al menos durante 12 años;

(b) y dentro de los GEI polutantes del aire se considera un precursor del ozono troposférico y un ingrediente clave en la formación de ozono a niveles bajos de la superficie terrestre[25].

Los países han asumido estrategias particulares de reducción de metano y este esfuerzo es el primer enfoque coordinado y unificado para financiar, desarrollar e implementar, soluciones viables a la creciente crisis generada por el incremento de emisiones de metano en la atmósfera. Y destinado a promover este tipo de estrategias de mitigación, en la COP26 fue oficializada la constitución de un fondo de US$ 328 millones; por parte de organizaciones filantrópicas globales.

El Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo, el Banco Europeo de Inversiones y el Fondo Verde para el Clima se han comprometido a apoyar el Compromiso a través de asistencia técnica y financiación de proyectos. La Agencia Internacional de la Energía (IEA) también actuará como asociado en la implementación de proyectos y programas.

Por las condiciones observadas de deterioro en la infraestructura operativa del país asociada a (a) gestión de desechos sólidos y efluentes de los núcleos urbanos y (b) la industria energética en general, en particular la asociada al transporte y suministro de gas metano del país, es prudente considerar que, a partir de la COP27, celebrada en Sharm El Sheikh, Egipto en Noviembre del 2022, Venezuela se encuentra sometida a presiones internacionales con el interés de formalizar medidas para reducir las emisiones de metano. Presiones que se traducirán en nuevas restricciones a ser impuestas para limitar que el país logre activar las transferencias de fondos de ayuda y asistencia técnica; configurando un asunto de especial atención del gobierno.

De cualquier manera, es prudente valorar estas medidas acordadas durante la COP26, que independientemente del incremento de montos contemplados como fondos de ayuda, restringen y condicionan las aprobaciones de recursos de ayudas financieras hacia países en desarrollo. Y con particular incidencia en aquellos que disponen de economías fundamentadas en extracción de recursos energéticos y minerales.

Sería pertinente considerar que la Venezuela del presente es una economía fallida, centrada en explotación de hidrocarburos y con pocas ventajas comparativas naturales que permitan, con recursos propios, (a) poder financiar, en el corto plazo, la reconstrucción de la infraestructura operativa del país y (b) en el mediano plazo, reorientar la economía para generar riqueza. En consecuencia, una oportunidad de lograr la canalización de transferencias de recursos no podría ser toda resuelta con una acción del gobierno nacional, decretando y sin bases sólidas, la intención de implementar una economía nacional fundamentada en electrificación de procesos operativos de la sociedad; que es un fundamento de las medidas de descarbonización derivado del compromiso del actual gobierno en los NDCs y un requerimiento vital de la Agenda 2050.

El inconveniente que se le presenta al gobierno de Venezuela es internalizar que, adelantar una economía fundamentada en electrificación de procesos implica, no sólo: (a) reorientar las políticas de desarrollo económico y social del país, observando protecciones al medio ambiente y (b) en paralelo activar las medidas orientadas a acometer procesos de reconstrucción para recuperar y adecuar la infraestructura operativa del país. Si bien, ambas medidas de políticas públicas involucran ingentes fuentes de financiamiento, requieren adicionalmente de establecer un conjunto de acciones previas destinadas a la elaboración de una política climática nacional; que en la realidad involucra agilizar la construcción de fortalezas institucionales (Acemoglu, 2008).

[23] En inglés *"flaring"*.
[24] En inglés, *"short-lived climate pollutant"* (SLCP).
[25] En inglés, *"ground-level ozone"* o *"smog"*.

Al momento, con el daño al ambiente causado por los procesos extractivos promovidos por el gobierno nacional y el deterioro de la infraestructura operativa del país, en particular la energética en su totalidad y junto a la suministradora de los servicios sanitarios y control de efluentes, que impacta a todo el ámbito social, resulta evidente la dificultad para que, sin disponer de una política climática nacional, Venezuela pueda participar en el mencionado Programa de Financiación.

La construcción de fortalezas institucionales en base a objetivos de crecimiento económico y generación de prosperidad en la población, combinando aperturas de mercado y medidas de reducción de desigualdades y pobreza, es el requisito fundamental para que un país como Venezuela, con una economía centrada en la extracción de hidrocarburos y minerales, pueda ser considerado como eventual receptor de financiamientos acordados bajo la COP26; como los asociados a resguardos contra el cambio climático y las ayudas para la transición energética.

En economías centradas en la extracción de hidrocarburos, eliminar emisiones de carbono e implementar el concepto NZE, implica que, (a) las ayudas para adelantar la transición energética estén orientadas a lograr esfuerzos de gestión pública y (b) en beneficio de extender capacidades de sostenibilidad democrática, consolidar unas estrategias de largo plazo enfocadas en mantener ritmos de desarrollo sustentable; en base a objetivos y metas conducentes al escenario del 2050.

SECCIÓN III … Panorama del capitalismo climático del siglo XXI en Venezuela

Procesos de descarbonización en la infraestructura energética industrial del país

La crítica situación que limita la capacidad operacional de activos de la infraestructura industrial, de servicios y habitacional del país, en especial de la Industria Petrolera y Petroquímica Nacional (IPPN), evidencia un entorno de restricciones recurrentes que obstaculizan sostener ritmos de flujos estables de producción en las cadenas de valor de los sectores industriales y de servicios.

Una situación de pérdida de capacidad operacional que impulsa condiciones de estancamiento en los sectores productivos, sean éstos de propiedad pública o privada, y que, por la carencia de disponibilidad de recursos de capital financiero y capital humano, podría convertirse en un factor determinante que obligaría diferir medidas de gobierno encaminadas a adecuar la infraestructura operacional del país y acometer los programas de adaptación requeridos por la transición energética.

Los gobiernos futuros del país tendrán la responsabilidad de adelantar políticas climáticas y una transición energética, que con un distintivo propio no sólo se encuentran enfocadas en maximizar procesos de electrificación en la casi totalidad de actividades cotidianas de una sociedad moderna, sino en activar importantes inversiones en procesos de descarbonización industrial que faciliten extender la vida de los activos; cumpliendo así, con las normativas de la política climática global.

Esta acción de adecuación de infraestructura significa adelantar y comprometer importantes inversiones en desarrollo e implantación de nuevas tecnologías destinadas a reducir los impactos de cambio climático y, en la visión de la Agenda 2050 de neutralidad climática, cumplir con la orientación de activar mecanismos de protecciones climáticas a lo largo de toda la infraestructura operacional de Venezuela. Visión que, para coincidir con los programas asociados a una estrategia de desarrollo sustentable, requiere de identificar y acometer medidas tempranas para adelantar las políticas climáticas.

De la observación de las experiencias en activación de los procesos de transición energética implementadas con éxito por otros gobiernos de países en desarrollo, también con una marcada dependencia económica del negocio energético de los combustibles fósiles y la extracción de minerales, se aprecia que, por el alto nivel de inversiones requeridas y en paralelo a las acciones de reducción de efectos negativos de los impactos ambientales, ha resultado conveniente emprender una planificación de largo plazo enfocada a crear riqueza, disminuir desigualdades y fortalecer la justicia ambiental.

Ejecutar una planificación de largo plazo que sea activadora de gestiones para alcanzar equilibrios entre un consumo apropiado de recursos naturales y las medidas para asegurar la sustentabilidad del medio ambiente, condiciona las acciones del gobierno nacional a buscar un equilibrio entre: (a) cumplir las metas de la componente social de los ODS, en la visión de la Agenda 2030, y (b) asegurar los compromisos para alcanzar las metas de neutralidad climática, de la Agenda 2050.

En caso contrario, está demostrado que las políticas climáticas, por los compromisos que demandan de la sociedad para orientar flujos de ingresos hacia nuevas inversiones climáticas, significan un carácter regresivo y se constituyen en unos incrementos desproporcionados del costo de vida que son transferidos a la población; quienes al final son los que asumen las respectivas cargas fiscales. Y es por esta razón que sería conveniente adelantar la transición energética a través de un entendimiento apropiado de la compleja situación actual de Venezuela, por medio de definir los términos de acción climática a ser adelantados y las diligencias orientadas a superar las restricciones institucionales presentes.

Para alcanzar y lograr en la agenda climática unos niveles de desarrollo eficientes, convendría que las acciones del gobierno nacional adapten y contrasten medidas de implementación y los progresos obtenidos, a través de los indicadores de control de resultados que ya han sido establecidos en la

normativa de los programas de la transición energética; y descarbonización. En la realidad, es a partir de las revisiones de resultados, realizadas por oficiales de los organismos internacionales de ayuda y las agencias multilaterales, que se interpretarán y analizarán los progresos en las políticas públicas enfocadas a ejecutar las acciones de recuperación, reconstrucción y adecuación de la infraestructura operacional del país. Unas revisiones que dedicarán especial atención a valorizar los resultados obtenidos por medio de las mejoras practicadas en convivencia social y el fortalecimiento de la democracia; de acuerdo con la visión del ODS 16: Paz, Justicia e Instituciones Sólidas.

Los procesos de descarbonización de la industria energética nacional coinciden con unas acciones que ya han sido reguladas con los compromisos adquiridos por el gobierno de Venezuela en el ámbito de Naciones Unidas y que deberían enfocarse, en una primera aproximación, identificando cómo adelantar las hojas de ruta destinadas a reforzar objetivos de reducción de emisiones de CO_2 y GEI en el país; para cumplir con la meta de neutralidad climática global de la Agenda 2050.

Este condicionamiento de identificación y ajuste de los alcances en las hojas de ruta, facilitaría la comprensión acerca de cómo incorporar, dentro de las políticas de reconstrucción de activos de la infraestructura operacional del país – industrial, servicios, habitacional –, novedosas estrategias contentivas de unas medidas técnicas de descarbonización oportunas de ser consideradas factibles y rentables para recuperar su inversión, antes de alcanzar cumplir la vida útil de los activos.

Para efectos prácticos, los procesos de transición energética adelantados en países que disponen de una firme agenda climática, centran el interés de las medidas de arranque de los procesos de descarbonización en intensificar la electrificación de procesos operativos de la sociedad, incidiendo en la eliminación de consumos de combustibles fósiles, vía su sustitución en los sistemas de movilidad y transporte y a nivel residencial; y por supuesto, en las industrias y los servicios públicos.

En el inmediato plazo, resulta primordial afrontar que las condiciones para identificar los alcances de las hojas de ruta configuran un desafío cardinal en el ejercicio del gobierno nacional, que obliga a evaluar: cómo asegurar la organización de medios técnicos y financieros eficaces orientados a la recuperación, reconstrucción y adecuación de la infraestructura operacional del país, para iniciar las actividades de descarbonización de las infraestructuras energéticas.

Medios eficaces de adecuación de infraestructura que convendría se definan enfocados en mostrar los incentivos de generar prosperidad en la población, en base a orientaciones específicas de DHS que propicien un aprovechamiento responsable del factor de capital natural disponible – extracción y explotación de recursos –, conforme a un crecimiento adecuado de instalaciones asociadas al factor de capital producido o manufacturado – infraestructura industrial y de servicios –.

Panorama general de los procesos de descarbonización en la infraestructura de la IPPN

En la actualidad los procesos de descarbonización asociados al sector industrial energético que se encuentran en ejecución a nivel global, a través de las cadenas de valor de la extracción de hidrocarburos, las plantas de refinación y mejoradores de petróleo y gas, petroquímicas y de gasificación y las termoeléctricas, vienen siendo adelantados por medio de la implementación de opciones tecnológicas que se encuentran disponibles, probadas debidamente y que concurren en el mercado global en condición de operación a gran escala; facilitando la rápida implantación industrial. E incluyendo dentro de éstas, los dispositivos de captura, utilización y secuestro del carbono (CCUS)[26].

Los procesos de descarbonización del sector industrial energético están orientados a sustituir aquellos equipamientos que requieren, para su operación, consumir productos y combustibles de origen fósil. E independientemente que éstos sean unos combustibles producidos en procesos internos de combustión en las instalaciones de procesamiento de hidrocarburos y sus derivados, que en algunos casos podrían colindar con los criterios al uso en reciclaje de subproductos o de conceptos de la economía circular destinados a mejorar la eficiencia en consumo de recursos de los procesos de manufactura, tienen como característica principal ser agentes causantes de las altas temperaturas que se experimentan en el ámbito de los sitios de ubicación de esas instalaciones. Y fuente de impacto climático, por el exceso de las emisiones de CO_2 y de GEI.

La sustitución del equipamiento asociado a procesos técnicos de alta temperatura en el sector industrial energético nacional, con el objetivo de acondicionar las instalaciones para maximizar el uso de la electricidad en los procesos industriales de producción de derivados de los hidrocarburos y manufactura de productos, y cuya materia prima sean recursos naturales de origen fósil, requiere como contrapartida activar medidas para desarrollar y disponer de un sistema de generación y suministro de energía eléctrica lo suficientemente robusto para satisfacer una operación estable de los procesos industriales.

Con idéntico sentido y a lo largo del territorio de Venezuela, que debe considerarse como un país de economía energética, expandir la implementación de los procesos de descarbonización requiere de acciones de gobierno dirigidas a intensificar la electrificación hacia el mayor número de los procesos operativos de una sociedad moderna – industriales y comerciales, servicios públicos y transporte, residenciales – y disponer de suficiente capacidad operacional para satisfacer, con mayor eficiencia energética y nuevo equipamiento

[26] En inglés, *"carbon capture, utilization and sequestration or storage"* (CCUS)

relacionado con la implantación de tecnologías de aprovechamiento de recursos energéticos renovables, la demanda derivada de la expansión del incremento en los consumos de energía eléctrica.

Ampliar la capacidad existente de generación de energía eléctrica, observando medidas de descarbonización y de aprovechamiento de recursos renovables, podría coincidir con la búsqueda de equilibrios de compensación de emisiones de CO_2 y de GEI, vía implementación de recursos renovables disponibles en el país y coincidentes con: (a) la alta capacidad de aprovechamiento hidroeléctrico que aún no ha sido explotada, y (b) el desarrollo del recurso forestal. Éste, un agente de equilibrio en la contabilidad global de emisiones de CO_2, por la capacidad de absorción de carbono; que, aplicando el concepto de neutralidad climática, abre oportunidades financieras vía el intercambio de créditos y permisos de emisión.

No obstante, son acciones de gobierno que deberán estar justificadas en un balance apropiado entre las condicionantes de carácter tecnológico y los requerimientos técnicos de entrenamiento de los recursos productivos de labor, los cuales podrían modificar, vía incremento de costos de implantación, el alcance de las inversiones requeridas. Asunto de atención

Convendría adelantar una caracterización preliminar de condicionantes técnicos, enfocando aquellos aspectos del costo de repotenciación y adaptación de la infraestructura energética existente, al cumplimiento de la visión de la Agenda 2050, que faciliten adoptar decisiones sobre bases reales que exploten las oportunidades de inversión y los programas de adecuación:

(a) analizando la disponibilidad de transporte en el sistema de gasoductos – considerando que las reservas de metano del país propiciarían su uso como combustible de etiqueta climática, durante la transición energética[27] – de los requerimientos de tecnologías de CCUS y el impacto en inversiones en preparación técnica de recursos de labor;
(b) y contrastando estas capacidades de suministro e inversiones, con las proyecciones de crecimiento y expansión de la demanda del servicio de suministro de energía eléctrica.

Estos condicionantes técnicos precisan de un análisis descriptivo de los aspectos generales necesarios para identificar las bases programáticas de una transición energética nacional, enfocada ésta en los compromisos de la Agenda 2050 y asociada a la implementación de los nuevos procesos de descarbonización en la industria energética del país. Que, sin embargo, continuaría centrada en respaldar a largo plazo la continuidad operativa del sector de explotación y procesamiento de hidrocarburos, y la producción de derivados de combustibles fósiles disponible en la IPPN.

En ese sentido y aplicando los criterios de una transición energética sistemática, que implica adelantar cambios en los modelos de producción, distribución y consumo de la energía para evitar las emisiones de CO_2 y de GEI, debería considerarse que el objetivo cardinal del proceso de descarbonización de la infraestructura operacional de la IPPN reside en: extender los ciclos de vida útil de los activos, con medidas apropiadas de adecuación tecnológica para retrasar los plazos de ejecución de las inversiones de descomisionamiento de instalaciones; previstas en la industria energética global. Un condicionamiento clave para alcanzar la neutralidad climática.

Es apropiado observar que el proceso de descarbonización en países que, como Venezuela, dependen de una economía sustentada en la explotación de recursos naturales de origen fósil, está condicionado o limitado a las posibilidades técnicas de sustituir las instalaciones térmicas e incrementar con agilidad la capacidad de generación de potencia asociada a la expansión de la nueva demanda del servicio de energía eléctrica; prevista en la masificación de los procesos de electrificación. Y lo anterior, en base a cumplir las metas del escenario del año 2040, fecha en la cual se deberán solventar expectativas instituidas en la visión del ODS 7: Energía Asequible y NO Contaminante, de satisfacción de la demanda; y concluir la implantación y puesta en operación de nueva infraestructura para masificar el consumo de la energía eléctrica.

Esta condicionante requiere confrontar de manera efectiva las medidas para superar, tanto la presente crisis política, social y económica por la que atraviesa el país, cómo para activar las acciones de la agenda climática con una visión multidimensional que articule economía, sociedad y ambiente; asegurando cumplir la visión de los ODS al mediano plazo y del DHS, al largo plazo.

Al final, incidiendo en identificar alianzas y opciones de resolución de conflictos para acometer la transición energética, dentro de la visión del ODS 17: Alianzas para lograr los Objetivos, correspondería que los análisis acerca de los desafíos a enfrentar fuesen adelantados en base a la valorización de los diferentes escenarios proyectados al año 2050. Enfocados éstos, en examinar una ubicación apropiada de la IPPN centrada en expectativas factibles de adecuación de infraestructuras y el contraste con las oportunidades de nuevos negocios a ser insertados dentro las tendencias de crecimiento en aquellos mercados globales, que son

[27] Nota: el gas natural, que es un combustible menos dañino al ambiente, la Comisión Europea (CE) ha considerado incluirlo junto a la industria nuclear, dentro de la nueva taxonomía o sistema de clasificación que establece la lista de actividades económicas ambientalmente sostenibles, bajo la etiqueta de "combustibles verdes" (sic) (EU, 2022). Decisión que facilita a la industria energética global la toma de decisiones coherentes, con el interés de redireccionar inversiones para incrementar la extracción y producción de gas; o de eventuales recuperaciones operativas de negocios paralizados.

consumidores de productos sintéticos provenientes de hidrocarburos manufacturados en las corrientes de transformación de las industrias de refinación y petroquímica.

La clave de decisión sobre las inversiones comprometidas con la agenda climática en la IPPN estará dimensionada en función de la capacidad de penetración de los mercados foráneos con nuevos productos manufacturados, a través de los procesos de transformación de los insumos derivados de los hidrocarburos y que éstos puedan ser reconocidos, bajo criterios de resguardo y protección ambiental.

Convendría complementar la valorización de estos escenarios con la identificación de las ventajas inherentes de lograr un balance entre (a) la proyección de los consumos de energías provenientes de los combustibles fósiles, y (b) la búsqueda de equilibrios de compensación en la contabilidad global del CO_2; por la capacidad de absorción de carbono de los recursos renovables disponibles en el país e incrementos en consumos de energías generadas de fuentes renovables.

Estos análisis facilitarán disponer de un mayor conocimiento acerca de los impactos derivados en operaciones de la IPPN, asociados a la correspondiente intensidad de carbono equivalente generado; junto al nivel de emanaciones de metano y las emisiones de CO_2 y de GEI transferidos al ambiente. Y, permitirá disponer de datos con mayor precisión para estimar el alcance de las desviaciones experimentadas en el país y de las medidas a ser ejecutadas para cumplir con los compromisos adquiridos en las denominadas NDCs. Una desviación de los acuerdos climáticos de la COP26 que deben ser satisfechos en un plazo inmediato por Venezuela; y originada por un segmento vital de la economía nacional, como es la industria energética de origen fósil.

Visión de los procesos de descarbonización en la infraestructura industrial de Venezuela

Es oportuno comentar que satisfacer la demanda de servicios de energía eléctrica a los sectores industriales, comerciales y residenciales, incrementando la capacidad instalada en las plantas de generación termoeléctrica con nuevo equipamiento de turbogeneradores a gas o a vapor, y ampliando la capacidad de transporte de energía eléctrica de la infraestructura de transmisión y distribución, podría resultar en una inexcusable necesidad impuesta por las estrategias de desarrollo del país.

Para efectos prácticos, al final resulta que, como una situación indiscutible y afianzada en el propio diseño de la mezcla de generación hidrotérmica actual del SEN, cumplir con el requerimiento de satisfacer la demanda de servicios de energía eléctrica, considerando opciones de desarrollo del país a partir del aprovechamiento del capital natural disponible en el territorio nacional involucra, en el mediano y largo plazo:

(a) organizar y reglamentar un sistema de generación y suministro del servicio de energía eléctrica nacional confiable y suficientemente robusto para responder, bajo criterios técnicos de operación estable, las expectativas del crecimiento continuo de la noción de bienestar que amerita una sociedad moderna;
(b) y asegurar disponer en condición de operación eficiente, suficiente capacidad instalada de potencia proveniente de las plantas de generación termoeléctrica con turbogeneradores a gas o a vapor que permitan complementar márgenes de seguridad operacional requerida en sistemas de energía proveniente de nuevas fuentes de recursos naturales renovables, que, diferente a la hidroeléctrica, tiene carácter intermitente – energía solar o eólica –.

Estos requerimientos operativos del SEN, los cuales se incrementarán en la medida que se activen nuevos procesos de descarbonización y expansión de la demanda de la energía eléctrica, como resultado de la mayor densidad de consumo propiciada a través de nuevos equipamientos y sistemas que operarían con electrificación directa, precisa aclarar que no es oportuno continuar considerando a la generación termoeléctrica como la única fuente causante de emisiones de CO_2 y GEI – estas últimas, las resultantes en óxidos de Nitrógeno (NOx) y ácido sulfhídrico (H_2S)[28] –. Si bien resulta evidente que, al respecto, se deben adoptar urgentes acciones de protección ambiental.

La adopción de urgentes acciones de protección ambiental en las plantas termoeléctricas del SEN, no puede ser enfocada bajo la óptica de instalar o acondicionar dispositivos de captura de contaminantes y efluentes previstos en los diseños y proyectos originales. Que son coincidentes con opciones típicas de corrección de externalidades y que, hasta el momento, lo que han favorecido, es la percepción que las empresas del SEN fueron en su momento, respetuosas con el ambiente.

Los procesos actuales de transición energética acordados desde la COP21 de París, en el contexto de medidas para enfrentar el cambio climático, articulan la adopción de herramientas factibles orientadas hacia la descarbonización de los procesos industriales; como la sustitución de equipamientos e insumos de baja huella de carbono y las acciones de la economía circular (COP21, 2019 y Martínez-Barruchi, 2022c y Martínez-Barruchi, 2022d). Y que, en su defecto, cuando no resulta eficaz, podrían favorecer la instalación de dispositivos de CCUS (LSE, 2020).

[28] Nota: Las evidencias demuestran que el impacto generado sobre las condiciones del clima en los ámbitos urbanos, usualmente en niveles más elevados de emisiones contaminantes al ambiente que los producidos por las plantas termoeléctricas, corresponde a ciertos sectores industriales y en particular, al sector del transporte público y privado; por la extensión en densidad de unidades con motores de combustión interna y la diversidad de tecnologías aplicadas por los medios de locomoción modernos.
Ver explicación sobre impactos de la intensidad de carbono de los motores de combustión en la SECCIÓN IV.

En correspondencia, es sensato considerar que, (a) si la adopción de decisiones de descarbonización se sustenta sólo en las intenciones de ampliar la sustitución de los dispositivos mecánicos y el equipamiento determinados por los sistemas de transferencia de calor – hornos, calderas, intercambiadores, turbogeneradores, bombas –, por sistemas de electrificación directa, (b) si bien es cierto que reducen drásticamente la demanda del consumo de combustibles fósiles en las instalaciones industriales, (c) genera como consecuencia inmediata unos aumentos de la demanda instantánea de energía eléctrica.

De ahí deviene el interés de centrar la transición energética en adelantar un proceso por etapas convenientes que permitan progresar en la reducción apropiada del número de plantas de generación termoeléctrica existentes; y en la medida que sea factible, implementar su sustitución paulatina por equipamientos asociados a generación de energías favorables al ambiente.

Las emisiones de CO_2 y GEI causadas en los procesos operativos de los sectores industriales provienen de diversas fuentes. Fuentes usualmente dependientes de la mayor o menor densidad de instalaciones que sean requeridas en los procesos de manufactura de productos o de transformación de materias primas, del equipamiento de sistemas de transferencia de calor o de intercambio térmico. A manera de ejemplo se tiene, las plantas de reducción de hierro para la producción de pellas y briquetas en Ciudad Guayana o las plantas de la industria petroquímica de fertilizantes y manufactura de resinas, los cuales son procesos de producción con característica de ser intensivos en utilización de sistemas de trasferencia de calor.

Dentro de estos procesos industriales es apropiado incluir aquellos que operan bajo aumentos relevantes en consumo de combustibles fósiles, requeridos en la generación directa por medio de la inmensa cantidad de plantas termoeléctricas de emergencia en industrias, comercios y viviendas. Una situación expandida en Venezuela por la crisis del sector eléctrico.

Las instalaciones en los sectores industriales son diseñadas en base a procesos de manufactura de carácter muy diverso y específico; que son dependientes del tipo de producto. Esta condición dificulta establecer líneas de acción determinadas de aplicación general y es por esta razón que los procesos de transición energética, en una primera fase, se encuentran intrínsecamente enfocados en alcanzar una mayor eficiencia energética. Como vía de reducción de montos de inversión.

Esta acción de eficiencia energética se ejecuta instalando dispositivos mecánicos orientados a la recuperación del calor latente o residual, generado por el equipamiento existente y que usualmente es expulsado a la atmósfera. Y con mejoras de eficiencia en procesos, se reducen impactos por temperaturas elevadas trasladadas al ambiente; y, por ende, minimizan la concentración de "islas de calor" (sic) [29] en contextos industriales que alteran las condiciones climáticas en ámbitos urbanos.

Estas acciones de eficiencia energética se complementan a través de medidas de gestión que incorporan cambios en la estructura y organización de los procesos de manufactura, aplicando conceptos de la economía circular a través de las cadenas de valor. Usualmente vía la sustitución de materiales e insumos o con prácticas de reciclaje y reutilización de productos que inciden en la reducción de la demanda global de materias primas; equilibrando consumos y actuando sobre el intercambio de los flujos de materiales provenientes del capital natural, o del manufacturado (Martínez-Barruchi, 2021d).

Ahora bien, la aplicación de las prácticas de la economía circular son unas opciones típicas de corrección de externalidades adelantadas por las empresas que operan bajo una perspectiva responsable y que han implementado medidas para valorizar los impactos que ocasionan los negocios, sobre el medio ambiente; y adicionalmente, mejorar resultados financieros. Pero es oportuno considerar que, en ningún momento, sustituyen a las drásticas medidas requeridas para cumplir los alcances de la transición energética prevista en la visión de la Agenda 2050. Una condicionante que implica en algunos casos, costos de inversión elevados en nuevo equipamiento para la economía de empresas ubicadas en el sector de las industrias ligeras.

En aquellos procesos productivos en los cuales el intercambio de temperaturas ocurre en rangos menores a los 300º C, es factible adelantar procesos de descarbonización al corto plazo:

(a) o por la vía de incrementar la electrificación directa en los sistemas térmicos de las instalaciones de manufactura que utilizan calor de proceso de baja y media temperatura, sustituyendo algunos sistemas de transferencia de calor existentes y que usualmente son equipamientos mecánicos que operan en base a un alto consumo de combustibles fósiles – hornos y calderas –, medida que se logra a través de soluciones técnicas asociadas a un mayor uso de bombas de calor industriales, de calderas eléctricas o de procesos basados en uso de calefacción electromagnética;

(b) o identificar fuentes alternativas de calentamiento y sustitución de equipos en los procesos difíciles de

[29] Nota: de acuerdo a lo expuesto en el Newsletter Power Up de Iberdrola S.A. *"Las islas de calor son un fenómeno que se produce en aquellas zonas urbanas que experimentan temperaturas más altas que las zonas circundantes debido a la actividad humana. La causa principal son la acumulación de estructuras, como edificios, aceras o asfaltos, que absorben más calor y lo liberan más lentamente, al revés que parajes naturales como bosques, ríos o lagos. A esto se suma el calor y la contaminación generada por el tráfico y la industria. Todo ello agrava las consecuencias del cambio climático en las ciudades y disminuye la calidad de vida de sus habitantes."*. (Iberdrola, 2025).

electrificar, reduciendo las emisiones y aplicando tecnologías que consumen biocombustibles u otro tipo de combustibles avanzados con baja huella de CO_2, o también incorporando innovaciones asociadas a equipos que puedan ser operados con consumo de biocombustibles o de hidrógeno (H_2) – en concreto, H_2 verde[30] producido de fuentes renovables y también, H_2 gris proveniente de las corrientes de refinación de hidrocarburos –.

Adicionalmente a las mencionadas medidas técnicas de dispositivos mecánicos operando en temperaturas menores a los 300º C, en la industria pesada asociada a procesos de la industria cementera, metalúrgicos y petroquímicos o de refinación de hidrocarburos fósiles – y en particular de generación termoeléctrica – dónde la mayoría del intercambio de temperaturas en procesos térmicos ocurren en rangos entre 200º C y 1.800º C, durante el corto plazo y debido al actual avance alcanzado en tecnologías de intercambio térmico por electrificación, los procesos de descarbonización en su mayoría se orientan a la instalación de dispositivos de CCUS que aseguren la captación de GEI y actúen sobre corrientes industriales consumidoras de combustible de origen fósil. La mayoría, gas producido en corrientes de refinación o petroquímicas y gas metano directo.

Es oportuno mencionar que la instalación de los nuevos dispositivos de CCUS es una acción que demanda elevadas inversiones y la adopción acelerada de unas tecnologías avanzadas que implican, unos desembolsos significativos asociados a investigación, desarrollo, demostración eficiente de prototipos y comprobación de resultados en su posterior despliegue operativo.

Estas inversiones, independiente del impacto en costos, permitirían a estos sectores industriales (a) favorecer una manufactura de productos bajos en carbono y (b) mejorar los procesos de producción apoyando el intercambio de flujos de materiales provenientes de reciclaje o de productos sintéticos[31]. Reduciendo la demanda global de las materias primas provenientes del capital natural; fundamento de la economía sustentable.

Es acertado señalar que al final estas necesidades de inversión, asociadas a la instalación de dispositivos de CCUS en sectores energéticos e industriales y orientadas a implementar políticas públicas de largo plazo bajo el concepto de NZE, generan (a) en el mediano plazo, beneficios en salud de la población al reducir impactos de la polución atmosférica, que será una herramienta apropiada para crear resiliencia y adaptación ante la ocurrencia de riesgos climáticos, y (b) en el corto plazo, incrementos directos de empleo en los nuevos sectores de manufactura y tecnología.

En el caso de Venezuela, con medidas de gobierno apropiadas se motorizaría de manera inmediata la capacidad productiva de las empresas de ingeniería y construcción, de talleres de fabricación y montaje, y en general, de agentes de logística de servicios. Dinamizando así la economía, vía la creación de empleo y de generación de capacidad de consumo de bienes.

SECCIÓN IV … Panorama de los procesos de descarbonización de la IPPN en Venezuela

Características de la IPPN para adelantar procesos de descarbonización; temperatura y emisiones de CO_2

Los procesos integrados en las diferentes operaciones de refinación para transformar el petróleo crudo en productos considerados de alto valor en el mercado global, y que abarcan desde gasolinas de alto octanaje, gasolina de aviación y destilados, insumos para la industria petroquímica, lubricantes y asfalto, se desarrollan a través de etapas consecutivas y acopladas en equipos dentro de unas instalaciones o unidades de procesos en las cuales se modifican las cadenas internas de los hidrocarburos – la estructura molecular –. Estas operaciones se desarrollan empleando un amplio y diverso tipo de equipamientos de intercambio de temperatura e incrementos de presión; agrupados en unidades estacionarias.

Los procesos de intercambio de temperatura, por medio del consumo y posterior combustión de combustibles fósiles, generan calor para activar procesos de destilación de petróleo crudo, de generación de vapor y craqueo de hidrocarburos. Coinciden en unos procesos cuya característica es un alto impacto ambiental, por emisiones de CO_2 y GEI a la atmósfera.

Las temperaturas de intercambio en estos equipos principales ocurren en rangos que varían entre los 200º C y 1.600º C (Meyers, 2004), de acuerdo a los siguientes valores típicos:

- destilador atmosférico, básicamente la 1era etapa, 400º C;
- destilador al vacío, bajo el cual se procesan los destilados, 565º C;
- unidades de hidrotratamiento/fraccionamiento, 260º C a 400º C;
- unidades de craqueo catalítico, 715º C;
- reformadores catalíticos, 525º C;

[30] En inglés, usualmente referido como *"clean hydrogen"*; o también, *"green hydrogen"*.

[31] Con efecto demostrativo, en el caso del sector manufacturero de EEUU que expone la mayor concentración de infraestructura industrial diferente al sector energético, la implementación de este tipo de medidas aseguraría reducir emisiones generales de CO_2 en un rango del 69% al 95% para 2050 (EOP, 2021).
Este es un adelanto importante de acuerdo a evaluaciones adelantadas hasta el año 2019 por la agencia de protección ambiental de EEUU – en inglés, "Environmental Protection Agency" (EPA) –, mostrando que las emisiones de GEI se distribuyen entre: un 23% ocasionadas por el sector industrial, y en un 30% por las instalaciones del sistema energético (EPA, 2021).

- plantas de isomerización, 90º C a 205º C;
- unidades de hidrocraqueo, 180º C a 230º C;
- reformadores de metano a vapor, 700º C a 1000º C;
- calderas de generación de vapor, 1600º C;
- hornos en mejoradores de petróleo pesado, 470º C a 670º C.

Como elemento de soporte técnico para facilitar la identificación del tipo de productos derivados y obtenidos en los procesos de refinación de hidrocarburos, en la Figura Nº 04, incluida en la siguiente página, se aprecia un diagrama general de procesos de refinación a partir del cual se aplica el modelo denominado PRELIM – *"an open-source refinery model"* (Gordon, 2015), en el cual se muestra el equipamiento típico de una refinería y sus correspondientes temperaturas. Este modelo habilita la posibilidad de estimar el consumo de energía y las emisiones de GEI asociadas con la transformación de varios tipos de crudos procesados en refinerías; que abarcan las siguientes:

(a) refinerías de conversión profunda o *"deep conversión"* para procesar los petróleos extrapesados y de alto contenido de azufre – crudos tipo Hamaca y Boscán de Venezuela –;

(b) de conversión media o *"medium conversión"* para procesar petróleos livianos y de viscosidad intermedia – crudos extraídos del Lago de Maracaibo y el Oriente de Venezuela –;

(c) y las denominadas refinerías "*hydroskimming"* usualmente destinadas al procesamiento de petróleos livianos de bajo contenido de azufre.

Es preciso señalar que, en las refinerías de Venezuela los reformadores de metano y las unidades de craqueo catalítico coinciden con los equipos de mayor generación de emisiones de CO_2[32].

Resulta evidente que cuánta más energía es requerida para incrementar el volumen de producción en un proceso de refinación, mayor es el impacto ocasionado en emisiones de GEI a la atmósfera. Un impacto que se aprecia a través de la mayor o menor temperatura del proceso de intercambio de calor generado en el ámbito interno del equipamiento respectivo.

Como complemento, en instalaciones de refinación modernas se considera que el consumo energético influye como un factor mayor sobre costos operacionales; alcanzando hasta el 60% del costo total de operación (UKPIA, 2017).

Por las limitaciones presentes en la situación política, económica y social de Venezuela, que se traducen en un completo desconocimiento acerca de la situación operacional de la infraestructura energética relacionada con los sectores de los hidrocarburos y el suministro de energía eléctrica, en realidad será difícil adelantar alguna indicación sobre las emisiones de CO_2 y GEI originadas en esas instalaciones; de no existir la posibilidad de accionar inspecciones y análisis exhaustivos.

De acuerdo al pensamiento de analistas particulares del sector de los combustibles fósiles, es apropiado considerar que, si bien es cierto que durante la fase de refinación de hidrocarburos se generan emisiones significativas de CO_2 y GEI, se advierte que, en el ciclo de vida (NRC, 2014), asociado a combustibles fósiles, la proporción mayor de emisiones ocurren durante la fase final de procesos de consumo directo[33]; transporte, industria y generación de energía termoeléctrica.

Es por esta razón que, en los análisis de impactos de cambio climático ocasionados por el sector energético, la condición de emisiones debería ser valorizada a través del ciclo de vida útil de los productos – desde la manufactura hasta el consumo final y la tecnología empleada –. En consecuencia, reviste especial interés: (a) determinar la procedencia original del tipo de hidrocarburo y (b) la densidad energética del proceso destinado a obtener los productos derivados de los hidrocarburos.

Con carácter comparativo, el proceso de refinación de hidrocarburos de menor viscosidad, es decir los denominados en la industria global como petróleos livianos y de los cuales se obtiene la mayor cantidad de productos líquidos relacionados con los combustibles – tipo diésel, queroseno y gasolinas –, que usualmente se miden en grados API – en adelante ºAPI – y se encuentran por encima de los 30 ºAPI de

[32] En el caso de EEUU, con el mayor número de refinerías concentradas en la Costa del Golfo de México, una región considerada de riesgo y alto impacto climático, se estima que al año 2026, del total de la industria petrolera de ese país las refinerías contribuyan con el 21,7% de generación de CO_2, con 287,3 millones *"short tons"* al año equivalentes de CO_2 (MT/a CO_2e); sobre un total de 1.017,6 MT/a CO_2e. Valores que representan una disminución importante al compararla con los resultados del año 2019 de 25,9%, en el cual el valor correspondiente as las refinerías alcanzó las 203 MT/a CO_2e, sobre un total de 782,1 MT/y CO_2e (EPA, 2020 y EPA, 2022).

[33] Para efectos demostrativos que los procesos de refinación no son los causantes que ocasionan el impacto climático mayor en la actualidad, se aprecia que durante el ciclo de vida útil del combustible, los motores de combustión interna, consumiendo gasolina durante la fase de combustión presentan una intensidad de carbono equivalente por megajulio (gCO_2e/MJ) de 71 gCO_2e/MJ (NRC, 2023), y recíprocamente: (a) la fase de extracción y refinado de los hidrocarburos corresponde a 17 gCO_2e/MJ adicionales y (b) los procesos de mezcla y operación en las bombas de servicios, representan 2,5 gCO_2e/MJ; acumulando un aproximado entre 85 y 98 gCO_2e/MJ (Gordon, 2015).
Es decir, resulta como derivación que, los procesos de refinación se ubican en alrededor del 19% del impacto en intensidad de carbono ocasionada durante el ciclo de vida de combustibles consumidos en los procesos de combustión interna de motores y turbogeneradores.

viscosidad, se desarrolla con una menor densidad energética del equipamiento que el equivalente de un petróleo del tipo extra pesado; denominado así un crudo inferior a los 10 °API de viscosidad. Un petróleo que muestra mayor peso molecular, difícil de transportar y que se utiliza para obtener aceites, parafinas y polímeros; estos crudos provenientes en Venezuela, en su mayoría son extraídos en la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO).

Como soporte para facilitar la identificación de productos derivados de la refinación de hidrocarburos, en la Figura Nº 05 incluida a continuación, en la página siguiente, se aprecia un diagrama general de procesos de refinación en el cual se muestra el equipamiento típico que, en los procesos de producción de derivados de hidrocarburos, se considera dentro de las fuentes principales de emisiones de CO_2; resaltando en el diagrama, los cinco equipos que ocasionan el 75% de las emisiones de GEI.

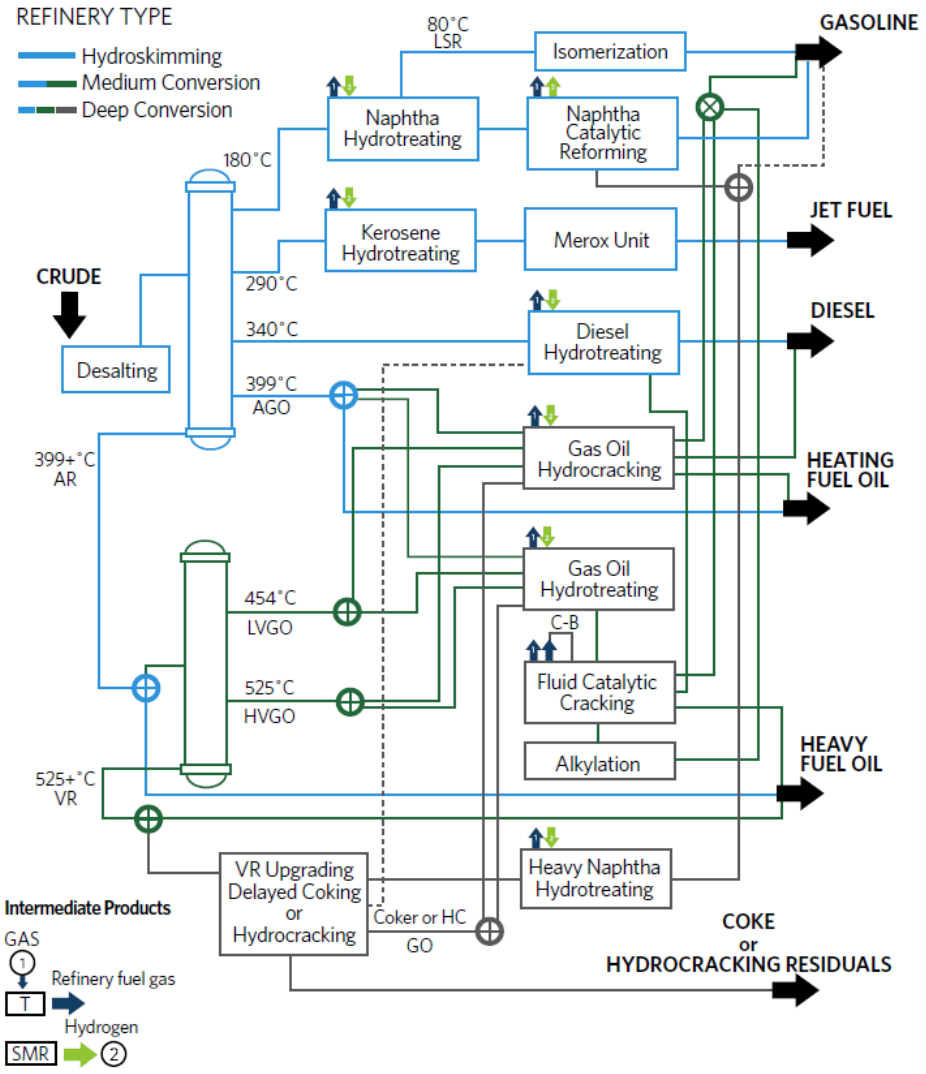


Figura Nº 04. Diagrama del modelo PRELIM – "an open-source refinery model" [34]
Fuente: Refinery Configurations in PRELIM; FIGURE 5; Page 23 … (Gordon, 2015)
Gordon, D. et al (2015). "Know Your Oil, Creating a Global Oil-Climate Index".
Carnegie Endowment for International Peace. Washington, DC, USA. 2015
https://carnegieendowment.org/2015/03/11/know-your-oil-creating-global-oil-climate-index-pub-59285

[34] Acrónimos/diagrama: (a) AGO — *Atmospheric Gas Oil*; (b) AR — *Atmospheric Residue*; (c) C-B — *Coke Burned*; (d) GO — *Gas Oil*; (e) LSR — *Light Straight Run*; (f) HC — *Hydrocracker*; (g) HVGO — Heavy Vacuum Gas Oil; (h) LVGO — *Light Vacuum Gas Oil*; (i) SMR — *Steam Methane Reformer*; (g) VR — *Vacuum Residue.*

Es apropiado señalar que las refinerías son diferentes entre sí, aunque usualmente el rango de emisiones oscila entre 430 y 450 $kgCO_2e$/barril de petróleo crudo – en adelante por sus siglas "b" – en las refinerías de conversión profunda; éstas son instalaciones muy complejas en unidades de proceso y equipamiento (Gordon, 2015; FuelsEurope, 2019; y SINTEF, 2018).

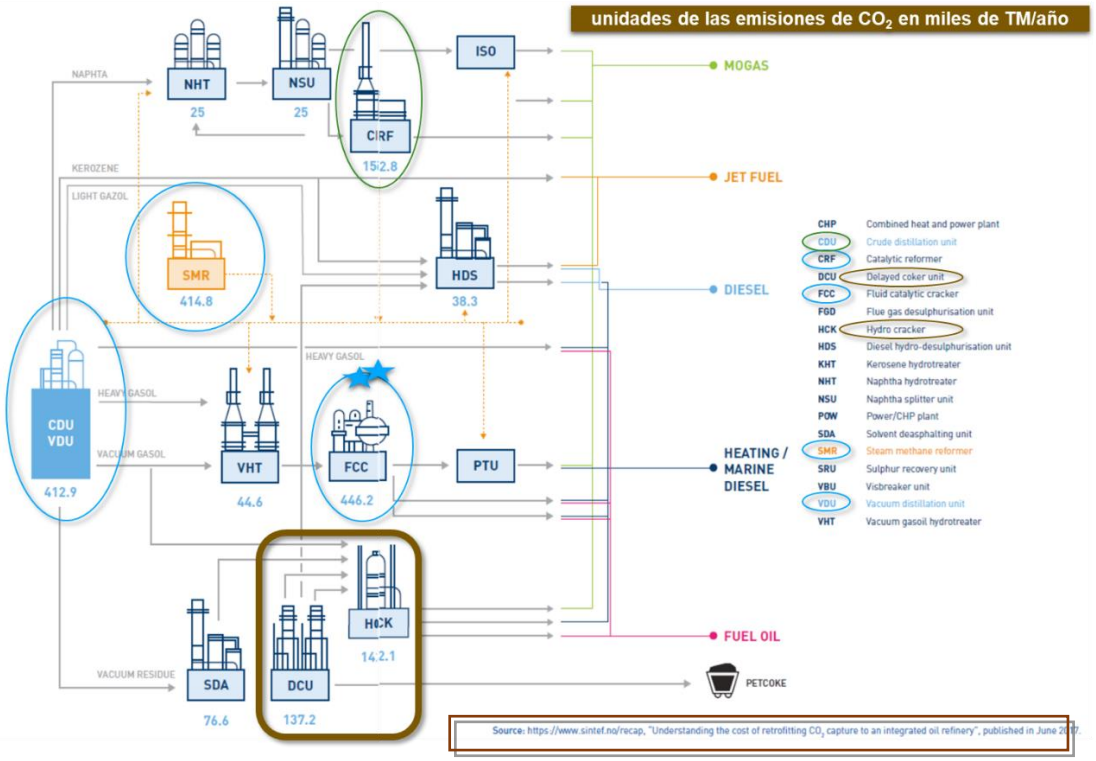


Figura Nº 05. Diagrama de flujo de un complejo refinador típico mostrando fuentes principales de emisiones de CO_2 …
Fuente: FIGURE 8: SIMPLIFIED FLOW DIAGRAM FOR A "TYPICAL COMPLEX REFINERY" AND MAIN EMISSION SOURCES; Page 70 … (FuelsEurope, 2019) "Vision 2050. A pathway for evolution of the refining industry and liquid fuels". FuelsEurope - European Fuel Manufacturers Association. Brussels. Belgium.
https://www.fuelseurope.eu/uploads/medias/632c34f17baa2.pdf

A partir de diagramas de flujo disponibles en información pública de PDVSA que muestran el equipamiento instalado en refinerías de la IPPN en el país, es factible identificar, en una primera aproximación y sólo para registrar como orden de magnitud, un estimado del grado de emisiones de CO_2 bajo condiciones de operación a plena carga, que podrían generarse.

¿cuál es la intensidad de generación de carbono del petróleo venezolano?; un estimado de comparación

Con la información expuesta en el Anexo 02 en la cual se muestra un resumen de la capacidad instalada de refinación de la IPPN en el país, se aprecia que las instalaciones de planta asociadas a los mejoradores de hidrocarburos extraídos en la FPO y emplazados en el Complejo Industrial Gral. Div. José Antonio Anzoátegui (CIJAA) – El Jose – ubicado al Norte del estado Anzoátegui entre las ciudades de Barcelona y Puerto Píritu, el petróleo del tipo extra pesado es sometido a diversos procesos de refinación para obtener un petróleo denominado sintético y de unos rangos de viscosidad, que oscilan entre los 16º API para los crudos pesados y de 36º API de los livianos; facilitando así la comercialización y venta a diferentes refinerías y clientes, en particular las ubicadas en el Golfo de México.

Es oportuno señalar que previamente a su transporte desde el sitio de extracción del crudo en campos de la FPO hacia los mejoradores, el petróleo del tipo extra pesado debe ser sometido a procesos de preparación – desalación y separación

[35] ReCap es una inciativa de la UE promovido por el CLIMIT Demo project *("… a collaboration between Gassnova and the Research Council of Norway")* con fondos adicionales de la IEAGHG y Concawe *("The scientific and technical body of the European Petroleum Refining Industry")*; subcontratistas Amec Foster Wheeler y SINTEF Energy Research.

de gases – y a un proceso de dilución o mezcla para la incorporación de aditivos y productos líquidos que, como la nafta, gasolinas o condensados, permite facilitar su transporte por oleoducto hacia las instalaciones del CIJAA.

El petróleo del tipo extra pesado, posteriormente a su mejoramiento y conversión a petróleo sintético, es transportado vía marítima para ser sometido a procesos adicionales de destilación en otras refinerías y adecuarlos a las características de gasolinas y destilados que requiere el mercado automotor global. Estos procesos usualmente se desarrollan en el Complejo Refinador de Paraguaná (CRP) o en refinerías foráneas; (a) propiedad de PDVSA o de otras empresas ubicadas en el Golfo de México o (b) en países distantes – caso presente de la India o China –.

Al respecto, cuando se compara la intensidad de generación de carbono entre las variaciones de emisión que ocurren en los procesos en condición *"upstream"*, como las que se observan en petróleos livianos de campos de Arabia Saudita, que alcanzan 10 $kgCO_2e/kg$ en cada barril y la del petróleo del tipo extra pesado de la FPO, de 100 $kgCO_2e/kg$ en cada barril, se demuestra que, dependiendo del tipo de petróleo, existe un impacto importante de emisiones de CO_2 en la extracción de cada barril. Es preciso prever que a medida que avance el cumplimiento global de las normas establecidas en la agenda climática, en particular la visión de NZE, estas obligaciones afectarán negativamente las oportunidades de mercadeo de aquellos productos provenientes de los hidrocarburos extra pesados, que muestran la condición de ser intensivos en generación de huella de carbono; con la consiguiente pérdida de clientes y de los mercados tradicionales de colocación.

Considerando el método de cálculo de EPA, se determina que, en las emisiones de carbono asociadas a cada barril de petróleo en la cadena de valor de los hidrocarburos, al final ocurre un impacto de carbono equivalente por barril en un rango promedio de 403 kg CO_2e/b (EPA 2022).

Por ejemplo, en base a ajustes y cálculos adicionales elaborados por el redactor del presente trabajo, de manera conservadora y como elemento de comparación, se obtiene que entre los procesos (a) en condición *"downstream"* de la refinería y (b) en condición *"mainstream"* de mejoramiento que alcanza 330 $kgCO_2e/b$, el promedio del petróleo del tipo extrapesado de la FPO genera un impacto cercano a 590 $kgCO_2e/b$. Impacto al cual se deben agregar las emisiones ocurridas en procesos de exploración en condición *"upstream"*, de 185 $kgCO_2e/b$ y transporte para un impacto total de GEI de 810 $kgCO_2e/b$.

Como elemento de comparación, los Crudos provenientes de yacimientos de Nigeria, Campo Agbami y de Noruega, Campo Ekofisk, se ubican en rangos menores a 450 kgCO2e/b (Gordon, 2015).

A la expuesta generación de huella de carbono es necesario adicionar el impacto al ambiente ocasionado, durante las fases de extracción y procesamiento, por las denominadas emisiones fugitivas[36] y el venteo[37] de gas metano. Al final la intensidad de carbono equivalente provista en el ciclo de vida del combustible fósil generada por los hidrocarburos extraídos de la FPO, en la comparación con otros hidrocarburos, podría ser contabilizada en valores que duplican el rango de emisiones; en particular al comparar los derivados de petróleo liviano, de menor contenido de azufre.

Respecto al contenido de azufre es oportuno señalar que este producto se convierte en un inconveniente de mercadeo y comporta una exigencia de mejoramiento posterior, en los procesos de refinación en condición *"upstream"* del petróleo crudo extraído en Venezuela. Por ejemplo, el petróleo tipo pesado extraído en el Campo Boscán de la Costa Occidental del Lago de Maracaibo de 10º API con 5,5% de azufre en base húmeda (ICCT, 2014), presenta un mayor contenido de azufre que los crudos extrapesados de la FPO 7,1º API con 3,7% de azufre (GPA, 2023).

Estos son valores altos al compararlos con el crudo mediano extraído en el Campo Dación del Estado Anzoátegui, de 20º API con 1,3% de azufre; o el crudo extrapesado extraído en Steepbank/Millennium Mine, Canadá de 10º API con 1% de azufre o el crudo liviano del inmenso campo de Ghawar, Saudi Arabia de 34º API con 2.2% de azufre (ICCT, 2010).

Se aprecia que las emisiones fugitivas y el venteo de gas metano del Campo Dación muestran un impacto de 3,9 y 8,9 gCO_2e/MJ respectivamente; y en campo Boscán el venteo alcanza 3,7 gCO_2e/MJ (ICCT, 2014). Al ser comparados con los 0.03 y 0.2 gCO_2e/MJ equivalentes de Campo Ghawar (ICCT, 2010), se muestran como unos valores muy elevados.

La única forma de determinar los alcances de impactos climáticos ocasionados entre hidrocarburos provenientes de características y campos petroleros diferentes, como, por ejemplo, entre crudo liviano del Lago de Maracaibo y crudo extrapesado del Campo Hamaca de la FPO, es comparando valuaciones de emisiones de GEI en cada etapa de la cadena de suministro de petróleo y cotejar cómo se comparan entre sí, previo a la realización cualquier análisis posterior sobre el consumo final. A manera de resumen estas etapas se pueden agrupar en las siguientes:

(a) desde la fase de exploración y extracción[38];

[36] Nota: se denominan emisiones fugitivas a las emisiones no intencionadas de gases a la atmósfera producto de la densidad de equipos mecánicos y sistemas de tuberías instalados en yacimientos e instalaciones petroleras; y que se incrementan en la medida que aumenta la complejidad y dimensión de espacios de ubicación de los equipos.

[37] Nota: volúmenes de gas separado del petróleo que no se utilizan en incrementar presión en la explotación de pozos o como combustible en procesos de extracción y refinación, que se expulsa al ambiente en un proceso de combustión.

[38] Nota: por ejemplo, la extracción de petróleo crudo en la región de la costa del Golfo de México en USA, produce aproximadamente 30 kilogramos de dióxido de carbono equivalente por barril

(b) transitando las diferentes etapas de la fase de procesamiento del crudo – preparación, transporte y mejoramiento de crudo –;
(c) incluyendo el transporte desde el despacho en el mejorador hasta la refinería;
(d) y en la fase de refinación.

Cotejando las mencionadas diferencias entre impactos climáticos ocasionados únicamente en la fase de extracción de la cadena de valor, es prudente señalar que dependiendo del tipo de hidrocarburo y para comprender y diseñar políticas que aseguren cumplir compromisos adquiridos por Venezuela en el ámbito de acuerdos internacionales, como la COP26:

(a) no sería apropiado confrontar sólo diferencias de los tipos de petróleo producidos en el país entre los valores de precios de realización en el mercado con otros crudos competidores o productos derivados;
(b) puesto que las exigencias de los eventuales inversionistas en las previstas aperturas al capital privado de negocios asociados a la infraestructura de los hidrocarburos nacionales, también estarán orientadas a determinar el alcance de los valores incrementales en intensidad de carbono equivalente generado y el contraste entre los indicadores de emisiones de CO_2 y GEI originadas a lo largo de toda la cadena de valor y con particular atención, en las instalaciones de mejoramiento y refinación.

El contraste entre los indicadores de emisiones de GEI en las instalaciones de mejoramiento y refinación de crudos nacionales, configura un elemento clave para determinar la viabilidad de oportunidades de adecuación de la infraestructura de la IPPN y afrontar desafíos de la extensión factible de los plazos de vida útil, para incorporar procesos complementarios de elaboración de nuevos productos derivados de hidrocarburos con características de carácter climático.

En la Figura Nº 06 incluida a continuación, en la página siguiente, se muestra de manera resumida una comparación en base a ajustes y cálculos adicionales elaborados por el redactor del presente trabajo, con el interés de identificar y aproximar valores de rangos de diferencias en las emisiones de CO_2 generadas entre los crudos provenientes de yacimientos como el Mars, en el Golfo de México, EEUU, los de Girasol y Kuito, de Angola, Lula, de Brasil y el Forties, de UK (Gordon, 2015), y el crudo extrapesado extraído del Campo Hamaca de la FPO; posteriormente procesado en los mejoradores ubicados en la Costa del Estado Anzoátegui en Venezuela.

Para efectos de comparación se obtiene que al adicionar los procesos (a) en condición *"mainstream"* – en los cuales se obtienen petróleo mejorado y productos destilados pesados – con los (b) de condición *"downstream"*, el promedio del petróleo del tipo extrapesado de la FPO genera un impacto cercano a 535 $kgCO_2e/b$; respectivamente 325 $kgCO_2e/b$ y 260 $kgCO_2e/b$. Un valor total que no implica grandes desviaciones con el rango obtenido entre 430 y 450 $kgCO_2e/b$ de las refinerías de conversión profunda que procesan los crudos mencionados en el párrafo anterior; como elemento de analogía. Estas refinerías son instalaciones muy complejas en unidades de proceso y equipamiento que observan amplias medidas de control ambiental.

De estos valores resulta evidente que la aceptación comercial de un petróleo mejorado, como los de la FPO, se basa en que los procesos de mejoramiento incluyen equipamientos destinados a extracciones de azufre y coque petrolero – unos subproductos de refinación, altamente contaminantes – y, en consecuencia, durante los procesos finales de refinación se reducen operaciones de equipos, dentro de las unidades de procesamiento; y genera rangos menores de emisiones de CO_2.

El impacto total del crudo extrapesado del Campo Hamaca de la FPO de GEI puede ubicarse en 810 $kgCO_2e/b$ al agregar (a) las emisiones en condición *"upstream"*, de 185 $kgCO_2e/b$ que incluyen el procesamiento y el esfuerzo energético de extracción – alta viscosidad –, impacto por venteo, transporte interno del crudo a los tanques de almacenamiento y mezcla con diluyentes y (b) transporte a la condición *"mainstream"* de 25 $kgCO_2e/b$. Valores que en definitiva son superiores a los generados en crudos provenientes de los yacimientos mencionados que se ubican en rangos menores de impacto total de GEI de 560 $kgCO_2e/b$; correspondientes a 95 $kgCO_2e/b$ de extracción y preparación.

El contraste entre indicadores de emisiones de GEI en las instalaciones de mejoramiento y refinación de crudos nacionales, configura un elemento clave para determinar la viabilidad de oportunidades de adecuación de la infraestructura y con el interés de extender los plazos de vida útil, disponer de capacidades y espacios apropiados para incorporar procesos de elaboración de nuevos productos derivados de hidrocarburos con carácter climático.

Es prudente promover advertencias sobre la realidad económica global, porque no todo reside en resaltar las oportunidades inherentes a ventajas comparativas de Venezuela. Los inversionistas tienden a identificar en los análisis de riesgo los niveles de compromiso con la transición energética y la responsabilidad institucional para adoptar medidas orientadas a superar los efectos del cambio climático; que sin duda afectan las expectativas de desarrollo de la industria energética nacional.

($kgCO_2e/b$) de crudo o 5 gCO_2e/MJ, mientras que el petróleo mejorado proveniente de los campos de arenas petrolíferas canadienses, producen aproximadamente 200 $kgCO_2e/b$ de crudo o 33 gCO_2e/MJ (Gordon, 2015); y con una fuerte diferencia, en costos de procesamiento.

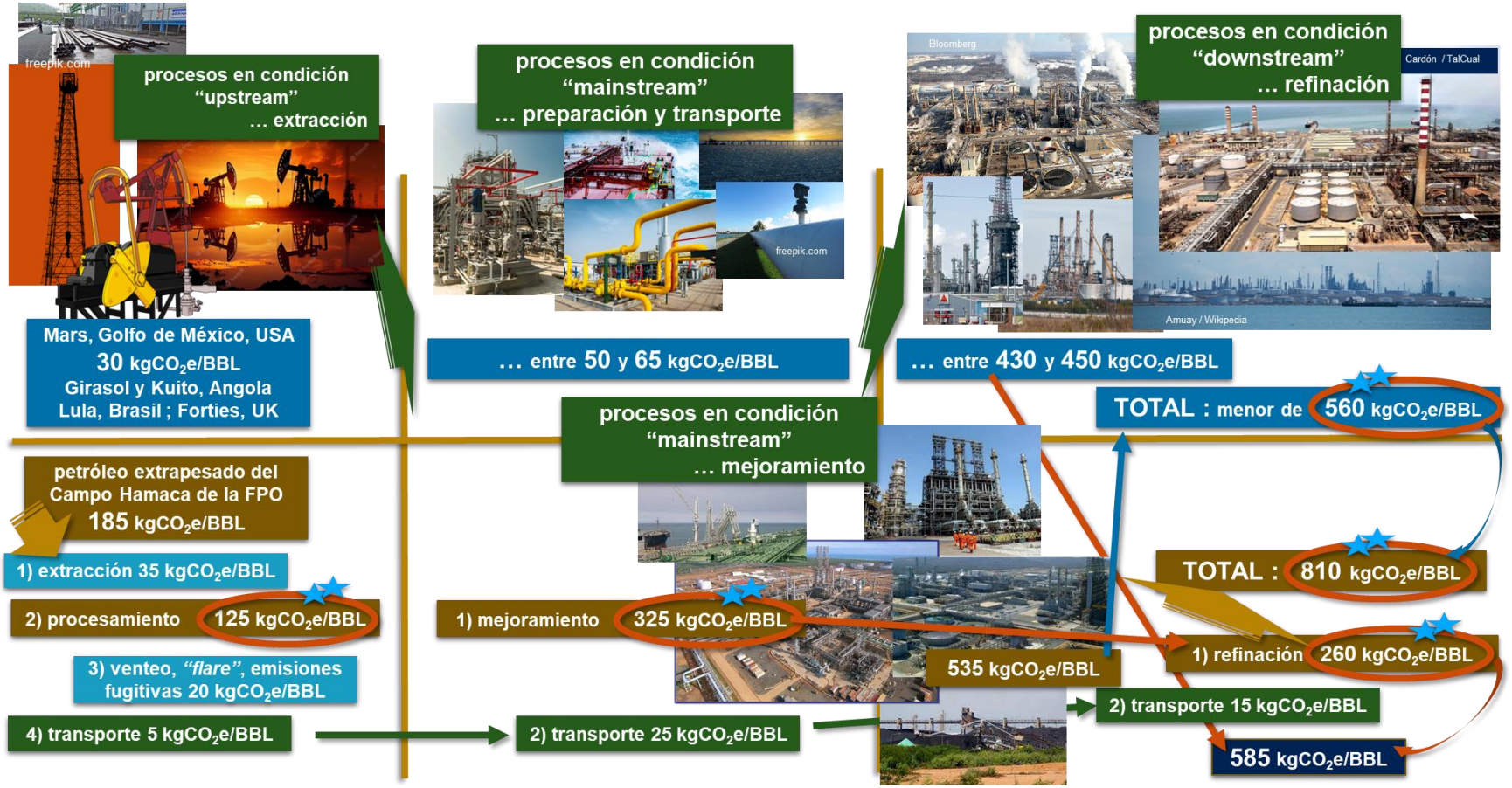


Figura Nº 06. ¿cuál es la intensidad de generación de carbono del petróleo venezolano? … un estimado de comparación[39]
Fuente: infografía de elaboración propia, JLG Martínez-Barruchi … ajustes y cálculos adicionales en base a lo publicado en:
Gordon, D. et al (2015). "Know Your Oil, Creating a Global Oil-Climate Index". Washington, DC: Carnegie Endowment for International Peace. Washington, DC, USA. 2015
https://carnegieendowment.org/2015/03/11/know-your-oil-creating-global-oil-climate-index-pub-59285

[39] Nota: en el diagrama se mantiene la notación BBL para identificar barril de petróleo crudo; a diferencia del resto del documento que se idéntica BBL con "b".

Éste, que se convierte en un nuevo factor de complejidad, será aplicado por los organismos internacionales de ayuda y las agencias multilaterales para analizar el alcance de las políticas públicas de recuperación, reconstrucción y adecuación de la infraestructura operacional del país, orientadas a cumplir los compromisos adquiridos por Venezuela en el contexto de la transición energética y la visión de la Agenda 2050.

Unos procesos de evaluación de políticas públicas, que serán complementados con análisis centrados en las medidas y planes de reducción de desigualdades en la población y las orientaciones para generar crecimiento económico, a partir de medidas adoptadas para efectuar cambios políticos en la conducción del gobierno; con la visión de la Agenda 2030.

Demostrar progresos climáticos y asegurar el cumplimiento de compromisos adquiridos por Venezuela en la Agenda 2050, implica reconocer los desafíos de gobernabilidad asociados a los escenarios de la Agenda 2030; que se articula como un hito de control intermedio para verificar progresos en la implementación de medidas destinadas a la transición energética.

Superar estos desafíos involucra implementar en el corto plazo medidas precisas de gestión de gobierno tendientes a adaptar las políticas públicas y las relaciones de producción y convivencia social. De tal manera que no sólo es suficiente cualificar y considerar el interés básico demostrado por los gobiernos, de adelantar los procesos de reconstrucción y adecuación de infraestructuras de servicios y operaciones, para cumplir exigencias de la transición energética.

Para los efectos es conveniente facilitar por medio de un conjunto de políticas públicas dirigidas a satisfacer bienestar en la población y la implementación de nuevas opciones de gobierno participativo, orientando las políticas a acometer amplios programas de aprovechamiento de los recursos provenientes del capital natural.

Corresponde, de manera coherente a lo previsto en la agenda climática global, enfocar estos programas a la expansión de las capacidades productivas – capital producido o manufacturado – disponibles en el país; tanto en energía como en los otros sectores industriales, agropecuarios, forestales y pesqueros nacionales. Ampliando las gestiones de saneamiento y protección ambiental que abarquen la recuperación de espacios urbanos adaptados a un consumo eficiente de recursos.

En paralelo, no borrar de la memoria la necesidad de acelerar la construcción de rutas firmes de fortalecimiento de la democracia y generación de prosperidad en los habitantes del país, mejorando la distribución de la riqueza y la continuidad en generación de empleo. Y por la vía de perfeccionar la productividad, extender las opciones de desarrollo del capital humano/intelectual y sentar bases de crecimiento económico para la satisfacción de necesidades de la población; de acuerdo con los compromisos adquiridos por el país, en el contexto de las Naciones Unidas.

Adecuación de la IPPN en la transición energética de la Agenda 2050

Las influencias regionales de los países desarrollados, dirigidas a extender en el tiempo el acceso a mercados de intercambio de los recursos provenientes de insumos y productos de la industria de los hidrocarburos, se exteriorizan en la geopolítica energética global, mostrando la intensificación del aprovechamiento y explotación de recursos naturales locales de origen fósil en esos países y gestionando en paralelo, acceder a más insumos y productos de refinación en el mercado global.

Estas influencias, ejercitadas sobre los mercados asociados a la industria de los hidrocarburos para mantener la intensidad de la producción de derivados e insumos para la industria química, generan dificultades y serios desafíos para alcanzar las metas contenidas en la visión de la neutralidad climática global de la Agenda 2050.

En países de economía dependiente de la extracción de recursos de origen fósil y minerales, como un factor clave para lograr en el corto plazo establecer los fundamentos de la trayectoria de una transición energética plausible y agenciar una transición ágil que facilite alcanzar niveles de bienestar y promueva el tránsito hacia sociedades modernas, correspondería calibrar el incremento de la magnitud que deberían mostrar las actividades económicas de estas industrias, con el interés de equilibrar: (a) la satisfacción de necesidades básicas de la población de acuerdo a la visión de los ODS en la Agenda 2030, con (b) los requerimientos de ajuste, adecuación a la agenda climática y expansión de las industrias energéticas locales.

En Venezuela, con una economía dependiente del complejo industrial energético integrado por (a) los servicios de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica y (b) la amplia capacidad de la infraestructura de extracción y procesamiento para transformar los recursos del gas y el petróleo crudo en productos considerados de alto valor en el mercado global, compensaría como visión de desarrollo, aprovechar el impulso de acciones de la transición energética e implementar medidas de adecuación de instalaciones para asegurar el cumplimiento de los objetivos de descarbonización.

Las acciones de las políticas públicas sobre los sistemas operacionales energéticos y en base a criterios climáticos, precisan de adoptar medidas dirigidas, por un lado, (a) a propiciar la expansión de la capacidad de generación de energía eléctrica, y por otro, (b) a adecuar la infraestructura de refinación para respaldar la manufactura de nuevos productos y materias primas, con la característica esencial de mostrar un bajo contenido de carbono de origen fósil.

Es decir, materias primas a través de las cuales se procesan y manufacturan combustibles y productos químicos que abarcan gasolinas de alto octanaje, gasolina de aviación y destilados, insumos para la industria petroquímica, lubricantes y asfalto, obtenidos a partir de unos insumos provenientes de hidrocarburos que son químicamente similares a los combustibles actuales, pero que se originan a partir de fuentes de energía renovables con factores de intensidad de CO_2 más bajos que los obtenidos con energías de origen fósil. Y sustituyendo el equipamiento actual, que consiste en procesos de alto impacto ambiental por las emisiones de CO_2 y GEI (Concawe, 2019).

De acuerdo a expectativas procedentes de analistas del sector de materias primas de origen fósil, es pertinente considerar que hasta la década del 2040, se observen fuertes incrementos provocados por la expansión de la demanda mundial de los hidrocarburos líquidos y gaseosos destinados a la producción de materias primas de la industria petroquímica y de combustibles; por las dificultades de reemplazar los combustibles tradicionales en el transporte aéreo y marítimo y en el transporte pesado por carretera. Unos productos derivados de petróleo que son fáciles de transportar y contienen una alta densidad energética, lo que los convierte en un medio ideal para transportar y almacenar energía (FuelsEurope, 2019).

En distancias largas por carretera y/o zonas apartadas de los núcleos urbanos de interconexión a servicios masivos de transporte terrestre, son requeridas y con relativa autonomía en las rutas de desplazamiento, unidades destinadas a transporte de pasajeros y al transporte en diversas dimensiones de camiones destinados a la movilización de cargas. Para los cuales, la disponibilidad del mercado en opciones tecnológicas diferentes a los actuales motores de combustión interna, consumidores de gasolina o diésel, es definitivamente difusa y sin alternativas inmediatas (Smil, 2021).

Este comentario no contradice la realidad expresada en notas expuestas en el aparte anterior, demostrativas que, al presente, durante el ciclo de vida útil del combustible y en particular en la fase de combustión, los motores de combustión interna despliegan una intensidad de carbono equivalente mayor a la de procesos de refinación, ocasionando considerable impacto climático. Sólo con efectos comparativos, la intensidad de carbono equivalente de las emisiones de GEI:

a) generadas en procesos de las refinerías de conversión profunda, se ubica entre 430 y 450 $kgCO_2e/b$;
b) pero en los vehículos de motores de combustión interna, el impacto ocasionado al operar con gasolina es de 438 $kgCO_2e/b$[40] y operar consumiendo diésel, alcanza un valor de 508 $kgCO_2e/b$ (NRC, 2014).

De ésta, la intensidad de carbono equivalente de las emisiones de GEI, deriva no sólo la exigencia sino la justificación de expandir los procesos de electrificación en un grado de masificación que permita convertirlos en alternativas de sustitución de los actuales medios de locomoción que residen en la tecnología del motor de combustión interna. Sin embargo, al resultar esta acción en un desafío elevado por el alto costo de implementación, determina la conveniencia de identificar opciones para adecuar las actuales tecnologías de motores de combustión interna a disposiciones de la transición energética.

Al presente, el progreso alcanzado en las tecnologías de los motores de combustión interna facilita unas opciones de adecuación inigualables para asimilar las políticas de descarbonización; que se traducen en amplias mejoras demostradas para superar rangos de alta eficiencia y mayor rendimiento en consumos y distancias recorridas. Adicionalmente se convierte en un evento factible, extender los ciclos de vida útil con la incorporación de innovaciones asociadas a tecnologías comprobadas que operan a través de consumo de biocombustibles o hidrógeno H_2 verde; producido de fuentes renovables.

De acuerdo con lo expuesto, no existen realidades objetivas para determinar y declarar la eliminación total de los consumos de combustibles de origen fósil, con miras al escenario del año 2050; y mucho menos en fechas cercanas. Lo que se aprecia es una ventana de oportunidades para avanzar en adecuación de la infraestructura existente de procesamiento y refinación de hidrocarburos, y sustentar los procesos de manufactura de combustibles de bajo contenido de carbono de origen fósil.

Como ha sido comentado en páginas anteriores, esta situación se presenta no sólo porque las economías en transición y los países en desarrollo, para generar prosperidad hacia el largo plazo: (a) comprometen, con mayor plazo de tiempo, los períodos de adaptación para facilitar la sustitución de los modelos de desarrollo centrados en economías extractivas de recursos del capital natural disponible, (b) sino en la realidad contradictoria que se sitúa, como un factor cardinal de la economía capitalista, que requiere extender los períodos de vida útil de cualquier tipo de infraestructura para asegurar una recuperación apropiada de la inversión ejecutada en desarrollo y operaciones.

Resulta lícito complementar esta idea señalando que, la actual infraestructura energética e industrial ubicada en los países desarrollados continúa siendo la mayor causante de impactos adversos de carácter climático; y a la cual se deben incorporar, los impactos causados en la expansión de la capacidad industrial que está siendo instalada en las economías en crecimiento – resaltan China e India –. Una

[40] Nota: un barril de gasolina contiene 42 galones o 190 litros y un vehículo de motor de combustión interna consumiendo la gasolina equivalente a tres (3) tanques de almacenamiento – 65 litros de capacidad promedio del tanque en vehículos modernos –, usualmente recorre 1.200 km y muestra una intensidad de carbono equivalente en emisiones de GEI, de cerca de 4 $kgCO_2e/km$ (NRC, 2014 y NRC, 2023).

situación que condiciona y determina la necesidad inmediata de desarrollar soluciones tecnológicas enfocadas a la adaptación y minimización de los procesos causantes de las altas emisiones experimentadas de CO_2; como agente principal de los GEI.

Una economía global enfocada a cumplir las metas del escenario y visión del año 2050 muestra, como factor cardinal de desafío, un largo tiempo de convivencia con la circunstancia de continuar dependiendo de recursos naturales provenientes de fuentes de hidrocarburos y el carbón. Destinados éstos, al procesamiento de combustibles fósiles y a la manufactura de productos químicos requeridos en los procesos de transformación de bienes transables de uso masificado en los niveles actuales de vida modernos – fertilizantes, fibras sintéticas, medicamentos –. Bienes transables que son privativos de las sociedades de consumo, pero con tendencia clave de incremento de consumo a ser satisfecha en economías en desarrollo.

Como ha sido mencionado, el inconveniente principal para alcanzar la eliminación total de combustibles fósiles reside en las dificultades de los sectores económicos asociados a la logística de movilización y transporte global de cargas y pasajeros – marítimo y aéreo – para consumir nuevos combustibles sustitutos, de suficiente densidad energética; y que no se encuentran disponibles. A diferencia de motores de combustión interna para transporte de pasajeros o en cortas distancias.

Se aprecia, en el segmento de la industria marítima asociada a la logística de transporte mundial, que con la expansión del comercio global de *"commodities"* – cereales, hidrocarburos, recursos mineros – y debido al comportamiento incremental del consumo de los mercados de productos de alta demanda, al verse afectados por unos riesgos de disponibilidad que son impactados por causas de origen político y conflictos, desastres naturales o inducidos y carencias de materias primas, se encuentran: (a) obligados a recurrir al mercado *"spot"*, para alcanzar las metas de disponibilidad de insumos y/o (b) a alterar las rutas originalmente previstas de los buques navegando hacia diferentes posiciones geográficas y ocasionando impactos económicos por tiempos de espera inciertos, que se deprenden de las causales de variaciones del mercado (Mitchell, 2011).

Situación que afecta cadenas de suministro global y origina una alta demanda de plataformas de buques oceánicos de grandes dimensiones que, aunque presentan limitaciones de tránsito en los canales de Suez o Panamá, en la actualidad, como contrapartida, disponen de la ventaja de ser buques con motores de alta eficiencia energética y mayor capacidad de almacenamiento de combustibles líquidos derivados de los hidrocarburos. Unos combustibles que, como el diésel marino, no son de inmediata sustitución y, sin embargo, se encuentran disponibles en cualquier puerto marítimo del globo.

Es oportuno exponer, como realidad reconocida, que las tecnologías de sustitución por medio de combustibles de bajo contenido de carbono todavía se articulan a través de costos muy elevados y no han demostrado confiabilidad suficiente, como para propiciar su aplicación masiva en las grandes unidades de generación de potencia mecánica de propulsión requeridas por la industria naval; que utiliza motores diésel instalados en los buques de gran porte[41] (Byrum, 2021).

El aumento de las tensiones políticas globales condiciona y predispone a los países a fomentar el crecimiento de la industria de construcción naval de novedosas unidades de superficie destinadas a las armadas. Unas unidades navales que, para mejorar las labores de intercepción, utilizan una combinación de turbogeneradores y motores diésel operando con gasoil[42].

Un caso emblemático de las dificultades de sustitución por nuevos combustibles de bajo contenido de carbono se aprecia en el sector económico asociado a la aviación comercial. Sector de relevancia global que, por economías de escala en el transporte de pasajeros, requiere colocar en operación aeronaves de mayor dimensión. Facilitando satisfacer incrementos en distancias y tiempos de vuelo, y con relevantes aumentos en capacidad de movilidad en número de pasajeros; y carga.

Esta nueva condición de incremento de la capacidad de los medios de transporte de carga y pasajeros requiere disponer de turborreactores de alta potencia (Smil, 2010) y con mayor consumo equivalente de combustible líquido. Que, por efectos de las distancias largas, conlleva en consecuencia, el compromiso de disponer de espacios adicionales para alojar mayor capacidad de almacenamiento de gasolina de aviación – en inglés, *"aviation gasoline"* y *"jet fuel"*[43] –.

[41] Los buques de gran porte para el transporte de hidrocarburos líquidos como los supertanqueros tipo VLCC – en inglés, *"very large crude carriers"* – pueden alcanzar los 340 metros de eslora y con una capacidad de carga cercana a 1 millón de barriles de petróleo – en inglés, *"gross tonnage"* de hasta 164.000 TM equivalentes – y requieren para su propulsión de motores diésel con una capacidad de generación de hasta 35 MWe de potencia. Motores que cuentan hasta con 13 cilindros de gran dimensión y que fácilmente son de 800 mm de diámetro (Marine Insight, 2022).

[42] Las seis fragatas Clase Mariscal Sucre – tipo Lupo – adquiridas en la década de 1980 por la Armada de Venezuela, disponen de un sistema de propulsión mixto y combinado – en inglés, *"combined diesel or gas" (CODOG)* – a partir de 2 turbinas de gas General Electric LM2500 de 25 MW – 50 000 hp – y 2 motores diésel – 7.800 hp –. Un modelo de turbogas ampliamente utilizado en generación de electricidad por la industria energética nacional; CORPOELEC y la IPPN.

[43] Para efectos de comparación, una aeronave Boeing 777 tiene instalados dos turborreactores del modelo General Electric GE 90-115B que generan alrededor de 23 MW de potencia en vuelo crucero – alrededor de 30.843 hp –. Y una aeronave Airbus A380 tiene instalados cuatro turborreactores del modelo Engine Alliance GP 7200 – una asociación entre General Electric y Pratt & Whitney – y requiere para el despegue, una potencia de 230 MW – alrededor de 308.435 hp; cada turborreactor produce 77.109 hp –.

Compromiso que al final, si bien es cierto incrementa las dimensiones de las aeronaves. Sin embargo, es oportuno señalar la sustancial contribución que proyecta la industria aeronáutica, desde inicios del siglo XX, como un impulsor clave en alcanzar retos importantes en innovación y desarrollo tecnológico que se transfieren, como fuente de conocimiento, al resto de la sociedad; materiales de mayor resistencia, prácticas de mantenimiento, electrónica, mayor eficiencia en motores.

Como ha sido indicado en páginas anteriores de la presente SECCIÓN IV, ejecutar un programa nacional de transición energética enfocado hacia la descarbonización de los sectores refinador de los hidrocarburos y petroquímico, debería considerar:

(a) tanto las expectativas previstas hasta la década del 2040, asociada a fuertes incrementos de los productos derivados de la expansión de la demanda mundial de los hidrocarburos líquidos y gaseosos, y sus derivados;
(b) como el alcance de los requerimientos de la Agenda 2050, para adecuar la infraestructura de la IPPN y respaldar las iniciativas destinadas a la manufactura de nuevos productos y materias primas que dispongan de la característica esencial, de mostrar un bajo contenido de carbono de origen fósil.

Al respecto tampoco es oportuno obviar el desafío que significa para un país como la Venezuela del presente, recuperar orientaciones de crecimiento económico sustentable y acometer medidas de transformación institucional, en el grado de extensión requeridas para disponer en operación claras políticas climáticas que aseguren, por un lado, (a) producir la suficiente energía y satisfacer la demanda de los consumidores nacionales, y por otro, (b) cumplir compromisos con clientes y mercados globales de nuevos productos de bajo contenido de carbono de origen fósil. Productos que, en un futuro cercano, con los adelantos tecnológicos en el negocio de los hidrocarburos, serán manufacturados a través de la adecuación de las corrientes de refinación e instalaciones petroquímicas; es decir, los procesos en condición *"downstream"* de la IPPN.

Adoptar las provisiones para implantar un marco regulatorio apropiado que facilite impulsar el desarrollo de la industria energética nacional y desencadenar el suficiente rendimiento económico para producir riqueza en la población y superar la presente condición de profunda crisis social, política y económica por la que atraviesa Venezuela, condiciona adelantar las medidas de transformación de las estructuras de gobierno y de su relación con la sociedad, en el nivel exigido por la transición energética pautada en el contexto de Naciones Unidas para acometer de manera sincronizada: una política climática comprometida con la visión de la Agenda 2050 y satisfacer los compromisos de la estrategia global del DHS.

Acciones éstas que se muestran, en los actuales momentos, como un desafío de gobierno muy elevado a superar. Porque facilitar el arranque de los procesos de descarbonización en los ámbitos urbanos y sectores industriales del país, condiciona la necesidad inmediata de orientar decisiones políticas destinadas a eliminar las barreras institucionales y demostrar que el país está abierto a la presente economía energética impulsada en los mercados globales.

Productos químicos derivados de procesos de conversión de CO_2; polímeros sintéticos y la idea de *e-Fuels*

En ese orden de ideas convendría que, en los procesos de reconstrucción de la infraestructura energética nacional se consideren las opciones de adecuación de las corrientes de refinación e instalaciones petroquímicas emplazadas en procesos en condición *"downstream"* de la IPPN, que vienen siendo implementadas en las industrias de países desarrollados. En los cuales estas orientaciones de adecuación climática están dirigidas a la manufactura de nuevos productos y materias primas, por medio de maximizar el aprovechamiento de las energías provenientes de fuentes renovables y el reciclaje de materiales, residuos y los efluentes generados en procesos de transformación de hidrocarburos y equipamiento de descarbonización, provisto en dispositivos de CCUS instalados en refinerías y en plantas químicas (FuelsEurope, 2019 y Concawe, 2019a).

Para adelantar las acciones orientadas a la reconstrucción y adecuación de infraestructura de la IPPN, adecuándolas a la agenda climática, procedería una integración técnica con grupos de industrias intersectoriales, locales y foráneas con potencial para impulsar la implementación de medidas de refuerzo de las capacidades tecnológicas disponibles y explotar oportunidades de mercado intrínsecas a las expectativas de expansión de mercados de nuevos productos, materias primas y combustibles derivados de hidrocarburos con bajas emisiones de carbono.

Aprovechando la infraestructura de la IPPN, desarrollar una política de producción orientada a nuevos productos y materias primas, es esencial para garantizar la competitividad del país en el mercado global, y propiciar, a través de la integración intersectorial nacional, la estructuración de bloques industriales destinados: (a) a manufactura de combustibles con bajo contenido de carbono de origen fósil y (b) a una amplia gama de productos químicos y resinas, lubricantes, ceras y asfaltos que afirmen las ventajas competitivas locales. Estos productos son demandados por el mercado para satisfacer expectativas de crecimiento continuo de las sociedades modernas; que indefectiblemente, por la presente y expandida cultura del bienestar y modos de vida actual, seguirán orientadas a satisfacer un consumo masivo de productos y servicios.

Un motor de Formula 1 produce alrededor de 800 hp (KLM, 2018).

Parte de los inconvenientes presentes para superar el asunto de las barreras que interfieren en el desempeño de la hoja de ruta o trayectoria asumida en las agendas de Naciones Unidas para reducir impactos ambientales y promover la transición energética, podría solventarse modificando aquellas políticas del gobierno nacional que se encuentran enfocadas en continuar evadiendo el acompañamiento de las tendencias actuales del mercado energético global. Tendencias que se encuentran dirigidas a satisfacer unas expectativas centradas en consumo masivo de productos y servicios provenientes de opciones de materias primas, asociadas a los hidrocarburos de bajas emisiones.

En un negocio de bajos márgenes de beneficio, como ha sido históricamente el relacionado con los mercados de refinación de hidrocarburos, los costos añadidos por la descarbonización de la infraestructura de procesos de la transición energética y las presiones incrementales de las entidades reguladores, locales y globales para, de acuerdo a la política climática, colocar precio a las emisiones de GEI, elevan el riesgo de reducir la presencia de esta industria venezolana en el mercado global; y propicia la pérdida de los negocios dependientes de la explotación de recursos de origen fósil (BCG, 2022).

A esta exigencia de intensificar los flujos de inversión destinados a la adecuación de la actual infraestructura de la IPPN, como condición para sustentar la permanencia en los mercados globales, incrementando la oferta y mezcla de productos manufacturados – que se aprecian desde ahora sometidos a una fuerte competencia –, se le debería adicionar otra exigencia asociada al ajuste de esta infraestructura para soportar los eventuales y ya previstas consecuencias del cambio climático.

La proyectada modificación negativa de las condiciones meteorológicas presentes en los sitios del eje Norte-Costero del país y en el cual se ubica el sistema refinador y petroquímico nacional, deriva en una condición de alto riesgo que debe ser contemplada en la planificación de largo plazo. Los impactos asociados al incremento de la elevación de los niveles del mar y la presencia de condiciones adversas por lluvias extremas, obligan a adoptar medidas de contención y preservación de la infraestructura física para asegurar la continuidad operacional de la IPPN.

En consecuencia y como agregado al mencionado asunto del riesgo climático, deviene en un hecho fácilmente apreciable que, el desafío para continuar generando beneficios a partir de la explotación y transformación de los recursos naturales de origen fósil del país:

(a) no sólo está asociado al desarrollo de inversiones para cumplir la política global de descarbonización y relacionada con el estándar y los protocolos de medición y reporte corporativo de los impactos de GEI ocasionados por las empresas y gestionado por la organización World Resources Institute con el Programa denominado "Greenhouse Gas Protocol" en función de las definidas como alcance 1 o *"scope 1"* – emisiones de GEI bajo control directo por la empresa – y las del alcance 2 o *"scope 2"* – emisiones de GEI causadas por la empresa – (GHGPC, 2004);

(b) sino que coincide con una obligación de la Agenda 2030 y la cual consiste en mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de GEI en las operaciones directas dentro de instalaciones y los medios de almacenamiento y transporte o fuentes controladas en la fase de producción, en los procesos operacionales de la IPPN.

Este desafío se amplifica a través de una obligación impuesta por el mercado global que reside en la necesidad de observar, durante el ciclo de vida útil de los productos suministrados por la IPPN, que las emisiones de GEI típicas del alcance 3 o *"scope 3"* – emisiones de GEI causadas por el uso de parte de terceros de los productos comercializados por la empresa – se encuentren ajustadas e incluyan compromisos de neutralidad climática, establecidos en la Agenda 2050.

En línea con lo expuesto, el negocio nacional de procesamiento y transformación de recursos de origen fósil estaría siendo favorecido al implementar medidas para integrar la evolución de los avances de las tecnologías de descarbonización y también de las digitales – en control de emisiones de GEI y eficiencia energética –, con la demanda de productos alternativos de menor huella de carbono. Una gestión que induce a proceder con medidas de adecuación a la visión de la agenda climática, de la infraestructura de la IPPN; aprovechando las ventajas y oportunidades presentes en el apoyo de la sociedad global a las acciones para implantar una regulación favorable a la transición energética (BCG, 2022).

Es apropiado mencionar que en el asunto del control de emisiones de GEI y las mejoras en eficiencia energética asumidas en los países desarrollados, el sector refinador y petroquímico se encuentra enfocado, en una primera intervención, a la aplicación de unas medidas operativas asociadas a la implantación de soluciones técnicas tendientes a reducir la intensidad de la huella de carbono; y maximizar por medio de ajustes y nuevos dispositivos, la obtención de rendimientos energéticos del equipamiento emplazado en las instalaciones operacionales del sector industrial (FuelsEurope, 2019 y Concawe, 2019).

Estas medidas se enfocan en soluciones técnicas relacionadas básicamente con nuevas inversiones destinadas a la sustitución de equipos existentes que posibiliten, en los procesos de transformación de los recursos de origen fósil:

(a) obtener reducciones en los consumos de combustibles líquidos y aprovechar los efluentes gaseosos para minimizar el impacto por venteo a la atmósfera de los gases generados;

(b) y aprovechar el calor latente de baja calidad disponible, resultante en las operaciones de generación de energía eléctrica, para el uso de

industrias petroquímicas integradas en áreas vecinas o a sectores de servicios públicos y comunidades ubicados en la cercanía.

Son opciones de medidas de eficiencia energética que revierten en beneficios plausibles desde el punto de vista climático, al estar asociados a la reducción de emisiones de GEI. No obstante, proporcionan un beneficio adicional al facilitar los acoplamientos empresariales tendientes a una mayor economía de escala a nivel regional. Por ejemplo, a través de mejoras en la optimización del uso de calor efluente y del vapor generado y los incrementos de la potencia energética disponible en la industria hidrocarburífica, que son transferidos a otros sectores industriales y de servicios; y también a la comunidad.

Conviene resaltar que la capacidad de generación de potencia energética que se encuentra disponible en la industria hidrocarburífica, una vez integrada con procesos de descarbonización en los sistemas de generación y suministro de energía eléctrica, se convierte en un recurso clave aprovechable en acoplamientos empresariales al aplicar medidas apropiadas y destinando, por medio de procesos de electrólisis, a manufactura de hidrógeno H_2 verde; producido de fuentes renovables.

Ha sido expuesto en páginas anteriores que en los procesos productivos donde el intercambio de temperaturas ocurre en rangos menores a los 300º C, es factible adelantar al corto plazo los procesos de descarbonización. Por la vía de incrementar la electrificación directa de sistemas térmicos en las instalaciones de manufactura con calor de proceso de baja y media temperatura y sustituyendo sistemas de transferencia de calor existentes; que, usualmente, son equipamientos mecánicos que operan en base a consumo de combustibles fósiles – hornos y calderas –.

En rangos superiores a los 300º C, el actual avance de las tecnologías de intercambio térmico por electrificación no facilita la sustitución del equipamiento. En consecuencia, durante el corto plazo es preciso que los procesos de descarbonización se orienten a la instalación de dispositivos de CCUS que, por un lado, aseguren la captación de CO_2 y GEI y por otro, actúen sobre las corrientes de refinación que operan con combustibles de origen fósil y gases o líquidos efluentes de los procesos, por la vía de la sustitución parcial de los volúmenes de estos combustibles.

Impulsar el equipamiento de CCUS constituye una nueva ruta tecnológica dirigida a la captura y almacenamiento de CO_2, con el interés de crear oportunidades para que la IPPN propicie el desarrollo de una economía basada en el uso del carbono. Que, de esta manera, se convierte en un producto de comercialización de materia prima con características de viabilidad económica similares a los *"commodities"*, y destinada a usos por otros segmentos de la industria; como los procesos en *"upstream"*. Una nueva ruta tecnológica empleada también, en aquellos procesos destinados a transformación y manufactura de nuevos materiales, como polímeros y combustibles alternativos (UKPIA, 2017).

En la Figura Nº 07 incluida a continuación, se aprecia un diagrama que refleja las expectativas de negocios en productos químicos derivados de los nuevos procesos de conversión de CO_2 y su transformación en productos químicos intermedios, polímeros y combustibles. Se reafirma la condición de *"commodity"* del CO_2 al valorizar que, a nivel mundial, alrededor de 230 millones de TM/año de CO_2 son transformadas en productos químicos de alto valor (FutureBridge, 2023).

El desarrollo de líneas de negocios orientadas a la manufactura de combustibles alternativos a partir de CO_2, coincide con la tecnología basada en el uso de la energía eléctrica obtenida de fuentes renovables, denominada en inglés, *"power-to-liquids technologies"*; en adelante *e-Fuels*.

El concepto de *e-Fuels* aplica a aquellos combustibles sintéticos obtenidos de procesos que utilizan energías provenientes de fuentes renovables para, por medio de un proceso de hidrólisis, combinar (a) CO_2 capturado de la atmósfera o de procesos de CCUS e (b) H_2 obtenido del agua; preferiblemente recuperada de procesos de tratamiento.

Adicionalmente muestran un apropiado balance de neutralidad climática, por la característica que el CO_2 utilizado no genera emisiones de GEI durante los procesos en motores de combustión interna (eFuel Alliance, 2023).

Al igual que otros combustibles alternativos obtenidos de las corrientes de refinación, como H_2 gris y H_2 verde, los *e-fuels* exponen la ventaja de ser compatibles con los motores de combustión interna disponibles en el mercado[44]. Y facilita su implantación, la existencia de una amplia cadena de mercadeo interno extendida a través del territorio nacional, que son las bombas de gasolina.

Dentro de nuevas líneas de negocios orientadas a manufactura de combustibles alternativos se incluyen los denominados biocombustibles de segunda generación, manufacturados a partir de materias primas consideradas residuos orgánicos; y no necesariamente provenientes de los sectores de alimentos y agroindustrial. En la hoja de ruta climática prevista para alcanzar la Agenda 2050, se muestra la intención de extender los ciclos de vida útil de la

[44] Posterior a su procesamiento en instalaciones de *"downstream"*, los *eFuel*s pueden ser mercadeados bajo diferentes denominaciones como: eGasoline, eDiesel, eHeating oil, eKerosene and eGas, reemplazando los combustibles convencionales (eFuel Alliance, 2023).
Existe una denominación más amplia del concepto de *"power-to-liquids technologies"*, utilizado en la producción de combustibles de característica *eFuel*s para su consumo en procesos energéticos, que se conoce como *"power-to-X"*, al aplicarse a procesos de transformación para producir productos químicos y entonces se denominan: *"power-to-chemicals"* y *"power-to-ammonia"* (Haltermann Carless, 2022).

infraestructura asociada a la transformación de los hidrocarburos en las unidades de procesamiento de refinerías tradicionales. Las cuales son fácilmente adaptables para coprocesar o convertirlas completamente a la manufactura de biocombustibles; y procesar materias primas biológicas (FuelsEurope, 2019).

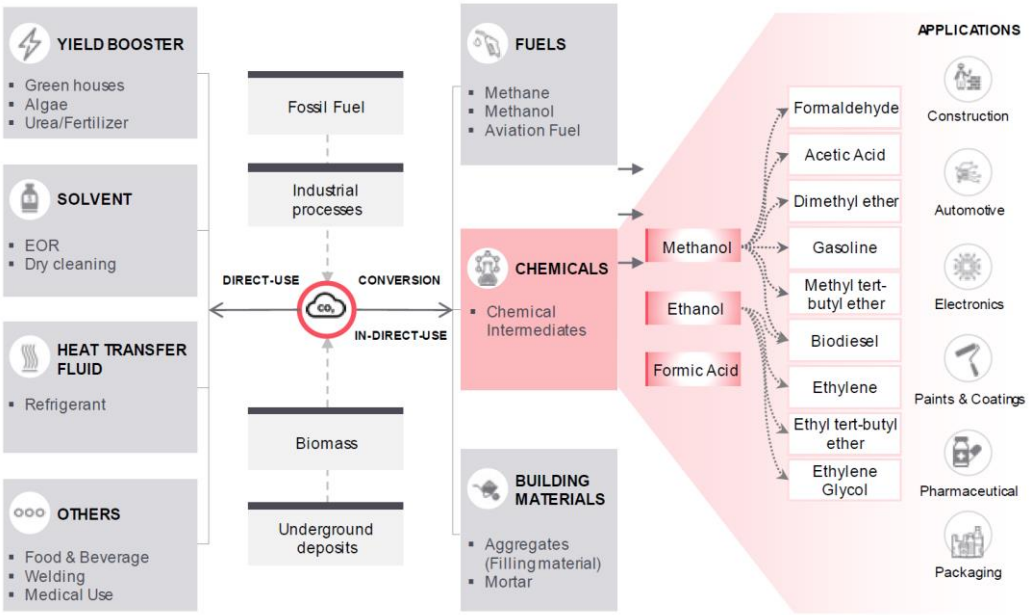


Figura Nº 07. productos químicos derivados de procesos de conversión de CO_2
Fuente: FutureBridge Analysis. "CO_2 to Chemicals. Converting CO_2 emissions into intermediate and platform chemicals". Infographic (FutureBridge, 2023)
https://www.futurebridge.com/whitepaper/converting-co2-emissions-into-chemicals/

Esta condición técnica ofrece importantes sinergias de inversiones en la relación capital-gasto, a partir de la utilización de activos tradicionales de refinación de hidrocarburos. Se convierte en una oportunidad para competir con reducciones de hasta un 60% de la inversión al compararlas con nuevas instalaciones de biorrefinería; y con hasta un 30% menos en gastos operacionales (BCG, 2022).

En la transición de combustibles de origen fósil a combustibles de bajo carbono se considera, como solución intermedia, la expansión de los usos del gas natural por la condición de hidrocarburo de baja intensidad de carbono. Aplicar acciones asociadas a la idea de promover una economía del metanol, a partir de la transformación de gas natural, facilitaría adicionalmente construir una economía circular coherente con la meta de NZE en la Agenda 2050 (FuelsEurope, 2019).

Es oportuno comentar que uno de los factores que promueven, dentro del sector de refinación global, propiciar la búsqueda de alternativas de mercado para los nuevos productos derivados de los hidrocarburos, se afinca en la prohibición global de transportar en los buques y utilizar como combustible, el fueloil marino[45]; no reglamentario. Resolución adoptada por la Organización Marítima Internacional[46] – en adelante por sus siglas en inglés, IMO – que entró en vigor a partir del 1 de marzo de 2020 (IMO, 2021) y que coloca en significativa condición de disponibilidad, extensos volúmenes de un producto que se obtiene en las refinerías tradicionales en las primeras fases de destilación; en las unidades de destilación de vacío (FutureBridge, 2019).

El otro factor que ha impulsado la readecuación del negocio de refinación y las nuevas inversiones enfocadas en la adaptación de la infraestructura del sector de los recursos de origen fósil, reside en el crecimiento de la demanda de los polímeros sintéticos o plásticos que se observa a nivel global. En particular, en aquellos países de economías desarrolladas o también en crecimiento, miembros de la OCDE[47], que invierten en nueva infraestructura petroquímica.

[45] En inglés, *"bunker fuel"* para diferenciarlo del fueloil que se consume en plantas termoeléctricas a vapor. Producto que se denomina en el mercado como High Sulfur Fuel Oil (HSFO).

[46] En inglés, International Maritime Organization (IMO); agencia de Naciones Unidas establecida en 1948, en Génova, Suiza.

[47] La denominada en inglés, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) con sede en Paris, Francia, agrupa 38 países e incluye de Latinoamérica, a Chile (2010), Costa

Conviene observar el gran volumen de negocios que en la actualidad representa, dentro de la economía global, la industria asociada a polímeros sintéticos o plásticos. El tamaño del mercado mundial de plásticos se valoró en 568.900 millones de US$ en el año 2019 e independientemente a las limitaciones ocasionadas por la pandemia del COVID-19, (a) se acercó a 590.000 millones de US$ en 2020 y (b) se proyecta que progrese a una tasa de crecimiento anual compuesto – en inglés, *"compound annual growth rate"* (CAGR) – del 3,2%, entre 2020 y 2027; hasta alcanzar un valor de 722.600 millones de US$, en el año 2027 (grandviewresearch, 2020).

La manufactura de polímeros sintéticos o plásticos coincide con un sector de la economía en el cual, con semejante dimensión de negocios a nivel global, se advierte con claridad que no resultan apropiadas ni sostenibles las acciones para limitar el crecimiento de una de las industrias de mayor dinamismo, que se encuentra extendida a toda la economía global.

Con efectos demostrativos y sólo como elemento de comparación y contraste de rendimiento económico, la producción petrolera mundial en los últimos años supera los 80 millones de barriles diarios (MBD) – también se utiliza: MBBL/día – de petróleo crudo y con un precio promedio de realización de 40 US$/barril, se obtiene un monto diario en transacciones de 3.200 millones de US$/día. Y en base anual, ese monto se proyecta a un valor de 1.168.000 millones de US$/año.

El soporte básico de la industria petroquímica se encuentra "apalancado" precisamente por la industria hidrocarburífica; la cual suministra los recursos de materias primas. Y las proyecciones de incrementos del consumo de productos manufacturados con polímeros sintéticos o plásticos siempre mostrarán, en las sociedades modernas de consumo, un crecimiento asegurado para satisfacer los requerimientos en la transición energética de alcanzar la neutralidad climática.

Las oportunidades de crecimiento de la industria de polímeros sintéticos o plásticos disponen como fuertes "habilitadores" de los segmentos de negocio a sectores industriales en los cuales, los productos manufacturados a partir de resinas sintéticas e integrados en equipos y dispositivos mayores, exhiben una amplia utilización. Situación que se observa en los sectores automotriz y energético, que adicionalmente impulsan, el consumo de los productos del sector electrónico.

El crecimiento de la industria de los plásticos está asegurado con las estrategias de sustitución de las fibras naturales por fibras sintéticas empleadas en la industria textil y la de empaques. Visión establecida en la estrategia europea para los plásticos con la implantación de una economía circular y que debería entenderse como un plan para proteger los mercados de la industria del plástico europea. Sin atisbo de duda, proteger mercados y economía son medidas para asegurar desarrollo sostenible[48] (EU, 2018); no obstante, fomentar el reciclaje de productos los plásticos al final de su vida útil, que es una condición de la economía circular, imprime un fuerte impulso a la reducción de la huella de carbono causada.

Las orientaciones principales que promueven innovaciones tecnológicas en la industria textil para crear fibras sintéticas, no sólo están enfocadas a la búsqueda de alternativas más baratas a productos equivalentes confeccionados con las fibras naturales. La razón reside en que los textiles manufacturados de materiales sintéticos se producen en grandes cantidades y cumplen con el objetivo de satisfacer las necesidades de los mercados de consumo masivo; al presente, con gran amplitud.

Al final resulta difícil, por no decir imposible, entender el desarrollo en la vida moderna sin el acompañamiento de los productos manufacturados a partir de polímeros sintéticos. Como se aprecia en la Figura Nº 08 incluida a continuación, en la página siguiente, en la cual se muestra la multiplicidad de usos de los polímeros sintéticos o plásticos transformados en productos transables que han pasado a ocupar un lugar ubicuo en la vida diaria; llegando no sólo a ser considerados dentro de lo "común", sino un claro símbolo de prosperidad en las sociedades de consumo de la actual modernidad.

En la Figura Nº 09 incluida a continuación y también en la página siguiente, se aprecia por medio de un diagrama de bloques, el esquema de integración clásica entre los procesos de refinación y la manufactura de materias primas para la industria petroquímica. Resalta dentro de las unidades de proceso el denominado *"fluid catalytic cracker"* (FCC), que convierte los productos primarios de las unidades de destilación de vacío, el gasóleo de vacío, un componente de alta densidad y bajo valor de comercialización del petróleo crudo, en productos más valiosos, como la gasolina (McKinsey, 2022).

Rica (2021), Colombia (2020) y México (1994); y a Noruega, Canadá, Australia, Reino Unido y EEUU, como países exportadores de combustibles de origen fósil y minerales.

[48] En los países de la Unión Europea la industria de plásticos (a) da empleo directo a más de 1,6 millones de personas, (b) con una facturación en 2018, de más de 360.000 millones de euros, (c) una contribución de 28.800 millones de euros a las finanzas públicas, y lo más importante, (d) domina el 17% del mercado global de plásticos – después de China que tiene el 30% de la industria – y (e) con una demanda interna de 52 millones de TM/anuales, (f) la producción interna alcanzó 62 millones de TM/anuales; de 359 millones de TM a nivel global, al 2018 (Plastic Europe, 2019 y Plastic Europe, 2021).

Un punto de especial atención es que las nuevas plantas instaladas en China, son inversiones en expansión de capacidad de plantas propiedad de empresas europeas de alta tecnología y en las cuales se aplican las innovaciones tecnológicas que son producto de inversión interna de las empresas, en investigación y desarrollo. Adicionalmente, con una estrategia de negocios enfocada en productos de alto margen de comercialización, como el sector de los empaquetados, se aprecia que las empresas europeas venden tecnología y productos en nuevos mercados de consumo masivo; de economías emergentes.

Figura Nº 08. polímeros sintéticos desarrollados y comercializados desde el siglo XX
Fuente: infografía de elaboración propia, JLG Martínez-Barruchi

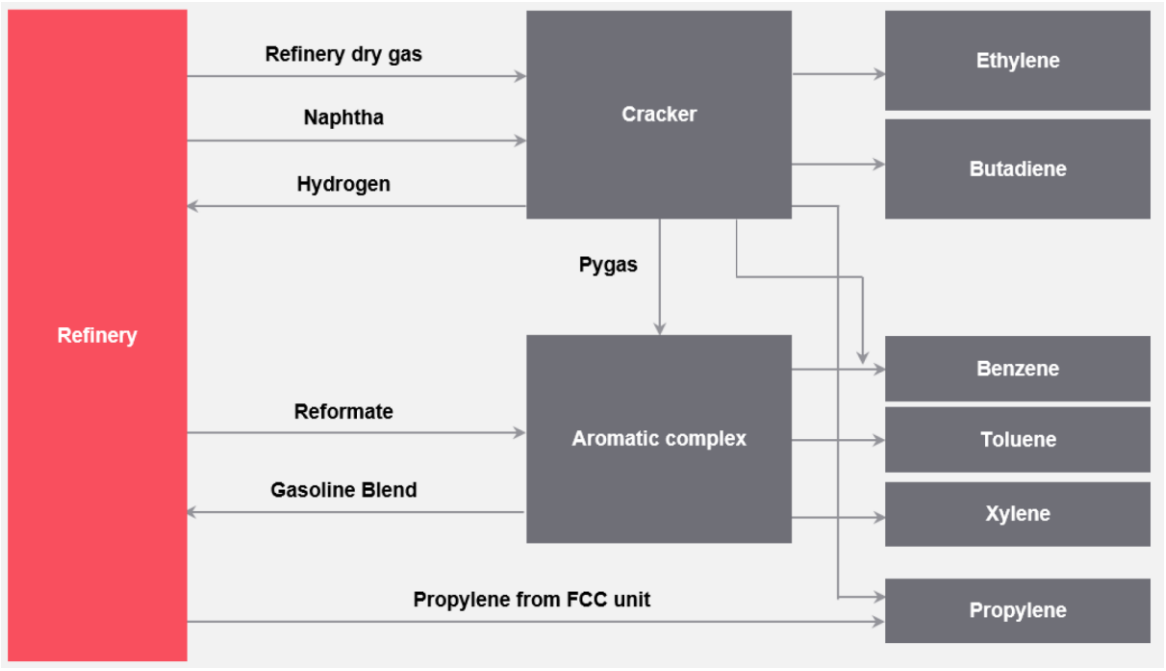


Figura Nº 09. diagrama de bloques de una integración entre refinería y petroquímica
Fuente: FutureBridge Analysis. "Crude Oil-to-Chemicals: Future of Refinery". (FutureBridge, 2019). https://www.futurebridge.com/blog/crude-oil-to-chemicals-future-of-refinery/#:~:text=Crude%20oil%2Dto%2Dchemicals%20(,a%20non%2Dintegrated%20refinery%20complex.

La gasolina procesada en la unidad de FCC contiene nafta y materiales aromáticos que son separados como materia prima petroquímica, y adicionalmente produce olefinas ligeras cuyo volumen se incrementa con la adición de catalizadores que generan mayores rendimientos. La tecnología COTC está siendo orientada a incrementar la producción de materias primas a partir de los petróleos pesados – los provenientes de la FPO –, con el desarrollo del denominado *"high-severity"* FCC[49].

La aplicación de la tecnología COTC facilita convertir corrientes de refinería de bajo valor, en productos de alto valor en el mercado y adecuados para los procesos integrados con la industria petroquímica; modificando la mezcla y la disposición de las unidades de proceso en las refinerías. Una refinería moderna típica emplea diferentes tecnologías en cada una de las unidades de proceso y que están dirigidas a lograr mejores rendimientos en manufactura de productos de características y usos diversos. Es por esta razón que los cambios específicos implementados por medio de la tecnología COTC, que actúen en diseño de procesos y la operación de la refinería, aumentarían los rendimientos en productos petroquímicos.

Por ejemplo, en el diagrama mostrado en las anterior Figura Nº 4 y la Nº 5 se aprecia que las unidades de proceso de coquización retardada – DCU *"delayed coker unit"* –, hidrocraqueo residual – HCK *"hydro cracker"* – y VBU *"visbreaker unit"* separan el denominado crudo vacío residual; que posteriormente es utilizado en la producción de asfaltos y *"coke" o* coque petrolero. Estos procesos son importantes para incrementar el aprovechamiento de los petróleos pesados de Venezuela, pero requieren de adaptación de tecnologías para mejorar los rendimientos en producción. Las orientaciones de estas tecnologías se dirigen a: (a) incrementar la utilización de H_2 gris, que es un efluente común en las refinerías de conversión profunda, y (b) la sustitución de gas propano por los denominados solventes, que mejoran el aprovechamiento de residuales en la manufactura de lubricantes y su posterior envío a unidades de craqueo catalítico (DigitalRefining, 2020).

Las materias primas que se utilizan en la industria de los polímeros sintéticos o plásticos, provienen de la industria de los hidrocarburos. Los requerimientos de materiales para procesar y obtener monómeros y polímeros y continuar con la manufactura de productos plásticos, requiere disponer de ingentes volúmenes de materias primas provenientes de la transformación de los hidrocarburos, líquidos y gaseosos, para su posterior procesamiento en la industria petroquímica.

Con los compromisos establecidos en la Agenda 2050 para alcanzar niveles avanzados de neutralidad climática y adelantar las medidas de transición energética, cumpliendo con la política climática global, es prudente iniciar acciones de gobierno para reorientar los planes y estrategias de desarrollo del país. En este contexto, la industria petroquímica nacional debería ser considerada como factor primordial para impulsar la incorporación de la IPPN a los negocios globales que se derivan de (a) la mencionada nueva economía del plástico, por un lado y por otro, (b) a los requerimientos de mercado de los nuevos combustibles de baja huella de carbono; provenientes en su mayoría, de la adaptación de los procesos de transformación directa de hidrocarburos en las refinerías.

La economía de Venezuela, exterioriza una alta concentración y dependencia económica de los sistemas extractivos y de transformación de recursos de origen fósil y minerales, y por los recursos naturales disponibles en el territorio nacional, se encuentra condicionada a favorecer la explotación de esos recursos y lograr así, las condiciones básicas de una economía sostenible en el largo plazo que proporcione asegurar, por medio de políticas públicas oportunas y medidas de carácter legal firmes, fomentar el desarrollo de la infraestructura industrial y de servicios del país y propiciar mayor crecimiento económico y bienestar de la población; mejorando las condiciones de vida.

El desafío reside en adelantar la hoja de ruta de la transición energética a partir de alcanzar metas importantes que, en la visión de la teoría del DHS y como resultado de la situación de precariedad presente en Venezuela, se encuentran circunscritas a cómo articular políticas climáticas demostrativas de impactos positivos al ambiente y que al mismo tiempo afirmen, las expectativas establecidas en la visión del componente social y de reducción de desigualdades, previstas en la visión de los ODS, de la Agenda 2030.

A manera de comentario final, es oportuno referir que el comercio global, al ser una realidad compleja, requiere de dominio de información y conocimiento completo para interpretar giros de situaciones en continuo movimiento y que afectan a la industria energética de los países con economías dependientes de la extracción de los recursos naturales de origen fósil y minerales. Una situación que apremia a estos países a propiciar acciones tempranas destinadas a la adaptación de las infraestructuras operacionales y las políticas públicas, bajo un criterio de amplia visión para aprovechar las oportunidades presentes en los mercados globales; que no siempre se repiten.

La industria energética global depende del comercio mundial para expandir las capacidades productivas y mantener operativos, (a) extendiendo al máximo los ciclos de negocios y (b) procediendo a ajustar a los requerimientos climáticos, por medio de innovación y tecnología, las infraestructuras existentes del sector de explotación de materias primas de origen fósil y reorientándolas a la manufactura de nuevos productos de baja huella de carbono; que muestran al presente, una alta demanda en los mercados globales.

[49] El proceso de alta gravedad denominado *"high-severity"* FCC ha sido desarrollado por JX Nippon Oil and Energy Corporation, King Fahd University of Petroleum and Minerals, Axens, and Saudi Aramco. Y en 2019, S-Oil de Corea del Sur empezó a comercializar esta tecnología (McKinsey, 2022).

Adicionalmente, observando el cumplimiento de la visión de la Agenda 2050 y la adaptación preventiva de los países, para activar medidas previstas en las políticas globales y enfrentar el predecible escenario de ampliación de las incidencias negativas de los efectos del cambio climático, e identificadas a manifestarse con extrema dureza, a partir del año 2050.

Independientemente de disponer de personalidad jurídica propia, el gobierno de Venezuela no dispone de autonomía en el contexto mundial de los países y, en consecuencia, no es prudente intentar colocar condiciones de aislamiento o de ruptura de relaciones comerciales entre países. Razón por la cual debería identificar con precisión el grado de complejidad que determinan las acciones a futuro para alcanzar mejor crecimiento económico y prosperidad de la población, bajo los criterios del DHS; una acción coherente con los requerimientos de la transición energética, en la visión de la Agenda 2050.

Como primera acción de gobierno resultaría conveniente internalizar cómo interpretar el comportamiento del comercio global. Un comportamiento que al no tomar en cuenta los modelos políticos que gobiernan a los países, podría ser expresado por medio de la visión asociada al concepto de "hiperobjeto" (sic) en el Antropoceno, que, como el calentamiento global, las variaciones climáticas o los combustibles fósiles, se encuentran distribuidas masivamente en tiempo y espacio a nivel global (Morton, 2013). Conviene tomar en cuenta que a veces el comercio global se comporta igual que la naturaleza, esa *"entidad"* (sic) siempre presente que se distribuye masivamente ocupando espacios en ambientes en los cuales conviven los humanos, que muestra un carácter viscoso y que, por su condición de extraterritorialidad, al no ser local, y de extratemporalidad, se muestra de forma diferente a los ciclos de vida de los propios humanos.

Es oportuno resaltar que, cuándo por carencias culturales y desconocimiento del sentido de progreso que produce inacción en las acciones de gobierno y evade la responsabilidad de asegurar la debida proyección intergeneracional de los beneficios existentes, con un fuerte carácter de sustentabilidad requerida para transferir a las sociedades futuras, la pérdida de la idea del instante que propicia el aprovechamiento de las oportunidades que aparecen en el comercio global, a veces se expresa a través de esos desastres de carácter social que sobrevienen en las naciones.

Una situación que debe ser considerada, en las condiciones presentes de Venezuela, como un escenario plausible ...

ANEXO 01 … compromisos climáticos de Naciones Unidas ratificados por Venezuela

Los compromisos climáticos de Naciones Unidas han sido ratificados en su momento oportuno por los diferentes gobiernos de Venezuela; y de acuerdo con la siguiente cronología:

- La CMNUCC fue ratificada en el año 1994, mediante publicación en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.825 Extraordinario del 27 de diciembre de 1994.
- El CMP fue aprobado y publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.081 del 07 de diciembre de 2004.
- El Acuerdo de Paris sobre Cambio Climático (a) fue adoptado el 12 de diciembre de 2015, (b) el 22 de abril de 2016 se suscribió el Acuerdo de París sobre Cambio Climático, en el acto conmemorativo del Día de la Tierra, y (c) el 21 de julio de 2017 Venezuela procedió a ratificar el Acuerdo de París sobre Cambio Climático.

Adicionalmente se formalizó el compromiso de las NDCs, a través de (a) la publicación del documento denominado: "Primera Contribución Nacionalmente Determinada (CND) de la República Bolivariana de Venezuela para la lucha contra el Cambio Climático y sus efectos", de fecha Julio 2017 (NDC-VLA, 2017), y (b) la entrega respectiva ante la Secretaría Ejecutiva de la CMUNCC, con sede en Bonn, Alemania, realizada en el mes de febrero de 2018.

Dentro de las medidas institucionales implementadas, de acuerdo con el compromiso de las NDCs, el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC) estableció:

(a) como Autoridad Nacional Ambiental, en fecha 16 de enero del año 2019 constituye al interno de su estructura organizativa, la "Dirección General de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático";

(b) y para gestionar el acceso al financiamiento climático, el gobierno nacional ha adoptado arreglos institucionales mediante el nombramiento del "Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, como la Autoridad Nacional designada ante el Fondo Verde del Clima"; por medio del Decreto N° 4.585 de fecha 21 de septiembre de 2021, publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 42.217 de la misma fecha.

Posteriormente, y como perfeccionamiento del compromiso de las NDCs, el gobierno nacional entregó en noviembre 2021 el documento denominado: "Actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada de la República Bolivariana de Venezuela para la lucha contra el Cambio Climático y sus efectos" (NDC-VLA, 2021).

Como se aprecia, si bien es cierto que los diferentes acuerdos climáticos de Naciones Unidas se han oficializado a través de la Gaceta Oficial de la República de Venezuela, facilitando establecer las bases de un marco normativo a largo plazo y cumplir con los compromisos de la agenda climática global, dentro del contexto de Naciones Unidas, también es conveniente alertar que esas medidas deben ser acompañadas de acciones de gobierno demostrativas del interés en cumplir

los programas climáticos; y no centrarse sólo en actualizar periódicamente las NDCs.

Es oportuno comentar que los compromisos adquiridos por los representantes de Venezuela en la COP26 en relación al Programa de Mitigación y en virtud de los acuerdos de transparencia entre los países, fue aceptado que el desempeño de compromisos identificados en el Programa de Mitigación sería objeto de revisiones anuales a ser formalizadas en reuniones de ministros de los países (Barruchi, 2021c).

El interés de esta revisión es mostrar progresos reales en el cumplimiento de las NDCs y la ejecución de metas en estrategias a largo plazo (ELP) para alcanzar objetivos de eliminación de emisiones netas de carbono – NZE – previstas en la Agenda 2050, que implican esfuerzos para:

(a) sustituir la infraestructura de producción energética asociada al consumo de combustibles fósiles provenientes de hidrocarburos y carbón – generadores de la alta huella de CO_2 y de GEI experimentada –;
(b) detener y revertir los impactos causados por los procesos de deforestación y explotación minera;
(c) reducir las emisiones de metano (CH_4) de carácter antropogénico;
(d) y acelerar el cambio tecnológico dirigido hacia los sistemas de movilidad y transporte y propiciar un mayor uso de vehículos eléctricos y consumidores de combustibles verdes.

Compromiso que precisa de entrega de documentación y evidencias apropiadas que permitan visualizar si el país está asumiendo con responsabilidad, las acciones de trabajos en ejecución tendientes a cumplir las metas de la Agenda 2030. Evidencias que deberán fundamentar los alcances obtenidos en la elaboración del diseño de los programas climáticos, identificando las medidas a ser adelantadas y la extensión de los recursos con los cuales se acometerán los objetivos previstos para cumplir el Programa de Mitigación.

En caso de no lograr aportar suficientes elementos de convencimiento, esta condición limitaría oportunidades del país para participar en programas de asistencia técnica y ayudas financieras contemplados en la COP26. Y sólo por la crítica situación social, política y económica del país, que precisa de amplios desembolsos de capital debería configurar en lo inmediato un asunto de especial atención de parte del gobierno de Venezuela.

ANEXO 02 … capacidad instalada de refinación en Venezuela; a la fecha de corte 2015

De acuerdo con un resumen de las operaciones de refinación en el país, a un corte de fecha 2015 extraído de la página electrónica de PDVSA y reflejado en el último informe de gestión disponible (PDVSA, 2015), se describe a continuación la capacidad instalada de refinación, tanto en los tres complejos refinadores del país como en el sitio de ubicación de los cuatro mejoradores mediante conversión directa en unidades de coquización retardada de petróleo pesado – en inglés, *"delayed coking"* – de la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO) La infraestructura de refinación y transformación de petróleo pesado de la FPO ubicada en Venezuela, corresponde a la siguiente:

1º. El Complejo Refinador de Paraguaná (CRP)[50] es una refinería de petróleo crudo ubicada al Oeste de la Península de Paraguaná en el estado Falcón, con una capacidad total de procesamiento de 971 mil barriles diarios – en adelante por sus siglasy siguiendo la notación de PDVSA, referido a KBD – y responsable del 71% de la capacidad de refinación nacional. Constituida mediante la combinación de tres refinerías existentes: (a) la Refinería Amuay (645 KBD), (b) la Refinería Cardón (310 KBD) y (c) la Refinería Bajo Grande (16 KBD); esta última dedicada a la producción de asfalto y ubicada en la Costa Occidental del Lago de Maracaibo, al Sur de la ciudad de Maracaibo, estado Zulia.

Al corte del año 2015, el volumen de crudo procesado en el CRP en 2015, fue de 587 KBD; pero al incorporar 91 KBD de insumos destinados a procesos y mezclas se obtuvieron 678 KBD de productos, los cuales corresponden con los siguientes productos:

(a) 175 KBD a gasolinas y naftas,
(b) 207 KBD a jet y destilados – Diésel y gasoil –,
(c) 177 KBD a residuales – fueloil –,
(d) 14 KBD a asfaltos,
(e) 5 KBD a lubricantes, y
(f) 100 KBD a otros productos.

2º. El Complejo de Refinación Oriente (CRO), ubicado en el estado Anzoátegui, posee una capacidad total de procesamiento de 192 KBD de crudos livianos y pesados, y está conformado por las instalaciones de la Refinería Puerto La Cruz (RPLC), que cuenta con tres destiladoras atmosféricas principales (DA-1, DA-2 y DA-3) con capacidad de procesamiento de 187 KBD y las instalaciones de la Refinería San Roque (SRQ) (DA-4), la cual procesa 5 KBD de crudo parafinas, siendo la única refinería de producción de parafinas en el país.

Al corte del año 2015, el volumen de crudo procesado en el CRO en 2015, fue de 179 KBD; pero al incorporar 47 KBD de insumos destinados a procesos y mezclas se

[50] Nota: Es oportuno comentar que actualmente, el CRP es la tercera refinería de petróleo más grande del mundo; después de las refinerías de (a) Jamnagar en la India, con 1,24 millones (MBD) de capacidad y propiedad de Reliance Industries Limited y (b) Ulsan en Corea del Sur, de 1,12 MBD de capacidad y propiedad de SK Energy.

obtuvieron 225 KBD de productos, los cuales corresponden con los siguientes productos:

(a) 75 KBD a gasolinas y naftas,
(b) 56 KBD a jet y destilados – Diésel y gasoil –,
(c) 85 KBD a residuales – fueloil –, y
(d) 17 KBD a otros productos.

3º. La Refinería El Palito (RELP), tiene una capacidad de procesamiento de 140 KBD de crudo mediano y está ubicada en el estado Carabobo. Al corte del año 2015, el volumen de crudo procesado fue de 100 KBD; pero al incorporar 103 KBD de insumos destinados a procesos y mezclas se obtuvieron 203 KBD de productos, los cuales corresponden con los siguientes productos:

(a) 86 KBD a gasolinas y naftas,
(b) 69 KBD a jet y destilados – Diésel y gasoil –,
(c) 38 KBD a residuales – fueloil –, y
(d) 10 KBD a otros productos.

4º. En el Complejo Industrial Gral. Div. José Antonio Anzoátegui (CIJAA) – El Jose – ubicado al Norte del estado Anzoátegui entre las ciudades de Barcelona y Puerto Píritu, se encuentran ubicadas las instalaciones de los cuatro mejoradores de petróleo pesado de la FPO; con una capacidad de transformación en petróleo sintético de alrededor de 560 KBD.

(a) Petromonagas – originalmente Cerro Negro – con capacidad de producir 120 KBD de petróleo pesado (Vázquez, 2002) – y procesar 105 KBD de petróleo mejorado a 16º API y 110 TM/día de azufre y 2.040 TM/día de coque petrolero – en inglés, *"delayed petroleum coke"* –,
(b) Petropiar – originalmente Ameriven– con capacidad de producir 190 KBD de petróleo pesado y procesar 179 KBD de petróleo mejorado a 25.9º API y 668 TM/día de azufre y 4.040 TM/día de coque petrolero (Ameriven, 2005);
(c) Petrocedeño – originalmente Sincor – con capacidad de producir 192 KBD de petróleo pesado y procesar 169 KBD de petróleo mejorado a 32.5º API y adicionalmente, con capacidad de procesar 900 TM/día de azufre y 6.000 TM/día de coque petrolero; la capacidad de infraestructura de destilación corresponde al siguiente equipamiento de unidades de refinación y mejoramiento de crudo (Sincor, 2009):

- Refinating Unit
  - Atmospheric distillation unit: 284,000 barrels per day
  - Vacuum distillation unit: 176,000 barrels per day
  - Delayed Coker
  - Hydrocracker: 70,000 barrels per day
  - Distillate hydrotreater: 93,000 barrels per day
- Sulfur complex
  - Three Sulfur Recovery Units (403 MTPD each):
    - A Tail Gas Treatment Unit,
    - Two Amine Regeneration Units,
    - One phenolic Sour Water Stripper,
    - One non-phenolic Sour Water Stripper

(d) Petroanzóategui – originalmente Petrozuata – con capacidad de producir 190 KBD de petróleo pesado y procesar 103 KBD de petróleo mejorado a 20º API dirigido a exportación y de 36º API para el CRP, y 14 KBD de destilados pesados; adicionalmente, con capacidad de procesar 156 TM/día de azufre y 2.950 TM/día de coque petrolero (Petrozuata, 2000) –.

Referencias

Aalto (2023). *"ELECTRIFICATION. ACCELERATING THE ENERGY TRANSITION"*. Edited by Pami Aalto. Faculty of Management and Business/Politics Unit, Tampere University, Tampere, Finland. Academic Press is an imprint of Elsevier. London, United Kingdom.

Acemoglu, D., Robinson, J. (2008). *"The Role of Institutions in Growth and Development"*. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. Washington, DC. USA. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28045/577100NWP0Box31UBLIC10gc1wp10101web.pdf?sequence=1

Acemoglu, D., Aghion, P., & Hemous, D. (2014). *"The environment and directed technical change in a North-South model"*. Oxford Review of Economic Policy, 30(3), 513–530. Oxford University Press. USA.

Aghion (2016). Aghion, P. et al. *"Carbon Taxes, Path Dependency, and Directed Technical Change: Evidence from the Auto Industry"*. Journal of Political Economy, Vol. 124. Harvard University. https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/27759048/SSRN-id2186325.pdf

Amsden, A. (1989). *"Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization"*. New York and Oxford: Oxford University Press. USA.

ASCE (2022). *"MEMORANDUM H. R. 4346 - The CHIPS and Science Act of 2022"*. American Society of Civil Engineers (ASCE). Washington Offices, DC. USA. https://www.asce.org/-/media/asce-images-and-files/advocacy/documents/2022-8-03-asce-final-memorandum-chips-and-science-act.pdf

BCG (2022). Follette, C. *et al. "Is Your Refinery Ready for the Low-Carbon Future?"*. ENERGY TRANSITION / ARTICLE. NOVEMBER 11, 2022. Boston Consulting Group; página electrónica; acceso: 05/Mayo/2023. https://www.bcg.com/publications/2022/readying-refineries-for-low-carbon-future

Binsted, Matthew *et al* (2019). *"Stranded asset implications of the Paris Agreement in Latin America and the Caribbean"*. Environmental Research Letters, Volume 15, Number 4. IOP Publishing.

Byrum, Zachary *et al* (2021). *"Technological Pathways for Decarbonizing Petroleum Refining"*. WORKING PAPER September 2021. World Resources Institute. Washington DC. USA. https://doi.org/10.46830/wriwp.21.00004

Carmody, Pádraig (2019). *"Development Theory and Practice in a Changing World"*. Routledge, the Taylor & Francis Group, New York, USA. ISBN: 978-1-138-55177-0

CEPAL (2017). *"El cambio climático y la economía política de las externalidades negativas y fiscales en América Latina"*. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Oficinas de CEPAL. Santiago. Chile. 2017.

CFR (2022). *"Biden's Economic Policy Threatens Rift with Europe"*. Article by Edward Alden, 12/December/2022; Greenberg Center for Geoeconomic Studies. Council on Foreign Relations (CFR). New York, NY. USA; página electrónica; acceso: 15/diciembre/2022. https://www.cfr.org/article/bidens-america-first-economic-policy-threatens-rift-europe?utm_source=twtw&utm_medium=email&utm_campaign=TWTW%202022Dec16&utm_term=TWTW%20and%20All%20Staff%20as%20of%207-9-20

Concawe (2019). Gudde, N., *et al. "Refinery 2050: Conceptual Assesment. Exploring opportunities and challenges for the EU refining industry to transition towards a low-CO_2 intensive economy"*. Concawe Special Task Force Refinery 2050 (STF-2). Report no. 9/19. Concawe, The scientific and technical body of the European Petroleum Refining Industry. Brussels, Belgium.

COP1 (1995a). *"Informe de la Conferencia de las Partes sobre su primer período de sesiones, celebrado en Berlin del 28 de marzo al 7 de abril de 1995. Primera parte: Deliberaciones"*. COP1. 2 de junio de 1995. UN Offices. NY, USA. https://unfccc.int/es/node/1167

COP1 (1995b). *"Informe de la Conferencia de las Partes sobre su primer período de sesiones, celebrado en Berlin del 28 de marzo al 7 de abril de 1995. Segunda parte: Medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes en su primer período de sesiones."*. COP1. 24 de mayo de 1995. UN Offices. NY, USA. https://unfccc.int/es/node/1168

COP21 (2015a). *"Acuerdo de Paris"*. COP21. 12 de diciembre de 2015. UN Offices. NY, USA.
https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/spanish_paris_agreement.pdf

COP21 (2015b). *"Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30 Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30"*. 2 January 2016. UN Offices. NY, USA. https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf

COP21 (2019). *"Understanding the RULEBOOK of the Paris Agreement"*. DICOM-SG/DAEI/BRO/19041-GB – October 2019. Ministère de la Transition écologique et solidaire. Paris, France.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/19041_RULE%20BOOK_Accord%20de%20Paris_GB_def_print.pdf

COP26 (2021a). COMUNICADO ONU CAMBIO CLIMÁTICO de fecha 13 noviembre, 2021. UN Offices. NY, USA. https://unfccc.int/es/news/la-cop26-alcanza-un-consenso-sobre-las-acciones-clave-para-hacer-frente-al-cambio-climatico

COP26 (2021b). *"COP26: The Negotiations Explained"*. UN Climate Change Conference UK 2021. UK Government. London, United Kingdom. https://ukcop26.org/wp-content/uploads/2021/11/COP26-Negotiations-Explained.pdf

COP26 (2021c). *"Launch by United States, the European Union, and Partners of the Global Methane Pledge to Keep 1.5C Within Reach"*. European Commission Headquarters. Bruselas, Bélgica. Nov 2021.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/statement_21_5766

COP26 (2021d). *"Global Methane Pledge"*. Climate & Clean Air Coalition Secretariat (CCAC).
https://www.globalmethanepledge.org/

David, Paul (2007). *"Path Dependence: A Foundational Concept for Historical Social Science"*. https://www.researchgate.net/publication/4902534_Path_Dependence_A_Foundational_Concept_for_Historical_Social_Science

DigitalRefining (2020). Murphy, J. y Payn, C. *"A review of developments and trends in the expanding business of oil-to-chemicals"*. The Catalyst Group. http://www.digitalrefining.com/article/1002467

eFuel Alliance (2023). *"What are eFuels?"*. eFuel Alliance e.V.; página electrónica; acceso: 05/Julio/2023. Berlin, Germany. https://www.efuel-alliance.eu/efuels/what-are-efuels

Ekbladh, David (2002). *"Mr. TVA": Grass-Roots Development, David Lilienthal, and the Rise and Fall of the Tennessee Valley Authority as a Symbol of U.S. Overseas Development, 1933-1937"*, Diplomatic History, 26, 3 (Summer 2002). Oxford University Press. USA. https://www.jstor.org/stable/24914467

Ekbladh, David (2004). *"How to Build a Nation"*. The Wilson Quarterly (1976-), Vol. 28, No. 1 (Winter, 2004). USA. https://www.jstor.org/stable/40261213

Ekbladh, David (2011). *"The Great American Mission: Modernization & the Construction of an American World Order"*. Princeton; Princeton University Press. USA.EOP (2021). *"The Long-Term Strategy of the United States: Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050. November 2021."* Published by the United States Department of State and the United States Executive Office of the President, Washington DC. 2021.
https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/10/US-Long-Term-Strategy.pdf

EPA (2020). *"Analysis of 2019 Data on Greenhouse Gases from Oil, Gas, and Petrochemical Production"*. United States Environmental Protection Agency (EPA). EPA offices. Washington, DC, 2020.

https://environmentalintegrity.org/wp-content/uploads/2020/12/Oil-and-Gas-Industry-Greenhouse-Gas-report-12.17.2020.pdf

EPA (2021). *"Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2019"*. United States Environmental Protection Agency (EPA). EPA offices. Washington, DC, 2021. https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks.

EPA (2022). *"Greenhouse Gas Reporting Program (GHGRP)"*. United States Environmental Protection Agency (EPA). EPA offices. Washington, DC, 2022. https://www.epa.gov/ghgreporting

EU (2018). *"European strategy for plastics in a circular economy"*. January 16th, 2018. European Commission. Brussels. Belgium. https://www.europarc.org/wp-content/uploads/2018/01/Eu-plastics-strategy-brochure.pdf

EU (2022). *"Factsheet: EU taxonomy accelerating sustainable investments. Complementary Climate Delegated Act on certain nuclear and gas activities"*. 2 February 2022. European Commission. Bruselas, Bélgica. 2022. https://ec.europa.eu/info/publications/220202-sustainable-finance-taxonomy-complementary-climate-delegated-act_en

FT (2022). *"Larry Fink's 2022 letter to stakeholders … says Ukraine war marks end of globalization Boss of $10tn asset manager warns about inflation as companies reconfigure supply chains"*. Brooke Masters in New York. Financial Times. USA; página electrónica; acceso: 24/Marzo/2022. https://www.ft.com/content/0c9e3b72-8d8d-4129-afb5-655571a01025

FuelsEurope (2019). "*Vision 2050. A pathway for evolution of the refining industry and liquid fuels"*. FuelsEurope - European Fuel Manufacturers Association. Brussels. Belgium. https://www.fuelseurope.eu/uploads/medias/632c34f17baa2.pdf

FutureBridge (2019). FutureBridge Analysis. *"Crude Oil-to-Chemicals: Future of Refinery"*. Blog FutureBridge; página electrónica; acceso: 15/Julio/2023. https://www.futurebridge.com/blog/crude-oil-to-chemicals-future-of-refinery/#:~:text=Crude%20oil%2Dto%2Dchemicals%20(,a%20non%2Dintegrated%20refinery%20complex.

FutureBridge (2023). FutureBridge Analysis. *"CO2 to Chemicals. Converting CO2 emissions into intermediate and platform chemicals"*. Infographic FutureBridge; página electrónica; acceso: 15/Julio/2023. https://www.futurebridge.com/whitepaper/converting-co2-emissions-into-chemicals/

GHGPC (2004). *"The Green House Gas (GHG) Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard"*. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, March 2004. Washington, DC, USA. 2004. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf

Gordon, D. *et al* (2015). *"Know Your Oil, Creating a Global Oil-Climate Index"*. Washington, DC: Carnegie Endowment for International Peace. Washington, DC, USA. 2015. https://carnegieendowment.org/2015/03/11/know-your-oil-creating-global-oil-climate-index-pub-59285

GPA (2023). *"Introducción a los crudos pesados y extrapesados: clasificación, explotación, transporte y refino"*. NOTA TECNICA Nº 63; Hoja 1 de 10. Estudios y Servicios Petroleros S.R.L. Remedios, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina. http://www.oilproduction.net/cms3/files/GPA_Nota_Tecnica_63.pdf

grandviewresearch (2020). "*Plastics Market Size, Share & Trends Report, 2020-2027. Plastics In Personal Protective Equipment Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Polyester, PE), By Application (Hand, Respiratory Protection), By Region, And Segment Forecasts, 2020 – 2027*". ©grandviewresearch.com. https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/plastics-personal-protective-equipment-market

Greener, Ian (2005). *"The Potential of Path Dependence in Political Studies"*. Politics 2005: Vol 25. Political Studies Association. Blackwell Publishing Ltd. Oxford. UK. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-9256.2005.00230.x

Hadjilambrinos, C. (2021). *"Reexamining the Automobile's Past: What Were the Critical Factors That Determined the Emergence of the Internal Combustion Engine as the Dominant Automotive Technology?"*. Bulletin of Science, Technology & Society, Vol 41, Issue 2-3, 2021, First Published August 25, 2021 Research Article. https://doi.org/10.1177/02704676211036334

Haltermann Carless (2022). Schaak, J. *"Synthetic fuels: 6 questions on Power-to-Liquids technology"*. Haltermann Carless UK Ltd.; página electrónica; acceso: 05/Julio/2023. Essex, UK. https://www.haltermann-carless.com/blog/synthetic-fuels-6-questions-on-power-to-liquids-technology

Hendriks, Tim (2016). *"Developing the Third World: Orientalist and Cold War Rhetoric in Truman's Point IV Program"*. Master Thesis. RADBOUD UNIVERSITY NIJMEGEN. The Netherlands.

Iberdrola (2025). *"Isla de calor. Las islas de calor urbanas y sus efectos adversos para sus habitantes"*. Newsletter Power Up. Iberdrola, S.A. https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/isla-de-calor

ICCT (2010). *"Carbon Intensity of Crude Oil in Europe Crude"*. By Energy-Redefined LLC For The International Council on Clean Transportation (ICCT). December 2010.

ICCT (2014). Malins, C. *et al. "The Development of a Greenhouse Gas Emissions Calculation Methodology for Article 7a of the Fuel Quality Directive"*. Report to the Directorate General for Climate Action of the European Commission. Washington D.C.: The International Council on Clean Transportation (ICCT).

ICMA (2020). *"Climate Transition Finance Handbook. Guidance for Issuers; December 2020"*. International Capital Market Association (ICMA). Zurich, Switzerland.

IMO (2021). *"Enmienda complementaria del Convenio MARPOL prohíbe transportar fueloil no reglamentario para su consumo a bordo;*

en vigor el 1 de marzo de 2020". International Maritime Organization. IMO Offices, Geneva, Switzerland; página electrónica; acceso: 20/Febrero/2023. https://www.imo.org/es/MediaCentre/PressBriefings/paginas/19-implementation-of-sulphur-2020-limit .aspx

IPCC (2021). *"AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Sixth Assessment Report"*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva, Switzerland. 2021.

IPCC (2022a). *"AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability"*. The IPCC Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report addresses the challenges of climate action in the context of sustainable development with a particular focus on climate change impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge University Press. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva, Switzerland. 2022.

IPCC (2022b). *"AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change"*. The IPCC Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report assess the mitigation of climate change, examine the sources of global emissions and explain developments in emission reduction and mitigation efforts. Cambridge University Press. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva, Switzerland. 2022.

IPCC (2023). *"AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023"*. This Synthesis Report (SYR) of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6) summarises the state of knowledge of climate change, its widespread impacts and risks, and climate change mitigation and adaptation. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva, Switzerland. 2023. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/

IRENA (2022). *"NDCs and renewable energy targets in 2021: Are we on the right path to a climate-safe future?"*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, UAE.

Johnson, Paul (1983). *"Modern Times: A History of the World from the 1920s to the 1980s"*. Weidenfeld & Nicolson, LTD Publishers. United Kingdom.

Kennedy, P. (2013). *"Engineers of Victory: The Problem Solvers Who Turned the Tide in the Second World War"*. Random House, Inc. New York. USA. https://www.tva.com/about-tva/our-history/bibliography-of-tva-history

KLM (2018). Duivis, R. *"Jet engine propulsion; the comparison of power between a car and an aircraft?"*. KLM SkyTeam Blog posted December 6, 2018. https://blog.klm.com/jet-engine-propulsion-the-comparison-of-power-between-a-car-and-an-aircraft/

Latham, Robert (1997). *"The Liberal Moment: Modernity, Security, and the Making of the Postwar International Order"*. Columbia University Press, New York, NY. USA.

LSE (2020). *"What is 'decarbonisation' of the power sector? Why do we need to decarbonise the power sector in the UK?*. Grantham Research Institute on climate change and the environment. London School of Economics and Political Science (LSE). London, UK; página electrónica; acceso: 20/Febrero/2023. https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/what-is-decarbonisation-of-the-power-sector-why-do-we-need-to-decarbonise-the-power-sector-in-the-uk/

Lilienthal, David E. (1944). *"TVA: Democracy on the March"*. Harper and Brothers Publishers. USA. https://ia801203.us.archive.org/23/items/LilienthalDavidTVADemocracyOnTheMarch/Lilienthal%2C%20David%20-%20TVA%20Democracy%20on%20the%20March.pdf

Marine Insight (2022). *"5 Biggest Tanker Ships in the World"*. By Anish. February 7, 2022. Marine World. Marine Insight. https://www.marineinsight.com/marine/5-biggest-tanker-ships-in-the-world/

Martínez-Barruchi, J.L.G. (2019). *"PRESENTACIÓN: Programas de Gobierno para el Sector de Infraestructuras de Servicios Públicos Nacional [S.I.S.P.N.] (1) Programa de Reconstrucción de Instalaciones y Equipamiento estructurado para cada una de las Empresas de Servicio Público [E.S.P.] y (2) Plan de Adaptación de la Estructura Empresarial, Organizativa y Gerencial de las E.S.P."*. Presentación realizada el 15/Febrero/2019. Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, ANIH. Caracas, Venezuela. 2019.http://www.acading.org.ve/info/comunicacion/pubdocs/material_CR_tecnicas/infraestructura/(2019-02-15)_GARCIA_Resumen_corto_programa_gobierno_reconstruccion_infraestructura.pdf

Martínez-Barruchi, J.L.G. (2020a). *"Proyectos Hidroeléctricos Tocoma y Uribante Caparo. Análisis Comparativo de Costos con Plantas de Generación Termoeléctrica"*. BOLETÍN 48; septiembre 2020 (páginas 248 – 288). Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, ANIH. Caracas, Venezuela. 2020.

Martínez-Barruchi, J.L.G. (2020b). *"Propuesta de reconstrucción y rehabilitación de plantas generación termoeléctrica turbogas de CORPOELEC"*. BOLETÍN 49; diciembre 2020 (páginas 367 – 418). Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, ANIH. Caracas, Venezuela.

Martínez-Barruchi, J.L.G. (2021a). *"El Club de Roma y la conferencia de Estocolmo, hitos fundamentales en torno al concepto de desarrollo sustentable ¿Oportunidades para una economía extractiva en Venezuela?"*. BOLETÍN 51; junio 2021 (páginas 30 – 63). Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH). Caracas, Venezuela.

Martínez-Barruchi, J.L.G. (2021b). *"Generación de energía eléctrica en plantas hidroeléctricas operando en "régimen de pico". Aprovechamiento Hidroeléctrico: Río Capaz (Región Occidental)"*. BOLETÍN 52; septiembre 2021 (páginas 8 – 30). Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH). Caracas, Venezuela.

Martínez-Barruchi, J.L.G. (2021c). *"Venezuela, país de economía energética … ¿Los recursos energéticos disponibles facilitarán la transición energética? VISIÓN – ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura y ODS 7: Energía Asequible y NO Contaminante"*.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA (UCV). CENTRO DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO (CENDES). Octubre – Diciembre 2021. Doctorado en Estudios del Desarrollo / 2º semestre 2021. SEMINARIO: El ecosistema de los hidrocarburos y la transición energética, 2021. 20/Enero/2022.

https://independent.academia.edu/Jos%C3%A9LuisGarc%C3%ADaMart%C3%ADnezBarruchi/Drafts

Martínez-Barruchi, J.L.G. (2021d). *"Expansión de la biodiversidad en el ámbito de ciudades modernas, ¿opción de reducción de impactos de cambio climático? … ODS 11; Ciudades y Comunidades Sostenibles"*. Octubre – Diciembre 2021. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA (UCV). CENTRO DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO (CENDES). Doctorado en Estudios del Desarrollo / 2º semestre 2021. SEMINARIO: Cambio Climático, Ciudades Resilientes y modo de vida sostenible, 2021. 05/Enero/2022.
https://independent.academia.edu/Jos%C3%A9LuisGarc%C3%ADaMart%C3%ADnezBarruchi/Drafts

Martínez-Barruchi, J.L.G. (2022a). *"Aplicación de Índices de Desarrollo Humano ¿Un Enfoque de Gestión del Capital Natural para Venezuela?"*. BOLETÍN 55. abril-junio 2022 (páginas 38 – 65). Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH). Caracas, Venezuela.

Martínez-Barruchi, J.L.G. (2022b). *"Venezuela, ¿país de economía energética? … Descarbonización del Sector Eléctrico Nacional (SEN) en el escenario 2050 de la transición energética"*. Marzo – Agosto 2022. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA (UCV). CENTRO DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO (CENDES). Doctorado en Estudios del Desarrollo / 1er semestre 2022. Seminario Libre del Doctorado: N0 01: Transición Energética; 15/Mayo/2022.
https://independent.academia.edu/Jos%C3%A9LuisGarc%C3%ADaMart%C3%ADnezBarruchi/Drafts

Martínez-Barruchi, J.L.G. (2022c). *"Los conceptos de la economía climática … ¿son factores para implementar la teoría del desarrollo humano sostenible, o complemento de las teorías clásicas de modernización y globalización?"*. Septiembre – Diciembre 2022. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA (UCV). CENTRO DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO (CENDES). Doctorado en Estudios del Desarrollo / 2º semestre 2022. SEMINARIO: Enfoques Contemporáneos y Agendas Actuales sobre el Desarrollo, 2022.
https://independent.academia.edu/Jos%C3%A9LuisGarc%C3%ADaMart%C3%ADnezBarruchi/Drafts

Martínez-Barruchi, J.L.G. (2022d). *"Desafíos de los ODS y la Agenda 2030 en la transición energética. La economía circular … ¿solución para una Venezuela sustentable"*. Marzo – Agosto 2022. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA (UCV). CENTRO DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO (CENDES). Doctorado en Estudios del Desarrollo / 1er semestre 2022. Seminario Libre del Doctorado: N0 02: Transición Energética; 15/Agosto/2022.
https://independent.academia.edu/Jos%C3%A9LuisGarc%C3%ADaMart%C3%ADnezBarruchi/Drafts

McElwee, P. *et al* (2020). *"Ensuring a Post-COVID Economic Agenda Tackles Global Biodiversity Loss, One Earth"*. Department of Human Ecology, Rutgers University, NJ, USA. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.09.011

McKinsey (2022). Fitzgibbon, T. *et al. "From crude oil to chemicals: How refineries can adapt to shifting demand"*. Chemicals Practice. McKinsey & Company. 2022

Mitchell, Timothy (2011). *"Carbon Democracy Political Power in the Age of Oil"*. Verso; imprint of New Left Books. Brooklyn, NY. USA.

Meyers, R. (2004). *"Handbook of Petroleum Refining Processes"*. 3rd Edition. McGraw-Hill Companies, Inc.

Morton, T. (2013). *"Hyperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World"*. University of Minnesota Press. USA. 2013.

NRC (2014). *"Learn the facts: Fuel consumption and CO_2"*. Natural Resources Canada. Government of Canada.
https://natural-resources.canada.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oee/pdf/transportation/fuel-efficient-technologies/autosmart_factsheet_6_e.pdf

NRC (2023). *"Greenhouse Gases Equivalencies Calculator - Calculations and References"*. Natural Resources Canada. Government of Canada. https://oee.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/calculator/refs.cfm

Newell, P., Paterson, M. (2010). *"Climate Capitalism. Global Warming and the Transformation of the Global Economy"*. Cambridge University Press. Cambridge. UK.

NDC (2021). *"Nationally determined contributions under the Paris Agreement. Synthesis report by the secretariat"*. 17 September 2021. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). UN Offices. Nairobi, Kenya. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_08E.pdf

ODS (2015). Resolución 70/1 de la Asamblea General, de 25 de septiembre de 2015, relativa a *"Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible"*. UN Offices. NY, USA.

OECD (2022a). OECD *et al. "Latin American Economic Outlook 2022: Towards a Green and Just Transition"*. This work is published under the responsibility of Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Corporación Andina de Fomento (CAF) and European Commission. OECD Publishing. Paris, France.

OECD (2022b). D'Arcangelo, F et al. *"A framework to decarbonise the economy"*. OECD Economic Policy Papers; February 2022 No. 31. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris, France.

OLADE (2023). Méndez, Ramón. *"Estrategia para una América Latina y el Caribe más renovable"*. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Quito, Ecuador.

ONU (1945). *"History of United Nations; 1945, San Francisco Conference"*. https://www.un.org/en/about-us/history-of-the-un/san-francisco-conference

Plastic Europe (2019). *"Plastics – the Facts 2019. An analysis of European plastics production, demand and waste data"*. Plastics Europe. Bruselas, Bélgica. https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2019/

Plastic Europe (2021). *"Plastics – the Facts 2021. An analysis of European plastics production, demand and waste data"*. Plastics Europe. Bruselas, Bélgica. https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2021/

PMR (2021). *"Manual sobre el diseño y la implementación de sistemas de comercio de emisiones"*. Partnership for Market Readiness (PMR). Coordination by The World Bank Group and The International Carbon Action Partnership (ICAP). © 2021 International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank Washington, DC: World Bank. WA, USA.

PNUMA (2021). *"Global Methane Assessment"*. UN Offices. Nairobi, Kenya. 2021. https://www.ccacoalition.org/en/resources/global-methane-assessment-full-report

Reeding, Stephen (2002). *"Path Dependence, Endogenous Innovation, and Growth"*. International Economic Review; Vol.43, No. 4, November 2002. https://www.princeton.edu/~reddings/pubpapers/PathDepIER2002.pdf

Schlesinger, Stephen E. (2004). *"Act of Creation: the Founding of the United Nations: A Story of Superpowers, Secret Agents, Wartime Allies and Enemies, and Their Quest for a Peaceful World"*. Cambridge, MA: Westview, Perseus Books Group. 2004.

Seto, K. *et al* (2016). *"Carbon Lock-In: Types, Causes, and Policy Implications"*. Annual Review of Environment and Resources 2016 41:1, 425-452 https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev-environ-110615-085934

SINTEF (2018). Anantharamana, R. *et al. "Understanding the cost of retrofitting CO2 capture to an integrated oil refinery"*. 14th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, GHGT-14 21st -25th October 2018, Melbourne, Australia. SINTEF Energy Research, Sem Sælands vei 11, Trondheim, Norway. https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2612021/Anantharaman2019utc_SSRN-d3366326.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Smil, V. (2010). *"2010 Prime Movers of Globalization. The History and Impact of Diesel Engines and Gas Turbines"*. Oxford University Press. Oxford, United Kingdom. 201.0

Smil, V. (2021). *"2021 Grand Transitions How the Modern World Was Made"*. Oxford University Press. Oxford, United Kingdom. 2021.

Stein (2012). Stein, D. and Valters, C. *"UNDERSTANDING THEORY OF CHANGE IN INTERNATIONAL DEVELOPMENT"*. The Justice and Security Research Programme at the London School of Economics and Political Science (LSE). London, United Kingdom. 2012.

Razavi, Hossein (2007). *"Financing Energy Projects in Developing Countries"*. Penwell Corporation. 2007.

TVA (2022a). *"Tennessee Valley Authority. TVA Heritage Series"*. USA; página electrónica; acceso: 20/Noviembre/2022. https://www.tva.com/about-tva/our-history/tva-heritage/the-cooperative-model

TVA (2022b). *"Tennessee Valley Authority Act of 1933"*. USA; página electrónica; acceso: 20/Noviembre/2022. https://www.tva.com/about-tva/our-history/the-tva-act

TVA (2023). *"TVA Reports First Quarter Fiscal Year 2023 Financial Results"*. USA; página electrónica; acceso: 06/Marzo/2023. https://s25.q4cdn.com/191816265/files/doc_downloads/2022/FY22-Q4-Press-Release-Draft-6-111522.pdf

UKPIA (2017). *"Oil Refining Joint Industry - Government Industrial Decarbonisation and Energy Efficiency Roadmap Action Plan October 2017"*. UK Petroleum Industry Association. (UKPIA). London. UK. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/652109/oil-refining-decarbonisation-action-plan.pdf

UNFCCC (2021a). *"Advance unedited version. Decision -/CP.26. Glasgow Climate Pact"*. UNFCCC's Secretariat Offices. Bonn, Germany. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26_auv_2f_cover_decision.pdf

UNFCCC (2021b). *"UK Government COP26 Negotiations Explained"*. 2021. UK Government Offices. Glasgow, United Kingdom. https://ukcop26.org/wp-content/uploads/2021/11/COP26-Negotiations-Explained.pdf

Unruh (2000). Unruh, G. *"Understanding carbon lock-in-annotated"*. Instituto de Empresa, Maria de Molina, Madrid, España. Publicado en Energy Policy 28 (2000) 817-830. Elsevier Science Ltd. 2000.

Unruh (2004). Unruh, GC and Carrillo-Hermosilla, J. *"Globalizing carbon lock-in"*. Energy Policy. Elsevier Science Ltd. 2004.

Unruh (2019). Unruh, G. *"The Real Stranded Assets of Carbon Lock-In"*. One Earth, VOLUME 1, ISSUE 4, P399-401, DECEMBER 20, 2019. Elsevier Science Ltd. 2019. https://www.cell.com/one-earth/pdf/S2590-3322(19)30222-2.pdf

USAID (2017). *"How-To Note: Developing a Project Logic Model (and its Associated Theory of Change)"*. Bureau for Policy, Planning and Learning. United States Agency for International Development (USAID). Washington, D.C., USA. 2017.

US Congress-Senate (2022a). *"CHIPS and Science Act of 2022. Section-by-Section Summary"*. The Senate of the United States, July 27, 2022. Washington, DC, USA. https://www.bennet.senate.gov/public/_cache/files/4/0/40919cb4-ff63-4434-8ae2-897a4a026b30/7BCDD84F555A6B85BEC800514F1D3AFD.chips-and-science-act-of-2022-section-by-section.pdf

US Congress-Senate (2022b). *"CHIPS and Science Act of 2022. Division A - CHIPS and ORAN Investment. Division B – Research and Innovation (NSF, DOC, NIST, NASA, and DOE)"*. The Senate of the United States, July 27, 2022. Washington, DC, USA. https://science.house.gov/imo/media/doc/the_chips_and_science_act.pdf

US Congress-House (2022). *"CHIPS and Science Act of 2022. Division A Summary - CHIPS and ORAN Investment. Division B Summary – Research and Innovation (NSF, DOC, NIST, NASA, and DOE)"*. The Senate of the United States, July 27, 2022. Washington, DC, USA. https://science.house.gov/imo/media/doc/chips_and_science_act_leadership_fact_sheet.pdf

WB (2023). *"Carbon Pricing Dashboard. What is Carbon Pricing?"*. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank Washington, DC: World Bank. WA, USA; página electrónica; acceso: 20/Marzo/2023.

https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/what-carbon-pricing

WEF (2022a). *"Accelerating the Decarbonization of Buildings: The Net-Zero Carbon Cities Building Value Framework"*. January 2022. BRIEFING PAPER. World Economic Forum. WEF Offices. Geneva. Switzerland. 2022.

WEF (2022b). *"BiodiverCities by 2030: Transforming Cities' Relationship with Nature"*. January 2022. INSIGHT REPORT. World Economic Forum. WEF Offices. Geneva. Switzerland. 2022.

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/117

APORTES DE LA INGENIERÍA EN EL BUEN DESEMPEÑO DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN VENEZUELA

Acad. Carlos ESPINOSA JIMÉNEZ[1]; Com. Yajaira OLIVO CARMONA[2]; Acad. Griselda FERRARA DE GINER[3]; Com. Suher Carolina YABROUDI[4]; Acad. Eduardo BUROZ CASTILLO[5]; Com. Luis E. MORA MORA[6] y Com. Belkis ECHENIQUE ARCHILES[7]. Todos miembros de la Comisión de Ambiente de la ANIH-VE.

RESUMEN

Se presenta una investigación documental sobre los aportes de la ingeniería en el buen desempeño de los servicios públicos de agua potable y saneamiento en Venezuela. Los temas desarrollados se presentan en la secuencia completa del proceso de gestión del recurso agua en el ambiente urbano, a saber: su captación, su conducción hasta las plantas potabilizadoras, y posterior tratamiento, su almacenamiento y distribución, la recolección y depuración de las aguas residuales, la recolección de las aguas pluviales, las posibilidades de implementación de la economía circular del agua y su disposición final. Adicionalmente esta secuencia de la gestión del agua en el ambiente urbano, se complementó con su contexto histórico, legal y de gobernanza y los embalses como obras de captación. Finalmente se realiza una propuesta con visión de futuro para el sector agua potable y saneamiento en Venezuela.

ABSTRACT

Engineering support for the successful performance of public drinking water and sanitation services in Venezuela.

This paper presents a documentary investigation into the contributions of engineering to the efficient performance of public drinking water and sanitation services in Venezuela. The topics developed are presented in the complete sequence of water resource management in the urban environment, namely: water collection, transportation to water treatment plants and subsequent treatment, storage and distribution, wastewater collection and treatment, rainwater harvesting, the possibilities for implementing a circular water economy, and final disposal. Additionally, this sequence of water management in the urban environment is complemented by its historical, legal, and governance context, and reservoirs as collection structures. Finally, a forward-looking proposal for the drinking water and sanitation sector in Venezuela is presented.

Palabras clave: Venezuela, servicios de saneamiento, desempeño servicios públicos, aportes de la ingeniería, agua potable y saneamiento
Keywords: Venezuela, sanitation services, public services performance, engineering support, water supply and sanitation.

Introducción

Para asegurar un ciclo continuo y sostenible de los servicios de agua potable y saneamiento (APyS) se debe abordar este tema considerando el ciclo integral del agua, referido al proceso completo de gestión de este valioso recurso, desde su captación en las cuencas productoras, conducción desde la fuente, tratamiento de potabilización, almacenamiento, distribución, recolección de aguas servidas y drenaje de aguas pluviales, depuración, reutilización cuando fuera posible y finalmente para cerrar el ciclo, el vertido de las aguas residuales depuradas en los cuerpos de agua receptores. Las

[1] Ingeniero Civil, INTEC-RD. Magíster Scientiae y Doctor en Ciencias Aplicadas por la ULA. Profesor Titular (J) CIDIAT ULA. Miembro Correspondiente por estado Trujillo de la ANIH-VE. Correo-e: caesji@ula.ve
[2] Ingeniero Químico y Magíster Scientiae en Planificación y Desarrollo de los Recursos Aguas y Tierras por la ULA. Magíster en Gerencia Ambiental por la UNEFA. Profesor Agregado del CIDIAT ULA. Correo-e: olivocyajaira@ula.ve
[3] Ingeniero Químico, Magíster Scientiarium y Doctora en Ciencias de la Ingeniería, por la UCV. Profesora Titular (J) UCV. Individuo de Número Sillón XII de la ANIH-VE. Correo-e: griferrara1941@gmail.com
[4] Ingeniero Químico y Magíster en Ingeniería Química por la LUZ. Doctora en Ingeniería Ambiental, Universidad de Sao Paulo, Brasil. Directora del Centro de Investigación del Agua, LUZ. Correo-e: yabroudic@yahoo.com
[5] Ingeniero Agrónomo FA-UCV, Magíster Scientiae UDO-Stanford University. Individuo de Número Sillón XVII de la ANIH-VE. Individuo de Número Sillón V de la ACFIMAN-VE. Correo-e: eduardo.buroz@gmail.com
[6] Ingeniero Civil, UCLA. Magíster Scientiae y Doctor en Ciencias Aplicadas por la ULA. Profesor Titular (J) CIDIAT ULA. Correo-e: lemoramora@gmail.com
[7] Ingeniero Civil, UCV. Estudios de Magíster en INIEC de España. Correo-e: bechenique@gmail.com

aguas residuales depuradas, al cumplir las normas de emisión pautadas en la normativa legal, permitirán mantener una calidad adecuada en los cuerpos de agua receptores. La gestión del agua en forma integral promueve la sostenibilidad del recurso y puede optimizar su disponibilidad a largo plazo, que es un imperativo en cualquier plan de manejo de un recurso tan valioso como el agua.

Producto de esta investigación documental se desarrollarán los siguientes temas: 1) Contexto histórico. 2) Contexto legal. 3) Gobernanza en el sector APyS en Venezuela. 4) Los embalses como obras de captación. 5) Las obras de conducción como parte del "agua en alta". 6) La potabilización del agua. 7) Las redes de agua potable: El reto de la gestión de infraestructura. 8) Sistemas de recolección de aguas servidas. 10) El manejo de las aguas residuales municipales, una necesidad ineludible. 11) Una propuesta con visión de futuro para el sector Agua Potable y Saneamiento en Venezuela.

1. Contexto histórico de la salud pública a partir de la Revolución Industrial del Siglo XIX en Inglaterra

En la era moderna el saneamiento tiene un punto de inflexión trascendental en el informe de Edwin Chadwick en 1842 titulado "Reporte general sobre las condiciones sanitarias de la población trabajadora en la Gran Bretaña", el cual presentó ante el Parlamento Británico. Edwin Chadwick reformador social, abogado de profesión y presidente de la Comisión Legislativa de los Pobres del Parlamento, elaboró este documento con el apoyo del gremio médico inglés y a solicitud del Parlamento Británico. En su reporte describe las condiciones sanitarias de la clase obrera británica en los suburbios donde habitaban como "un miasma ambiental". En este informe no sólo se describen las precarias condiciones de higiene y salubridad de la clase obrera, sino que además se proponen acciones para mejorarlas como dotar de agua segura a la población, la recolección y disposición de las aguas residuales y los desechos fisiológicos humanos fuera del entorno urbano, además de la recolección y disposición de los desechos sólidos. Es así, como en este documento del Parlamento Británico se sientan las bases de la Ingeniería Sanitaria y de la Ingeniería de Salud Pública. El informe de Chadwick tuvo influencia en Europa y en América, así como en la promulgación de la Ley de Salud Pública de 1848 en Inglaterra (ESPINOSA, 2022).

El saneamiento en Venezuela a partir de 1911. Desde la Oficina de Sanidad Nacional del Ministerio del Interior hasta la creación de HIDROVEN y sus filiales

El saneamiento en Venezuela se inició en el siglo XX bajo el paradigma de "la solución a la contaminación es su dilución", que fue la estrategia a nivel mundial que prevaleció hasta mediados del siglo XX. En otras palabras, los ingenieros aspiraban lograr una dilución al menos 1 a 8 en volumen, de los líquidos residuales-crudos o tratados- en el cuerpo receptor.

GUTIÉRREZ (1998) citado por ESPINOSA (*ob.cit.*) presenta una cronología de hitos históricos en la temática de la salud pública, el abastecimiento de agua potable y el saneamiento en Venezuela. Afirma que en 1911 se estableció la Oficina de Sanidad Nacional (OSN) adscrita al Ministerio del Interior, que actuaba fundamentalmente en Caracas. En 1919 la OSN se transformó en la Dirección de Sanidad Nacional, responsable de la salud pública en el país, con las mismas limitaciones de personal y de recursos financieros para llevar su actuación a todo el territorio nacional. A partir de 1923 se dio inicio en Venezuela a un proceso de cambios basados en la actividad petrolera y a la distribución por parte del Estado de la renta del petróleo. La malaria y las precarias condiciones de salubridad en el medio rural eran un serio impedimento para el avance de la actividad petrolera en el país. Las empresas petroleras entendieron que era necesario mejorar la infraestructura de salud en el medio rural y exigieron a las autoridades venezolanas que les garantizaran condiciones básicas de salubridad. Hasta la creación del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) en 1943 el saneamiento era ejecutado por las gobernaciones de estado y las alcaldías, mediante la implementación de pequeñas y sencillas obras hidrosanitarias. A partir del año 1943 el INOS asume la responsabilidad del abastecimiento de agua potable y el saneamiento en las ciudades capitales de estado y principales centros poblados del país. En paralelo, como consecuencia de lo anterior, el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (MSAS) asume la responsabilidad del abastecimiento de agua potable y el saneamiento en las poblaciones menores. Esta condición se mantuvo, con ligeras variantes, hasta finales de la década de 1980. En 1991 la recién creada Empresa Hidrológica Nacional (HIDROVEN) y sus filiales las Empresas Hidrológicas Regionales (EHR), sustituyen al INOS, iniciándose así un proceso descentralizador de reestructuración del sector Agua Potable y Saneamiento en Venezuela. Es así como HIDROVEN y sus filiales asumen la responsabilidad de administrar, operar y mantener los sistemas anteriormente atendidos por el INOS. Las empresas hidrológicas implementan la misma modalidad de gestión del INOS, en la cual las gerencias estadales filiales se encargan de todo lo concerniente a la prestación del servicio, en muchos casos coordinados con las gobernaciones de estado y las alcaldías. A partir de 1999 el modelo de gestión descentralizado iniciado en 1991 es revertido, conservando la misma estructura organizativa de la empresa hidrológica nacional y sus filiales regionales.

No se puede dejar de mencionar que en 1975 se crea el Ministerio del Ambiente y los Recursos Renovables (MARNR), el primero de su tipo en América Latina, y que ya en 1976 produjo la 1º ley Orgánica del Ambiente, que establecía los lineamientos y principios rectores para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en beneficio de la calidad de la vida, consagrando el principio del ecodesarrollo. Dentro de este orden de ideas, el MARNR le dio cabida con especial interés a la protección de los cuerpos de agua y en 1995 promulga las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos", el conocido Decreto 883, que aún está

vigente. En estas normas subyace el objetivo de proteger los cursos y cuerpos de agua receptores (ríos, quebradas, estuarios, embalses, lagos, sectores marino-costeros) de los efectos dañinos y nocivos de las descargas contaminantes que se vierten en ellos. Por lo anterior se puede concluir que la organización de la prestación del servicio de agua potable y saneamiento en Venezuela, ha sido hasta ahora definida por el Gobierno Central, lo cual es razonable dentro de un modelo histórico centralista de la administración pública.

2. Contexto legal de los servicios de APyS en Venezuela

Venezuela cuenta con un sistema jurídico bastante robusto, con un amplio compendio legal que abarca desde la Constitución de la República y la suscripción a diversos Convenios y Acuerdos Internacionales, hasta normas de carácter sub-legal y técnico de obligatorio cumplimiento.

Como antecedentes históricos a este cuerpo jurídico se puede mencionar que en una época tan lejana como 1594 se emitió una ordenanza sobre la contaminación de aguas provenientes de tenerías (DE LOS RIOS, 2014), más tarde en 1825 el Libertador emitió en Chuquisaca (Bolivia) un decreto sobre Medidas de Conservación y Buen Uso de las Aguas (MARNR, 1979).

Sin ánimo de realizar una exhaustiva revisión del basamento legal que ampara este tema, se presentan a continuación los principales instrumentos legales asociados con el servicio de APyS en Venezuela.

Así, la **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela** (1999), alineada con el reconocimiento de los derechos humanos, señala en su artículo 82 el derecho del ciudadano a una vivienda con servicios básicos, lo que incluye el agua potable y el saneamiento. Asimismo, en su artículo 117 establece el derecho a bienes y servicios de calidad, con un reconocimiento directo a la competencia de los municipios en la prestación del servicio de APyS en el artículo 178. En torno a esto, en el artículo 304 se reconoce a las aguas como bienes de dominio púbico de la nación, esenciales para la vida.

Por otra parte, la **Ley Orgánica del Poder Público Municipal** (2006) establece las bases para la gestión del agua potable y el saneamiento a nivel municipal, señalando las responsabilidades de la prestación de estos servicios bien sea directamente por la administración municipal, a través de entes descentralizados como empresas municipales o mediante contratos con terceros (privados), así como la coordinación con otros niveles de gobierno para garantizar al ciudadano un servicio de calidad. Esta ley promueve la participación ciudadana en la planificación, ejecución, control y evaluación de los servicios. Sin embargo, en la última década, la medición de la opinión ciudadana ha quedado circunscrita a los boletines emitidos por organizaciones no gubernamentales y academias, como los del Observatorio Venezolano de Servicios Públicos o la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (Encovi) de la Universidad Católica Andrés Bello, por citar un par de ellos.

En el binomio legal **Ley de Aguas** (2007) y su **Reglamento** (2018) se preconiza el uso eficiente del recurso, la reutilización de las aguas residuales y la conservación de las cuencas hidrográficas, todos criterios de extrema relevancia para un aprovechamiento sustentable del recurso. Asimismo, reconoce la gestión integral del agua como un elemento fundamental para la vida y su desarrollo, promueve el acceso equitativo a los servicios de APyS, así como el sistema económico financiero necesario para la implementación de esta gestión. FERRARA-GINER (2023) señala sobre esta ley que "con carácter estratégico y orientador y un horizonte de planificación de largo plazo se plantea el Plan Nacional de Gestión Integral de las Aguas", para lo cual, la ley crea los Consejos de Regiones Hidrográficas que establecerían las estrategias y normas para la gestión integral de las aguas. Por su parte, el Reglamento de la Ley de Aguas implementa dicha ley, y, a su vez, revoca la Resolución N° 16 *Normas sobre el Registro Nacional de Usuarios y Usuarias de las Fuentes de las Aguas* y el Decreto N° 1.400 *Normas sobre la regulación y el control del aprovechamiento de los recursos hídricos y de las cuencas hidrográficas*.

Uno de los instrumentos legales más importantes en torno a la temática que ocupa la presente monografía lo constituye la **Ley Orgánica de Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento** (2007), que tiene por objeto regular la prestación de los servicios públicos de APyS, establecer el régimen de fiscalización, control y evaluación de tales servicios y promover su desarrollo en beneficio de los ciudadanos, la salud pública, la preservación de los recursos hídricos y la protección del ambiente. Se aplica sobre todos los prestadores de los servicios de APyS sean públicos, privados o mixtos, y a los usuarios y suscriptores. FERRARA-GINER (2023) resume los elementos clave de esta ley, señalando que este instrumento legal define como principios fundamentales la calidad de estos servicios públicos y el acceso de toda la ciudadanía a los mismos, y además

> Le concede a los municipios la prestación y control de los servicios, a través de la creación de proveedores de servicios descentralizados, las Unidades de Gestión. La creación de un ente regulador la Oficina Regional para el Desarrollo de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento se prevé en esta. Para la regulación y control sobre la prestación de los servicios objetos de la ley se establece la creación de la Superintendencia Nacional de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento, ente que tendría entre sus funciones fomentar, definir y aprobar la creación de las unidades de gestión sostenibles que serían el corazón de la gestión e incluían la participación de proveedores de servicio descentralizados.

Por su parte, la **Ley de Reforma Parcial de la LOPSAPS** (2009) le daba un plazo de 6 años para que HIDROVEN realizara la transferencia a las municipalidades y aunque han ocurrido tímidos avances, al día de hoy, HIDROVEN y el

Ministerio correspondiente al tema del agua siguen realizando la mayoría de las funciones que les correspondería a los entes mencionados. Puede afirmarse que, aunque esta ley contiene muchas ideas acertadas para la gestión del agua potable y saneamiento, la falta de reglamentación después de 19 años de aprobada, y la falta de concreción de los organismos encargados de velar por esa gestión y previstos en ella, han impedido la modernización del sector.

Las **Normas sanitarias de calidad del agua potable** (1998) establecen los límites máximos permitidos para componentes y características del agua que puedan representar un riesgo para la salud o afectar la preservación de los sistemas de distribución. Estas normas aplican a entes públicos y privados responsables del suministro de agua potable. Asimismo, otorga a la autoridad sanitaria la competencia del establecimiento de los plazos para la instalación de sistemas o procedimientos para el tratamiento de las aguas o los cambios o complementos de las fuentes de abastecimiento, de manera que se cumpla con los requisitos de potabilidad exigidos en la normativa.

Por último, considerando que el uso de camiones cisterna representan la opción más viable como medida de emergencia de aprovisionamiento de agua para el uso humano, en 1995 se publicaron las **Normas Sanitarias para el Control de Agua Potable Transportada en Camiones Cisternas** (1995), que establecen los requisitos que debe presentar el agua destinada al consumo humano, a fin de garantizar sus condiciones sanitarias para que no afecte la salud de quienes la utilizan. Es de hacer notar que, debido a la crisis en los servicios públicos que se ha agudizado en la última década, el transporte en camiones cisterna no solo representa una medida de emergencia, sino que se ha convertido en la forma más común de aprovisionamiento de agua para la mayoría de la población, pues según reseñas en varios informes del Observatorio Nacional de los Servicios Públicos, a nivel nacional se evidencia una valoración negativa en el servicio de agua potable de manera sostenida. No obstante, el usuario final del agua por cisterna no tiene acceso a información respecto a los sitios de llenado, la permisología que acompaña a los camiones empleados, el cumplimiento de los protocolos para la limpieza y desinfección de la fuente o de los sitios de llenado y de los tanques, y la capacitación técnica del personal involucrado, quienes, según la normativa, son considerados como manipuladores de alimentos. Con ello, la falta de información aunado a la falta de cumplimiento de esta normativa, incrementa los riesgos a la salud pública que puede conllevar el consumo de agua en condiciones no aptas para el ser humano.

Luego de esta breve revisión, se puede observar que, a pesar del amplio y robusto compendio normativo, es importante acotar que se requiere la actualización de gran parte del mismo, pues en materia de agua potable y saneamiento, la compleja dinámica nacional en la última década ha obligado a reconsiderar el servicio tanto desde el punto de vista del prestador (público o privado), como desde la perspectiva del usuario, como principal afectado.

3. Gobernanza en el sector APyS en Venezuela

La gobernanza en el sector APyS es primordial para que estos servicios, esenciales y reconocidos como derechos humanos fundamentales, sean la base del desarrollo humano, como se muestra a continuación.

Concepto de gobernanza y de gobernanza del agua

La gobernanza debe entenderse como un proceso dinámico donde la teoría orienta la acción, pero es la práctica -la implementación concreta de políticas y proyectos- la que valida y enriquece esa teoría.

El desarrollo práctico de la gobernanza implica un enfoque sistémico (marco jurídico) y adaptativo, basado en la interacción de múltiples actores, la descentralización, la democratización, la creación de espacios de diálogo, el fortalecimiento institucional y la evaluación constante de los procesos y resultados.

La gobernanza práctica requiere la interacción entre diferentes actores: Estado, sociedad civil, sector privado y comunidades locales. La calidad de la gobernanza se refleja en la manera en que estos actores negocian prioridades, toman decisiones y utilizan el poder de forma compartida y cooperativa.

La gobernanza se debe entender como un sistema de relaciones entre lo público y lo privado y por tanto sujeto a criterios lo adecuadamente amplios para permitir laxitud suficiente en el proceso de negociaciones y competentemente estructurado para evitar discrecionalidades que luego se vean limitadas por disposiciones legales o indisponibilidades presupuestarias. Se trata de proveer márgenes a los responsables de los procesos de gobernanza, pero acotar sus decisiones. Esto implica crear espacios de negociación equitativos y mecanismos de diálogo entre los actores involucrados.

Gobernanza de APS ¿Por qué? ¿Para qué? Opiniones a favor y críticas

Los modelos de gobernanza se van imponiendo en los países más avanzados, ya que constituyen un modo de corregir las imperfecciones de la democracia. Esto es particularmente notorio en el caso del agua, donde se requiere conocimiento especializado en los responsables de tomar decisiones.

En el caso de los Alcaldes, la propuesta de candidatos y las preferencias de los electores no suelen considerar capacidades técnicas sino condiciones de liderazgo y movilización política.

Por esa razón en estudios sobre complementación de capacidades para alcanzar un mejor de gobierno local en lo relativo a la gestión del agua potable y saneamiento se ha propuesto un cambio de foco: de las autoridades locales a la sociedad civil organizada.

Sin embargo, ese enfoque ha sido cuestionado a favor de la estructuración de un adecuado equipo técnico – gerencial al frente de las unidades gestoras de los servicios de agua potable y saneamiento.

Este modelo a su vez implica la alternativa de: si este equipo debe estar constituido por funcionarios de estado o por delegación del estado a empresas especializadas del sector privado, con factor común que en ambos casos cumplan con la premisa de conocimiento a fondo del servicio de APS, de modo que sean capaces de proporcionar agua de calidad, en cantidad, continuidad y presión.

Se argumenta que, si esta condición se cumple, la sociedad no se movilizaría en exigencias sobre el servicio y por tanto no se requeriría de gobernanza.

Por eso el otro foco es gobernabilidad o capacidad del sistema político para gobernar y responder a las demandas de la sociedad. Lo que requiere de buena gerencia. Lograr esta condición por vía de gobernabilidad o de gobernanza permite asumir una posición de exigencia, puesto que si se ofrece un servicio de calidad se puede solicitar el pago justo como contraprestación del servicio.

El buen servicio resultado de una buena gobernanza o una gobernabilidad correctamente ejercida plantea a los usuarios actuales una importante decisión, deben pagar un incremento de costo para cubrir inversiones futuras o solo el costo de la depreciación de activos para contar con los fondos requeridos al termino de los diversos periodos útiles de los componentes del sistema. La justicia social se resuelve con precio medio y tarifas combinadas que lo alcancen.

Si hay desarrollo y crecimiento económico que faculte un mejoramiento en el ingreso familiar y se reconoce la contribución que presta un buen servicio de agua potable, el sufragar la calidad servicio no será parte importante del presupuesto familiar y no se exigirán mecanismos de gobernanza.

Por eso las soluciones de ingeniería no basta con que sean eficaces deben ser además eficientes para cumplir con el propósito final de un agua que pueda denominarse potable: dar agua de calidad, continuidad, cantidad y presión al menor costo posible.

Si el Estado no es capaz de proveer la gerencia y los técnicos necesarios para satisfacer un servicio cabal de agua potable y saneamiento y si tampoco lo decide la administración privada, debe estimular la gobernanza para complementar las fallas de capital humano. La siguiente pregunta es ¿cómo materializar ese aporte complementario?

Lo primero es la decisión política de aceptar la gobernanza, lo que a la vez implica conocer si la sociedad civil está en condiciones de aportar el capital humano capaz de guiar a los empleados gubernamentales responsables de la ejecución de las orientaciones y recomendaciones provenientes de su contribución.

Un argumento adecuadamente estructurado como antítesis de la gobernanza es el requerimiento de capacidades en los candidatos de alcaldes a elegir, la conveniencia de su formación en políticas públicas, su comprensión del gobierno municipal, su capacidad de evaluar los recursos disponibles y proveer soluciones para complementar los de mayor necesidad y urgencia, incluyendo su liderazgo y disposición a usar los recursos que puede proveerle la sociedad civil.

En el espacio político municipal pueden suceder múltiples combinaciones que determinen la necesidad de gobernanza, pero también pueden darse gobiernos municipales conscientes del rol que deben desempeñar, de las tareas que imponen las leyes que regulan la dirección de la sociedad a nivel local y su compromiso con la ciudadanía frente a directrices de los niveles de gobierno ascendente.

La existencia de estos gobiernos locales con estas capacidades refuerza la antítesis de la gobernanza en pro de gobernabilidad mediante la formación de los posibles alcaldes en cuanto a identificar los problemas que agobian a los ciudadanos, a desarrollar estrategias reales para resolver esos problemas, a reclamar recursos y encontrar soluciones para generar los fondos necesarios, a comprender que goza de un poder que debe ejercer con y para los ciudadanos.

Si ello no ocurre es el momento de acudir a la gobernanza como opción capaz de lograr una adecuada conducción del gobierno de abajo hacia arriba. La participación de la sociedad civil en la gestión del agua potable y saneamiento debe ser organizada con expertos que orienten al gobierno local. Esa es la línea de acción que se está tomando en muchos países de Iberoamérica. La idea es lograr la participación en el modelo de gobernanza a desarrollar de una sociedad civil organizada y capaz técnicamente, como pudieran ser las sociedades gremiales que dispondrían del conocimiento para orientar a las autoridades. Este sería un enfoque idóneo de complementar y mejorar las fallas de las alcaldías. Lo otro son las concesiones administrativas de operación y mantenimiento de servicio, como en España, donde el sistema es operado por empresas privadas altamente especializadas.

Retomando el tema de la municipalización, vistas las experiencias de treinta y cinco años de las decisiones de regionalización con miras a la municipalización, hay argumentos valiosos que consideran que el sistema de gestión debe mantenerse a nivel regional. A ese nivel las posibilidades de gobernanza disminuyen.

Las razones que se argumentan para no descentralizar a nivel municipal son: que los sistemas de abastecimiento agua son unidades territoriales complejas que comprenden fuentes localizadas a amplias distancia de las ciudades, con líneas de conducción que requieren grandes tuberías y estaciones de bombeo, que están sujetas a múltiples riesgos, que pueden

afectar de improviso la operación, que al arribar a las ciudades se desagregan en complejas redes de distribución que deben gestionarse interconectadas en la medida de lo posible para suplirse mutuamente en caso de fallas de un sistema que posee múltiples elementos mecánicos que deben funcionar al unísono y cuyos mecanismos de redundancia son reducidos debido a la propia estructura del sistema. Además, los sistemas de abastecimiento de aguas no coinciden en lo absoluto con los límites municipales y mucho menos parroquiales y exigen una escala de millones de clientes para ser económicamente viables.

Por todas estas razones la experiencia a nivel de estados y municipios del servicio de agua potable y saneamiento debe ser revisada con base a las prácticas en gestión de los sistemas regionales.

La gobernanza del agua en Venezuela

La LOPSAPS establece como instrumento de gobernanza del servicio de agua potable y saneamiento Las Mesas Técnicas de Agua, las cuales son opcionales y su constitución depende de la voluntad de los usuarios como se puede apreciar en lo establecido en el artículo 75 de la ley. Su carácter general es de receptor de información, opinante y contralor. Su reglamento de funcionamiento lo dicta el municipio siguiendo orientaciones de la Superintendencia Nacional de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento. Se constituyen bajo normas contenidas en el Código Civil y se registran ante la Superintendencia. Al considerar la especificación de sus actividades (artículo 77) se aprecia que el literal 77e las faculta para proponer los planes y programas que pudieran concederse a los suscriptores para el pago de la prestación de los servicios, es decir negociar el modo de materializar la contribución pecuniaria por la contraprestación del servicio.

Cuando se comparan las facultades previstas en la Ley con las aspiradas por la teoría de la gobernanza se aprecia que estas son restringidas respecto a las deseables y que el proceso debe ser objeto de acumulación de experiencias y análisis para proponer cambios que amplíen el alcance de las acciones de gobernanza.

El índice APGAR como una métrica efectiva del estado de buena salud o gobernanza del sistema

El Índice APGAR es una herramienta de evaluación que se utiliza para medir el desempeño de las Empresas de APyS. Originalmente, el término "APGAR" de su acrónimo en inglés (*Appearance, Pulse, Grimace, Activity, Respiration*) refiere a un índice utilizado en medicina para evaluar la salud de los recién nacidos, pero en el contexto de las utilidades de agua, se ha adaptado para evaluar la eficacia y eficiencia de estas organizaciones en la prestación de servicios (12). Para el servicio de APyS se puede traducir como como A (Acceso), P (Performance), G (Gestión) A (Asequibilidad), R (Recuperación de Costos). Los índice e Indicadores en que se basa APGAR son: i) Cobertura del Agua Potable, ii) Cobertura del Saneamiento, iii) Índice de Agua No Contabilizada ANC, iv) Período de recuperación de costos, v) Relación de cobertura de costos operativos y vi) Asequibilidad al servicio por los usuarios.

El índice se evalúa del 1 al 10 o al 12, si se toma en cuenta la cobertura del saneamiento. Este índice permite evaluar rápidamente el estado de Empresas de APyS, obteniéndose los siguientes valores de referencia:

a) Críticamente bajo < 0 - 3,5.
b) Bajo >=3,6 y <= 7,2.
c) Normal > 7,2.

Este Índice fue estudiado por MORA *et al.* (2020) y recomendado para toda América Latina y el Caribe, para establecer estados iniciales de vulnerabilidad frente al Cambio Climático.

Para el caso del ANC (agua no contabilizada), se recomienda que los sistemas deben evolucionar a índices que expresen de mejor manera el estado de pérdidas físicas del sistema como índice lineal en (m^3/km/d) para densidades menores a 20 suscriptores por km, e índice estructural de pérdidas (ILI) para densidades mayores a 20 usuarios por km, este último ampliamente recomendado por el Banco Mundial (WB) y discutido en investigaciones realizadas en el CIDIAT-ULA.

4. Los embalses como obras de captación

Los embalses, que son obras de regulación de caudales, son la fuente de captación más utilizada en Venezuela para el abastecimiento de agua, por cuanto nuestro régimen climático nos enfrenta a períodos secos y de lluvias y debe acumularse el agua producida en las épocas de lluvias abundantes para que nos surta durante la época de verano. No se puede desdeñar los otros múltiples usos que nos prestan los embalses que incluyen además del abastecimiento, el riego, el control de inundaciones, el industrial y en particular fuente de hidroelectricidad. Se estima que 81 grandes embalses, entre los 105 construidos, son los que sirven como fuente de abastecimiento a los núcleos urbanos. Más de 100 de estos embalses fueron construidos entre 1929 y 1998. Existe consenso en que la primera línea de acción para resguardar la calidad del agua que recibimos los consumidores finales, es la protección primaria de los embalses y por ende de sus cuencas protectoras, ambos espacios vitales a conservar. Esta acción permite disminuir gastos de operación de las potabilizadoras. Es compartida por la comunidad científica y tecnológica y los entes mundiales que velan por el recurso. Debería ser aceptada y ejecutada por instituciones gubernamentales y municipales que tienen entre sus obligaciones el servicio de abastecimiento de agua a las poblaciones (FERRARA-GINER, 2023).

Si queremos proteger el producto esperado en un embalse para abastecimiento: agua cruda de calidad apropiada como fuente, la protección integral de la cuenca hidrográfica es un

imperativo. Es menester protegerla de las diversas manifestaciones degradantes por la intervención humana.

Captaciones de agua mediante embalses y sus obras anexas

Desde el punto de vista hídrico Venezuela puede considerarse un país privilegiado. Ocupa el 21º lugar en la lista de los países con mayor disponibilidad del recurso agua per cápita del mundo (51.000 m^3/p/año), según los datos de disponibilidad mundial de agua del 1º Informe sobre los Recursos Hídricos en el Mundo de las Naciones Unidas (UN-WATER/WWAP, 2003). Conforme a la Ley de Aguas el país se divide en dieciséis (16) regiones hidrográficas como se muestra en la Figura 1.

El patrón de ocupación del territorio nacional iniciado por los europeos en el siglo XV ha dado como resultado que el 90% de la población se ubica al norte del rio Orinoco (los Andes, la planicie de Maracaibo y los sistemas montañosos del norte costero) donde se localiza el 10% de la disponibilidad hídrica, y en contraste el 10% de la población se localiza al sur del rio Orinoco donde está disponible el 90% del agua. Esta realidad ha obligado al Estado Venezolano a construir en el siglo pasado unas 80 grandes presas con sus embalses y sus obras anexas, al norte del rio Orinoco, con la finalidad de hacer compatible la variabilidad temporal y espacial de la disponibilidad del agua. La Tabla 1 presenta los diferentes usos del agua en las 16 regiones hidrográficas de Venezuela conforme a la Ley de Aguas.

Figura 1. Regiones hidrográficas en Venezuela conforme a la Ley de Aguas. Tomado de: ESPINOSA et al. (2023).

Un inventario de embalses, basado en MINAMB (2020), confirma la existencia de ciento cinco (105) embalses en la geografía nacional, siendo sus usos: abastecimiento humano, riego, hidroelectricidad, control de inundaciones, industrial, recreación, retención de sedimentos, de manera fundamental. De ese total, el Ministerio del Ambiente (MINAMB) gestionaba treinta y ocho (38); la C.A. Hidrológica de Venezuela (HIDROVEN), cuarenta y dos (42); la C.A. de Administración y Fomento Eléctrico (CADAFE), cinco (5), el Ministerio de Energía y Petróleo (MEP), uno (1); la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), nueve (9); Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), uno (1); sector Privado, cuatro (4); en construcción, cinco (5). (ESPINOSA *et al.*, 2023).

Los embalses cuyo propósito es la generación eléctrica, en total diez (10), no fueron tomados en cuenta en el siguiente análisis. Por otro lado, es bueno resaltar la condición

multipropósito de cuarenta y cuatro (44) reservorios. Descontados al total de embalses (105), los que están en construcción (5), los que se encuentran fuera de servicio (9), los que no presentan información (9) y los de generación eléctrica (10), se obtiene un total de setenta y dos (72) embalses. (ESPINOSA *et al*., 2023).

La Tabla 2 presenta un resumen de las características más relevantes del conjunto de embalses construidos y en operación en Venezuela (72 en total destinados a abastecimiento humano, agropecuario e industrial) en las distintas regiones hidrográficas conforme a la Ley de Aguas. Se puede observar que en conjunto estos 72 embalses totalizan una capacidad de almacenamiento de 21.941,91 Hm^3, un espejo de agua total al nivel normal de operación de 123.928,39 ha, una vida útil promedio de 92,1 años y un tiempo de servicio promedio de 52,3 años. Lo anterior significa que, para el conjunto de los 72 embalses en operación en el país con propósitos de abastecimiento humano, industrial y agropecuario, sus años de servicio están próximos a la mitad de su vida útil.

Tabla 1. Usos beneficiosos del agua en las 16 regiones hidrográficas de Venezuela conforme a la Ley de Aguas.

Nº	Regiones Hidrográficas	Principales Usos Beneficiosos del Agua				
		Consumo Humano	Consumo Industrial	Agro-pecuario	Hidro-electricidad	Gasto Ecológico
1	Lago de Maracaibo y Golfo de Venezuela					
2	Falconiana					
3	Centro-Occidental (Tocuyo-Aroa-Yaracuy)					
4	Lago de Valencia					
5	Central (Tuy-Litoral Central)					
6	Centro Oriental					
7	Oriental					
8	Llanos Centrales					
9	Llanos Centro-Occidentales					
10	Alto Apure					
11	Apure					
12	Territorio Amazonas (Alto Orinoco)					
13	Caura					
14	Caroní					
15	Cuyuní					
16	Delta					

Nota: El color blanco significa que el uso correspondiente es "no significativo" o "no se practica"

Tomado de: ESPINOSA *et al.* (2023).

La operación de estos embalses obedece a reglas de operación que hay que establecer para distintos escenarios en cada caso, las cuales deben considerar los aportes por escorrentía que llegan al embalse, la evaporación en el espejo de agua y las diferentes demandas a satisfacer (agua para consumo humano, uso agropecuario y uso industrial y control de inundaciones si es el caso). Es importante, además, desde ya y a futuro, considerar al definir las reglas de operación de los embalses los efectos del cambio climático en el balance de agua, tanto en la escorrentía, en la evaporación y en el consumo por parte de los usuarios, entre otros aspectos.

Otro aspecto importante a considerar a mediano y largo plazo, es el seguimiento del asolvamiento de los embalses mediante la realización sistemática de batimetrías. Lo anterior permitirá conocer los volúmenes de sedimentos retenidos en el vaso, que progresivamente disminuyen su capacidad de almacenamiento.

Estas consideraciones permitirán una más adecuada operación y por lo tanto mejor cumplimiento, con menor incertidumbre de las entregas de agua requeridas y conocer en el tiempo la disminución del volumen de almacenamiento por entrada de sedimentos y su influencia en la curva elevación-área-capacidad de cada embalse.

Tabla 2. Resumen de las Características de los setenta y dos (72) embalses para las 16 Regiones Hidrográficas, cuyas aguas son destinadas para usos humano, industrial y agropecuario.

Región Hidrográfica (R.H.)	Área (Ha.)	Capacidad (Hm^3)	Vida Útil (años)	Servicio (años)
Región Hidrográfica Nº1: Lago de Maracaibo y Golfo de Venezuela	12.969,59	1.089,33	100	44,75
Región Hidrográfica Nº2: Falconiana	6.512,88	569,74	74	59,5
Región Hidrográfica Nº3: Centro-Occidental	6.934,03	771,01	100	45,9
Región Hidrográfica Nº4: Lago de Valencia	2.883,80	133,84	100	74
Región Hidrográfica Nº5: Central	2.153,70	7.628,73	95	56,2
Región Hidrográfica Nº6: Centro-Oriental	22.869,83	1.445,51	87,5	45,1
Región Hidrográfica Nº7: Oriental	3.268,00	770,55	70	55,4
Región Hidrográfica Nº8: Llanos Centrales	31.184,52	3.469,42	87,5	51,5
Región Hidrográfica Nº9: Llanos Centro Occidentales	30.954,17	5.193,18	91,7	49,7
Región Hidrográfica Nº10: Alto Apure	3.690,87	856,50	100	34
Región Hidrográfica Nº15: Cuyuní	399,50	10,26	100	52
Región Hidrográfica Nº16: Delta	107,50	3,84	100	70
Total Embalses en R.H.	**123.928,39**	**21.941,91**		
Promedios Embalses en R.H.			**92,1**	**53,2**

Tomado de: ESPINOSA *et al.* (2023).

Problemas presentados en embalses en el país

En Venezuela existe una red de parques nacionales muy bien estructurada y un 83% del consumo nacional de agua dulce está provista por cuencas protegidas por estas Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (GRUPO ORINOCO, 2018). La acción protectora que proveen estas cuencas sobre la cantidad y calidad del agua producida estaba en el pensamiento de los que propiciaron la creación de esa extensa red de parques. No obstante, el crecimiento de la población y por ende el cambio en el uso del suelo para soportar diversas actividades antrópicas como las agropecuarias no sustentables, el aprovechamiento forestal, la minería, la hidroelectricidad, la industria y el turismo se han contrapuesto a esta acción protectora original y producido en consecuencia la degradación de estas cuencas. También debe señalarse que en cuencas hidrográficas situadas en zonas fuera del ámbito de los parques nacionales se dan estas mismas condiciones de degradación. En consecuencia, puede resumirse que a todas las cuencas productoras del preciado recurso que es el agua, se les debe prestar la máxima atención para que no dejen de proveer los servicios ambientales que les son propios.

Se maneja como acciones a tomar en cuenta para la protección de los embalses, la necesidad del adecuado monitoreo y gestión de sus componentes fundamentales: presa, obras de toma y descargas de fondo y aliviaderos, todos requeridos para preservar su estabilidad. A esto se une la consideración de buenas prácticas agrícolas, métodos de arado y pastoreo sostenibles en las cuencas proveedoras**,** por el potencial de erosión de los suelos de estas actividades, que dan lugar a contribuciones excesivas de sedimento al embalse, provocando disminución de su vida útil. (GRUPO ORINOCO, 2018)

Una de las preocupaciones más relevantes relacionada con el resguardo de las cuencas protectoras de los embalses, es el inquietante problema de la eutrofización cultural, ocasionado por actividades antrópicas generadoras de nutrientes y que consiste en el crecimiento excesivo de fitoplancton y plantas acuáticas en cuerpos de agua lénticos, es decir de poco movimiento, como es el caso de estos reservorios (FERRARA-GINER, 2023)

Los nutrientes y básicamente el fósforo y el nitrógeno, son los principales causantes del incremento de la productividad primaria y por ende del fenómeno de la eutrofización. Sus orígenes son las escorrentías de suelos con actividad agropecuaria y la descarga de desechos líquidos municipales. Se forman grandes masas de algas y cianofíceas que provocan turbiedad en el cuerpo de agua e impiden el paso de la luz y por tanto de la fotosíntesis productora de oxígeno y, por otra parte, la materia orgánica originada produce un incremento de la actividad metabólica aerobia que pronto conduce a la anoxia provocando desaparición de especies. El exceso de fitoplancton produce conflictos de usos con la irrigación, producción de peces, control de inundaciones y recreación, además, bloquea los sistemas de filtración empleados en las plantas potabilizadoras alimentadas por las aguas del embalse,

confiriéndole malos olores y sabores al agua, problema de calidad que se agrava si se toma en cuenta que algunas cianobacterias pueden liberar neurotoxinas y hepatotoxinas al agua (FERRARA-GINER, 2023).

En Venezuela, la eutrofización está presente, en diferentes etapas, en muchos de los embalses que nos abastecen de agua, en algunos casos en niveles avanzados que alcanzan el caso de hipereutrofización, y provocan que los sistemas convencionales de potabilización abastecidos por estas aguas no puedan cumplir los estándares de tratamiento normados. Tales sistemas de potabilización fueron diseñados para tratar agua cruda proveniente de fuentes de abastecimiento en las que se cumplía la premisa de constituir la primera barrera de defensa de la calidad del cuerpo de agua, y en el caso de la eutrofización esta premisa no se cumple.

Un caso emblemático de esta situación lo constituye el embalse Pao-Cachinche que alimenta la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga en Valencia y se enmarca en la situación descrita de ausencia de un plan de protección de la cuenca, que lo ha llevado a un proceso de eutrofización acelerada. Investigadores como GONZÁLEZ *et al.,* (2004) y GONZÁLEZ Y MATOS (2012) han seguido el comportamiento del embalse por más de 10 años y sus resultados muestran que se encuentran grandes densidades de algas y especialmente representantes de las cianobacterias, algunas de las cuales pueden producir toxinas. Sus aguas se usan para agricultura de subsistencia y uso pecuario, además de ser la fuente para agua potable del área metropolitana de Valencia y otras poblaciones de los estados Carabobo, Cojedes y Aragua, que en conjunto tienen más de 2 millones de habitantes. El embalse recibe una carga de nutrientes, principalmente de los ríos afluentes Pao y Chirgua. En la zona existen granjas avícolas y porcinas y aguas residuales de diferente origen. Se detectan altas concentraciones de nutrientes y una condición de hipoxia y anoxia a partir de los 7-10 m de profundidad, características que permiten clasificarlo como un cuerpo de agua hipereutrófico. El agua del embalse Pao-Cachinche es una de las fuentes principales de abastecimiento de Valencia, ciudad que desde 2005 ha presentado problemas de calidad del agua potable ofrecida a los consumidores, profusamente narrados en medios de comunicación social ante el clamor de los usuarios y sin duda existe una relación entre el hecho cierto de la hipereutrofización del embalse y la escasa calidad del agua entregada. La planta Alejo Zuloaga fue diseñada para operar con agua cruda proveniente de un embalse bien gestionado, utilizando un proceso convencional de potabilización. Lamentablemente no es el caso actual (FERRARA-GINER, 2023).

Otra problemática que se presenta en las cuencas protectoras de los embalses y que por lo tanto le atañe al mantenimiento de la calidad de estos reservorios, lo constituye la ocurrencia de los incendios de vegetación, bien sea por quema de residuos vegetales al talar árboles para establecer conucos o quema de sabanas para ampliar las áreas para el ganado o quema de basuras o accidentes. Es una situación que se repite anualmente cuando se queman miles de ha de terreno por estas causas, y que podría~~n~~ prevenirse y controlarse si existieran planes de gestión que los incluyan. Asimismo, las aguas servidas no tratadas y producidas en centros poblados o industrias asentados en la cuenca y los agroquímicos producto de las actividades agrícolas son un factor ambiental degradante adicional.

Acciones a tomar para la protección de las cuencas hidrográficas proveedoras de los embalses

Dado el vital papel que cumplen las cuencas hidrográficas productoras en la protección de la calidad del agua cruda que servirá de fuente a las plantas de potabilización del agua que recibirán los consumidores, es menester tomar una serie de acciones preventivas y correctivas sobre las mismas, que sin duda inciden en su gestión. FERRARA-GINER (2023) reseña las siguientes acciones a tomar en cuenta:

- Lo primero es abordar la evaluación de la capacidad actual y la operatividad de sus componentes esenciales como son la presa, las obras de toma y descargas de fondo y los aliviaderos (ECHENIQUE, *et al.,* 2025).

- Monitoreo de la calidad de las aguas de la fuente en forma sistemática. El conocimiento de las características de las aguas permite avistar valores extraordinarios con tiempo para tomar acciones preventivas antes de que la situación se desboque.

- Las mediciones hidro-meteorológicas, muy abandonadas en los últimos años, deben retomarse. La puesta en marcha de la red de estaciones de medición de tales variables, que existían en todo el territorio nacional, y que lastimosamente se ha venido a menos, es una tarea que las instituciones gubernamentales a cargo deben acometer.

- El control de la contaminación por aguas residuales, producto de las actividades antrópicas realizadas en la zona de influencia de la cuenca.

- Evitar la deforestación especialmente en las zonas con pendiente y a lo largo de los cauces y por el contrario realizar labores de reforestación. La modificación de la cubierta vegetal debe controlarse. El incremento de la vegetación arbórea juega un papel primordial en la conservación de los suelos y evita la erosión y degradación de los mismos.

- Medidas de prevención y control de los incendios forestales. Cuando llega la estación seca aparece la amenaza de los incendios. Medidas preventivas como el corte de los matorrales que son propagadores eficaces del fuego están entre medidas muy económicas pero efectivas. Contar con un cuerpo de bomberos forestales equipados con tecnologías modernas y que conformen una red que cubra las cuencas hidrográficas productoras es primordial.

- Encarar con la atención que amerita, el problema de la eutrofización de un gran número de embalses. El control del aporte de nutrientes (P y N) a las cuencas tiene que incluirse en los planes de gestión.

- Alentar el uso de prácticas de agricultura y ganadería sostenibles. No pueden permitirse agricultura y ganadería extensiva, propias de otros tipos de territorio. La planificación territorial debe tomar en cuenta cuales son los usos de la tierra más convenientes.

- Los agricultores y ganaderos ya establecidos en estas áreas deben ser capacitados para acometer sus labores en forma sostenible. Uso de abonos ecológicos. Desestimular el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos. Sembrar siguiendo prácticas de agricultura conservacionista.

- Un importante paso, en el tránsito hacia una gestión óptima del servicio, lo constituye la incorporación de los entes institucionales previstos en la LOPSAPS y la Ley de Aguas, y cuyas funciones para la regulación, control y prestación del servicio y la formulación de políticas y planificación estratégica permitirían alcanzar una buena gestión.

- Para la gestión de las cuencas, se deben buscar acuerdos entre los diversos sectores implicados, desde los habitantes originarios, los agricultores y ganaderos que usan la tierra para sus cultivos y para sus animales, algunos establecimientos industriales que pudieran estar asentados y los que tienen la responsabilidad a nivel gubernamental. Muchas veces los intereses de cada sector son contradictorios y debe buscarse armonizar entre las partes.

- La educación ambiental de los habitantes de la cuenca es una medida preventiva de primer orden y su costo es mucho menor que otro tipo de medidas que a veces se promueven.

- La sedimentación de los embalses es otro problema que debe controlarse. En el país tenemos claros ejemplos de embalses que están prácticamente inutilizables para su función de fuentes, por la sedimentación alcanzada, como el caso de Matícora (estado Falcón).

- Vigilancia del cumplimiento del marco jurídico existente que permite, al menos parcialmente, la preservación y manejo del recurso.

5. Las obras de conducción como parte del "agua en alta"

Las obras de conducción, en conjunto con las captaciones (de fuentes reguladas o no) y las plantas de potabilización, conforman los denominados "sistemas de producción" o de "agua en alta"; a través de dichas conducciones se transporta el agua desde las fuentes hasta la entrada a los centros de consumo. Vale destacar la importancia de esta infraestructura a la hora de determinar el agua producida y definir transacciones de "agua en bloque" y puntos de entrega entre operadores de abastecimiento de agua potable.

En Venezuela las grandes conducciones están asociadas a los mayores centros de consumo del país cuyos crecientes requerimientos de agua potable generaron la necesidad de utilizar fuentes con rendimientos suficientes para cubrir las demandas estimadas para el largo plazo. Las fuentes de abastecimiento de estas conurbaciones están localizadas a distancias considerables de dichos centros de consumo y en varios casos, con desniveles importantes a vencer.

Las principales conducciones se describen a continuación en la Tabla 3, tomado del informe no publicado de CIUDADANÍA SIN LÍMITES (2020), proveniente del cierre del *Diplomado "Programa de Formación de Gerentes para la Industria del Agua y Saneamiento*", realizado por IESA entre los años 2020-2021.

Tabla 3. Principales obras de conducción en Venezuela.

Acueducto Metropolitano de Caracas	Abastece a los municipios Libertador, Baruta, Chacao, El Hatillo, Sucre del área metropolitana de Caracas, a los municipios Guaicaipuro, Carrizal, Los Salias del Estado Miranda y al estado Vargas (La Guaira).	
	Sistema Tuy I	Tubería de acero de 35 km de longitud, diámetro de 48", estaciones de bombeo: 11, 12, Intermedia, 13 y 14. Cuatro chimeneas.
	Sistema Tuy II	Tubería de acero al carbono de 60 km de longitud, en su mayoría diámetro de 74"; 2,1 km de túnel; estaciones de bombeo: 21, 22, 23, 24, 25. Aproximadamente 80 ventosas y descargas.
	Sistema Tuy III	Tubería de 76 km de longitud, diámetros 85" y 100"; estaciones de bombeo: 31, Mamonal, 32, 33. Válvulas de descarga y ventosas.
Acueducto Regional del Centro	Abastece las ciudades de Valencia y Maracay y diversos centros poblados de los estados Carabobo y Aragua ubicados a lo largo de las aducciones.	

	ARC I: Embalse Pao - Cachinche - Planta de Potabilización Alejo Zuloaga.	Primer tramo de acero, 3,2 km de longitud y diámetro 1800 mm, con E/B Cachinche; posteriormente bifurcación en paralelo por 31 km, diámetros de 1400 y 1350 mm. Dos chimeneas.
	ARC II: Embalse Pao La Balsa - Planta de Potabilización Lucio Baldó- Valencia- Maracay:	Desde el embalse parte la tubería de impulsión de acero, 2.100 mm de diámetro y con una longitud de 72 km hasta la Planta Lucio Baldó; en este recorrido existen 2 estaciones de bombeo E/B Pao I y Pao II; posteriormente la tubería de aducción a Valencia en acero de 1.300 mm y 28 km de longitud y la tubería de aducción a Maracay es de 1.400 mm y 57 km de longitud.
Acueductos de la Región Oriental	Abastece a diversos centros poblados de los estados Sucre y Nueva Esparta, incluyendo sus respectivas capitales.	
	Sistema Clavellinos	Embalse Clavellinos – Punto Alto – Chacopata – Tramo sumergido – Isla Margarita Pta. Mosquito, gravedad, longitud 96 km y diámetros de 52", 42"y 30". Tramo sumergido Chacopata- Isla de Coche. Longitud 11 km y diámetro 8".
	Sistema Turimiquire	Embalse Turimiquire – Túnel Guamacán – Pta. Baja Cumaná – 2 Submarinas Pta. Baja – Pta. Salazar Araya – Morro Pupuy – 2 submarinas Margarita en Los Algodones – Estanque Porlamar, gravedad, longitud 90 km y diámetros 72", 52" y 38".
Acueducto Maracaibo	Abastece a la capital del Estado Zulia y varios centros poblados ubicados a lo largo de las aducciones, así como al Complejo El Tablazo.	
	Sistema Manuelote – Tulé	Toma Tulé y E/B Tulé 1 y 2 – 2 tuberías hasta Estanque Cerro Cochino – 2 tuberías hasta Bifurcación – 2 tuberías hasta Planta C, longitud 55 km y diámetros variables entre 36", 66", 72", 100", 120".
	Campo de pozos#4 – Planta C	Campo de pozos#4 – Planta C, 26 km y 42".
	Bifurcación – El Tablazo	Bifurcación – Costa del lago – 2 Sublacustre – Costa Oriental del lago- Emb. El Tablazo – P.P El Tablazo, longitud 32 km y diámetros variables entre 48" y 36".
	Embalse El Diluvio – Cerro Cochino	Embalse El Diluvio – Pto. Medio – Cerro Cochino, longitud 69, diámetros 102" y 94".
	Campo de pozos#1 – Planta B	Campo de pozos#1-Planta B, 16 km 24".
	Campo de pozos#3 – Planta B	Campo de pozos#3-Planta B, 5,5km 36". Estaciones de bombeo en 6 líneas de aducción.
Acueducto Regional del Táchira	Abastece a la capital del estado Táchira, San Cristóbal y otros centros poblados de dicho estado.	
	Túnel forma herradura	Río Bobo – Queniquea – San Antonio – Qda. La Jabonosa – Qda. La Cachicama – Qda. La Verdosa – Pta. Potabilización Cordero, Longitud de túnel 19, 5 km sección de 3 m de ancho por 3,5 de alto.
Acueducto Alto Tocuyo – Edo. Lara	Abastece a Barquisimeto, Quíbor y El Tocuyo, así como otros centros poblados del estado ubicados a lo largo de la aducción.	
	Toma Embalse Dos Cerritos – El Tocuyo – Quíbor –Barquisimeto	Longitud: 28, 9 km, acero, diámetro 60" y 48".
	Estación de Bombeo Alto Tocuyo	Aproximadamente 50 ventosas y 40 descargas a lo largo de la conducción.

Tomado de: CIUDADANÍA SIN LÍMITES. Monitor Ciudad (2020).

Los problemas que se presentan en estas obras de conducción son comunes para los diferentes acueductos del país, resaltando fundamentalmente los siguientes:

- Deterioro y/u obsolescencia de componentes de la infraestructura, destacando elementos estructurales de soporte, estaciones de bombeo y elementos de control como válvulas y descargas.
- Pérdidas de los sistemas de protección catódica y de la protección con pintura anticorrosiva en los tramos superficiales de tuberías.
- Fugas en las aducciones, acentuadas, como es el caso, en tramos submarinos que surten al estado Nueva Esparta.
- Tomas ilegales para usos distintos al abastecimiento urbano a lo largo de las tuberías de aducción.
- Deficiencia en el suministro eléctrico en los acueductos que requieren bombeo.
- Ningún sistema cuenta con sensores ni dispositivos de telecontrol.

Aun cuando esta infraestructura fue concebida y diseñada con visión de futuro – de allí su robustez – durante las últimas décadas la misma no ha recibido el mantenimiento, ni preventivo ni correctivo, que hubiese asegurado su capacidad para surtir el abastecimiento previsto; por ello la necesidad de actuar para la rehabilitación y recuperación de sus capacidades.

Asimismo, los sistemas deben dotarse de herramientas de control, inclusive telecontrol, sensores y salas de control, que permitan operación remota, detección oportuna de fallas, roturas y extracciones fraudulentas, así como la corrección eficiente de las mismas. También deben prepararse planes de riesgo, frente a amenazas naturales y antrópicas, (riesgos socio naturales) que busquen restituir los servicios en tiempos perentorios cuando se produzcan fallas considerables de suministro.

6. La potabilización del agua

La potabilización de las aguas a ser consumidas por los habitantes del país constituye una fase primordial dentro del proceso completo de gestión del agua que conocemos como el ciclo integral del agua desde su captación hasta la entrega de un agua segura al usuario. El agua potable producida en una planta de potabilización, es agua para consumo humano sin peligro alguno para la salud, por ausencia de organismos patógenos o sustancias tóxicas y cumplir requisitos organolépticos que no induzcan al usuario a la búsqueda de otras fuentes, que, aunque tengan condiciones más aceptables sensorialmente, sean de dudosa calidad microbiológica. Pero no basta con producir agua potable de buena calidad para asegurar la salubridad de la población servida, además debe suministrarse en cantidad suficiente y de manera continua.

Existe una fuerte correlación entre la salud pública y el acceso al agua potable por parte de la población. Desde 1854, se conoce que el agua es un agente transmisor de ciertas enfermedades gastrointestinales, por cuanto ese año el Dr. John Snow se interesó por las muertes en una epidemia de cólera en Londres y después de llevar a cabo una investigación, que al día de hoy constituye un hito en la epidemiología, llegó a la conclusión de la estrecha relación entre los casos de cólera y el uso de una fuente pública, el pozo Broad Street, que estaba contaminada. Un poco más tarde, en 1910, Sedgwick y MacNutt reconocieron el llamado "fenómeno de Mills-Reincke" basado en observaciones directas de Reincke y Mills (en torno a 1893), funcionarios de las plantas de adecuación de las aguas para consumo de las ciudades de Hamburgo (Alemania) y Lawrence (USA), respectivamente. Las observaciones de estos funcionarios los llevaron a concluir que existía una disminución sustancial de la tasa de muertes por fiebre tifoidea en dichas ciudades cuando en sus plantas se utilizaron técnicas de filtración, una novedad para la época (FINK, 1917, citado por FERRARA-GINER, 2023).

En las primeras décadas del siglo XX se afianzó el conocimiento sobre la relación entre la salud y un agua para consumo de calidad apropiada, lo que impulsó los sistemas de potabilización como solución para la obtención de agua segura para la población. Según la UNEP/WWAP (2014) se estima que por cada dólar estadounidenses (USD) invertido en la provisión de agua potable y saneamiento se recuperan entre 3 y 34 USD, dependiendo de la región y la tecnología.

La provisión a la sociedad de un agua de calidad óptima para su consumo por las poblaciones, ya está tan arraigada en el concierto de las naciones, que desde el 2010 se considera un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida, como lo consagró la Asamblea General de las Naciones Unidas ese año (2022). Además, este derecho humano fundamental está planteado en uno de los 17 objetivos planteados en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU, específicamente el ODS 6: Agua limpia y saneamiento, enfocado en garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos (2015).

Por tanto, la importancia de las plantas potabilizadoras estriba en ser el espacio físico donde las aguas serán tratadas y transformadas en un producto con características físicas, químicas, biológicas y de aspecto, completamente seguro para el consumo humano: agua potable. Este es el fin último de las plantas potabilizadoras. Debemos subrayar la importancia de la valoración de la entrega de agua potable a los usuarios para que puedan alcanzarse las cuotas de salud pública cónsonas con un Estado moderno, donde las enfermedades de origen hídrico estén prácticamente ausentes.

Según los datos del último boletín epidemiológico publicado por el MINISTERIO DE SALUD (2016) correspondiente a la semana 52 del año 2016 (desde entonces no se ha publicado ningún otro) nos encontramos que en el país hubo un incremento del 26,6% de los casos de diarreas en menores de 5 años entre 2015 y 2016, lapso en el cual se incrementó la discontinuidad en la prestación del servicio de agua potable en el país y esta realidad tiene una incidencia

directa en las condiciones de higiene asociadas a la diarrea infantil. Es de hacer notar que en la actualidad la discontinuidad en el servicio se ha deteriorado mucho más, lo que sin duda incide en un incremento de las enfermedades gastrointestinales asociadas a un agua no potable. Dado la ausencia de estadísticas oficiales, el Observatorio Venezolano de los Servicios Públicos, OVSP (2021) sirve de termómetro de la continuidad en el servicio de agua potable y en febrero del 2021 informa que apenas el 25,0% de los ciudadanos encuestados indicaron que cuentan con el recurso las 24 horas continuas. Por otra parte, los datos publicados por ENCOVI (2024) señalan que solo el 36% de la población recibe agua por tubería con frecuencia diaria. Ambos datos indican la precariedad del servicio de agua potable prestado por el Estado y la alta probabilidad de incidencia sobre enfermedades de origen hídrico por este problema.

Al hablar del agua potable en nuestro país, considerado como privilegiado en términos de recursos hídricos, con una distribución muy variada, tanto en sus componentes de aguas superficiales que cuentan con 2.233 km^3, como subterráneas cuya magnitud de reservas totales es de aproximadamente 7.700 millardos de metros cúbicos en una superficie total de 468.000 km^2, de los cuales el volumen aprovechable es de 23 millardos de metros cúbicos, sin incluir las reservas localizadas a la margen derecho del río Orinoco.

Sin embargo, la distribución de la población a nivel nacional es muy desequilibrada, ya que cerca del 90% de la población se encuentra asentada al norte del país, en el denominado eje andino-costero, área caracterizada por una acentuada escasez del recurso agua, situación que se agrava por el deterioro progresivo de la calidad de los cuerpos de agua, debido básicamente al vertido sin tratamiento de aguas residuales en las principales cuencas, uso de agroquímicos, así como manejo irracional e indiscriminado del recurso, lo cual acarrea problemas de disponibilidad y distribución, así como falta de inversión en infraestructura apropiada.

La clasificación de las aguas naturales superficiales en función de sus usos potenciales aparece en el Decreto N° 883 (1995), aún vigente, y en el cual se definen siete tipos de aguas en función de sus usos potenciales, están detallados en la Tabla 4.

En esta clasificación, las aguas Tipo 1 se definen como "aquellas aguas destinadas al uso doméstico e industrial que requiera de agua potable, siempre que esta forme parte de un producto o subproducto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él". Conforme a esta norma se deduce que el mínimo tratamiento que debe darse al agua para consumo humano consiste en garantizar su desinfección; lo anterior aplica a aguas prístinas en su estado natural clasificadas en esta figura legislativa como subtipo 1A. Luego establece las aguas subtipo 1B, que pueden ser potabilizadas mediante una secuencia de procesos y operaciones convencionales, en función de límites de parámetros fisicoquímicos y biológicos. Finalmente, establece la clasificación subtipo 1C bajo criterios similares y expresa que estas aguas requieren de procesos y operaciones no convencionales para su potabilización.

En lo que respecta a la normativa que establece los límites para parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para el agua destinada al consumo humano son las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable que datan de 1998, las que rigen este uso. Además de este decreto, las normas COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales), ahora bajo la supervisión de SENCAMER (Servicio Autónomo Nacional de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos), también establecen requisitos relevantes, especialmente la COVENIN 1431 para agua potable envasada, aunque sus principios se aplican también al agua de la red pública. En la actualidad la gestión del agua potable y saneamiento en Venezuela recae principalmente en HIDROVEN (Compañía Anónima Hidrológica Venezolana), una empresa estatal que supervisa a las diferentes hidrológicas regionales.

Proceso convencional de potabilización

El proceso de potabilización convencional, para aguas crudas provenientes de fuentes bien gestionadas y por ende con una calidad adecuada, es bien conocido y está aceptado universalmente. Lo conforman un conjunto de operaciones físicas y procesos químicos (Figura 2) que incluyen: coagulación – floculación, sedimentación, filtración y desinfección, y cuando se requiera ajuste del índice de saturación, y que reducen el color, la turbidez y partículas en suspensión a niveles aceptables y eliminan los microorganismos patógenos a valores normativos.

Estas operaciones y procesos unitarios se llevan a cabo en un conjunto de unidades, donde es menester añadir sustancias químicas al agua, todo lo cual conduce a la obtención del producto que conocemos como agua potable. Previo a la entrada del agua cruda a estas unidades, se suele hacer un pretratamiento que incluye el uso de rejas y rejillas para eliminar sólidos gruesos, y la pre-cloración. A la salida del agua potable de la planta, de acuerdo a la normativa nacional, ésta tendrá un residual de cloro entre 0,3 y 0,5 mg/L que debe mantenerse en cualquier punto del sistema de distribución y dada la disminución del residual de cloro por el ejercicio de la demanda a lo largo de la red o posible contaminación, deben existir puntos de recloración que mantengan el residual de cloro con el valor aceptado.

Tabla 4. Clasificación de las aguas naturales superficiales en función de sus usos potenciales. Decreto 883, Capítulo 2.

Tipo 1 Aguas destinadas a uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o subproducto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él.	**Tipo 1A**
	Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.
	Tipo 1B
	Aguas pueden ser acondicionadas por medio de tratamiento convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración.
	Tipo 1C
	Aguas que pueden ser acondicionadas por proceso de potabilización no convencional.
Tipo 2 Aguas destinadas a usos agropecuarios.	**Tipo 2A**
	Aguas para riego de vegetales destinados al consumo humano.
	Tipo 2B
	Aguas para el riego de cualquier otro tipo de cultivo y para uso pecuario
Tipo 3	Aguas marinas o medios costeros destinadas a la cría y explotación de moluscos consumidos en crudo.
Tipo 4 Aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial y de subsistencia.	**Tipo 4A**
	Aguas para el contacto humano total.
	Tipo 4B
	Aguas para el contacto humano parcial.
Tipo 5	Aguas destinadas para usos industriales que no requieren de agua potable.
Tipo 6	Aguas destinadas a la navegación y generación de energía.
Tipo 7	Aguas destinadas al transporte, dispersión y desdoblamiento de poluentes sin que se produzca interferencia con el medio ambiente adyacente.

Tomado de: Decreto N° 883 (1995).

La secuencia descrita implica un proceso completo de clarificación, centrado en remoción de turbidez como principal parámetro de referencia y control, aunado a la ausencia de organismos patógenos promovida por la desinfección.

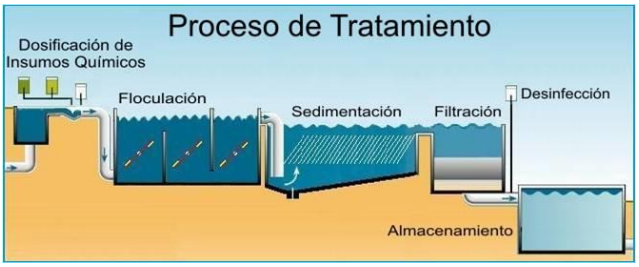


Figura 2. Diagrama de una planta de potabilización convencional. Fuente: LOZANO Y SÁNCHEZ, 2017.

A continuación, una breve descripción de la secuencia de operaciones y procesos unitarios que conforman el tren de tratamiento:

- Pre-cloración: En algunos casos se aplica cloro antes de comenzar el proceso de potabilización (pre-cloración) para generar una barrera sanitaria o un residual de desinfectante mínimo necesario aguas abajo. En caso de hacerse pre-cloración hay que verificar la naturaleza de la materia orgánica del agua para descartar la presencia de ácidos húmicos y fúlvicos que al ser oxidados con cloro generan THM (Trihalometanos).

- Mezcla rápida: como su nombre lo indica se lleva a cabo en pocos minutos y tiene como objetivo mezclar el agua cruda que entra a la planta con los químicos requeridos aguas abajo, como son cal apagada ($Ca(OH)_2$) para control del pH en los procesos y coagulantes como el alumbre, una sal de aluminio ($Al_2(SO_4)_3x18H_2O$) y que es la que mayoritariamente se usa en nuestro país. En otros países se usa una sal de hierro ($FeCl_3$). La dosificación de los coagulantes debe obedecer a los resultados de las pruebas de jarras y a sus registros históricos en la planta. La coagulación química, que se

realiza en minutos, se basa en romper el equilibrio eléctrico de las partículas coloidales que provocan la turbidez y permite que en la siguiente operación comiencen a colisionar generando el efecto de aglutinamiento de las mismas.

- Mezcla lenta o floculación: el aglutinamiento de sólidos suspendidos y coloidales (partículas entre 1 mm y 10^{-6}mm) es el objetivo de la mezcla lenta. Un tanque de floculación, sea hidráulico o mecánico, consta de unas tres cámaras o secciones, con diferentes niveles de turbulencia. En una cámara inicial la turbulencia debe ser mayor para favorecer la floculación peri cinética o sea la colisión de las partículas coloidales debida al movimiento browniano. Así, las partículas coloidales, ya sin carga eléctrica, al colisionar se aglomeran conformando pequeños flóculos. En una segunda cámara con menor turbulencia, los pequeños flóculos y las partículas de tamaños similares colisionan generando un efecto global de aumento de tamaño por colisiones sucesivas, dando como resultado flóculos de tamaño mediano. En la tercera cámara se disminuye aún más la turbulencia para favorecer la colisión y el aglutinamiento de los flóculos que ya han alcanzado tamaños medianos y de esta manera conformar flóculos más grandes. En la segunda y tercera cámaras se propicia la floculación orto cinética en la cual la colisión depende de la turbulencia del agua. Se ha demostrado en la buena práctica que operando de esta manera los floculadores se logran flóculos compactos, pesados y de buen tamaño, condiciones que facilitan en gran medida su remoción por sedimentación, aguas abajo (SCHIPPERS (1990), VAN BREEMEN (1994) e IVES (1978)).

- Sedimentación: los flóculos de buen tamaño, compactos y pesados provenientes de la mezcla lenta son removidos por gravedad en estas unidades. Los lodos de estos sedimentadores y las aguas de lavado de los mismos, contienen por lo general hierro y aluminio provenientes de las sales de hierro y aluminio hidrolizadas responsables de la coagulación y añadidas en la mezcla rápida. Se debe procurar la recuperación y el reciclaje de estos metales en el manejo de los lodos y las aguas de limpieza de los sedimentadores. Es necesario señalar que en los procesos de floculación se aglutinan y conforman los flóculos con partículas inertes y microorganismos, entre ellos patógenos, que son removidos en la sedimentación.

- Filtración rápida en arena: los pequeños flóculos que pasaron los sedimentadores son removidos en estas unidades en sus primeros centímetros, conformando una capa porosa que es capaz de retener quistes de *giardias* y otros patógenos. Es común en Venezuela que los lechos de los filtros rápidos estén conformados por antracita, arena y gravas, fina, media y gruesa de transición hacia el fondo. El efluente de unidades de filtración rápida, que reciben aguas de procesos de mezcla rápida, floculación y sedimentación debidamente operados y mantenidos, debe tener una turbidez menor a 1 UNT, valor ideal para los siguientes procesos aguas abajo (tales como: desinfección, post-cloración y ajuste del índice de saturación). Parte de la producción de agua filtrada debe ser almacenada y destinada para limpiar las unidades de filtración mediante retrolavado. Las aguas del retrolavado de los filtros rápidos deben ser manejadas contemplando prácticas de recuperación de los metales de las sales hidrolizadas de hierro (Fe) y aluminio (Al) usadas como agentes coagulantes. Es muy importante ejecutar correctamente el retrolavado de los filtros rápidos; todas las piezas, tuberías y accesorios del sistema del retrolavado deben estar en óptimas condiciones operativas, a fin de lograr fluidizar y expandir el lecho filtrante de manera adecuada, evitando así disgregar el lecho y la pérdida de antracita en el retrolavado.

- Desinfección: Se refiere a la inactivación de microorganismos patógenos, que causan enfermedades infecciosas al hombre. Garantizar la desinfección en el proceso de potabilización es una meta de oro a cumplir. La tecnología más común en Venezuela es la cloración, usando gas cloro $(Cl_2)_{(g)}$ o sales del ácido hipocloroso (HClO), bien sea hipoclorito de sodio (NaOCl) o hipoclorito de calcio $(Ca(OCl)_2$. El gas cloro se genera de la evaporación de cloro líquido encerrado en cilindros a alta presión y se aplica directamente a través de difusores (alimentación a presión o por alimentación al vacío), para lo cual un caudal menor de agua se satura con cloro y posteriormente se mezcla con el caudal principal. La opción de gas cloro generalmente se usa en plantas potabilizadoras grandes, donde pueda implementarse un sistema de seguridad ocupacional en torno al uso de los cloradores, ya que este gas es tóxico y debe manejarse con precaución. El uso de los hipocloritos generalmente se aplica en abastecimientos pequeños donde el número de operadores es mínimo y no existe una unidad especializada en seguridad ocupacional. En el contexto de la realidad operativa de nuestros sistemas de distribución y almacenamiento no se ejerce un control sanitario estricto y ante esta realidad particular, el cloro tiene la ventaja singular que lo distingue de otros agentes desinfectantes, ya que después de realizar la desinfección queda un residual de cloro capaz de garantizar la eliminación de patógenos cuando el agua potabilizada circula en el sistema de distribución y almacenamiento.

- Ajuste del índice de saturación: El ajuste del índice de saturación (también llamado índice de Langelier) permite evitar la corrosión y lograr bajos niveles de incrustación en el sistema de distribución y almacenamiento. Esta condición garantiza la estabilidad química del agua en la red de distribución.

- Post-cloración en la red: En las redes de distribución del agua potable debe mantenerse un residual de cloro, normado entre 0,3 y 0,5 mg/L. A medida que el agua

potable circula por el acueducto este residual disminuye por la actividad química del cloro que es un oxidante fuerte y se gasta en reacciones secundarias. Esto significa que deben establecerse puntos de post-cloración para mantener la concentración del cloro residual dentro de la norma.

Los procesos no convencionales para potabilizar el agua

El Decreto N° 883 (1995) al clasificar las aguas superficiales naturales en función de sus potenciales usos y referirse al subtipo 1C las define como aquellas aguas que para ser potabilizadas requieren de un proceso no convencional. Lo anterior significa que en este caso se requiere una secuencia de procesos y operaciones que puede contemplar el tren convencional o parte de él, fortalecido con otras unidades que permitan la remoción de contaminantes que los trenes convencionales no son capaces de remover.

Es el caso cuando se detecta que el agua cruda que se va potabilizar tiene contaminantes no contemplados originalmente como son formas solubles de agentes activos de agroquímicos (herbicidas, fungicidas, fertilizantes e insecticidas). Más reciente, se han detectado contaminantes llamados emergentes que provienen de las aguas servidas. Se trata de residuos de medicamentos, de productos de higiene, disruptores endocrinos u hormonales, entre otros. La planta convencional en su secuencia de procesos y operaciones no tiene capacidad para remover estos contaminantes y en este caso, se hace necesario incluir en la secuencia a reactores y procesos basados en carbón activado o procesos de oxidación avanzada.

Antecedentes históricos de la potabilización en Venezuela

Datos obtenidos del portal web de la empresa HIDROCAPITAL (2025) informan que ya en años tan lejanos como 1573 el río Catuche era la principal fuente de abastecimiento del primer acueducto de Caracas. En la esquina de Caja de Agua se recogía el agua en un estanque, y de allí se repartía a la población por las acequias, partiendo de Caja de Agua y Luneta hasta las esquinas de Reducto y Miracielos. No hay evidencias que se hiciera algún tipo de tratamiento.

La primera planta de potabilización en el país se construyó en 1936 para las poblaciones de Turmero y Cagua, con un caudal promedio de 32 L/s y un caudal máximo de 64 L/s. Estaba constituida por tres unidades de filtración rápida a través de un lecho de arena granular, una cámara de cloración y un medidor (RIVAS MIJARES, 1997). Después de esa primera planta, en 1948 se construyó la planta de Mamo con pre-sedimentación, seguida de coaguladores, sedimentadores y filtros, para abastecer a Maiquetía y La Guaira. A partir de 1950, cuando ya se contaba con recursos humanos preparados se inició la construcción de plantas de potabilización en un número apreciable de ciudades y poblaciones del país.

El Sector Agua Potable y Saneamiento operó con base en diferentes estructuras de orden municipal o pequeñas empresas privadas, que daban el servicio a sectores con sistemas locales hasta el año 1943, fecha donde comienza la evolución acelerada de estos servicios con la creación del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) y el traslado de la administración integral de los mismos (BAUSSON, 2018). El INOS tenía a su cargo la construcción y operación de la infraestructura hidrosanitaria de las zonas urbanas hasta que fue eliminado en 1990.

Datos más recientes de los sistemas de potabilización existentes

Antes de 1990, cuando existía el Instituto Nacional de Obras Sanitarias, este ente se encargaba del agua potable y saneamiento de las poblaciones mayores de 5.000 habitantes, en tanto que el antiguo Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, a través de la Dirección de Malariología y Saneamiento Ambiental-Acueductos Rurales, se encargaba de las menores a 5.000 habitantes. Durante la década del 70 se desarrolló en Venezuela un programa ambicioso para dar cobertura del servicio a las poblaciones rurales precisamente por el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (ECHENIQUE, *et al.,* 2025). Según UZCÁTEGUI (2023) más del 90% de la infraestructura de agua potable que presta servicio en el país en la actualidad fue proyectada, construida y puesta en servicio por el INOS, hasta su eliminación.

Hoy en día existen 10 empresas hidrológicas regionales, filiales de HIDROVEN, que atienden en torno al 80% de la población, y 6 descentralizadas que son supervisadas por HIDROVEN, además de algunas empresas estatales y municipales de agua descentralizadas: HIDROCAPITAL (Distrito Capital, Miranda, La Guaira), HIDROLAGO (Zulia), HIDROCARIBE (Anzoátegui, Nueva Esparta, Sucre), HIDROCENTRO (Aragua, Carabobo), HIDROLLANOS (Apure, Guárico, excepto municipios específicos), HIDROPÁEZ (Guárico y municipios específicos, así como parte de Apure), HIDROANDES: (Barinas, Mérida (ciertas áreas, Mérida tiene Aguas de Mérida), Trujillo), HIDROLARA (Lara), HIDROFALCÓN (Falcón), HIDROSUROESTE (Táchira), CVG-GOSH (Amazonas y Delta Amacuro (depende de la Corporación Venezolana de Guayana)), así como, empresas descentralizadas a escala estatal (Aguas de Mérida, Aguas de Portuguesa, Aguas de Yaracuy, Aguas de Monagas, Aguas de Cojedes) y empresas municipales (Aguas de Ejido, Aguas de Anaco, Aguas de Capitanejo, Aguas de Zamora, Instituto Municipal Aguas de Sucre (IMAS), entre otras). (MARTÍNEZ, 2012; MARTÍNEZ, 2013; BAUSSON, 2018; GO, 2018; citados por FERRARA-GINER, 2023).

NAJUL Y BLANCO en 2014, detallan que existen 144 plantas de potabilización en el país y a todas se les realiza "tratamiento completo", coagulación-floculación,

sedimentación, filtración y desinfección. Solo el 25% de ellas tiene configuración convencional, no obstante, estas procesan el 65% del total de aguas que reciben tratamiento, un porcentaje que puede considerarse sustancial. El resto de las plantas son modulares, compactas o no convencionales, en las cuales todos o parte de los procesos mencionados se realizan en unidades cilíndricas y concéntricas, a diferencia de las primeras donde tales procesos se realizan en unidades de sección rectangular, consecutivas e independientes.

Principales Plantas Potabilizadoras por Región/Hidrológica

La mayoría de las plantas de gran capacidad son de tratamiento convencional, que incluyen procesos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección (generalmente con cloro). Algunas plantas más pequeñas o para casos específicos pueden usar filtración lenta, ósmosis inversa (especialmente en zonas costeras/insulares), o tratamientos más especializados.

A continuación, en la Tabla 5, se presentan las características de las principales plantas potabilizadoras de Venezuela, realizado con base en la información recopilada por la Dra. Yabroudi, Directora del Centro de Investigación del Agua de la Universidad del Zulia (LUZ).

Tabla 5. Principales Plantas Potabilizadoras por Región/Hidrológica.

Región / Empresa Hidrológica	Identificación de la planta	Características
Distrito Capital y Estado Miranda (HIDROCAPITAL)	*Sistema Tuy (I, II, III)*	Es el sistema más grande y complejo del país, abasteciendo a la Gran Caracas y parte de Miranda.
	Planta Potabilizadora La Mariposa (Tuy I)	Ubicada en San Antonio de Los Altos, Miranda. Capacidad estimada de 4.400 L/s.
	Planta Potabilizadora La Guairita (Tuy II)	Ubicada en El Hatillo, Caracas. Abastece el este de Caracas.
	Planta Potabilizadora Caujarito (Tuy III)	Ubicada cerca de Charallave, Estado Miranda, con capacidad de tratamiento entre 4.000 - 4.500 L/s. Una de las más grandes.
	Planta Potabilizadora Taguaza	Ubicada en Miranda. Es parte del proyecto Tuy IV, aunque no se encuentra totalmente completado.
	Planta Potabilizadora de Los Teques	Atiende a Los Teques y Altos Mirandinos, recibe aportes del Acueducto Macarao
	Planta Potabilizadora Comunal en Santa Teresa del Tuy	Ubicada en el Municipio Independencia, Valles del Tuy, Estado Miranda, posee capacidad de tratamiento de 5.400 L/s.
Estado Zulia (HIDROLAGO)	*Planta Potabilizadora "Alonso de Ojeda" (Planta C)*	Abastece a los Municipio Maracaibo, San Francisco y parte de Mara, es la de mayor capacidad de la región. Se alimenta de los embalses Tulé, Manuelote y Tres Ríos, con capacidad de diseño de 6.500 L/s.
	Planta Potabilizadora "Wüinpala": Municipio Mara.	Se alimenta del embalse Tres Ríos y capacidad de diseño de 3.600 L/s.
	Planta Potabilizadora "B": Municipio San Francisco.	Se alimenta de pozos subterráneos y capacidad de 1.200 L/s.
	Planta Potabilizadora "Pueblo Viejo"	Abastece a los municipios Simón Bolívar, Lagunillas, Cabimas y Santa Rita en la Costa Oriental del Lago, cuya capacidad puede verse afectada por los niveles de turbidez en el embalse Burro Negro, su fuente de abastecimiento.
	Planta Potabilizadora "Machiques"	En el Municipio Machiques de Perijá, posee capacidad instalada 350 L/s, beneficiando a aproximadamente 60.000 habitantes.
	Planta Potabilizadora "Wuinpala"	(también referida como Wimpys)
Estado Mérida	*Planta Potabilizadora "Dr. Enrique Bourgöin"*	Ubicado en El Vallecito, Municipio Libertador y capacidad de 900 L/s, atiende aproximadamente 220.960 habitantes. Esta planta es crucial, ya que surte el 80% del acueducto de la

		ciudad de Mérida.
	Planta Potabilizadora "Dr. Eduardo Jáuregui"	Localizada en La Hoyada de Milla, Municipio Libertador, capacidad de 300 L/s, sirve a 44.000 habitantes, surtiendo el 20% del acueducto de la ciudad de Mérida.
	Planta Potabilizadora "Eleazar López Contreras"	Abastece la ciudad de Ejido, capital del municipio Campo Elías. Consta de 4 unidades compactas de sección circular (5 anillos concéntricos, donde se llevan a cabo la mezcla rápida, mezcla lenta, sedimentación y filtración rápida). Capacidad 200 l/s (4 módulos circulares de 50 l/s cada uno.)
	Planta Potabilizadora "Luis Mora"	En el Municipio Caracciolo Parra y Olmedo (Tucaní), con capacidad de 40 L/s, atiende 16.589 habitantes.
	Planta Potabilizadora "Bernardo Luzardo"	Localizada en La Azulita, Municipio Andrés Bello, 20 L/s, sirve a 5.385 habitantes.
	Planta Potabilizadora de Mucujepe:	Municipio Alberto Adriani (El Vigía), se encuentra en proceso de rehabilitación para incrementar su producción. Los trabajos buscan mejorar el sistema de retrolavado de los filtros para aumentar el caudal, beneficiará a más de 111.000 habitantes del municipio Alberto Adriani.
Estado Anzoátegui	*Planta Potabilizadora "El Rincón"*	En Puerto La Cruz, Municipio Sotillo, con capacidad instalada para potabilizar 4.000 L/s, con posibilidad de expandirse a 6.000 L/s. En febrero de 2022, se reportó una producción de 3.400 lps beneficiando a 4 municipios. Beneficia a zonas del norte de Anzoátegui, como Sotillo, Guanta, y parte de Urbaneja y Bolívar.
Estado Lara (HIDROLARA)	*Planta de Tratamiento "Dos Cerritos"*	Ubicada en la represa Dos Cerritos, es fundamental para el abastecimiento de Barquisimeto y otras zonas de Lara y Planta de Tratamiento "Atarigua".
Estado Falcón (HIDROFALCÓN)	*Planta del Acueducto Bolivariano*	Asociada al embalse Barrancas, es la principal para el servicio en Coro y Punto Fijo. Ha enfrentado problemas de sedimentación en el embalse y de la infraestructura y Plantas de Tratamiento en la Península de Paraguaná.
	El estado La Guaira, con su geografía costera y montañosa, presenta desafíos únicos en el suministro de agua. Recibe agua del Sistema Metropolitano (Tuy I, II y III) y complementa el suministro con fuentes locales y desalinización.	
	Suministro del Sistema Metropolitano (Tuy)	Las ciudades costeras al norte de Caracas, incluyendo el eje Naiguatá y Catia La Mar, reciben agua del Sistema Metropolitano. Esto significa que el agua tratada en plantas como Caujarito llega a La Guaira a través de aducciones.
Estado La Guaira	*Tomas Superficiales Locales*	Existen tomas superficiales en ríos como Naiguatá, San Julián, Macuto, Chichiriviche, Limón y Maya. El agua de estas tomas requiere tratamiento. Aunque no se especifica una "planta potabilizadora" centralizada para cada una, es probable que existan estaciones de tratamiento locales, ya sean pequeñas plantas o sistemas de desinfección en cada punto de captación.
	Plantas Desalinizadoras	Ante la escasez de agua potable y la cercanía al mar, la desalinización es una solución estratégica en La Guaira, siendo inaugurada en 2017 la Planta Desalinizadora Portátil en Punta Care, parroquia Naiguatá, fue la primera de un plan de nueve plantas desalinizadoras para el estado. Otra planta desalinizadora mencionada por MinAguas es la Planta Desalinizadora Mare.

Estado Trujillo	La situación del servicio de agua potable ha enfrentado desafíos, buscando soluciones a través de diversas intervenciones. La Hidrológica de la Cordillera Andina (Hidroandes) es la encargada de la gestión del agua en este estado, así como en el estado Barinas.	
	Planta de Tratamiento de El Cumbe	No se especifica una capacidad global, pero las mejoras se enfocan en la optimización de las bombas y el sistema, atiende usuarios de Valera y Carvajal.
Estado Táchira	Es atendido principalmente por la Hidrológica del Suroeste (Hidrosuroeste). La región cuenta con una planta potabilizadora de relevancia que es clave para su abastecimiento.	
	Planta Potabilizadora de Cordero	Municipio Cárdenas, cerca de San Rafael de Cordero, con capacidad instalada de 1.000 L/s, suministra el 70% del agua en el estado Táchira. A finales de 2021, el Ministerio del Poder Popular para la Atención de las Aguas anunció la recuperación de nueve plantas potabilizadoras en Táchira, aunque los avances conocidos se centran en una de ellas.
Estado Carabobo	Atendido por la Hidrológica del Centro (Hidrocentro), que también cubre los estados Aragua y Cojedes. Hidrocentro, como organismo, cuenta con una capacidad instalada para producir 19.280 litros por segundo a través de 16 plantas potabilizadoras, 494 fuentes subterráneas y 15 fuentes superficiales en toda la región central. Sin embargo, la producción actual suele ser menor a la capacidad instalada.	
	Planta Potabilizadora "Dr. Alejo Zuloaga"	Abastece a gran parte del estado Carabobo, incluyendo Valencia y sus municipios aledaños, con capacidad de 7.000 a 8.000 L/s.
Estado Barinas	Es atendido por la Hidrológica de la Cordillera Andina (Hidroandes).	
	Planta Potabilizadora "Ciudad de Barinas" (La Glorieta)	Localizada en Barinas, cuenta con capacidad instalada de 450 L/s, con un proyecto para llevarla a 700 L/s. Abastece a la ciudad de Barinas y sus alrededores. La situación del agua potable en Barinas a menudo implica la necesidad de rehabilitaciones y optimización de las plantas existentes para alcanzar su capacidad máxima.
Estado Sucre	Junto con los Estados Anzoátegui y Nueva Esparta, es atendido por la Hidrológica del Caribe (Hidrocaribe).	
	Planta Potabilizadora "Turimiquire" (Sistema Turimiquire)	Aunque el embalse Turimiquire se encuentra entre los estados Sucre y Monagas, el sistema de potabilización asociado beneficia directamente a Sucre, Anzoátegui y Nueva Esparta.
	Planta Potabilizadora "Cordón de Cariaco"	En Cariaco, Municipio Ribero, contribuye al abastecimiento de la población de Cariaco y sus alrededores.
Estado Nueva Esparta	Al tratarse de una isla, enfrenta desafíos únicos en su abastecimiento de agua, dependiendo en gran medida de acueductos submarinos que traen agua desde tierra firme (principalmente del sistema Turimiquire).	
	Planta Potabilizadora "Luisa Cáceres de Arismendi" (Planta de Bombeo y Acueducto Submarino)	No es una planta potabilizadora en el sentido convencional, sino más bien una estación de bombeo y un sistema de aducción. El agua es potabilizada en el continente (principalmente desde el sistema Turimiquire) y luego bombeada a través de los acueductos submarinos hacia la isla.

Se estima que a nivel nacional la capacidad instalada para suministro de agua potable alcanza unos 112.300 L/s en acueductos urbanos, con un 40% no operativo y 10.000 L/s adicionales en acueductos rurales (BAUSSON, 2018, citado por ESPINOSA, *et al.,* 2023). La cobertura de acceso a redes de agua potable en las zonas urbanas alcanza a 93%, en tanto que en las zonas rurales es sensiblemente más bajo porque solo 52% de la población tiene acceso a una red de agua potable (GRUPO ORINOCO, 2018).

Si bien los valores de cobertura de acceso pueden considerarse aceptables en el entorno latinoamericano, no así la información sistematizada y confiable sobre indicadores clave de calidad de los servicios como el cumplimiento de la normativa sobre la calidad del agua suministrada y sobre la continuidad del servicio durante 24 horas diarias, los siete días de la semana (GRUPO ORINOCO, 2018).

Para el año 2017, citado por GRUPO ORINOCO (2018) y por información obtenida del propio HIDROVEN, de las 144 plantas potabilizadoras existentes solo una planta (Amana en el estado Anzoátegui) estaba operando debidamente. Esta realidad nos enfrenta a que la población no está protegida debidamente frente a los embates de las enfermedades de origen hídrico. Dado que los boletines epidemiológicos no se publican, desde 2016, por quién corresponde: el ministerio encargado de la salud, no se tienen cifras actualizadas sobre el alcance de estas enfermedades. Es importante señalar que, en la actualidad, dadas las restricciones del servicio de agua potable a nivel nacional, la población ha buscado soluciones propias, fundamentalmente a través de perforación de pozos, sin el adecuado control administrativo (ECHENIQUE, *et al.,* 2025).

La perforación de fuentes subterráneas, particularmente pozos profundos, se ha convertido en una solución cada vez más recurrente y visible en Venezuela ante el deterioro y la irregularidad del servicio de agua potable por parte de las hidrológicas estatales. Esta situación se agudizó debido a la ineficiencia en la gestión del agua, el deterioro y la contaminación de las cuencas, y la falta de mantenimiento de los sistemas de bombeo y plantas de tratamiento, lo que ha llevado a un aumento significativo de perforación de fuentes subterráneas por parte de entes privados y comunitarios (edificios residenciales, urbanizaciones e incluso comunidades en diversas ciudades), especialmente en Caracas y estados del interior del país (Zulia, Anzoátegui, Amazonas, Monagas, Portuguesa y Miranda), esta situación de perforación indiscriminada y sin una planificación adecuada, puede tener consecuencias negativas a largo plazo en los acuíferos, tales como sobreexplotación, con disminución de los niveles freáticos y agotamiento de los acuíferos e intrusión salina en zonas costeras; interferencia entre pozos, disminuyendo su capacidad productiva; entre otros aspectos (ECHENIQUE, *et al.,* 2025).

En lo que respecta al Marco legal y regulación, la Ley de Aguas de Venezuela establece que todas las aguas del territorio nacional, incluyendo las subterráneas, son bienes del dominio público de la Nación y no pueden ser de dominio privado. Si bien se pueden otorgar concesiones, autorizaciones y licencias para el uso de las aguas, en la práctica, la "fiebre" de perforación de fuentes subterráneas, ha ocurrido en muchos casos de manera anárquica, lo que podría generar inconvenientes mayores para el futuro. El Decreto N° 2.048 (1997) establece normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados para abastecimiento de agua potable, y exige la aprobación previa de la autoridad sanitaria. En lo que respecta a las acciones del Ministerio del Poder Popular para la Atención de las Aguas (MinAguas) y las hidrológicas regionales, han venido implementando planes para la rehabilitación y construcción de pozos profundos, tanto para comunidades como para complementar el suministro de los acueductos principales.

En marzo de 2025, MinAguas (PRENSA MINAGUAS / AGUAS DE YARACUY, 2025) reportó la inauguración de nuevos pozos profundos en diversos estados (como El Vigía estado Mérida y Yaracuy), lo que indica una estrategia de inversión en este sector, sin embargo, estos esfuerzos aún son insuficientes para cubrir la demanda y compensar el deterioro de la infraestructura superficial. La falta de inversión sostenida en el mantenimiento y ampliación de los grandes sistemas de acueductos ha trasladado la carga de la solución a la población y al sector privado.

En resumen, la perforación de fuentes subterráneas en Venezuela es una respuesta sintomática a una crisis hídrica profunda. Si bien ha proporcionado alivio a muchas comunidades y hogares, su crecimiento desordenado y la falta de una gestión integral y sostenible de los acuíferos plantean serias preocupaciones a largo plazo en términos ambientales, de calidad del agua y de equidad en el acceso al recurso.

La solución de fondo sigue siendo la recuperación y modernización de la infraestructura hídrica nacional por parte del Estado.

7. Las redes de agua potable: El reto de la gestión de infraestructura

La gestión de la infraestructura de distribución y almacenamiento y los retos a enfrentar abarca distintos aspectos fundamentales, entre los cuales es oportuno mencionar (ESPINOSA *et al.,* 2023):

Conocimiento y actualización del patrimonio

Es esencial actualizar los inventarios de activos fijos, con especial énfasis en los catastros de redes de distribución y almacenamiento de los sistemas involucrados. Esta medida permite gestionar y medir adecuadamente las variables de línea base, garantizando una administración eficiente de los recursos.

Implementación de catastros y su integración en sistemas de información espacial

Incorporar catastros en plataformas de información geoespacial no solo optimiza la planificación operativa y la rehabilitación de las redes y los almacenamientos, sino que representa un avance estratégico para el sector. La adopción de Sistemas de Información Geográfica (SIG) será clave en los próximos años para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas en el país. Por otro lado, y no menos importante los catastros espaciales aplican al área de gestión comercial de usuarios.

Actualmente, el agua no facturada representa entre el 40% (pérdidas físicas) y 50% ANC (agua no contabilizada) a nivel nacional, incluyendo pérdidas físicas, comerciales y financieras. Para mejorar la eficiencia hidráulica y energética, es imprescindible reforzar las acciones en todas las unidades operativas de la empresa. Esto contribuirá a la resiliencia ante eventos de sequía prolongada y permitirá optimizar el consumo energético, reduciendo la huella de gases de efecto invernadero (GEI), fortaleciendo la mitigación y la adaptación al cambio climático.

Además de garantizar una gestión hidráulica eficaz, estas acciones anteriores impulsan una mejor gobernanza del servicio de agua potable y saneamiento (APyS). En este proceso, los usuarios desempeñan un papel clave en la detección de conexiones ilegales y el reporte de fugas, mejorando significativamente la eficiencia del sistema.

Empoderamiento de los usuarios en la gestión del servicio

Los usuarios deben asumir un rol proactivo en la supervisión de la calidad y cantidad del agua suministrada. Su participación puede contribuir a la reducción del fraude dentro de los sistemas y facilitar la identificación de fallas y fugas. Para ello, se busca que, a través de mesas de agua y organizaciones no gubernamentales, se conviertan en auténticos "prosumidores de información", colaborando activamente en la gestión del recurso.

Otro aspecto crucial es la micro medición, que tiene un impacto directo en la reducción de pérdidas. Esta práctica debe ser una prioridad en la estrategia de la empresa.

Gestión de volúmenes de almacenamiento

Históricamente, la falta de continuidad en el servicio ha llevado a los usuarios a gestionar su propio almacenamiento de agua. Sin embargo, esta práctica debe ser regulada por las siguientes razones:

- Calidad del agua: Sin una limpieza sistemática, el almacenamiento doméstico puede comprometer la potabilidad del agua. Si los tiempos de residencia del agua en estos almacenamientos son altos se puede consumir el cloro residual perdiendo así su poder de desinfección.
- Presión inadecuada: Un almacenamiento excesivo en los hogares puede generar presiones bajas e insuficientes para un servicio óptimo en la red de aprovisionamiento.
- El almacenamiento de agua en los hogares, en depósitos improvisados, incide en la proliferación de vectores de enfermedades metaxénicas como la malaria y el dengue (FERRARA-GINER, 2023).

La transición hacia un modelo de gestión más eficiente y sostenible requiere esfuerzos conjuntos entre la empresa y los usuarios, garantizando un servicio confiable y de alta calidad.

8. Sistemas de recolección de aguas servidas

Uno de los grandes problemas que presentan los escasos sistemas de tratamiento en el país son altos niveles de dilución de cargas y la entrada de caudales incontrolados a las plantas de tratamiento.

Rehabilitación de redes de recolección de aguas servidas

Con base en lo anterior se debe hacer mayor énfasis en una mejor caracterización de los efluentes basadas en muestreos compuestos integrados de 24 horas, su afectación por el sistema de recolección y de sus variaciones espaciotemporales para que las soluciones planteadas sean verdaderamente efectivas. Esto ayudará a mitigar numerosos problemas ambientales que ahora afectan grandes sistemas y fuentes de recursos hídricos en las ciudades, que ya tienen agotadas sus fuentes prístinas.

Los Sistema Urbanos de drenaje sostenible (SUDS)

Los SUDS constituyen técnicas de reducción de flujos incontrolados en zonas urbanas que favorecen la infiltración de flujos ayudando a que los espacios urbanos sean más permeables. Los SUDS buscan que la respuesta hidrológica de una zona urbanizada sea muy parecida a la que se daba antes de la urbanización y que haga posible minimizar sus impactos en cuanto a calidad y cantidad de la escorrentía. Son elementos de la red de drenaje que permitirán recoger, transportar, descontaminar, retener, infiltrar y evacuar el agua de lluvia de manera sostenible (TRAPOTE Y FERNÁNDEZ, 2016 citados por FERRARA-GINER, 2018)

Estas técnicas de drenaje implementadas hacen más de 40-50 años en el mundo desarrollado, se están aplicando en forma incipiente en América Latina y el Caribe (ALC) y ya comienzan a desarrollarse en centros urbano de países como México, Argentina, Chile y Colombia, propuestas por MORA *et al.* (2020), como medidas factibles de adaptación al Cambio y la Variabilidad Climática.

El agua gestionada por los SUDS puede aprovecharse para diversos usos como recarga de acuíferos, beneficios a la vida silvestre al fomentar la biodiversidad, riego y recreación, entre otros. En muchas de las ciudades del país predominan

sistemas de recolección de agua servidas mixtas o unitarios. Su aplicación debe adaptarse progresivamente al desarrollo de cultura endógenas de operación y mantenimiento ya que este aspecto puede convertirse en un fuerte condicionante para su implementación; la aplicabilidad de estas técnicas ha sido investigada por el CIDIAT-ULA, y su adaptación al casco central de la ciudad de Mérida Venezuela, se puede observar en ROJO Y MORA (2023).

9. El manejo de las aguas residuales municipales, una necesidad ineludible

Dentro del ciclo integral del agua, el manejo de las aguas residuales municipales incluyendo su depuración y disposición, es uno de los temas críticos al que hay que darle la atención que se merece en pro de lograr que los cursos de agua naturales estén libres de contaminación. Si esta fase no se cumple nos enfrentamos a una situación degradante del recurso hídrico, representando riesgos para la salud humana y el funcionamiento de los ecosistemas. Los vertimientos no controlados pueden tener como resultado la contaminación de los recursos de agua potable, la sobrecarga de las masas de agua con materia orgánica y nutrientes (lo que causa eutrofización) y la acumulación de metales pesados u otros contaminantes (ONU-HÁBITAT y OMS, 2021).

Aunque la construcción de drenajes y la recolección de aguas pluviales se ha realizado desde épocas antiguas, como lo sustentan datos históricos, no ha sido así para el caso de la recolección y tratamiento de las aguas servidas, que solo se tienen datos de épocas más recientes del siglo XIX y comienzos del XX. El crecimiento de las ciudades, acelerado a partir de la revolución industrial exigió métodos más efectivos para el manejo de estos líquidos y llevó a adoptar métodos de tratamiento más intensivos (METCALF Y EDDY, 2003). Se espera que la producción mundial de aguas residuales municipales aumente en un 24% para 2030 y en un 51% para 2050 respecto de los niveles actuales (QADIR, *et al.* 2020).

El Informe de *Progreso en el tratamiento de las aguas residuales estado mundial y necesidades de aceleración del indicador 6.3.1. de los ODS*, preparado por Naciones Unidas, se centra en el análisis del progreso de dicho indicador, arrojando estimaciones de la proporción de aguas residuales de los hogares tratadas de manera adecuada para un total de 128 países y territorios (el 54,7%), lo que supone un 87,4% del volumen mundial estimado de aguas residuales generadas y el 80,1% de la población mundial. Lamentablemente, en Venezuela no se contaba con datos suficientes que permitieran alimentar dicho Informe.

Las Aguas Residuales Municipales, ¿un producto inevitable de las actividades humanas?

Una vez que el agua es utilizada para cualquiera de sus usos previstos queda transformada en agua residual y su calidad, ahora, está degradada con respecto a la original y sus propiedades resultan perjudiciales para el ambiente acuático que será el receptor final de ese vertido. Uno de los componentes del saneamiento es la recolección de estas aguas servidas o residuales y su depuración, con el fin de retirar en forma sanitariamente segura las excretas humanas y tratarlas en forma adecuada antes de devolverlas al medio natural (UZCÁTEGUI, 2015) y (GRUPO ORINOCO, 2018).

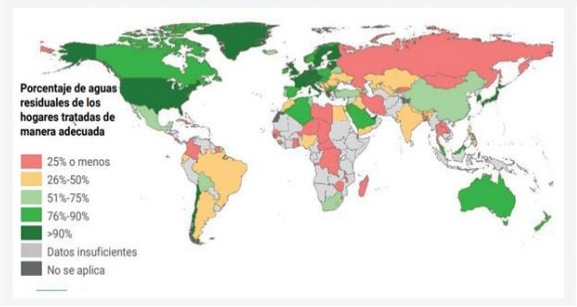


Figura 3. Proporciones estimadas de aguas residuales de los hogares tratadas de manera adecuada, año 2020.
Fuente: ONU-HÁBITAT Y OMS, 2021.

En el entorno urbano, nos referimos a las aguas servidas producidas por la población citadina como efluentes municipales donde convergen todos los líquidos residuales provenientes de las actividades domésticas y urbanas. La composición exacta de las aguas residuales varía en el mundo y está determinada por un amplio conjunto de factores, entre ellos el uso doméstico del agua y el nivel de comercialización/industrialización.

La cantidad de los constituyentes de las aguas residuales varía marcadamente dependiendo del porcentaje y tipo de desechos industriales presentes y de la dilución ocasionada por la entrada de agua subterránea que se infiltra a la red de alcantarillado (CÉSAR Y VÁSQUEZ, 2003). Los principales contaminantes presentes en las aguas residuales (domésticas e industriales) y en la escorrentía (urbana y agrícola) son los sólidos suspendidos, compuestos orgánicos biodegradables y no biodegradables, microorganismos patógenos, nutrientes, metales y sólidos inorgánicos disueltos.

La *composición* (por sus constituyentes físicos, químicos y biológicos), *concentración* (en términos de DBO, que puede ser débil, medio o fuerte), y *condición* (relacionada con la edad de la descarga: fresca, añeja o séptica) de las aguas residuales son los criterios propuestos por McGauhey y citados por FERRARA *et al.* (2010) para clasificarlas. En este sentido, estas autoras indican que en Venezuela se puede señalar que consistentemente los valores que se consiguen colocan a nuestras aguas residuales domésticas en la categoría de **débil**: puede deberse a que nuestros alcantarillados son de tipo mixto y por ello, existe una dilución del líquido residual o porque las pérdidas de agua en suministro son altas y también diluyen los residuales.

La recolección de las aguas servidas: el punto de partida de la gestión

Debe destacarse que, en el caso de los sistemas de recolección mixtos o unitarios, -que están en desuso y no se recomiendan-, se incluirían también las aguas pluviales colectadas en la red municipal. Los sistemas unitarios tienen una serie de inconvenientes, como expresa UZCÁTEGUI (2015), tales como las grandes dimensiones de las canalizaciones y por ello elevados costos, riesgo de reflujo de aguas servidas a los domicilios y desborde de las plantas depuradoras durante los períodos de lluvia lo que crea amenazas potenciales para la salud pública y se traduce en el alivio parcial de aguas sin tratar en los cauces naturales. Todas estas razones sustentan la decisión de hacer obligatoria la adopción de sistemas separados para las aguas de lluvia y las aguas servidas, que así discurren a sus destinos finales en canalizaciones separadas.

La fase de depuración o tratamiento: elemento clave en la gestión

La fase de depuración de las aguas servidas, después de su recolección, y que incluyen presencia potencial de patógenos por contener excretas humanas nos enfrenta a una amplia variedad de procesos de tratamiento que las adecúan a características menos agresivas al ambiente. Al momento de realizar el diseño del proceso de tratamiento, debe tomarse en cuenta la garantía de que estos sean eficientes, financieramente sostenibles e integrados en las comunidades a las que sirven. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales abarcan una amplia gama de posibilidades al alcance de los prestadores del servicio, desde los más sencillos como lagunas de estabilización hasta más complejos como los lodos activados, y en algunos casos que lo ameriten, se llega a niveles de tratamiento terciario o avanzado eliminando nutrientes o sustancias recalcitrantes.

Entre las consideraciones a tomar en cuenta para la selección y diseño de los sistemas de tratamiento, se cuentan: la necesidad de ecualización del flujo de entrada y de la carga orgánica; costos de instalación, de operación y de mantenimiento; optimización de los procesos de cribado, tratamiento y emisión de olores; limitaciones climáticas y ambientales; necesidades energéticas; terreno disponible; y, no menos importante, la participación de la comunidad. El terreno disponible para el sistema es uno de los principales factores a considerar para la escogencia del tipo de sistema. Las lagunas de estabilización, de operación y mantenimiento sencillo, requieren de áreas de terreno muy grandes y por eso no se recomiendan en el caso de las ciudades y por el contrario tienen aceptación en las áreas rurales.

Un sistema de tratamiento de aguas servidas está constituido por operaciones y procesos unitarios que pueden presentarse en una variedad de combinaciones y arreglos. Tradicionalmente se agrupan bajo las denominaciones de **tratamiento preliminar** (operación física: remoción de sólidos gruesos), **tratamiento primario** (operación física: remoción de sólidos suspendidos y flotantes), **tratamiento secundario** (procesos químicos y biológicos: remoción de sólidos biodegradables coloidales y disueltos) y **tratamiento terciario** (también conocido como avanzado) que puede incluir operaciones físicas y procesos químicos para remoción de nutrientes, sustancias recalcitrantes, sustancias tóxicas y microorganismos patógenos (FERRARA-GINER, 2023). Esta secuencia de tratamientos es la forma convencional que se sigue cuando se trata de efluentes de origen doméstico, como es el caso que nos ocupa, enfocado a los efluentes municipales.

Ahora bien, aun cuando las aguas residuales de fuentes domésticas no suelen contener sustancias peligrosas, preocupa cada vez más la posibilidad de que algunos medicamentos que se utilizan habitualmente, aun en bajas concentraciones, puedan tener consecuencias a largo plazo, especialmente los disruptores endocrinos.

En este sentido, cobran especial importancia las industrias artesanales y los negocios de pequeña escala, a los que les está «permitido» operar o lo hacen de forma ilegal. En contextos informales, actividades como la recuperación de plomo de baterías, la minería y el procesamiento de minerales a pequeña escala y el funcionamiento de talleres automotrices, estaciones de lavado de vehículos, pueden conllevar graves riesgos. Los hospitales y clínicas, sobre todo en países en desarrollo, vierten residuos hospitalarios sin tratar. Los métodos de cultivo intensivo y el uso excesivo de antibióticos en la cría de animales han provocado altas concentraciones de estos desechos en las aguas residuales municipales cuando dichos establecimientos vierten sus aguas en el alcantarillado municipal. Es así que aumenta el riesgo de resistencia a los antimicrobianos (RAM).

A continuación, se presenta la Tabla 6 de LESLIE-GRADY *et al.* (1999) que permite ver el amplio espectro de posibilidades existentes para el tratamiento de aguas residuales. Es una primera aproximación que visualiza de una forma general, la vía más adecuada para degradar la materia orgánica soluble, principal contaminante en aguas residuales domésticas. Estos autores presentan la fuerza polucional del residual expresada con base al parámetro DQO (Demanda Química de Oxígeno) y se puede observar que cuando la fuerza del residual es muy baja o es muy grande no conviene el tratamiento biológico (FERRARA-GINER, 2023).

Tabla 6. Alternativas de tratamiento para materia orgánica soluble.

DQO (mg/L)	Tipo de tratamiento
<50	Adsorción (es lo más económico)
50 - 4.000	Tratamiento biológico. Cultivos aerobios
4.000 - 50.000	Tratamiento biológico. Cultivos anaerobios
>50.000	Evaporación Incineración Combustión húmeda

Fuente: LESLIE-GRADY *et al.* (1999)

En el caso de las aguas residuales de entornos urbanos se refiere a un tipo de residual que puede decirse con propiedad es de origen doméstico, y cuya fuerza polucional cae en la franja central, entre 50 y 50.000 mg/l de DQO, por lo que es muy popular el uso del tratamiento biológico para su depuración. En este caso, puede aplicarse el orden convencional que incluye un tratamiento preliminar, seguido de un tratamiento primario y finalmente de un tratamiento secundario del tipo biológico.

En lo referente al **tratamiento biológico**, es necesario recalcar que, en tal caso, implica una amplia variedad de alternativas, cuyo denominador común es requerir el concurso de seres vivos que lleven a cabo la degradación de la materia orgánica biodegradable y otros materiales como los nutrientes. Algunos microorganismos y especialmente, bacterias, son capaces de utilizar en su metabolismo, como sustrato o alimento, los compuestos contaminantes del tipo orgánico biodegradable y los llevan a dióxido de carbono y agua, entre otros compuestos y además producen biomasa. Este proceso de tipo biológico que se lleva a cabo en una planta depuradora no hace más que imitar lo que sucede en la naturaleza en el ciclo biogeoquímico del carbono, solo que lo hace en un tiempo mucho más corto. La selección del tipo de tratamiento biológico que se vaya a utilizar resultará del juicio de expertos en ingeniería sanitaria y ambiental, por la multiplicidad de factores y criterios que influyen en la toma de decisión (FERRARA-GINER, 2023).

La amplia variedad de posibilidades de tratamiento que pueden aplicarse a las aguas servidas de una ciudad, puede resumirse en la Tabla 7.

Tabla 7. Ejemplos de algunos tratamientos biológicos para aguas residuales.

Tipo de tratamiento	Medio	Nombre común
Proceso aerobio	Crecimiento suspendido	Lodos activados ▪ Convencional ▪ Aireación extendida ▪ Zanja de oxidación ▪ Reactor por carga secuencial, etc.
	Crecimiento adherido	Lecho bio-percolador (Trickling filter)
		Bio-discos rotatorios
		Torres biológicas
Proceso anóxico	Crecimiento suspendido	Desnitrificación con crecimiento suspendido
	Crecimiento adherido	Desnitrificación sobre película fija
Proceso anaerobio	Crecimiento suspendido	Digestión
	Crecimiento adherido	UASB (Reactores anaerobios de manto de lodos de flujo ascendente)

Fuente: (FERRARA-GINER, 2023).

Y en Venezuela, ¿cómo han evolucionado las obras hidrosanitarias para el manejo de desechos fisiológicos humanos y de aguas residuales domésticas y municipales?

Las primeras obras de saneamiento de desechos fisiológicos humanos en Venezuela, se realizaron *en seco* mediante programas de letrinización en todo el territorio nacional.

Posteriormente, desde inicios del siglo XX en el hemisferio occidental, y por lo tanto en Venezuela, se implementó la *disposición húmeda* de los desechos fisiológicos humanos. A partir de ese momento el saneamiento ambiental durante los primeros cincuenta años del siglo XX, se realizó principalmente bajo el paradigma "la solución a la contaminación es su dilución". En la práctica eso significó que se permitieron descargas de aguas residuales municipales a cuerpos receptores superficiales marinos y cuerpos lóticos terrestres, siempre que se demostrara que en el punto de descarga del colector de aguas residuales crudas se lograra una dilución 1 a 8 en volumen. En una fase inicial esa "adecuada dilución" se lograba, pero a medida que incrementó la población aumentaron las cargas poluentes, superando la capacidad de autodepuración de los cuerpos receptores. En esta fase de disposición húmeda no sólo aumentó la carga poluente por incremento de población, sino que los contaminantes se diversificaron.

RENGEL (1977) y ESPINOSA (2022) señalan que, en Venezuela, desde 1955, se han utilizado lagunas de estabilización como sistemas de tratamiento de efluentes crudos de origen doméstico y municipal. Luego, a partir de 1963, el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (MSAS) y el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) incluyeron las lagunas de estabilización complementadas con sistemas cloacales en sus actividades de estudios y proyectos para el saneamiento. El MSAS lo hizo con mayor intensidad y desempeño que el INOS, ya que atendía el saneamiento de poblaciones menores en el medio rural no disperso y periurbano. Es así como a partir de 1963 el MSAS incluyó como complemento a sus actividades de cloacas rurales, el diseño, construcción y operación de plantas de tratamiento basadas en lagunas de estabilización, a través de su Dirección de Malariología y Saneamiento Ambiental.

Estado actual de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en el país

La información más reciente recabada en el país muestra que la cobertura de acceso a redes de cloacas en las zonas urbanas es de 78%. En las zonas rurales la cobertura es sensiblemente más baja, porque solo 72% de la población tiene acceso a un sistema de saneamiento mejorado. Tal como se mencionó en el Informe de *Progreso en el tratamiento de las aguas residuales estado mundial y necesidades de aceleración del indicador 6.3.1. de los ODS*, los datos sobre la implantación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en el país son escasos y no actualizados.

NÁJUL Y BLANCO (2014) expresan que puede estimarse que un 30% de las aguas residuales municipales recibe tratamiento en Venezuela y que fundamentalmente se usan lagunas de estabilización (anaerobias, facultativas y aireadas), lodos activados y en menor proporción reactores anaerobios de manto de lodos de flujo ascendente, lechos bio-percoladores y bio-discos rotatorios. Es muy plausible que al día de hoy ese porcentaje sea aún menor. Esta suposición la

corrobora lo citado por GRUPO ORINOCO (2018) que expresa que la casi totalidad de las plantas de tratamiento de aguas servidas estaban inoperativas según información obtenida de HIDROVEN, trayendo como consecuencia la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Un caso emblemático por su gravedad es la cuenca del Lago de Valencia donde los cuerpos receptores de aguas servidas son al mismo tiempo abastecedores de agua a las ciudades localizadas dentro de la cuenca. Por informaciones aparecidas en los medios de comunicación, a manera de ejemplo, la PTAR de La Mariposa, en el estado Carabobo, ha sido desmantelada por delincuentes en varias incursiones y ya no puede operar. Esta situación no es exclusiva de esa zona.

De hecho, identificar y detallar el estado actual de cada sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en cada estado de Venezuela es una tarea compleja debido a la falta de información pública y actualizada, la variabilidad operativa de las plantas y el deterioro generalizado de la infraestructura. Sin embargo, se describe de forma general por estado, con base en los tipos de sistemas instalados y situación general reportada en el país (LUZARDO *et al.* 2015; ZAMBRANO, 2016).

En diversas urbanizaciones y zonas residenciales de Caracas (por ejemplo, en El Hatillo, Baruta, algunas zonas del este), existen pequeñas plantas compactas o sistemas de lodos activados de aireación extendida que fueron instaladas en el momento de su construcción, cuyo caudal varía entre 20-50 L/s, dependiendo del tamaño de la urbanización. La operatividad de las mismas es muy variada; muchas están inoperativas o con mantenimiento deficiente, mientras que algunas comunidades o administraciones de condominios hacen esfuerzos por mantenerlas.

Es crucial entender que la capacidad instalada no siempre se traduce en capacidad operativa, y la mayor parte de los sistemas de tratamiento, incluso los de gran tamaño, funcionan por debajo de su capacidad de diseño o se encuentran completamente inoperativas, siendo responsabilidad de las empresas hidrológicas regionales la gestión de estos sistemas (Tabla 8).

Tabla 8. Principales sistemas de tratamiento de aguas residuales construidas en el país.

Ubicación	Identificación de la planta	Características
Estado Miranda	*PTAR El Chorrito*	Esta planta fue diseñada para una población a servir de 140.000 personas; con un caudal de diseño 400 L/s y un caudal máximo de 1000 L/s. Actualmente, según vista de Google Earth, se encuentra presuntamente abandonada, por la presencia de tanques con capa verde y la ausencia de vehículos en sus áreas.
Estado La Guaira	*PTAR Arrecife*	Sistema de lodos activados convencional.
Estado Carabobo	*PTAR La Mariposa*	Sistema de lodos activados con caudal de diseño de 4.360 L/s para una población equivalente de 1.254.240 habitantes.
Estado Mérida	*PTAR El Anís*	Es una de las plantas más importantes de la ciudad de Mérida. Aunque no se encontró un caudal de diseño específico y actualizado en las fuentes consultadas, una planta de esta envergadura, diseñada para servir a una porción considerable de la capital, estaría diseñada para manejar un caudal de cientos a posiblemente más de mil litros por segundo (l/s). Es crucial para el saneamiento de la cuenca del río Albarregas o el río Chama.
Estado Táchira	*PTAR La Blanca (San Cristóbal)*	Es una de las plantas de tratamiento de aguas residuales por lodos activados más grandes e importantes de San Cristóbal. Se ha mencionado una inversión considerable en esta planta, lo que sugiere una capacidad de diseño importante. Aunque no se encontró el caudal exacto, una planta para una ciudad como San Cristóbal estaría diseñada para manejar caudales de cientos a miles de litros por segundo.
Estado Trujillo	*PTAR La Vuelta del Diablo (Valera)*	Lodos Activados.
	PTAR Eje vial Valera Trujillo.	Lagunas de estabilización.

Para el caso del **estado Zulia**, la Tabla 9 describe los principales sistemas de tratamiento de aguas residuales en el Estado Zulia, sin embargo, la mayoría se encuentran inoperativas. En agosto de 2023 en el marco de las actividades de la Comisión Presidencial para el Rescate, Conservación y Desarrollo Sustentable del Lago de Maracaibo, el Ministerio

del Poder Popular de Atención a las Aguas anunció un plan de recuperación de 27 plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del Lago de Maracaibo, priorizando 11 de ellas, incluyendo las PTAR Maracaibo-Sur, Cabimas y Ciudad Ojeda. Hasta la fecha se ha recuperado en el Municipio Cabimas, en la Costa Oriental del Lago, la PTAR El Swiche y las estaciones de bombeo R-5, La Montañita y Punta Icotea.

Las condiciones actuales de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas en Venezuela, en gran medida, son precarias y constituyen un desafío ambiental y de salud pública significativo con deterioro y obsolescencia generalizada, donde gran parte de la infraestructura de tratamiento es de vieja data y ha sufrido un severo deterioro debido a la ausencia de mantenimiento preventivo y precario correctivo, la obsolescencia de los equipos y la escasez de repuestos; inoperatividad u operación deficiente ya que la mayoría de las plantas de tratamiento están parcial o totalmente inoperativas y las que operan, a menudo lo hacen por debajo de su capacidad de diseño, esto resulta en la descarga de aguas residuales crudas o insuficientemente tratadas a los cuerpos de agua, afectando seriamente los ecosistemas acuáticos, la biodiversidad y limita el reúso recreativo, industrial y agrícola de sus efluentes.

Impacto en la Salud Pública

La exposición a aguas residuales no tratadas o mal tratadas incrementa el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, como el cólera, fiebre tifoidea, giardiasis, disentería, y otras afecciones gastrointestinales y dérmicas en las poblaciones humanas.

¿Qué nos ofrece la economía circular del agua en el tema de gestión de ARM?

La economía circular, en contraste con la economía lineal de "tomar-fabricar-consumir-desechar", tiene como objetivo desvincular el crecimiento económico del uso de los recursos y los impactos ambientales asociados. La noción de desacoplamiento es que la producción económica debe seguir aumentando al mismo tiempo que se ralentizan las tasas de aumento del uso de los recursos y del impacto ambiental, y con el tiempo se reduce la disminución (LERWEN Y RAMAKRISHNA, 2021). Además de que el agua es fundamental para satisfacer las necesidades básicas de todos los seres vivos, el agua en la economía circular del agua se valora como un servicio, una fuente de energía y un portador de recursos (BREARS, 2020).

La visión actual de la economía circular nos enfrenta a un nuevo paradigma: la reutilización segura del agua residual, que es una alternativa de manejo de las aguas residuales que busca la utilización planificada de los efluentes de aguas servidas, tratados hasta cierto nivel (aguas regeneradas). Esta es una vía sostenible válida a considerar en la gestión del recurso hídrico para incrementar la oferta. Estas aguas regeneradas deben considerarse un recurso no convencional junto a otras opciones viables existentes.

A nivel mundial, actualmente, las agencias encargadas del suministro de agua han dirigido su atención al uso de efluentes de aguas residuales tratadas como un "recurso" de confianza y se presenta como otra opción. La reutilización de aguas residuales significa una doble ganancia, por una parte, se usa como un recurso para propósitos beneficiosos y por la otra el efluente no llega a ríos y lagos y se reduce la polución de aguas y acuíferos. Esta ventaja no es despreciable y debe sumarse a que el agua regenerada pueda reutilizarse en casos, donde, en la actualidad se esté usando agua de gran calidad, como sucede en determinados usos industriales y liberar estos caudales para otros usos más exigentes, como el agua potable (FERRARA-GINER, 2023).

Poco a poco se está dando un cambio de opinión en torno a la idea de la reutilización de las aguas residuales y en algunos países con estrés hídrico, el agua residual se ve como un recurso. Los costos del tratamiento, las objeciones del público, las cuestiones de salud y la preocupación por la seguridad en este sentido, ha limitado las aplicaciones de la reutilización del agua a usos no potables (FERRARA-GINER, 2023).

Tabla 9. Principales sistemas de tratamiento de aguas residuales en el Estado Zulia.

Planta de Tratamiento	Ubicación por Municipio	Localización	Capacidad (L/s)	Tipo de Tratamiento	Uso Posterior del Agua
S.T Maracaibo	Maracaibo	Costa Occidental	5.200	Laguna de Estabilización	Recurso Agrícola
P.T Centro de Investigaciones del Agua	Maracaibo	Costa Occidental	14	Laguna de Estabilización	Recurso Agrícola
S.T Sur	San Francisco	Costa Occidental	600	Laguna de Estabilización	Recurso Agrícola
P.T Nuevo Palmarejo	La Cañada de Urdaneta	Costa Occidental	14	Lodos Activados	Descarga al Lago
Laguna de Estabilización Cañada de Urdaneta	La Cañada de Urdaneta	Costa Occidental	14	Laguna de Estabilización	Descarga al Lago
P.T Santa Cruz	Mara	Costa Occidental	14	Lodos Activados	Descarga al Lago
Lagunas de Carrasquero	Mara	Costa	7	Lagunas de	Descarga al Lago

		Occidental		Estabilización	
P.T Carrasquero	Mara	Costa Occidental	16	Mara	Costa Occidental
P.T Don Bosco	Mara	Costa Occidental	2	Laguna de Estabilización	Recurso Agrícola
P.T. Parroquia Libertad	Machiques de Perijá	Costa Occidental	45	Lodos Activados	Descarga al Lago
P.T. Parroquia Bartolomé	Machiques de Perijá	Costa Occidental	65	Lagunas de Estabilización	Descarga al Lago
P.T. San José de Perijá	Machiques de Perijá	Costa Occidental	16	Laguna de Estabilización	Descarga al Lago
P.T. Villa del Rosario	Rosario de Perijá	Costa Occidental	45	Lodos Activados	Descarga al Lago
S.T Cabimas	Cabimas	Costa Oriental	1.100	Laguna de Estabilización	Recurso Agrícola
P.T Ciudad Sucre	Cabimas	Costa Oriental	10	Laguna de Estabilización	Descarga al Lago
S.T Ciudad Ojeda	Lagunillas	Costa Oriental	800	Laguna de Estabilización	Descarga al Lago
P.T Bachaquero	Valmore Rodríguez	Costa Oriental	52	Lodos Activados	Descarga al Lago
P.T Santa Rita	Santa Rita	Costa Oriental	52	Lodos Activados	Descarga al Lago
Laguna de Mene Grande	Baralt	Costa Oriental	130	Lodos Activados	Descarga al Lago
P.T Batatal	Baralt	Costa Oriental	23	Laguna de Estabilización	Sin Información
P.T La Chamarreta	Baralt	Costa Oriental	7	Tanque Imhoff	Sin Información
P.T Baralt	Baralt	Costa Oriental	7	Filtros Percoladores	Descarga al Lago
Laguna de San Lorenzo	Baralt	Costa Oriental	23	Laguna de Estabilización	Descarga al Lago
P.T. Caja Seca	Sucre	Sur del Lago	12	Laguna de Estabilización	Sin Información
P.T. Santa María	Sucre	Sur del Lago	13	Laguna de Estabilización	Descarga al Lago
Lagunas El Guayabo	Colón	Sur del Lago	10	Laguna de Estabilización	Descarga al Lago
S.T. Santa Bárbara del Zulia	Colón	Sur del Lago	150	Laguna de Estabilización	Recurso Agrícola

Tomado de CORONA (2011).

Ejemplos de esta opción son muy numerosos en todo el orbe. El caso pionero en el mundo de la ciudad de Windhoeck, capital de Namibia es digno de mencionar. Esta zona sufre de escasez del recurso hídrico y está sometida a sequías recurrentes. Con una experiencia acumulada de más de 50 años han reutilizado sus aguas residuales en el sistema de abastecimiento para complementar la escasez del recurso. Actualmente el suministro de agua potable se incrementa mezclando el producto de una planta convencional de potabilización con 25% de aguas residuales recuperadas usando tratamientos avanzados. Se usa un enfoque de barreras múltiples que trata el efluente de su sistema de tratamiento de aguas residuales aplicado hasta nivel terciario y luego se almacena en estanques con un tiempo de retención entre 2 y 4 días. El efluente final de esta etapa es el agua cruda que entra a la planta de potabilización avanzada donde es sometido a nueve (9) pasos de operaciones y procesos: pre-ozonización, coagulación/floculación, flotación con aire disuelto, filtración con un medio dual, ozonización, filtración biológica con carbón activado, adsorción con carbón activado granular, ultrafiltración, desinfección y estabilización del pH (PLASENCIA, 2018). El agua potable obtenida cumple con los estándares y pautas internacionales, entre ellas las de la OMS y es monitoreada de manera continua y con rigurosidad. No hay rechazo de parte de los consumidores a usar esta agua potable. Tras más de cinco décadas reutilizando las aguas servidas, las campañas educativas para su aceptación han surtido efecto.

En el resto del planeta la reutilización en aguas de riego es común. Es una práctica madura en Israel, las islas Canarias y las islas Baleares y en expansión en Chipre, Malta, España, Italia y Francia. En Estados Unidos la reutilización de las aguas residuales data de comienzos del siglo XX con ejemplos para regadío de cultivos y zonas verdes como campos de golf y parques y también para recarga de acuíferos, que en este

caso se usa para reposición del agua subterránea, control de intrusión salina o control de subsidencia. Se estima que 20 millones de hectáreas de tierra agrícola son irrigadas por agua residual sin tratar, parcialmente tratada y con agua de ríos contaminados por aguas residuales (UNEP/WWAP, 2009) y esto corresponde al 7% de toda la tierra bajo riego en el mundo (WHO, 2020).

Un caso de reutilización, que podríamos definir como muy particular, y que podría redundar en un ahorro importante de agua, es el referido a la separación de los sistemas de drenaje de las residencias. Es otra de las vías de uso sostenible y que podría implementarse sin costos mayores. Las "aguas negras" que contienen microorganismos patógenos (provenientes de los sanitarios o WC) se recolectan separadamente de las "aguas grises", sin presencia de tales microorganismos y provenientes de duchas, bañeras, lavadoras, fregaderos, limpieza de pisos, entre otros usos. En el caso de las aguas grises, que pueden alcanzar entre el 60 y 80% de toda el agua residual de una vivienda familiar, es posible su reutilización -contando con algún sistema sencillo de depuración- para usos como el riego de jardines o el llenado de los tanques del WC. Significa un ahorro en el consumo de agua potable y además implica una disminución de las aguas residuales que, caso contrario, finalmente irían a las redes de alcantarillado (FERRARA-GINER, 2023).

Además, la relación de la economía circular del agua con el cambio climático...

En la economía lineal, el suministro de agua y el tratamiento de las aguas residuales requieren cantidades significativas de energía, cuya producción es responsable de grandes cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero.

En la economía circular del agua, el proceso de extracción, distribución y tratamiento del agua ofrece varias opciones para reducir las emisiones de carbono, incluido el aumento de la eficiencia energética y la producción de energía renovable a partir de una variedad de fuentes, incluido el biogás de las plantas anaeróbicas de tratamiento de aguas residuales, la recuperación de calor de las aguas residuales y el uso de energía hidroeléctrica.

Adicionalmente, la implementación de estrategias de mitigación tiene muchos beneficios colaterales, entre ellos: periodos de amortización a menudo inferiores a dos años para las inversiones en tecnologías energéticamente eficientes; reducción de la demanda de energía de las empresas de agua dando más disponibilidad del recurso para otros sectores y la consecuente disminución de los costos operativos; tarifas más bajas para los usuarios por la reducción de los costos de energía; así como la protección de los recursos hídricos.

Un marco legal sin desarrollar en torno a la economía circular: la gran limitante

A diferencia de otros aspectos relacionados con la gestión de los recursos hídricos, en lo relativo a la reutilización, el marco jurídico que lo respalde no ha se ha desarrollado con igual fuerza en muchos países.

En nuestro país no existe actualmente una normativa que específicamente trate este tema. En el año 2010 estaban listas unas *Normas sanitarias para la vigilancia y control del reúso de las aguas residuales tratadas* propuestas por el Ministerio de Salud y que ya habían sido sometidas a consulta pública. Finalmente, no se concretó su aprobación. Es un vacío que habrá que llenar. Se requieren conocer los criterios de calidad que deberían exigirse al agua recuperada según el uso que se le vaya a dar: usos urbanos, usos agrícolas, usos industriales, usos recreativos y usos ambientales (FERRARA-GINER, 2023).. De igual manera la economía circular no es una política de estado manifiesta en Venezuela.

Algunas líneas de acción para mejorar la gestión de las aguas residuales

Se ha revisado sucintamente el manejo de las aguas residuales municipales, incluyendo la depuración. Es importante señalar una serie de líneas de acción que puedan mejorar la gestión de estas aguas. A continuación, se presentan las consideradas más relevantes:

- Dada la importancia de la economía circular en el mundo actual y por venir, se hace necesario establecer una política explícita por parte del Estado Venezolano.
- Dada la importancia que tiene la recuperación y reutilización de las aguas servidas como factor de desarrollo sustentable, debe impulsarse la reutilización de las aguas servidas en todos los ámbitos donde sea posible. El riego, que a nivel global ya es una tecnología madura, debe considerarse una primera vía. En el caso de las ciudades, el riego de los parques y espacios públicos es una opción.
- Establecimiento de planes de mantenimiento del complejo sistema de gestión de las aguas residuales municipales.
- Rehabilitación de las plantas depuradoras existentes y actualmente fuera de servicio.
- Monitoreo sistemático de la calidad de los efluentes de las plantas depuradoras activas.
- Digitalización de todo el sistema de manejo de las aguas residuales municipales.

10. Una propuesta con visión de futuro para el sector Agua Potable y Saneamiento en Venezuela

MORA *et al.* (2006) indican que es fundamental avanzar hacia verdaderos sistemas de información gerencial que garanticen el flujo de información oportuna y veraz a todos los niveles de la empresa. Como fase inicial, se recomienda realizar una revisión exhaustiva mediante minería de procesos.

- **Levantamiento catastral de redes y clientes**

Para gestionar eficientemente la información de redes, en sintonía con un sistema de información gerencial, es necesario utilizar tecnologías avanzadas para la ubicación precisa de tuberías. Los georradares representan una solución óptima, ya que detectan tanto materiales plásticos como metálicos. Para maximizar su efectividad, se deben emplear equipos con antenas multifrecuencias capaces de detectar objetivos entre 0,5 m y 10 m de profundidad.

En cuanto a sistemas comerciales, además de rediseñar el sistema de información para gestionar datos y establecer balances hidráulicos básicos, resulta crucial retomar la medición individualizada de consumos (NARIÑO, *et al.* 2018) que por otro lado, (MORA, *et al.*, 2006) demuestra que la introducción de la micro medición en usuarios que no la tienen, puede reducir los consumos hasta en un 20%.

Es recomendable avanzar progresivamente desde contadores de medición por velocidad de flujo hacia medidores volumétricos, mejorando simultáneamente la calidad del agua suministrada a la red. La implementación de micromedidores debe complementarse con políticas de gestión de calidad, talleres especializados y estrategias de reemplazo óptimo que minimicen pérdidas aparentes o por errores de medición. Se debe progresar mediante sectores piloto en la introducción de medidores inteligentes (Smart Meters), que permiten una medición más precisa y transmisión en tiempo real de los consumos.

Una vez sistematizados estos procesos, se pueden desarrollar gemelos digitales del sistema, que van más allá del simple modelaje de procesos hidráulicos e hidrológicos, aplicándose también a áreas operacionales y transaccionales de la empresa.

- **Tecnologías de información y comunicación**

Las tecnologías basadas en enfoques de Industria 4.0 e Industria 5.0 son altamente relevantes, comenzando con sistemas de transmisión, control y medición inteligente gestionados desde un sistema de control operacional. El desarrollo de aplicaciones móviles permite a los usuarios informarse y reportar averías mediante sus smartphones. Ya existen iniciativas como "Appmenazas", desarrollada por el Centro de Investigación Integral en Gestión de Riesgos (CIGIR) y la Universidad Simón Bolívar (LSIGMA-USB), que permiten reportar fugas o informar sobre zonas con riesgo de crecidas o inundaciones.

Las tecnologías de rehabilitación de conductos sin necesidad de apertura de zanjas representan una opción viable para los sistemas de recolección del país, que en su mayoría superan los 50 años de vida útil. Estas tecnologías están ampliamente desarrolladas y su implementación puede ser rápidamente asimilada.

- **Inteligencia Artificial**

La revolución de la Inteligencia Artificial (IA) constituye un hito fundamental para el sector, fundamentando los conceptos de Industria 5.0 que deben alcanzarse en servicios de agua potable y saneamiento. Es necesario considerar dos vertientes:

El aprendizaje por refuerzo profundo (DRL), aplicable a partir de gemelos digitales del sistema, permitirá optimizar el uso energético, especialmente en consumos por bombeo, y reducir efectivamente el Agua No Contabilizada (ANC) en sus componentes físicos, financieros y comerciales.

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG) está facilitando la socialización del conocimiento, representando un avance tecnológico comparable al impacto de internet. Esto permite compartir procesos y conocimientos tanto dentro de las empresas de servicios como con los usuarios, ayudándoles a comprender la complejidad de los servicios y a asumir su rol en la vigilancia de la calidad. En este sentido, la Iniciativa BIDLab del BID está apoyando proyectos orientados al desarrollo de IA e Industria 5.0 en países de América Latina y el Caribe.

Reflexiones de cierre

La Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat considera que el debate sobre la institucionalidad del servicio de agua potable continúa abierto. Las experiencias acumuladas respecto a las posibilidades planteadas en la LOPSAPS son pocas, no están estudiadas y evaluadas. Los instrumentos de gobernanza presentan limitaciones respecto a los planteamientos y prácticamente se desconocen los resultados de esta nueva forma de gobierno compartido.

Por ello considera y asume como propósito el estudio de experiencias nacionales e internacionales, su sistematización, la compilación y propuesta orgánica de mejoras a los mecanismos instituidos para la gestión de los servicios de agua potable y saneamiento con base a las lecciones de experiencia obtenidas y su contraste con los marcos teóricos propuestos.

El índice APGAR de importante observación, en Venezuela no solo por su propuesta mundial a través de Banco Mundial (WB) para benchmarking, que a través del mismo se puede hacer un diagnóstico rápido del estado de los servicios en el país.

Es necesario que el Estado Venezolano a través de sus Instituciones retomen la buena práctica de generar y publicar la información básica requerida para poder diagnosticar la infraestructura hidrosanitaria de los servicios de APyS en el país, a fin de poder diagnosticarlos y formular la rehabilitación, la ampliación y la extensión requerida por los mismos. Ningún sistema puede ser intervenido si no se tiene la información requerida.

Para fortalecer la implementación de la Economía Circular del Agua como una herramienta de apoyo a la gestión del agua, se recomienda al Estado Venezolano decretar la Economía Circular como política de Estado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. 1999. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela: Gaceta Oficial Extraordinaria de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.860 del 30-12-1999. Caracas, Venezuela.

ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 2006. Ley Orgánica del Poder Público Municipal: Gaceta Oficial Extraordinaria de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.806 del 10-04-2006. Caracas, Venezuela.

ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 2007. Ley de Aguas: Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.595 del 02-01-2007. Caracas, Venezuela.

ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 2007. Ley Orgánica de Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.763 del 06-09-2007. Caracas, Venezuela.

ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 2007. Ley de Reforma Parcial de la Ley Orgánica de Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.763 del 06-09-2007. Caracas, Venezuela.

ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 2018. Decreto N° 3.367 Reglamento de la Ley de Aguas. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 41.377 del 13-04-2018. Caracas, Venezuela.

BAUSSON N. 2018. Sector Servicio de Agua Potable y Saneamiento. Publicado por Transparencia Venezuela en: Empresas Propiedad del Estado II. [Consultado: 06-07-2020]. Disponible en: https://transparencia.org.ve/wp-content/uploads/2018/11/EPE-II-Sector-Agua.pdf

BREARS, R. 2020. Developing the Circular Water Economy. Christchurch, New Zealand: Palgrave Studies in Climate Resilient Societies. [Consultado: septiembre 2024]. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-32575-6

CÉSAR E. Y VÁSQUEZ A. 2003. Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales. México: Fundación ICA, A.C.

CIUDADANÍA SIN LÍMITES. Monitor Ciudad (2020). El Agua en Caracas. Análisis situacional y propuesta para la gestión técnica del acueducto metropolitano. Serie de informes de cierre del Diplomado "Programa de Formación de Gerentes para la Industria del Agua y Saneamiento", realizado por IESA 2020-2021. *No Publicados*.

CORONA J. 2011. Estado de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas de la cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela. Rev. Multiciencia. 2011; 11(4): 340-352.

DE LOS RÍOS, I. 2014. Breve reseña de la legislación ambiental venezolana. Ediciones de la Asamblea Nacional. Caracas.

ECHENIQUE B, VEGA E Y GONZÁLEZ A. 2025. Recursos Hídricos en Venezuela. Enfoques para la Gestión. Capítulo en libro Tomo II Fundamentos de Ingeniería Ambiental. En proceso de edición; Caracas, Venezuela: ANIH-VE.

ENCOVI. 2024. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida. UCAB.

ESPINOSA C, RODRÍGUEZ J, ROSALES J, DELGADO F, MORA L., GARCÍA M Y BANDES, T. 2023. Infraestructura hidráulica de Venezuela. En: Pérez J, Bandes T, Sandia L. & Olivo Y. (Eds.). Plan de Iniciación: Instrumentos para la gestión integrada de recursos hídricos en Venezuela. CD/152/PNUD/2021: Asistencia técnica para desarrollar instrumentos para la gestión integrada de recursos hídricos en Venezuela. Tomo I: Información de los recursos hídricos y su gestión en Venezuela (pp. 269-311). Producto del Proyecto Plan de Iniciación: Instrumentos para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Venezuela, número de index 00140404, SDP/152/MINEC/2021. Venezuela: (En imprenta).

ESPINOSA C. 2022. Modelo de gestión para lagunas de estabilización en el medio rural venezolano. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Aplicadas. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.

FERRARA - GINER. 2023. Líneas de acción para la gestión urbana del agua en el marco de la gestión ambiental urbana. Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. 2023; N° 60, julio-septiembre 2023: 8-27.

FERRARA G, NAJUL M Y SÁNCHEZ R. 2010. Calidad del Agua.. Mérida, Venezuela: Casa Editora CIDIAT.

GONZÁLEZ E Y MATOS M. 2012. Manejo de los Recursos Hídricos en Venezuela. Aspectos Generales. Presentado en Diagnóstico del Agua en las Américas. Laclete JP & Zúñiga (Editores). Foro Consultivo Científico y Tecnológico: Red Interamericana de Academias de Ciencia; 2012.

GONZÁLEZ E, ORTAZ M, PEÑA C Y MATOS M. 2004. Fitoplancton en un embalse tropical hipereutrófico (Pao-Cachinche): abundancia, biomasa y producción primaria. Interciencia. 2004; 29(10).

GRUPO ORINOCO. 2018. Hoja de ruta para recuperar los servicios de agua potable y saneamiento en Venezuela. Caracas, Venezuela: Grupo Orinoco.

GUTIÉRREZ A. 1998. Tiempos de guerra y paz. Arnoldo Gabaldón y la investigación sobre la malaria en Venezuela 1936-1990. Caracas. Venezuela: Centro de Estudios del Desarrollo, Universidad Central de Venezuela.

HIDROCAPITAL. Historia. [Consultado: mayo 2025]. Disponible en: https://hidrocapital.gob.ve/historia/

IVES, J.K. 1978. The scientific basis of flocculation. NATO Advance Study Institutes Series. Series E: Applied Science N°27. UK.

LERWEN L Y RAMAKRISHNA S, EDS. 2021. An Introduction to Circular Economy. Springer Nature

Singapore Pte Ltd; 2021. [Consultado: septiembre 2024]. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-15-8510-4

LESLIE - GRADY L, DAIGGER, GH Y LIM, H. 1999. Biological Wastewater Treantment. 2º Ed. Marcel Dekker, Inc. New York.

LOZANO L Y SÁNCHEZ P. 2017. Sistema de instrumentación, actuación y automatización de una planta de tratamiento de agua potable para campamentos de pozos petroleros (PTAP). Proyecto de Grado: Universidad Piloto de Colombia; [Internet]. [Consultado: 05-09-2020]. Disponible en: http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4908/50826%20%20Lozano%20Suárez%20Liseth%20Dayana%2C%20Sánchez%20Guzmán%20Paula.pdf?sequence=1&isAllowed=

LUZARDO R., JF. Y ZAMBRANO P., JN. 2015. Remoción de fósforo de aguas residuales tratadas empleando lodo químico generado en procesos convencionales de potabilización. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingenieros Químicos. Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Maracaibo. Venezuela.

MARNR. 1979. Los Decretos Conservacionistas del Libertador.

METCALF Y EDDY, INC. 2003. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse. Ed. 4º. New York: McGraw Hill; 2003.

MINAMB. 2020. Recursos Hídricos de Venezuela. Primera Edición. Caracas, República Bolivariana de Venezuela: Ministerio del Ambiente.

MINISTERIO DEL PODER POPULAR DE ATENCIÓN DE LAS AGUAS. 2025. 843 habitantes de Yaracuy son atendidos tras reactivación de pozo profundo. Prensa MinAguas /Aguas de Yaracuy 20-3-2025. Disponible en: https://minaguas.gob.ve/?p=11928

MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA SALUD (MPPPS). 2016. Boletín Epidemiológico 52; Diciembre 2016.

MORA L, NALESSO M Y LIÑAYO A. 2020. Riesgo climático y definición de estrategias financieras para su mitigación en el sector agua y saneamiento en ALC. Agua y Saneamiento: Visión general de los sistemas de suministro ante el cambio climático. Implicaciones de los acuerdos de Paris (NDCs). Washington: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

MORA L, RODRÍGUEZ L, Y MEDINA M. 2006. Análisis de consumos promedios para las ciudades de Mérida y El Vigía, Venezuela. Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Puerto Ordaz, Venezuela; 2006.

NACIONES UNIDAS. 2010. Resolución 64/292: El Derecho Humano al Agua.

NACIONES UNIDAS. 2015. Proyecto Agenda 2020 para el Desarrollo Sostenible. Resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas del 25-9-2015.

NAJUL M Y BLANCO H. 2014. Estrategias de mejora continua en plantas potabilizadoras venezolanas. Rev. Fac. Ing. Universidad Central de Venezuela. 2014; 29(1).

NARIÑO R, HENAO A Y MORA L. 2018. Comportamiento en cuanto al uso del agua potable de usuarios pertenecientes a diferentes zonas socioeconómicas de la ciudad de Mérida (Venezuela). Ciencia e Ingeniería, 2018; 39(3).

OBSERVATORIO VENEZOLANO DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS. Boletín Informativo Nº 20. Febrero 2021. [Internet]. 2021. [Consultado: 3-05-2021]. Disponible en: www.observatoriovsp.org.

ONU - HÁBITAT Y OMS. 2021. Progresos en el tratamiento de las aguas residuales. Estado mundial y necesidades de aceleración del indicador 6.3.1. de los ODS. Ginebra: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat) y Organización Mundial de la Salud (OMS).

PLASENCIA R. 2018. Reutilización de agua en Namibia. Seminario presentado en asignatura "Evaluación y Control de la Polución del Agua". Caracas, Venezuela: Maestría Ingeniería Sanitaria UCV.

QADIR M *et al.* Global and regional potential of wastewater as a water, nutrient and energy source. Natural Resources Forum. 2020. (44,1). 40:51.

RENGEL M. 1977. Lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales de origen doméstico. Experiencia venezolana. Serie Ambiente y Recursos Naturales. N°AR-5. Mérida, Venezuela: Casa Editora CIDIAT.

REPÚBLICA DE VENEZUELA, MINISTERIO DE SANIDAD Y ASISTENCIA SOCIAL. 1998. Resolución N° SG- 018-98 del 11-02-1998, mediante la cual se dictan las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.395 del 13-02-1998. Caracas, Venezuela.

REPÚBLICA DE VENEZUELA, MINISTERIO DE SANIDAD Y ASISTENCIA SOCIAL. 1997. Resolución N° SG- 691 del 24-09-1997, mediante la cual se dictan las Normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.298 del 24-09-1997. Caracas, Venezuela.

REPÚBLICA DE VENEZUELA, MINISTERIO DE SANIDAD Y ASISTENCIA SOCIAL. 1995. Resolución N° SG-1323 del 19-10-1995 mediante la cual se dictan las Normas Sanitarias para el Control de Agua Potable Transportada en Camiones Cisternas. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 35.827 del 31-10-1995. Caracas, Venezuela.

REPÚBLICA DE VENEZUELA. 1995. Decreto N° 883 del 11-10-1995, mediante la cual se dictan las Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.021 del 18-12-1995. Caracas, Venezuela.

RIVAS MIJARES G. 1997. Plantas de Tratamiento para Agua Potable. Introducción en el libro: El Agua. Plantas de tratamiento. Edición Especial Tomo III del MARNR. Venezuela.

ROJO M Y MORA L. 2023. Planificación de drenajes urbanos sostenibles como herramientas para mejorar el

metabolismo de la ciudad de Mérida-Venezuela. Ciencia e Ingeniería, Universidad de Los Andes. 2023; 48(2).

SCHIPPERS, J. 1990. Water treatment. Lecture notes. EE004/90/1. IHE-DELFT. The Netherlands.

TRAPOTE, A. Y FERNÁNDEZ R., H. 2016. Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible. Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias ambientales. Uni. Alicante. Consultado el 14-08-20 en http://www.agroambient.gva.es/documents/163005665/163975683/AGRICULTURA8-16I+memoria/1d8cb413-3eb3-4f5e-a247-e4466a59b21c

UN – WATER / WWAP. 2003. Agua para todos. Agua para la vida. 1º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. París, Francia: UNESCO.

UNEP / WWAP (United Nations World Water Assessment Program). 2014. The world water report 3: Water in a changing world. París: UNESCO. [Internet]. 2014. [Consultado: 31-07-2009]. Disponible en: https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2009

UNEP / WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2009. The United Nations World Water Development Report 3. Water in a Changing World. Paris. UNESCO and London: Earthscan.

UZCÁTEGUI G. 2015. El agua y los asentamientos humanos. Cap. 12 en: Gabaldón A, Rosales A, Buroz E, Córdova J, Uzcátegui G & Iskandar L (Eds.) Agua en Venezuela: una riqueza escasa. Primera edición. Caracas, Venezuela: Fundación Empresas Polar.

UZCÁTEGUI G. 2023. Conferencia del Programa de Formación de Gerentes en la Industria de Agua y saneamiento. Debates IESA: INOS una gestión profesional e incorruptible convertida en paradigma de gerencia pública. Caracas, Venezuela.

VAN BREEMEN, A. 1994. Water treatment: conventional and advanced treatment metohds. Lectures notes. EE022/94/1. IHE-DELFT. The Netherlads.

WHO (World Health Organization). Water Quality and Health Strategy 2013-2020.

ZAMBRANO, RV. 2016. Modelo cinético del proceso de nitritación/desnitritación biológica para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Trabajo de Grado. Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería. División de Postgrado. Maracaibo, Venezuela.

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/118

LA PARADOJA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: HERRAMIENTA QUE MEJORA EL ESTRÉS HÍDRICO Y A SU VEZ CONSUMIDORA INSACIABLE DE AGUA [1]

Griselda FERRARA DE GINER[2]

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso imprescindible para todos los seres vivos e incluimos en esta globalidad a los seres humanos. Bien lo expresa esta declaración de las Naciones Unidas incluida en los Objetivos del Desarrollo del Milenio del año 2000, y que reza: "*Todos los habitantes del planeta Tierra deben tener acceso y gozar de un suministro de agua seguro, confiable y a un costo razonable, en cantidades necesarias para satisfacer requerimientos humanos esenciales y la eliminación sanitaria de sus excretas*". Palabras esclarecedoras de la importancia del recurso hídrico para todos y cada uno de los habitantes del planeta, erigiéndose como un bien público global.

En efecto, el recurso agua es vital para la especie humana y toda la fauna y flora que nos acompaña en el ecosistema Tierra. Solo podemos vivir sin agua unos pocos días al requerirla para cumplir todas nuestras funciones fisiológicas vitales. Adicionalmente, el agua es indispensable para el desarrollo de las sociedades, su ausencia o restricciones para obtenerla es un factor limitante en el progreso y crecimiento económico de las naciones y además juega un rol crucial en la regulación del clima, el mantenimiento de la biodiversidad, la producción de alimentos y la salud pública. Prácticamente no existe actividad humana que no requiera agua, sea directa o indirectamente. Todos los sectores económicos la requieren sean actividades agropecuarias, industriales o de servicios.

En la actualidad, estos requerimientos de agua, están amenazados por una escasez que cada día se hace más aguda. Citando una publicación de la prestigiosa Universidad de las Naciones Unidas (UNU-INWEH), de enero de 2026 y con la autoría de Madani y donde se introduce el impactante y novedoso concepto de *bancarrota hídrica global*, se destacan números de la población mundial afectada, que, aproximadamente alcanzan a 2.000 millones de personas (25-27% de la población mundial) quienes carecen de acceso a servicios de agua potable gestionados de forma segura. Además unas 4.000 millones de personas (la mitad de la población mundial) sufre escasez severa de agua durante al menos un mes al año y alrededor del 10% de la población mundial vive en países con un nivel de estrés hídrico alto o crítico. Recordemos que se entiende por estrés hídrico la situación cuando la disponibilidad de agua es menor a 1.700 m^3/persona.año (WWAP, 2013).

Puede decirse que la disponibilidad de agua por persona se ha reducido en la última década en alrededor del 7% (Madani, 2026). Cifra que unida a las anteriores nos muestra la grave crisis hídrica que atravesamos en la actualidad.

También la publicación de ONU-INWEH (Madani, 2026), destaca, con base a datos de la OMM, que el mundo pierde 324.000 millones de metros cúbicos de agua dulce anualmente debido a sequías y mala gestión y que un recurso tan importante como las aguas subterráneas solo el 38% de los pozos monitoreados a nivel mundial presentan niveles normales, el resto muestra un agotamiento acelerado. Así mismo, otros datos nos indican que los humedales han perdido más de 4,1 millones de km^2 de área en las últimas cinco décadas.

Por otra parte, el aumento de la demanda global de agua se ha elevado en un 25% desde el año 2000, lo que representa un incremento anual sostenido del 1% (Banco Mundial, 2025). La agricultura sigue siendo el mayor consumidor global de agua con más del 70% de las extracciones de agua dulce (Madani, 2026).

Ante este panorama tan desalentador frente a las disponibilidades del recurso agua, nos preguntamos qué puede hacer la tecnología para optimizar los recursos hídricos planetarios cada vez más escasos.

Actualmente tenemos a mano una herramienta tecnológica como la Inteligencia Artificial (IA) que tiene capacidad para gestionar con gran eficiencia tal carencia y que nos puede llevar a sobrellevar el estrés hídrico en muchos aspectos. La IA tiene el potencial de mejorar la práctica de la agricultura con gran ahorro de agua para riego, la gestión de las cuencas e inundaciones, una respuesta precisa al funcionamiento, emergencias y mantenimiento de los sistemas de suministro de agua a las poblaciones y la reducción de las complejidades de las plantas depuradoras de aguas residuales, entre muchas otras situaciones del acontecer cotidiano. En suma, la IA permite contar con modelos predictivos utilizando algoritmos para anticipar la disponibilidad de agua combinando datos meteorológicos e hidrológicos, cuestión vital para planificar extracciones sostenibles en escenarios de cambio climático, también permite la optimización del ciclo del agua y simula comportamiento de las redes de abastecimiento usando gemelos digitales que predicen respuestas tempranas ante averías o cambios de demanda (UN, 2024; WWDR, 2024).

No obstante, desde otro punto de vista, no podemos dejar de tomar en cuenta el consumo de agua asociado a la

[1] *Palabras clave: Estrés hídrico, inteligencia artificial, consumo de agua de la IA*
[2] Universidad Central de Venezuela/Academia Venezolana de la Ingeniería y el Hábitat

infraestructura tecnológica que permite el funcionamiento de los modelos de IA, en particular los sistemas de alto rendimiento computacional que operan en centros de datos (data centers) distribuidos por todo el planeta operando día y noche para entrenar, almacenar y ejecutar millones de peticiones algorítmicas cada segundo. Esta tecnología requiere grandes volúmenes de agua para los sistemas de refrigeración de los ordenadores y mantener las condiciones térmicas adecuadas. Es el caso de los modelos de IA generativa como ChatGPT, Bard, Gemini o Copilot, cuyo entrenamiento y operación implica un uso intensivo de energía y agua compitiendo con las necesidades tradicionales de agua para las diferentes actividades humanas y con implicaciones directas sobre la sostenibilidad ecológica del planeta (UNESCO, 2024; Ramírez y Litardo, 2025).

A continuación, se detallará la dualidad de la IA como herramienta tecnológica que nos ayuda a enfrentarnos al estrés hídrico y optimizar la pérdida de recursos hídricos a nivel global para los diferentes usos convencionales del agua y por otra parte su consumo de millones de litros de agua para sus sistemas de refrigeración, compitiendo así con los usos tradicionales del recurso en territorios ya afectados por la escasez hídrica.

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL TIENE UN PAPEL CRUCIAL OPTIMIZANDO LA GESTIÓN DEL RECURSO AGUA

La IA ya se está utilizando con éxito en muchos de los usos tradicionales del agua para conseguir cotas de excelencia en su gestión. La agricultura, los sistemas de distribución del agua, los sistemas de alerta temprana para inundaciones y la optimización en plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros, son rubros del uso del agua en las actividades humanas donde la IA ha servido eficazmente tanto para mejorar las predicciones de eventos catastróficos como las inundaciones, así como optimizar el uso del recurso hídrico con el consiguiente alivio de muchos casos de estrés hídrico en las regiones. Vamos a utilizar estos rubros en particular, como ejemplo de las bondades de la IA en ayudarlos a mejorar su desempeño ahorrando al mismo tiempo agua.

Agricultura: Vamos a empezar con el caso de la agricultura, que es la principal actividad humana consumidora de agua dulce a nivel global, como se expresó anteriormente. Los requerimientos de alimentos están creciendo mundialmente por el incremento de la población y los métodos tradicionales usados por los agricultores no son suficientes para llenar estos requerimientos. La IA se ha convertido en una revolución en la agricultura. En aplicaciones como el riego, el control de malezas, la fumigación con ayuda de sensores incorporados en robots y drones se ha conseguido ahorrar en el uso de agua en exceso y también de pesticidas y de herbicidas manteniendo al mismo tiempo la fertilidad del suelo y también ayudando en el uso eficiente de la mano de obra y elevando la productividad y mejorando la calidad (Talaviya et al., 2020; FAO, 2023).

El Banco Mundial plantea la urgencia de transformar la gestión del agua para uso agrícola, pese a que, sabemos que en los últimos 20 años se ha logrado alimentar a 2.000 millones de personas adicionales, una cifra digna de tomarse en cuenta, pero lastimosamente con prácticas agrícolas que suponen un alto costo ambiental. Se proyecta que para 2050 la población mundial alcance 10.000 millones y el sistema agrícola actual solo puede sostener de forma saludable y ambiental a menos de la mitad. (Talbi et al., 2026).

Por lo tanto, los expertos del Banco Mundial proponen un cambio en la forma de pensar la agricultura y el agua. Cambiar el enfoque de simplemente construir canales y presas (hardware) a gestionar servicios de agua eficientes, con gobernanza clara y rendición de cuentas, priorizando el uso de datos y tecnología (análisis geoespacial, satélites e IA) para tomar decisiones basadas en evidencia transparente, a la luz de los objetivos del Banco como es el caso de subsidios. Así, propone uso de satélites de alta resolución para medir la evapotranspiración casi en tiempo real y junto con el uso de IA en modelos que procesan datos térmicos y ópticos para determinar cuánta agua está consumiendo realmente un cultivo y conocer si la evapotranspiración se mantiene dentro de límites sostenibles, así como detección de anomalías con algoritmos que detectan patrones de uso inusuales. El Banco Mundial sugiere crear modelos digitales de cuencas (Digital Twins) que simulan todo el ciclo del agua de una región. La IA puede predecir escenarios y permite a los gestores del agua cerrar compuertas o limitar bombeos antes de que una sequía sea crítica, basándose en modelos climáticos avanzados. También analiza imágenes satelitales que permiten ver si se dejan rastrojos en el suelo, que es una práctica positiva que ahorra agua y mantiene la humedad del suelo (Talbi et al., 2026).

También la IA optimiza el uso del agua agrícola de otras maneras, alcanzando lo que se denomina Agricultura de Precisión. Los objetivos principales son optimizar el uso del agua, de los fertilizantes, de los plaguicidas y de la energía, al mismo tiempo que se maximiza el rendimiento de las cosechas frente al cambio climático. También se usan modelos que ajustan la planificación de siembra según los pronósticos climáticos a largo plazo.

Los métodos tradicionales propios de la agricultura se pueden resumir en: a) riego, basado en horarios fijos, b) aplicación uniforme de plaguicidas en todo el lote, c) detección de maleza por inspección visual humana, que es lenta; y todo lo cual conduce a: d) altos costos en insumos y mano de obra. Estos métodos tradicionales son sustituidos por métodos usando IA, con lo cual a) se usa el riego inteligente basado en mediciones de humedad real y clima, que deciden la cantidad exacta de agua y el momento preciso para regar, evitando el desperdicio por evaporación o filtración excesiva, b) la aplicación de plaguicidas localizada solo en los focos de infección en lugar de fumigar todo un campo, lo que puede reducir el uso de químicos hasta en un 90%, y así se optimiza en forma indirecta el uso del agua, c) la detección de maleza por escaneo con drones y sensores y donde la IA identifica en

tiempo real quién es un cultivo y quién es maleza, al transformar el campo en un tablero de datos donde cada planta es visualizada de forma individual y por último, d) los costos son altos en tecnología inicial pero bajos en insumos (Talaviya et al., 2020). Sin duda, la IA participa en una serie de medidas que todas conducen a una agricultura de mayor precisión y que optimizan la gestión de los cultivos con grandes ahorros.

La FAO, en su reporte de 2023 sobre el verdadero costo de los sistemas alimentarios, expresa que la IA se vincula con la optimización de insumos evitando el desperdicio de recursos al usar sensores impulsados por IA y drones que conjuntamente pueden determinar la cantidad exacta de fertilizante o agua que necesita cada planta, lo que al mismo tiempo reduce la escorrentía de tales productos químicos en el ambiente y otro aspecto que destaca es la detección temprana de plagas y enfermedades mediante visión por computadora antes de que se conviertan en brotes masivos, con su consiguientes efectos negativos. Así mismo, en relación con la transparencia en la cadena de suministro la IA puede verificar si un producto fue producido de manera sostenible o si contribuyó a la deforestación, usando tecnologías como Blockchain. También contribuye con la reducción de pérdidas por el desperdicio alimentario usando algoritmos que optimizan la logística para que menos comida se pudra en el camino del campo a la mesa. El reporte no olvida la brecha digital entre los pequeños productores y las grandes corporaciones, por no tener accesibilidad los primeros, a las nuevas tecnologías que incorporan IA y que es un aspecto muy importante a considerar (FAO, 2023).

Gestión del sistema de distribución del agua: el complejo sistema que finalmente entrega el agua potable al consumidor final, además de la malla de tuberías que discurre por las calles y que conecta con las acometidas de las viviendas, industrias o comercios, implica un conjunto más amplio de elementos como válvulas, bombas, sensores y depósitos. El funcionamiento de tal sistema, necesita energía para la operación de estaciones de bombeo y válvulas reductoras de presión. Toda esta actividad es proclive a la búsqueda de su optimización y la disminución de fallos variados. A continuación describiremos algunos rubros comunes y cómo la IA puede ayudar a resolverlos.

Es el caso de muchas ciudades del mundo donde se pierde hasta un 40% del agua tratada por fugas en tuberías antiguas en mal estado, lo que se llama "agua no contabilizada" (ANC) y que se pierde antes de llegar al consumidor. Este porcentaje es un número que, sin duda, llama la atención por su alto valor y que lleva, además de pérdidas sustanciales de agua, a desperdicio de energía e ineficiencia operacional.

La pérdida de agua ya potabilizada significa que ya se ha incurrido en todos los costos que incluye un tratamiento de potabilización, incluyendo costos de bombeo y al mismo tiempo es agua potable que no llega al consumidor final, significando, desde el punto de vista económico, una pérdida sensible y desde el punto de vista del servicio al usuario una ineficiencia notable.

La IA ha impulsado soluciones innovadoras. Permite a las compañías de servicio de agua detectar fugas ocultas, robos (consumo no autorizado) o inexactitudes en la medición (contadores defectuosos), mucho más rápido y con mayor precisión que los métodos tradicionales. Modelos de aprendizaje automático monitorizan continuamente los datos de caudal, presión y sensores acústicos y detectan anomalías que indican fugas. La prometedora tecnología que aplica dispositivos acústicos permite identificar con gran precisión el patrón específico de una fisura diminuta. La detección temprana de estas fugas ocultas, ayudan a prevenir pérdidas grandes de agua y daños en infraestructura, ya que se pueden enviar equipos de reparación rápidamente. Se conoce, por ejemplo, que una plataforma de detección de fugas de aprendizaje automático logró un 80-90% de éxito en la identificación de fugas y alrededor del 90% de precisión en la localización exacta de la tubería. En general, la detección de fugas impulsada por IA reduce el agua no contabilizada, los costes de reparación y mejora la flexibilidad de la red mediante un mantenimiento proactivo. (Fares et al., 2022).

También la creación de gemelos digitales, habilitados por IA, que crean réplicas virtuales de la red de agua de una ciudad, permiten simular presiones y flujos para detectar anomalías indicativas de una fuga, aún antes de que sea visible en la superficie. A diferencia de los métodos tradicionales, la IA optimiza parámetros críticos (rugosidad de tuberías, demanda distribuida y ajustes de válvulas) para que el modelo virtual coincida con la realidad física. Tal calibración tradicionalmente requiere mucho trabajo, pero las técnicas de IA (incluidos algoritmos de aprendizaje automático y optimización) pueden automatizarlo.

Dentro del mismo orden de ideas de la detección de fugas, se puede incluir que también la IA predice fallos en infraestructuras críticas de agua como bombas, válvulas, tuberías, antes de que ocurran, usando modelos de aprendizaje automático que analizan sensores sobre el estado de los equipos, tales como vibraciones, presión, temperatura, patrones de flujo, identificando advertencias sobre el deterioro de los equipos y por lo tanto puede realizarse mantenimiento preventivo o reemplazo de componentes antes de que surjan fallos. (Morril, 2025).

Así mismo, la IA está transformando la planificación de la demanda de agua y permite a las compañías de servicio de agua hacerlo de forma proactiva. Los modelos de aprendizaje automático, usando IA, analizan el consumo histórico en conjunto con factores climáticos, estacionalidad, crecimiento poblacional y eventos, para finalmente prever el uso futuro del agua, tanto a corto como a largo plazo. Con el uso de modelos climáticos impulsados por la IA, las empresas de agua pueden integrar la variabilidad y el cambio climático y en lugar de una planificación reactiva pasar a una informada sobre el clima, anticipando como la oferta y la demanda son afectadas por factores como la lluvia, la temperatura y las sequías, ayudando a los gestores del agua. Se han combinado algoritmos de aprendizaje automático con modelos hidrológicos para

predecir caudales de ríos bajo diversos escenarios de cambio climático (Morril, 2025).

La presión de la red de distribución es un factor crucial en el desempeño del sistema. Lo ideal es mantener una presión estable en la red. La IA lo logra analizando continuamente las entradas de los sensores (por ejemplo, presiones, flujos), los patrones de demanda del consumidor y ajustando en tiempo real las velocidades de las bombas y los ajustes de válvulas. El sistema reacciona a cambios repentinos haciendo los ajustes correspondientes y gracias a lo cual se mantiene la continuidad del servicio y la presión del agua. El control optimizado de la presión basado en IA actúa como un "piloto automático" para la distribución del agua y adicionalmente, también ahorra energía, ya que las bombas, uno de los mayores gastos energéticos, y las válvulas, funcionarían solo con la intensidad necesaria, minimizando el consumo de energía. También la IA puede clasificar el tipo de fallo mediante el entrenamiento con datos históricos de incidentes y así los modelos de aprendizaje automático aprenden los patrones de diferentes modos de fallo (Morril, 2025).

En lo relativo al monitoreo de la calidad del agua también la IA puede contribuir. Las redes de distribución de agua modernas cuentan con sensores en línea para propiedades como turbidez, pH, residuos de cloro, entre otros. Los modelos de IA pueden aprender los rangos normales y las correlaciones complejas de estos datos y puede detectar anomalías instantáneamente, por ejemplo, una caída repentina de cloro o un aumento de turbidez que podría indicar contaminación o un problema de tratamiento. Al detectar problemas de calidad del agua en tiempo real, los sistemas de IA permiten respuestas rápidas, como el cierre de válvulas o el ajuste automático de dosis químicas. (Morril, 2025).

En resumen, puede decirse que la IA previene problemas antes que reaccionar a ellos, al analizar tendencias y patrones, y usando modelos de aprendizaje automático que mejoran con el tiempo a medida que reciben más datos, creando un bucle de retroalimentación positiva. Así, la IA puede predecir la probabilidad de condiciones anómalas en la red antes de que ocurran y se podría intervenir de forma proactiva. Se tienen datos de predicciones de roturas de tuberías municipales envejecidas, que han alcanzado más del 90% de precisión, utilizando algoritmos de clasificación de una sola clase, tales como OC-SVM, Isolation Forest, y Elliptic Envelope. (Farajzadeh et al., 2024).

En esencia, el sistema de distribución de agua se vuelve más inteligente y optimizado de forma continua, en tiempo real, permitiendo estar al día con condiciones cambiantes, al contar con una IA que evoluciona junto con el sistema.

Sistemas de alerta temprana para inundaciones: Un problema relacionado con los pronósticos de inundaciones y la falta de datos en cuencas no aforadas está siendo abordado por la IA. Las inundaciones, un desastre natural muy común y cuya frecuencia se ha duplicado desde el año 2000 debido al cambio climático, está focalizado en países en desarrollo y el 90% de las personas vulnerables vive en tales países, donde la mayoría de las cuencas no tienen estaciones de aforo y por ello la mayoría de los modelos hidrológicos tradicionales fallan al no contar con años de datos históricos locales para ser calibrados. Nearing y colaboradores desarrollaron un modelo basado en redes de memoria a largo plazo (LSTM), un tipo de IA excelente para procesar secuencias temporales. A diferencia de los modelos tradicionales que se calibran cuenca por cuenca, esta IA se entrenó con datos de 5.680 estaciones de todo el mundo, aprendiendo de patrones globales que luego se pueden aplicar en lugares donde no hay sensores. Utilizó datos públicos como precipitaciones (datos satelitales y de radar), temperatura, radiación y atributos geofísicos del suelo (HydroATLAS). El estudio comparó sus modelos aplicados con IA con el reconocido sistema GloFAS (Sistema global de concientización sobre inundaciones) de la agencia europea Copernicus, consiguiendo una mayor anticipación a los eventos de inundación, al lograr una fiabilidad de pronósticos a 5 días, similar o superior a la que GloFAS ofrece. En relación a eventos extremos la IA resultó muy buena prediciendo y en el caso de inundaciones con "período de retorno de 5 años" fue mejor que GloFAS. También superó a GloFAS en el 70% de las estaciones logrando niveles de precisión en África comparables a los que tienen actualmente en Europa. Una gran ayuda del modelo, que ya es operativo, es que ofrece pronósticos gratuitos en tiempo real para más de 80 países a través de la plataforma Google Flood Hub. Los sistemas de alerta temprana son una forma efectiva de mitigar los riesgos de las inundaciones al reducir hasta un 43% las muertes relacionadas con estos eventos hidrometeorológicos. El Banco Mundial estima que mejorar estos sistemas en países en desarrollo al nivel de los países desarrollados podría salvar un promedio de 23.000 vidas al año (Nearing et al., 2024)

Optimización de plantas de tratamiento de aguas residuales: Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) son complejos sistemas afectados por factores físicos, biológicos y químicos que gastan abundante energía para asegurar que el agua tratada que se devuelve a la naturaleza cumpla con las normas de calidad de agua previstas para aguas depuradas.

La IA se ha convertido en una poderosa herramienta para minimizar las complejidades de las plantas depuradoras. Optimiza procesos de aireación, como es el caso de lodos activados que consumen hasta el 50%-70% de la energía total de la planta y mediante algoritmos de redes neuronales, la IA predice la carga orgánica que entra a la planta y ajusta los sopladores en tiempo real, evitando consumo eléctrico en exceso y al mismo tiempo mantiene los niveles de oxígeno disuelto en rangos ideales. Así mismo, calcula la dosis exacta de reactivos necesarios para eliminar, por ejemplo, el fósforo o ajustar el pH, basándose en sensores. También en este orden de ideas, usando modelos de LSTM, puede alertar a los operadores con horas de antelación si los niveles de nitrógeno o DQO se proyectan fuera de los límites normativos (Zhao et al. 2020).

EL COSTO HÍDRICO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Ya hemos referido como la IA contribuye positivamente a mejorar el uso del recurso agua en rubros importantes del quehacer humano, permitiendo avances notables en áreas de importancia crítica. Ahora toca visualizar como al mismo tiempo la IA genera gastos inmensos del preciado recurso, compitiendo con el consumo humano y la agricultura, sobre todo en regiones con estrés hídrico. Es interesante la acotación de Ramírez y Litardo (2025) que indican que la creciente huella hídrica de las tecnologías digitales, que es una externalidad ambiental, ha sido sistemáticamente invisibilizada. Esta opinión está cambiando, pero no deja de tener sus visos de realidad.

La dualidad que enfrenta la IA, que por un lado es una herramienta increíble para disminuir el estrés hídrico y por la otra es una ávida consumidora de agua, es una realidad que debemos tomar en cuenta y entre otras acciones intensificar la investigación que contribuya a disminuir la huella hídrica de la IA.

Los centros de datos producen grandes cantidades de calor. Por cuanto han sido diseñados para operar en un rango de temperatura de 20-22 ºC y si la temperatura aumenta el equipo falla. Por lo tanto, requieren enfriamiento a gran escala. Existen diversos mecanismos para la refrigeración, pero el enfoque general implica el uso de enfriadores (chillers) que reducen la temperatura del aire mediante el enfriamiento con agua. Algunos centros usan torres de refrigeración donde el aire exterior pasa a través de un medio húmedo para que el agua se evapore. Los ventiladores expulsan el aire caliente y húmedo y el agua enfriada se recircula. Otros centros utilizan economizadores adiabáticos donde el agua se rocía directamente en el flujo de aire o sobre una superficie de intercambio de calor para enfriar el aire que entra al centro de dato. En ambas técnicas, la evaporación provoca una pérdida de agua. Un centro de datos de apenas 1 MW puede consumir alrededor de 25,5 millones de litros de agua al año (Mytton, 2021). Adicionalmente, en los centros de datos hay un gasto de agua indirecto representado por el agua utilizada en las plantas de energía que alimentan a los servidores, especialmente si usan combustible fósil y las cuales son un número que no puede considerarse menor.

Entre los números que han aparecido en referencias más recientes nos encontramos que actualmente la refrigeración representa hasta un 40% del consumo energético total de un data center (iagua, 2026) y otra fuente nos indica qué para 2027 el consumo de agua de la IA podría alcanzar entre 4.200 y 6.600 millones de metros cúbicos (Barnett-Itzhaki, 2026). También este autor cita el dato, por cierto, muy repetido en múltiples referencias, que la generación de solo 1-50 "prompts" es equivalente a gastar 500 ml de agua. Estos datos numéricos no dejan de alarmarnos y plantearnos que hay que tomar medidas para enfrentarse al costo hídrico que representa la refrigeración con las técnicas actuales.

Generación de calor y gastos de agua para sobrellevarlo**:** Muchos modelos de IA, especialmente los generativos grandes como GPT-4 se entrenan y despliegan en servidores que consumen ingentes cantidades de energía en centros de datos y generan un calor inmenso. El entrenamiento de un solo modelo de IA puede utilizar entre 500.000 y 1 millón de litros de agua, dependiendo de la localización del centro, la fuente de energía y el tipo de enfriamiento utilizado. La huella hídrica de la IA, que alcanza muchos millones de litros de agua dulce consumidos para refrigerar los servidores y para la generación de electricidad, sigue aumentando y si no se aborda adecuadamente, puede convertirse en un gran obstáculo para la sostenibilidad y podría llevar a la creación de conflictos sociales al limitar los recursos de agua dulce apropiada para usos humanos. A manera de ejemplo los centros de datos de una sola empresa tecnológica retiraron directamente 29.000 millones de litros y consumieron (es decir evaporaron) más de 23.000 millones de litros para refrigeración in situ en 2023, casi el 80 % de los cuales era agua potable. El aumento del consumo de agua se incrementó en 20% entre 2021 y 2022 y un 17% entre 2022 y 2023. (Li et al., 2025).

Según el reporte de Hajonide et al. (2025), auspiciado por Nature Finance, solo en Estados Unidos los centros de datos consumieron 66.000 millones de litros de agua en 2023 con un 84% de ellos destinados a dar servicio a centros de datos a hiperescala. Además, un 45% de los data center globales están en cuencas hidrográficas con alto riesgo de diponibilidad de agua y un 47% están en cuencas con riesgo de sequía. Por lo tanto, contribuyen a presiones de escasez sobre las poblaciones y la naturaleza.

El reporte de sostenibilidad de Google en 2025 reconoce que la expansión de los productos y servicios de IA son clave para el rápido incremento en los consumos de agua de sus centros de datos, que son el motor de la empresa. Sus productos (como Gmail, Drive, Docs, Google Cloud y Youtube) que sirven a millones de personas en el mundo requieren, para que sus instalaciones funcionen sin problemas, de sistemas de refrigeración. Google está trabajando en el desarrollo de nuevas tecnologías para reducir refrigeración y las aplican en sus centros de datos incluyendo refrigerantes naturales y de bajo GWP (potencial de calentamiento global, por sus siglas en inglés). Su dependencia de sistemas de refrigeración que utilizan agua, por su eficiencia energética, ponen de manifiesto un equilibrio crítico entre las necesidades tecnológicas y la gestión responsable del medio ambiente. En 2024 consumieron aproximadamente 31.000 millones de litros de agua en sus centros de datos (excluyendo los operados por terceros y oficinas). El 72% provenía de extracción de fuentes con bajo riesgo de agotamiento o escasez (Google, 2025).

Microsoft, reconoció en su informe de sostenibilidad que su consumo de agua es de 18.000 millones de litros/año, en gran parte debido al entrenamiento de modelos de IA como ChatGPT (Microsoft, 2025).

En Chile, empresas como Google y Huawei han construido centros de datos en regiones que ya enfrentan problemas de

disponibilidad hídrica. Problema que se agrava considerando que Chile lleva más de 10 años en una mega sequía, con impactos severos en la agricultura y el consumo humano. Así mimo en los Países Bajos, el gobierno ha limitado la expansión de los centros de datos de Meta (Facebook) debido a su elevado consumo de agua y energía (Ramírez y Litardo, 2025).

La Agencia Internacional de Energía (IEA) estimó que en 2022 la demanda de electricidad de los centros de datos, a nivel global, fue de 460 TWH (terawatt-hours) y que para 2026 el consumo total sería de más de 1.000 millones de TWH. Esta inmensa cantidad es aproximadamente equivalente al consumo de Japón. Para moderar el aumento en consumo de energía de los centros de datos, es crucial actualizar las regulaciones y las mejoras tecnológicas, incluyendo la eficiencia (IEA, 2024). Sin duda, estos datos sobre los requerimientos de electricidad de los centros de datos significan un gran consumo de agua para las centrales eléctricas que los sirven y finalmente es un consumo indirecto de agua que se suma al consumo directo.

En síntesis, podemos referir que no hay duda que el uso de la tecnología de la IA supone un costo ambiental muy grande al exigir al recurso hídrico cantidades ingentes de agua para su sostenimiento.

QUÉ PUEDE HACERSE PARA DISMINUIR LA HUELLA HÍDRICA DE LA IA

Ante la realidad del costo hídrico de la refrigeración de los centros de datos muchos técnicos e investigadores buscan soluciones desde diferentes ángulos para sobrellevar el problema. A continuación, se presentan unas cuantas soluciones, que no son exhaustivas, pero dan una idea de las diferentes vertientes desde donde pueden aproximarse.

Una primera recomendación, bastante lógica y menos costosa, es mover las cargas de trabajo de IA hacia centros de datos ubicados en regiones con bajo riesgo de escasez de agua, así mismo escoger las estaciones más frescas, cuando se entrenan modelos de IA, que son grandes consumidores de agua. Entrenar un chatbot en invierno, por ejemplo, requiere menos agua que si se hiciera en verano (Barnet-Itzhaki, 2026).

Otra innovación que podría mejorar la eficiencia energética de los centros de datos y los dispositivos electrónicos de alta potencia se basa en una membrana de fibras especialmente diseñada para eliminar el calor de forma pasiva mediante evaporación. Utiliza una membrana de fibra de bajo coste con una red de diminutos poros interconectados que distribuyen el líquido refrigerante sobre su superficie mediante acción capilar. Al evaporarse el líquido, el calor se elimina de forma eficiente de la electrónica subyacente, sin necesidad de energía adicional (iAgua, 2026).

Soluciones de otra naturaleza, como son la reutilización y reciclado del agua residual dentro del propio sistema de refrigeración, aplicando tecnologías apropiadas, es una excelente medida que además se conjuga con el concepto de economía circular, tan deseable hoy en día, como camino para alcanzar la sostenibilidad. Con esta solución se reduce la dependencia del agua potable y se hace más sostenible la operación de los centros de datos (Veolia water technologies, 2025). En este mismo orden de ideas de la economía circular se recomienda la reutilización del calor, en lugar de evaporarlo con agua, se captura el agua caliente de los servidores para alimentar sistemas de calefacción urbana en ciudades cercanas.

CONSIDERACIONES FINALES

- Según las Naciones Unidas en la actualidad el planeta se enfrenta a lo que han denominado "bancarrota hídrica global", con millones de personas viviendo en zonas con estrés hídrico. Esta realidad nos pone a la defensiva del uso de tecnologías modernas, que pueden ser de mucha utilidad, pero que requieren grandes cantidades de agua para su empleo.
- La IA, una herramienta tecnológica que nos acompaña día a día haciendo más eficientes múltiples actividades humanas, también está consiguiendo grandes ahorros en la gestión del agua, contribuyendo a solucionar la escasez mundial de este preciado recurso. En este contexto se destaca la agricultura, la actividad más consumidora de agua (70 %) globalmente hablando, y también los sistemas de suministro de agua, la gestión de sistemas de alerta temprana para inundaciones, las plantas de tratamiento de líquidos residuales, entre otros. Sin duda, todas buenas noticias cuando se piensa en incrementar la eficiencia del uso del agua a nivel planetario.
- Por otra parte, esta misma herramienta, la IA, está ejerciendo una alarmante presión sobre los recursos hídricos globales al utilizar ingentes cantidades de agua en sistemas de enfriamiento necesarios para sobrellevar el calor que se genera en los servidores de los centros de datos. Cuestión que nos enfrenta, según los expertos, a estimaciones de valores de consumo de agua por parte de la IA entre 4.000 y 6.000 millones de m^3, para 2027. Esta es una situación de gran preocupación para los encargados de la gestión del agua en todas partes del mundo.
- Ante este dato tan impactante que nos informa del costo hídrico de la IA, surge la pregunta ¿De dónde vamos a obtener tal cantidad de agua, si estamos frente a una época de estrés hídrico en muchas regiones del mundo? Y sabiendo, además, que no podemos dejar de usar una herramienta tan potente como la IA para mejorar todo lo relativo al uso más eficiente del recurso en sus variadas vertientes de interés para las poblaciones.
- No cabe otra respuesta, que ante la paradoja a la que se enfrenta la IA, se deben buscar alternativas sostenibles que disminuyan su huella hídrica. Las investigaciones en esta área del saber ya se están realizando, pero aún están en sus inicios y es imperativo la intensificación de las mismas para alcanzar a corto plazo, la meta de una IA con un costo hídrico asociado mucho más bajo que el que tiene en la actualidad.

Declaración sobre el uso de IA

La autora utilizó Gemini como herramienta de búsqueda parcial de bibliografía académica sobre el tema de centros de datos y uso de la IA en la gestión del recurso hídrico. El análisis de todas las fuentes referenciadas en este documento y finalmente consultadas, fueron realizadas por la autora.

REFERENCIAS

Barnet-Atzhaki, Z. (2026). The water footprint of artificial intelligence: Emerging solutions and governance imperatives. *Water Research, 299*, Artículo 125866.

Fares, A., Tijani, I. A., Zhang, R., & Zayed, T. (2022). Leak detection in real water distribution networks based on acoustic emission and machine learning. *Environmental Technology*. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/09593330.2022.2074320

Farajzadeh, N., Sadeghzadeh, N., & Jokar, N. (2024). Water distribution pipe lifespans: Predicting when to repair the pipes in municipal water distribution networks using machine learning techniques. *PLOS Water, 3*(1), Artículo e0000164. https://doi.org/10.1371/journal.pwat.0000164

Google. (2024). *Environmental Report 2024*. https://sustainability.google/reports/google-2024-environmental-report/

Hajonides, H., McCarthy, J., Koulouri, K., & Camargo, R. (2025). *Navigating AI's thirst in a water-scarce world: Governance agenda for AI and the environment*. Nature Alpha / Nature Finance.

iAgua. (2026, 21 de mayo). Una nueva tecnología podría reducir el consumo de agua en la refrigeración de centros de datos. https://www.iagua.es/noticias/redaccion-iagua/nueva-tecnologia-podria-reducir-consumo-agua-refrigeracion-centros-datos

International Energy Agency [IEA]. (2024). *Electricity 2024: Analysis and forecast to 2026*. IEA.

Li, P., Yang, J., Islam, M. A., & Ren, S. (2025). Making AI less "thirsty": Uncovering and addressing the secret water footprint of AI models. *Communications of the ACM, 68*(7), 54–61. https://doi.org/10.1145/3724449

Madani, K. (2026). *Global water bankruptcy: Living beyond our hydrological means in the post-crisis era*. United Nations University Institute for Water, Environment and Health (UNU-INWEH). https://doi.org/10.53328/INR26KAM001

Microsoft. (2025). *Microsoft Environmental Sustainability Report 2025*. https://www.microsoft.com/en-us/corporate-responsibility/sustainability/report/

Morril, K. (2025). *AI intelligent water distribution networks: 20 advances (2025)*. Yenra. https://yenra.com/ai20/intelligent-water-distribution-networks/

Mytton, D. (2021). Data centre water consumption. *npj Clean Water, 4*, Artículo 11. https://doi.org/10.1038/s41545-021-00101-w

Naciones Unidas. (2000). *Declaración del Milenio* (Resolución de la Asamblea General 55/2). https://www.un.org/spanish/milenio/ares552.pdf

Nearing, G., Cohen, D., Dube, V., Gauch, M., Gifon, O., Harrigan, S., Hassidim, A., Klotz, D., Kratzert, F., Metzger, A., Nevo, S., Pappenberger, F., Prudhomme, C., Shalev, G., Schenzis, S., Tekalign, T. Y., Weitzner, D., & Matias, Y. (2024). Global prediction of extreme floods in ungauged watersheds. *Nature, 627*(8003), 334–340. https://doi.org/10.1038/s41586-024-07145-1

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2023). *The State of Food and Agriculture 2023: Revealing the true cost of agrifood systems to transform them*. FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] & ONU-Agua. (2024). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2024: Agua para la prosperidad y la paz*. UNESCO. https://www.unesco.org/reports/wwdr/2024/es

Ramírez, M. A., & Litardo, C. E. (2025). Agua e inteligencia artificial: El lado oculto del progreso tecnológico. *Estudios y Perspectivas: Revista Científica y Académica, 5*(2). https://doi.org/10.61384/r.c.a..v5i2.1096

Ren, S. (2025). *The rising water demand of generative AI: Estimates and mitigation strategies for 2026-2027*. University of California, Riverside. https://shaoleiren.github.io/publications.html

Talaviya, T., Shah, D., Patel, N., Yagnik, H., & Shah, M. (2020). Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimization of resources and efficiency. *Journal of Information and Optimization Sciences, 41*(4), 913–920. https://doi.org/10.1080/02522667.2020.1709623

Talbi, A., Waalewijn, P., Karimi, P., De Jong, I., Onimus, F., Zaveri, E., Benli, B., Ba, A., Li, R., & Skilling, H. (2026). *Nourish and flourish: Water solutions to feed 10 billion people on a livable planet* (Global Water Monitoring Report). World Bank. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0782-4

Veolia Water Technologies. (2025). *La huella hídrica de los centros de datos de inteligencia artificial*. https://blog.veoliawatertechnologies.es/la-huella-hidrica-de-los-centros-de-datos-de-inteligencia-artificial

Zhao, L., Dai, T., Qiao, Z., Sun, P., Hao, J., & Yang, Y. (2020). Application of artificial intelligence to wastewater treatment: A bibliography. *Bioresource Technology, 310*, Artículo 123456. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123456

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/119

VENEZUELA EN EL PUNTO DE QUIEBRE

Análisis geopolítico, humanitario y entrópico de una crisis civilizatoria

Estado fallido · Terremotos del 24 de junio de 2026 · Diáspora · Sociedad civil · Washington

Yalitza RAMOS

NOTA METODOLÓGICA Y ADVERTENCIA EPISTÉMICA

Este documento integra cinco sesiones de análisis realizadas entre el 24 y el 28 de junio de 2026, inmediatamente después del doble terremoto que devastó Venezuela. Cada afirmación lleva una de tres etiquetas de certeza:

- [ES PROBADO]: respaldado por fuentes verificables citadas en el análisis.
- [ES INFERENCIA FUERTE]: basado en evidencia parcial y razonamiento sólido, no en prueba directa.
- [ES SUPOSICIÓN]: completar información faltante con lógica, marcada como tal.

Se aplicaron los siguientes parámetros de análisis transdisciplinario: (1) verificación de hechos antes de cualquier afirmación; (2) discrepancia estructurada cuando los datos contradicen supuestos del interlocutor; (3) eliminación de frases aduladoras; (4) resistencia a cambiar postura sin evidencia nueva; y (5) señalamiento de vacíos analíticos en cada sección. El marco teórico adicional integrado en este documento

—entropía y neguentropía como métricas de actuación estatal y civil— no busca reducir la tragedia venezolana a una abstracción: busca medir con precisión qué actores producen orden y qué actores producen caos, más allá de las narrativas oficiales de ningún bando.

PARTE I CONTEXTO GEOPOLÍTICO: EL TABLERO ANTES DE LOS TERREMOTOS

1.1 La pregunta inicial y su premisa incorrecta

Pregunta original: ¿Por qué Estados Unidos no captura a Diosdado Cabello si está solicitado internacionalmente y el gobierno de Delcy está quebrantando todos los derechos internacionales de ayuda humanitaria?

La pregunta parte de un supuesto que ya no es completamente preciso: el escenario geopolítico en Venezuela cambió radicalmente el 3 de enero de 2026. Antes de responder, hay que actualizar el mapa.

1.2 El contexto real: la operación Absolute Resolve

[ES PROBADO] En la madrugada del 3 de enero de 2026, Estados Unidos lanzó ataques militares a gran escala en Caracas en una operación denominada "Absolute Resolve", capturando a Nicolás Maduro y a su esposa Cilia Flores mediante fuerzas especiales Delta Force con apoyo de la CIA. Maduro fue trasladado a Nueva York y compareció ante un tribunal federal acusado de narcoterrorismo y tráfico de cocaína.

[ES PROBADO] La vicepresidenta Delcy Rodríguez fue juramentada como presidenta interina de Venezuela.

[ES PROBADO] El caso de Maduro ante el tribunal federal del Distrito Sur de Nueva York está programado para retomarse el 22 de julio de 2026.

1.3 El cuarteto del poder: Delcy Rodríguez, Diosdado Cabello, Jorge Rodríguez, Padrino López

Delcy Rodríguez: gobernante o rehén de Washington

[ES PROBADO] Trump no respaldó a ninguna figura opositora legítima como González Urrutia o María Corina Machado como siguiente líder; en su lugar, apoyó a Rodríguez como presidenta interina, a pesar de que durante más de una década ella fue parte integral del régimen autoritario de Maduro, con graves violaciones de derechos humanos y vínculos con cárteles de drogas. Esto es una trampa lógica: Estados Unidos capturó a Maduro, pero dejó en el poder al mismo sistema que lo produjo. Rodríguez no representa ninguna ruptura con el chavismo; representa su continuidad gerenciada bajo tutela americana.

Diosdado Cabello: por qué no ha sido capturado

[ES PROBADO] Cabello fue nombrado en la misma acta de acusación que Maduro, pero no fue objetivo de la operación militar y permanece en Venezuela. Washington ofrece hasta 25 millones de dólares de recompensa por información que conduzca a su arresto. Cuando se le preguntó sobre Cabello en una conferencia de prensa en la Casa Blanca, el presidente Trump aparentemente no reconoció su nombre.

La respuesta real a por qué no capturan a Cabello tiene tres capas:

- Utilidad táctica: Cabello controla mecanismos internos de seguridad e inteligencia y las milicias (colectivos). Capturarlo generaría un vacío que podría desestabilizar el país más que dejarlo operar.
- Cálculo económico: Estados Unidos quiere acceso al

petróleo y minerales venezolanos. Una segunda operación contra Cabello rompería cualquier posibilidad de acuerdo con Rodríguez.

- Limitación operativa real: Cabello tiene redes propias, lealtades militares fraccionadas y colectivos armados. No es un objetivo fácil sin riesgo de guerra de baja intensidad prolongada.

- **ES INFERENCIA FUERTE]** Zair Mundaray, ex fiscal venezolano, señala que el clima de estabilidad jurídica que busca la administración Trump para explotar el petróleo venezolano no ocurrirá mientras Cabello permanezca en escena, porque él controla las milicias armadas y puede crear caos, encarcelar o secuestrar personas a voluntad.

1.4 El bloqueo humanitario previo como arma política

[ES PROBADO] Según OCHA, 7,9 millones de personas —más de una cuarta parte de la población— necesitaban asistencia humanitaria urgente antes del terremoto. En 2025, solo el 17% de los más de 600 millones de dólares requeridos para el Plan de Respuesta Humanitaria fue recibido.

[ES PROBADO] Las organizaciones de la sociedad civil, que entregaron el 58% de la asistencia humanitaria en 2025, han sido las más afectadas por los recortes de ayuda. Venezuela es una de las operaciones de ayuda menos financiadas a nivel mundial.

PARTE II — LOS TERREMOTOS DEL 24 DE JUNIO DE 2026: CRONOLOGÍA Y CIFRAS

2.1 El evento sísmico

[ES PROBADO] El 24 de junio de 2026, dos sismos consecutivos de magnitudes 7,2 y 7,5 golpearon la zona central de Venezuela, con epicentro en San Felipe (Yaracuy) y Yumare respectivamente, con apenas 39 segundos de diferencia. Son los más fuertes registrados en el país en más de un siglo. La región costera de La Guaira, al norte de Caracas, resultó la más devastada.

[ES PROBADO] Millones de dispositivos Android en Venezuela recibieron una alerta del sistema Google Earthquake Alerts System instantes antes del primer sismo. La respuesta no fue uniforme: muchos ciudadanos no tenían cultura sísmica sobre qué hacer.

2.2 Estadística de víctimas y daños (al 28 de junio de 2026)

CATEGORÍA	CIFRAS CONFIRMADAS (27 jun 2026)	ESTIMACIÓN PAGER / ONU
Fallecidos confirmados	1.430 (Jorge Rodríguez, 26-27 jun)	10.000–100.000 (prob. 40%)
Heridos	3.360+	—
Desaparecidos	51.000+ (lista redes sociales)	50.000 est. Tom Fletcher / ONU
Personas en necesidad humanitaria	6,7 M (ONU, estimación post-sismo)	—
Daños materiales directos	USD 6.700 M (est. preliminar)	USD 10.000–100.000 M (PAGER 48%)

Fuentes: Jorge Rodríguez (cifras oficiales), USGS PAGER, ONU/Tom Fletcher, Wikipedia Terremotos Venezuela 2026, OCHA.

[ES PROBADO] El USGS calculó que hay un 33% de probabilidades de que los muertos sean entre 1.000 y 10.000, y un 17% de que superen los 100.000, dado que la población de la región vive mayoritariamente en edificaciones vulnerables de mampostería de ladrillo sin armar y bloques de adobe.

2.3 Previsión sísmica futura: modelo de país comparable

[ES INFERENCIA FUERTE] Venezuela no tiene cultura sísmica ni código de construcción efectivamente aplicado. El riesgo de réplicas mayores en los próximos 6 meses es real: la zona de falla de San Felipe–Yumare no ha descargado toda su tensión acumulada.

PAÍS	SISMO DE REFERENCIA	CONDICIÓN PREVIA	LECCIÓN APLICABLE A VENEZUELA
Haití	7,0 Mw – Puerto Príncipe 2010 316.000 muertos	Estado fallido; pobreza extrema; sin código sísmico real	Sin institucionalidad, la reconstrucción se convierte en nueva crisis. La ayuda sin gobernanza produce dependencia, no resiliencia.
Chile	8,8 Mw – Maule 2010 525 muertos	Estado funcional; código sísmico; sociedad civil fuerte	El código sísmico y la cultura preventiva son la diferencia entre cientos y decenas de miles de muertos. Venezuela necesita ambos.
Ecuador	7,8 Mw – Pedernales 2016 676 muertos	Institucionalidad media; Defensa Civil activa; diáspora menor	La respuesta estatal rápida y la coordinación civil-militar redujeron la mortalidad secundaria. Clave: cadena de mando civil clara.
Turquía	7,8 Mw – Kahramanmaraş 2023 53.000 muertos	Estado funcionando pero construcción corrupta; similar al problema venezolano	La corrupción en construcción mata más que el sismo. Venezuela comparte ese vector de vulnerabilidad estructural sin haberlo resuelto.
Armenia (Colombia)	6,2 Mw – Eje Cafetero 1999 1.185 muertos	Región empobrecida; Estado colombiano limitado pero presente; sociedad civil fuerte	La reconstrucción liderada por comunidades organizadas con soporte estatal mínimo pero estable es el modelo más cercano a lo que Venezuela podría replicar si el Estado permite la autonomía civil.

La lección sintética de los cinco modelos comparados es que la mortalidad no la determina la magnitud del sismo sino

la vulnerabilidad estructural preexistente y la calidad de la respuesta institucional. Venezuela combina la vulnerabilidad estructural de Turquía y Haití con la ausencia institucional de Haití. Sin una transformación profunda de ambas variables, cualquier sismo de magnitud similar en los próximos años producirá consecuencias equivalentes o peores.

DIMENSIÓN	ANTES DEL TERREMOTO (ene–23 jun 2026)	DESPUÉS DEL TERREMOTO (24 jun 2026 →)
Sistema político	Entropía alta contenida: Rodríguez como presidente interina tutelada por EEUU; Cabello controla colectivos; oposición sin fecha electoral	Entropía crítica: legitimidad del régimen depende de gestionar una reconstrucción que no puede gestionar solo
Sistema humanitario	7,9 M en necesidad; solo 14% financiado del plan ONU; sanciones bloquean canales	6,7 M adicionales en riesgo directo; sanciones suspendidas temporalmente; 25 equipos ONU + 1.000 especialistas
Sociedad civil	Organizada pero marginalizada; 1.400 protestas en 1er semestre 2026	Actor central de rescate: visible, documentada, internacionalmente reconocida. Capital político en formación.
Diáspora	7 M dispersos; remesas vitales pero sin canal institucional; políticamente fragmentada	Activada como red global de solidaridad; primer ensayo de coordinación transnacional estructurada
Relación EEUU-Venezuela	Tensión táctica: Rubio gestiona a Rodríguez; petróleo fluye; Machado bloqueada; Cabello libre	Cooperación humanitaria forzada; presencia militar americana legitimada; presión por regreso de Machado se hace indetenible
Infraestructura física	Deterioro crónico; mampostería sin armar dominante; sin cultura sísmica	Colapso parcial de aeropuerto Maiquetía; hospitales desbordados; 6.700 M en daños directos; curva de réplicas activa

PARTE III — MARCO TEÓRICO: ENTROPÍA Y NEGUENTROPÍA EN SISTEMAS SOCIO-POLÍTICOS

3.1 Definición operativa aplicada a Venezuela

En termodinámica, la entropía mide el grado de desorden en un sistema cerrado; la neguentropía (entropía negativa) mide la capacidad de un sistema para generar y mantener orden. En su revisión del estado del arte publicada en el Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela, Jaimes, Ramos, Pineda y Jaimes (2026) analizan la articulación entre entropía social y sociedad neguentrópica, inscribiéndose en el marco de la complejidad, sus principios y visión sistémica. Su aporte distingue entre entropía física (S°phys), entropía propia (S°p) y entropía de información (S°inf), estableciendo que la neguentropía no es la simple ausencia de desorden sino la capacidad activa de un sistema para generar organización sostenida frente a fuerzas disipativas. Es precisamente ese marco el que permite medir aquí, con precisión analítica, qué actores venezolanos producen orden funcional y cuáles generan desorden estructural, independientemente de su discurso.

Para este análisis se define:

- ACTUACIÓN ENTRÓPICA (desorden): toda acción que destruye información verificable, bloquea la circulación de recursos vitales, fragmenta la coordinación entre actores, produce opacidad, concentra el poder de manera que inhibe la respuesta colectiva, o genera violencia no funcional.
- ACTUACIÓN NEGENTRÓPICA (orden/resiliencia): toda acción que genera información verificable y pública, facilita la circulación de recursos, coordina actores dispersos, produce transparencia, distribuye la capacidad de respuesta, o canaliza tensión social hacia soluciones funcionales.

3.2 Comparación entrópica: antes y después de los terremotos

La tabla anterior revela un patrón sistémico de alta importancia analítica: el terremoto no invirtió las polaridades entrópicas de ningún actor, las amplificó. Los actores que ya producían orden (sociedad civil, diáspora) lo produjeron con mayor intensidad. Los actores que ya producían desorden (Estado fallido) lo produjeron con mayor visibilidad. Lo que cambió no fue la naturaleza de los actores sino la exposición de su naturaleza ante el mundo.

3.3 Reflexión teórica: ¿puede un Estado fallido generar neguentropía? La paradoja venezolana actual es que el Estado fallido no ha desaparecido: sigue siendo el único actor con el monopolio formal de la fuerza y el control territorial. Esto significa que su capacidad entrópica no solo no se ha reducido —se ha concentrado. Un Estado funcional distribuye la generación de orden entre múltiples instituciones. Un Estado fallido concentra el control sin distribuir la capacidad de respuesta, produciendo lo que podríamos llamar entropía concentrada: máximo desorden funcional con máxima apariencia de control.

[ES INFERENCIA FUERTE] La militarización de La Guaira y el monopolio del PSUV sobre los centros de acopio no son fallas del sistema venezolano: son su funcionamiento normal. El régimen produce orden para sí mismo (control territorial, flujo de rentas petroleras, represión de la disidencia) y desorden para la población (opacidad, restricción de movilidad, monopolio de la información). Esta es la definición precisa de un sistema entrópico que simula neguentropía.

PARTE IV — ANÁLISIS POR ACTORES: TABLA ENTRÓPICA Y LO QUE NO ESTAMOS VIENDO

4.1 Matriz de entropía y neguentropía por actor

ACTOR	ACTOS ENTROPICOS (Desorden)	ACTOS NEGENTRÓPICOS (Orden / Resiliencia)	RESULTADO NET
Estado Fallido (Delcy, Diosdado, Jorge Rodríguez)	Militarización La Guaira; código QR; monopolio PSUV en acopio; bloqueo 85 sitios web; detenciones arbitrarias; información opaca; retardo en cifras; colapso hospitalario previo	Declaración zona de desastre; apertura parcial aeropuerto; aceptación de ayuda internacional; llamado a unidad nacional	ALTA ENTROPÍA. El régimen produce más desorden del que puede administrar. Su respuesta institucional es estructuralmente insuficiente.
Pueblo venezolano (Sociedad civil + barrios)	Ausencia de cultura sísmica; pánico inicial; desinformación en redes; listas de desaparecidos no verificadas	Rescate espontáneo con herramientas propias; cocinas solidarias; centros de acopio civiles; redes profesionales independientes (médicos, ingenieros, psicólogos); plataformas digitales de búsqueda	NEGUENTROPÍA ALTA. La sociedad civil genera orden local donde el Estado falla. Es el principal productor de estabilidad inmediata.
Diáspora venezolana	Fragmentación política interna; riesgo de politización de la ayuda; fraudes en campañas de donación	Recaudación internacional; remesas de emergencia sin comisión; brigadas técnicas (arquitectas, ingenieros, médicos); amplificación documental internacional; plataformas AcopioVE y similares	NEGUENTROPÍA MEDIA-ALTA. Actor estratégico de largo plazo, pero fragmentado políticamente y sin canal institucional de retorno.
EEUU (Trump-Rubio-Comando Sur)	Sanciones históricas que debilitaron infraestructura civil; captura de Maduro sin plan de transición; legitima a Rodríguez sin exigir elecciones; bloquea regreso de Machado	USD 150 M + segundo paquete anunciado; suspensión temporal de sanciones; equipo DART 250 personas; General Jarrard en Caracas; terminales Starlink; supervisión financiera de ingresos petroleros vía KPMG	ENTROPÍA ESTRUCTURAL, NEGUENTROPÍA TÁCTICA. Genera orden en la emergencia mientras perpetúa el desorden institucional con Rodríguez como interlocutora.
Militares venezolanos (FANB / Padrino López)	Control territorial represivo; militarización de La Guaira; obstáculo al paso de ayuda civil	Gestión de código QR como logística (argumentada); aceptación de rescatistas internacionales; no activación de colectivos contra ayuda extranjera	ACTOR AMBIGUO. Oscila entre control represivo y colaboración táctica. Lealtad frágil y fragmentada entre bloques internos.

4.2 Lo que no estamos viendo en cada actor — Perspectivas a revisar Estado fallido (Delcy, Diosdado, Jorge Rodríguez, Padrino López)

Lo que vemos: militarización, opacidad, corrupción, obstaculización humanitaria.

Lo que NO estamos viendo:

- La fractura interna real entre el bloque Rodríguez y el bloque Cabello-Padrino. No son un equipo: son tres centros de poder en negociación permanente y tensa. Tratar al régimen como monolítico nos impide ver las fisuras que podrían aprovecharse.
- La dependencia estructural que el régimen tiene de la ayuda americana para pagar salarios públicos. Rodríguez no puede sobrevivir políticamente sin el dinero que Washington supervisa vía KPMG. Eso es leverage real que no se está usando para exigir apertura política.
- El hecho de que la militarización, aunque represiva, tiene una función logística real en un estado devastado sin infraestructura civil. Criticarla sin proponer alternativas coordinadas de gestión civil es correcto moralmente pero insuficiente estratégicamente.

Pueblo venezolano (sociedad civil organizada y barrios)

Lo que vemos: solidaridad extraordinaria, rescate espontáneo, redes digitales.

Lo que NO estamos viendo:

- La diferencia interna entre comunidades de oposición y comunidades históricamente chavistas, muchas de las cuales no confían en las redes organizadas por grupos con connotación política opositora. La ayuda politizada genera rechazo en precisamente los barrios más vulnerables.
- El agotamiento acumulado. Venezuela lleva más de una

década en crisis permanente. La resiliencia tiene límites físicos y psicológicos. La movilización actual es extraordinaria, pero no es indefinidamente sostenible sin institucionalización.

- El potencial de convertir el capital organizativo del rescate en plataforma política estructurada. Eso no ocurre espontáneamente: requiere liderazgo, estrategia y tiempo, tres cosas que el contexto de emergencia dificulta.

Diáspora venezolana

Lo que vemos: recaudación global, remesas, brigadas técnicas, amplificación mediática.

Lo que NO estamos viendo:

- La fragmentación política interna de la diáspora, que no es un bloque homogéneo. Hay diásporas de distintas generaciones, ideologías y países de acogida con visiones incompatibles sobre cómo debe ser la Venezuela del futuro.
- El riesgo de que la narrativa de la diáspora sobre Venezuela sea más útil para la política exterior de los países de acogida que para la reconstrucción real del país. La diáspora en Miami tiene incentivos distintos a la diáspora en Bogotá, Madrid o Lima.
- El hecho de que muchos profesionales de la diáspora no regresarán incluso si las condiciones mejoran, porque han construido vidas, carreras y familias en sus países de acogida. Planificar la reconstrucción contando con el retorno masivo de la diáspora es un error de cálculo grave.
- La necesidad de canales institucionales verificados para que las donaciones lleguen sin pasar por el régimen. La suspensión de sanciones de EEUU abre esa ventana, pero nadie ha diseñado todavía la arquitectura de distribución.

Gobierno de EEUU (Trump, Rubio, Comando Sur)

Lo que vemos: ayuda humanitaria, presencia militar, gestión financiera, presión sobre Rodríguez.

Lo que NO estamos viendo:

- Que la estrategia Rubio prioriza los intereses energéticos americanos sobre la transición democrática real. El petróleo fluye, los salarios se pagan, y Machado sigue bloqueada. Eso no es gestión democrática: es colonialismo fiscal funcional.
- Que la legitimación de Rodríguez por parte de Washington tiene un costo político interno en Venezuela que ningún analista americano está midiendo adecuadamente: cada llamada de Rubio a Rodríguez es una señal para los venezolanos de que el cambio real no llegará por la vía americana.
- Que la presencia del General Jarrard del Comando Sur en Caracas establece un precedente de penetración militar en territorio venezolano que puede volverse problemático en cualquier escenario de inestabilidad posterior, independientemente de su justificación humanitaria actual.
- Que el regreso de Machado se ha vuelto inevitablemente parte del escenario, y Washington aún no tiene una postura coherente sobre cómo manejarlo sin perder el control del ritmo de la transición.

Militares venezolanos (FANB, Padrino López)

Lo que vemos: control territorial, militarización del rescate, obstrucción de ayuda civil.

Lo que NO estamos viendo:

- La fragmentación real dentro de la FANB: hay oficiales que colaboran con la ayuda internacional, otros que la obstaculizan activamente, y otros que simplemente no saben qué hacer. Tratar a los militares como un bloque monolítico es un error.
- Que Padrino López es el eslabón más frágil del cuarteto de poder. Su lealtad no es ideológica sino pragmática, y puede cambiar si percibe que el costo de sostener el régimen supera el beneficio de hacerlo.
- Que la FANB tiene una deuda histórica con la población venezolana por su complicidad en dos décadas de deterioro. En cualquier escenario de transición real, esa deuda deberá resolverse judicialmente o mediante amnistía negociada. Ignorarla garantiza que los militares bloqueen cualquier proceso de cambio.

PARTE V — MARCO JURÍDICO INTERNACIONAL: MILITARIZACIÓN DE LA AYUDA HUMANITARIA

5.1 Los principios humanitarios violados

[ES PROBADO] Amnistía Internacional señaló que los principios humanitarios internacionales y el derecho internacional de los derechos humanos deben guiar la obtención y el despliegue de los recursos de emergencia: humanidad, imparcialidad, neutralidad e independencia. Estos principios emanan de la Resolución 46/182 de la Asamblea General de la ONU (1991) y constituyen el marco normativo básico de toda respuesta humanitaria.

[ES PROBADO] La ONU pidió expresamente proteger el espacio digital, documentando el bloqueo arbitrario de al menos 85 sitios web y restricciones contra 39 medios y plataformas informativas. La portavoz de derechos humanos de la ONU declaró: "La libertad de información es siempre fundamental, y más aún en situaciones como esta, en las que el acceso a la información puede salvar vidas."

5.2 Las conductas documentadas que violan el DIH

[ES PROBADO] El sistema de acceso mediante códigos

QR implementado por el gobierno, junto con el bloqueo de la Guardia Nacional a personas que transportaban alimentos, agua e insumos humanitarios hacia sectores como El Junquito, configura una restricción documentada al acceso humanitario.

[ES PROBADO] La alcaldesa de Charallave (Miranda) prohibió la instalación de centros de acopio civiles y canalizó las donaciones exclusivamente a través del PSUV. El alcalde de Campo Elías (Mérida) adoptó la misma medida.

[ES PROBADO] Las 40 organizaciones firmantes de la carta del 27 de junio señalaron el precedente de 1999 (deslave Vargas): militarización documentó detenciones arbitrarias, desapariciones forzadas, ejecuciones extrajudiciales, uso excesivo de la fuerza, restricciones indebidas a la circulación y obstáculos para organizaciones humanitarias.

[ES PROBADO] Amnistía Internacional subrayó la necesidad urgente de que organismos humanitarios y familiares tengan acceso a todos los centros de detención, donde más de 400 presos políticos permanecen retenidos en condiciones de riesgo sísmico.

5.3 El argumento del régimen y su límite legítimo

El argumento del régimen —que la restricción de acceso busca facilitar el rescate evitando el colapso del tráfico— tiene una base logística real que no puede descartarse completamente. En zonas de desastre, el acceso no coordinado puede entorpecer las operaciones de rescate. El problema no es la restricción en sí sino quién controla los canales autorizados y con qué criterios de distribución se aplica la ayuda. Cuando esos canales son exclusivamente partidistas, la restricción humanitaria se convierte en instrumento político.

PARTE VI — DIÁSPORA Y SOCIEDAD CIVIL: CAPITAL HUMANO Y LÍMITES REALES

6.1 El capital humano de la diáspora

[ES PROBADO] Cerca de 7 millones de venezolanos refugiados y migrantes vivían en América Latina y el Caribe en mayo de 2026. La diáspora incluye ingenieros, médicos, docentes, emprendedores, artistas, científicos, obreros calificados y líderes comunitarios. Venezuela ha sembrado presencia en más de 100 países.

[ES PROBADO] La Asociación de Venezolanos en Valladolid (AVeVa) organizó campaña de recogida de ayuda. Canarias, con 90.000 venezolanos, decretó luto oficial. Decenas de puntos de recogida funcionaron en Madrid, Barcelona, Valencia, Oviedo, Palma y Tenerife. El Ejecutivo canario trabaja en movilización de psicólogos y técnicos para reconstrucción.

[ES PROBADO] Desde Barcelona, una arquitecta lidera un fondo que rehabilita viviendas en Mérida. Desde Miami, un grupo de ingenieros desarrolla software para optimizar clínicas rurales. Desde Santiago, una cooperativa exporta cacao venezolano con sello de origen.

6.2 La sociedad civil dentro de Venezuela

[ES PROBADO] En muchos barrios los primeros en llegar no fueron los equipos especializados, sino los propios vecinos. Con picos, palas, gatos hidráulicos, cuerdas e incluso con sus propias manos, centenares de personas comenzaron a retirar escombros. Arquitectos, ingenieros, médicos, psicólogos y voluntarios crearon redes independientes para inspeccionar edificios dañados.

[ES PROBADO] Parques, plazas, bancos, comercios y centros deportivos funcionan como enormes centros de acopio de ayuda humanitaria organizada casi exclusivamente por la sociedad civil. Numerosos restaurantes dejaron de atender clientes para convertirse en cocinas solidarias.

[ES PROBADO] Diversas iniciativas ciudadanas, comunidades tecnológicas y empresas privadas habilitaron plataformas digitales para búsqueda de desaparecidos, registro de personas localizadas, reporte de daños estructurales, ubicación de centros de acopio y coordinación de voluntarios.

6.3 El obstáculo que las crónicas no mencionan

[ES PROBADO] La suspensión temporal de sanciones por el Departamento del Tesoro de EEUU —autorizada hasta el 23 de octubre de 2026— abre por primera vez canales financieros directos entre organizaciones de la diáspora y actores dentro de Venezuela sin necesidad de pasar por el gobierno. Es la herramienta más importante que tiene la diáspora en este momento.

PARTE VII — MARCO RUBIO, EL PLAN DE TRES FASES Y EL TERREMOTO COMO ACELERADOR NO DESEADO

7.1 Las declaraciones de Rubio del 25 de junio de 2026

[ES PROBADO] El 25 de junio, desde Baréin, Rubio declaró: "Solo quiero iniciar con un par de puntos sobre este terremoto en Venezuela. Tuve la oportunidad de hablar más temprano esta mañana con Delcy Rodríguez, la presidenta interina. Ya estamos desplegando equipos de búsqueda y rescate del Condado de Fairfax en Virginia y de Los Ángeles."

[ES PROBADO] Cuando un periodista le preguntó si el terremoto podía desestabilizar el proceso de estabilización en curso, Rubio respondió: "No, en este momento no me preocupa eso. En este momento nos preocupa que hay personas atrapadas en los escombros. Obviamente los terremotos no son parte del proceso de estabilización, pero estas son cosas para las que no se planifica."

La frase 'no me preocupa eso' ante la pregunta sobre la estabilización es analíticamente la más importante. Tiene dos

lecturas: no lo había pensado todavía (improvisación) o no quería abordarlo públicamente (evasión). En ninguna de las dos hay estrategia consolidada.

7.2 El plan de tres fases y sus fisuras

[ES PROBADO] Desde enero, Rubio articuló una hoja de ruta: primero, estabilizar el país; segundo, establecer un marco para elecciones presidenciales libres y justas; tercero, normalización e integración de Venezuela a la comunidad internacional.

[ES PROBADO] Los ingresos derivados de la venta de petróleo venezolano están siendo administrados bajo supervisión financiera en Estados Unidos, depositados en una cuenta bancaria en Nueva York y auditados por KPMG, utilizados para pagar salarios de trabajadores públicos venezolanos.

El núcleo real de la estrategia Rubio es control financiero del Estado venezolano como mecanismo de presión y dependencia. No es ayuda: es colonialismo fiscal funcional. El régimen de Rodríguez no puede pagar maestros, bomberos ni policías sin el visto bueno de Washington.

7.3 La paradoja Machado

[ES PROBADO] Reuters reveló que un nuevo esfuerzo de Machado para obtener ayuda de EEUU para volver a Venezuela en medio de la catástrofe está causando frustración entre altos funcionarios en Washington. Un funcionario bajo anonimato declaró: "Apoyamos su regreso a Venezuela, pero ¿tiene que ser justo 24 horas después de una catástrofe humanitaria masiva en la que la cifra de muertos sigue aumentando?"

[ES PROBADO] Encuestadora Meganálisis indicó que más del 70% de la población apoyaría a María Corina Machado como presidenta. Washington dice querer democracia en Venezuela pero teme al candidato que los venezolanos elegirían democráticamente.

[ES PROBADO] El politólogo Eduardo Gamarra declaró: "Ahora no puedes parar su regreso a Venezuela, tiene que ser parte de esta reconstrucción. Muchos venezolanos quieren que ella esté ahí. Y Trump tendrá que manejar esa situación de alguna manera."

PARTE VIII — ESCENARIOS A SEIS MESES: EL EJE SERÁN LAS REACCIONES

.1 El principio organizador

En los próximos seis meses (julio–diciembre 2026) Venezuela no se definirá por documentos ni discursos sino por reacciones: cómo reacciona Cabello cuando el rescate internacional reduce su control territorial; cómo reacciona la sociedad civil cuando el régimen intente recuperar el monopolio de la reconstrucción; cómo reacciona Washington cuando Machado regrese; cómo reacciona la FANB cuando su utilidad para el régimen disminuya. Los escenarios a continuación están construidos desde ese eje de reacciones, no de intenciones declaradas.

ESCENARIO	PROB.	ESTADO FALLIDO	PUEBLO / SOC. CIVIL	DIÁSPORA	WASHINGTON
A — Estabilización tutelada prolongada	50%	Rodríguez gestiona reconstrucción con dinero americano. Cabello opera en sombra. Sin elecciones en 2026.	Continúa rescate y reconstrucción civil paralela. Frustracion creciente sin canal político.	Financiamiento sostenido. Sin retorno masivo. Machado bloqueada desde Washington	Extrae petróleo, paga salarios vía KPMG, difiere elecciones. Presencia militar humanitaria permanente.
B — Colapso reputacional y presión para transición	30%	Mala gestión documentada. Corrupción en distribución de ayuda. Protestas masivas.	Detonante político. Sociedad civil se convierte en plataforma electoral. Regreso de Machado.	Rol activo: financia, coordina, legitima. Presión real sobre Washington para elecciones.	Forzado a acelerar hoja de ruta electoral. Acepta a Machado como inevitable.
C — Fractura interna del chavismo	15%	Tensión Rodríguez vs. Cabello explota. Colectivos activan violencia. Estado en fragmentación.	Atrapada entre fuegos. Rescate imposible en zonas de conflicto.	Paralizada. Riesgo de perder contacto con familiares en zonas de conflicto.	Dilema: intervención costosa vs. colapso regional. Sin buena opción.
D — Réplicas sísmicas mayores + colapso humanitario	5%	Quiebre total de capacidad estatal. Zona costera inhabitable.	Éxodo interno masivo. Sociedad civil rebasada.	Crisis de remesas. Retorno de migrantes a Venezuela revertido.	Crisis migratoria regional. Posible intervención humanitaria directa de ONU.

.2 Lectura del escenario más probable: A con presión creciente hacia B

[ES INFERENCIA FUERTE] El Escenario A (estabilización tutelada prolongada) es el más probable porque Washington lo prefiere y el régimen lo acepta por supervivencia. Pero la dinámica interna empuja sostenidamente hacia el Escenario B: cada día que pasa sin elecciones, con mala gestión documentada y con la sociedad civil visible como el actor eficiente del rescate, erosiona la legitimidad residual del régimen. El terremoto no cambia el destino; acelera el reloj.

[ES SUPOSICIÓN] Si el regreso de Machado se produce antes de diciembre de 2026 —lo cual ahora aparece más probable que improbable— el eje político cambia completamente: deja de ser una negociación entre Washington y Rodríguez para convertirse en una competencia de legitimidades entre quien controla el Estado formal y quien tiene el respaldo real de la población. En ese escenario, la diáspora y la sociedad civil organizada son la infraestructura de una presidencia alternativa, no meramente actores humanitarios.

.3 La pregunta final que nadie se está haciendo

Todos los análisis sobre Venezuela en este momento asumen que la transición, si ocurre, será hacia algo mejor. Eso no está garantizado. Si la transición produce un Estado débil sin capacidad para reconstruir la infraestructura física, garantizar la seguridad jurídica que requiere la inversión o resolver la deuda social acumulada, el resultado puede ser una Venezuela post-chavismo que falla de maneras distintas, pero igualmente devastadoras. La neguentropía real —el orden duradero— requiere instituciones funcionales, no solo líderes legítimos.

NOTAS Y FUENTES CONSULTADAS

Las siguientes fuentes fueron consultadas y citadas en el análisis. Para uso académico formal, deben verificarse y formatearse según la normativa conveniente.

- Jaimes, E., Ramos, Y., Pineda, N., & Jaimes, E. (2026). Entropía social o una sociedad neguentrópica: Revisión del estado del arte. Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, (70), 64. ISSN 1317-6781. Recuperado de https://n2t.net/ark:/42414/banih/702026/65 [Marco teórico principal del análisis entrópico aplicado en este documento]
- ACLED (Armed Conflict Location & Event Data Project). Informe sobre protestas Venezuela, primer semestre 2026.
- Amnistía Internacional (25 junio 2026). "Los derechos humanos deben guiar la respuesta al terremoto en medio de la crisis devastadora." amnistia.org.mx
- Breda, L. CNN Español (24 junio 2026). Análisis sobre gestión del desastre y legitimidad de Rodríguez.
- Dejusticia (4 enero 2026). "Condenamos intervención de EE.UU. en Venezuela y exigimos respuestas urgentes de actores multilaterales." dejusticia.org
- El Tiempo (27 junio 2026). "La carta de 40 ONG sobre militarización en La Guaira, en Venezuela, tras terremotos."
- Gamarra, E. (Florida International University). Declaraciones a Reuters y La Nación Argentina, junio 2026.
- Human Rights Watch (enero 2026). Declaración sobre operación Absolute Resolve.
- Infobae (26 junio 2026). "El mundo se moviliza para asistir a Venezuela con rescatistas, ayuda humanitaria y recursos."
- La Nación Argentina (27 junio 2026). "La catástrofe por los terremotos, una prueba de fuego para la tutela de EE.UU. sobre Venezuela."
- LatinAmerican Post (26 junio 2026). "Venezuela Quakes Expose the Fault Lines Beneath Latin America's Resilience."
- Marea Socialista (24 junio 2026). "Ante la emergencia catastrófica y humanitaria que atraviesa Venezuela." aporrea.org
- Meganálisis. Encuesta de opinión política venezolana, junio 2026.
- Mundaray, Z. (ex fiscal venezolano). Declaraciones sobre Cabello y estabilidad petrolera, junio 2026.
- Mundiario (28 junio 2026). "Voluntarios, vecinos y rescatistas desafían el caos tras los devastadores terremotos en Venezuela."
- Mundiario (27 junio 2026). "España se vuelca con Venezuela: la comunidad internacional despliega una gran operación de rescate."
- OCHA (2025-2026). Venezuela Humanitarian Response Plan. Informes de financiamiento.
- OHCHR (6 enero 2026). "Türk afirma que la operación estadounidense en Venezuela vulnera claramente los principios del derecho internacional."
- ONU Ginebra (6 enero 2026). "Rendir cuentas por las violaciones de derechos humanos no se logra mediante una intervención militar unilateral."
- RadioAmericaVe.com (julio 2025). "Diáspora venezolana: talento en fuga y resistencia silenciosa."
- Reuters (27 junio 2026). Informe sobre gestiones de Machado para regresar a Venezuela.
- RTVC (25 junio 2026). "Terremoto en Venezuela: minuto a minuto y última hora en directo."
- Rubio, M. (25 junio 2026). Declaraciones de prensa desde Baréin sobre el terremoto de Venezuela.
- Rubio, M. (mayo 2026). Entrevista Fox News / Air Force One sobre transición venezolana.

- USGS PAGER (24 junio 2026). Estimaciones de probabilidad de fatalidades y daños económicos.
- Wikipedia (2026). "Terremotos de Venezuela de 2026." Última actualización: 28 junio 2026.
- WOLA (3 enero 2026). "La intervención militar unilateral de Estados Unidos para remover al dictador Nicolás Maduro viola el derecho internacional."
- WSJ. Análisis sobre Cabello y advertencias de segunda intervención americana.

- *Documento elaborado con metodología de investigación transdisciplinaria.*

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/143

NUEVO MARCO REGULATORIO PARA EL SECTOR AGRÍCOLA EN MATERIA FISCAL Y OTRO TIPO DE OBLIGACIONES[1]

Conferencia del Dr. Gerardo MENDOZA D. (Agrotributos CA)[2]

RESUMEN

El sector agrícola venezolano experimenta una transición profunda desde un régimen fiscal históricamente favorable hacia un entorno de alta presión tributaria. La eliminación de la exoneración del Impuesto sobre la Renta (ISLR) en 2023 y la expansión de obligaciones fiscales, laborales y administrativas han configurado un ecosistema de 24 frentes de gerencia tributaria que desafían la sostenibilidad de las unidades de producción. Este estudio analiza la evolución del marco fiscal entre 1999 y 2026, el impacto económico de los tributos directos e indirectos y el rol crítico de la contabilidad profesional en la gestión agrícola contemporánea. Los resultados evidencian que la modernización gerencial y la formalidad institucional son condiciones indispensables para la competitividad del sector primario en Venezuela.

Este documento presenta un análisis detallado del entorno tributario y laboral del sector agrícola venezolano, destacando la transición desde un esquema de amplios beneficios hacia una presión fiscal extrema que actualmente puede absorber cerca del 50% de las ganancias. Tras el fin de 23 años de exoneraciones del ISLR en 2023, los productores deben gestionar hasta 24 frentes impositivos distintos. Se enfatiza que la informalidad contable constituye el mayor riesgo para las fincas, dado que el Estado puede aplicar sanciones severas con una retroactividad de hasta diez años. El contenido subraya, además, la desconexión entre leyes de carácter industrial —como la LOPCYMAT— y la realidad operativa del campo tropical, así como el elevado costo de los aportes parafiscales, que pueden duplicar el valor real de cada salario. Finalmente, se plantea un llamado a la modernización gerencial y a la transparencia, sugiriendo que solo mediante registros precisos y una gestión administrativa profesionalizada el sector podrá enfrentar la actual voracidad fiscal y asegurar su sostenibilidad.

ABSTRACT

The Venezuelan agricultural sector is undergoing a profound transition from a historically favorable tax regime to an environment of high tax pressure. The elimination of the Income Tax (ISLR) exemption in 2023 and the expansion of tax, labor, and administrative obligations have created an ecosystem of 24 tax management fronts that challenge the sustainability of production units. This study analyzes the evolution of the tax framework between 1999 and 2026, the economic impact of direct and indirect taxes, and the critical role of professional accounting in contemporary agricultural management. The results demonstrate that managerial modernization and institutional formalization are essential conditions for the competitiveness of the primary sector in Venezuela.

This document presents a detailed analysis of the tax and labor environment of the Venezuelan agricultural sector, highlighting the transition from a system of broad benefits to an extreme tax burden that can currently absorb nearly 50% of profits. Following the end of 23 years of income tax exemptions in 2023, producers must manage up to 24 different tax fronts. The report emphasizes that informal accounting poses the greatest risk to farms, given that the State can apply severe penalties retroactively for up to ten years. It also underscores the disconnect between industrial-scale laws—such as the LOPCYMAT (Organic Law on Prevention, Conditions and Working Environment)—and the operational realities of tropical agriculture, as well as the high cost of parafiscal contributions, which can double the real value of each salary. Finally, it calls for managerial modernization and transparency, suggesting that only through accurate record-keeping and professional administrative management can the sector confront the current tax burden and ensure its sustainability.

Palabras clave: Tributación agrícola, contabilidad agropecuaria, ISLR, parafiscalidad, carga fiscal.
Keywords: Agricultural taxation, agricultural accounting, income tax, parafiscality, tax burden.

[1] Compilador Ing. Miguel Padrón secretario ejecutivo de la Comisión de Agricultura ANIH.

[2] Licenciado en Administración de Empresas Agropecuarias Universidad Sur del Lago. Especialista en Gerencia Tributaria por la Universidad Católica del Táchira. Magister en Gerencia de Empresas Agrícolas por UNET. Maestría en Economía Financiera y Contabilidad 2008-2010 y Doctorando en Economía y Dirección de Empresas, en la Escuela de Técnicas Empresariales de la Universidad de Deusto, en San Sebastián, España. Profesor investigador en la UCAT y profesor invitado en UNET, LUZ, UNESUR y en el IESA. Director General de Agroinformática CA y Agrotributos CA. gerardo.mendoza@agrotributos.com.ve

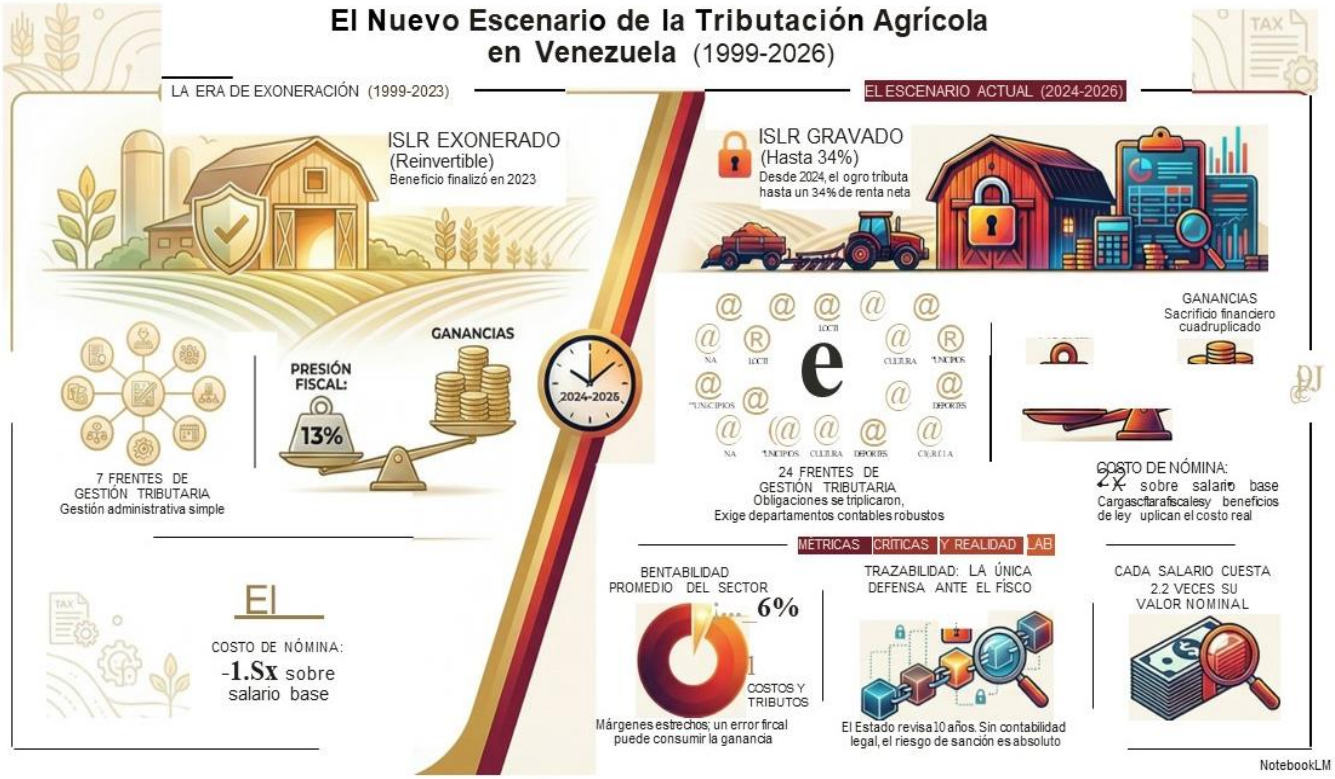
INTRODUCCIÓN[3]

La transformación del marco fiscal y laboral que enfrenta hoy el sector agrícola venezolano ha redefinido por completo las condiciones bajo las cuales operan las unidades de producción. Tras décadas de amplias exoneraciones y regímenes especiales, los productores se encuentran ahora sometidos a una presión tributaria inédita, con más de veinte obligaciones simultáneas que exigen una gerencia técnica, formal y permanentemente actualizada. Este viraje —acentuado por el fin de la exoneración del Impuesto sobre la Renta y la creciente rigurosidad de los entes fiscalizadores— convierte la contabilidad profesional y la planificación financiera en pilares indispensables para la supervivencia del negocio agrícola.

En este nuevo escenario, la actividad agropecuaria ya no puede sostenerse sobre prácticas empíricas ni estructuras administrativas mínimas. La modernización del sector demanda una transición hacia modelos de gestión corporativa capaces de atender un ecosistema de 24 frentes tributarios, laborales y administrativos que requieren equipos especializados, registros precisos y una visión estratégica de largo plazo. La eficiencia operativa, por sí sola, resulta insuficiente si no se acompaña de una arquitectura gerencial que permita cumplir con las obligaciones formales sin comprometer la rentabilidad.

La exposición del conferencista analiza con detalle este entorno fiscal y laboral, evidenciando cómo la combinación de cargas impositivas, aportes parafiscales y normativas industriales descontextualizadas del campo tropical ha elevado el costo real de producir alimentos en Venezuela. Asimismo, advierte sobre los riesgos de la informalidad contable —incluida la posibilidad de sanciones retroactivas de hasta diez años— y subraya la urgencia de adoptar prácticas de transparencia y control interno. En conjunto, estos elementos delinean un mensaje claro: solo mediante una modernización gerencial integral y una institucionalidad sólida podrán las fincas venezolanas mantener su competitividad y resistir la voracidad fiscal del entorno actual.

El entorno económico y legal del sector primario en Venezuela ha experimentado una transformación radical en las últimas décadas. Lo que anteriormente podía gestionarse con estructuras administrativas mínimas, hoy demanda una **gerencia financiera de alto desempeño** debido a la complejidad de las obligaciones fiscales y parafiscales.



[3] Enlace a la video conferencia: https://youtu.be/ERdAnC2yApg

ALCANCE

El expositor desarrolló los siguientes aspectos:

1. Estatus de los beneficios fiscales de la actividad primaria, que se han venido muy a menos, hay bastante menos beneficios cada año.
2. Condición laboral actual de la actividad primaria. El tema de la ley del trabajo, la LOPCYMAT, los aportes para fiscales y todo lo que está alrededor de las formalidades laborales en el sector.
3. Nueva reforma tributaria en el sector primario. Referencia a las ocurridas en los años, en 2014, 2015 y 2020, que incluyen algunos tributos que no afectaban la actividad y que ahora son parte de la gerencia tributaria de las fincas.
4. La importancia de la contabilidad que abarca calidad gerencial en cuanto a la gerencia tributaria. Sin contabilidad es muy difícil cumplir todas las formalidades exigidas y conocer la gestión real negocio. La contabilidad es el conjunto de herramientas que le permiten conocer los hechos económicos de la gestión a través de los registros contables. Con el análisis de los estados financieros debería ser suficiente para entender todo lo que ocurre en la unidad de producción. En Venezuela es notable, cómo se ha hecho abstracción de la formalidad contable en el sector primario y como la explotación de alimentos en Venezuela se hace a espaldas de la organización empresarial. Afirma que toda la producción de alimentos se realiza a espalda de factores claves con registros contables muy elementales que no cumplen los principios básicos de contabilidad general. Después de aproximadamente 60 años, se ha desaprovechado la modernización del sector fiscal después de Pérez Jiménez y el doctor Caldera en segundo gobierno, cuando la renta pasó a ser renta mundial y dejó de ser solo territorial, encontramos con 360,000 fincas en Venezuela. de las cuales aproximadamente 130.000 deben ser ganaderas, solo 5% lleve registros contables en su gestión real y cálculo de la base imponible a efectos fiscales de forma confiable con información disponible para diagnosticar la viabilidad de los fundos con base a los registros.

ESTATUS DE LOS BENEFICIOS FISCALES DE LA ACTIVIDAD PRIMARIA

El conferencista destaca una regresión significativa en los beneficios que históricamente protegían al agro. La modernización de los sistemas productivos agrícolas exige integrar registros contables, indicadores de gestión y técnicas gerenciales avanzadas. Señala un cambio drástico en el país: hace años, una finca podía manejarse solo con una secretaria y un radio, pero hoy ese escenario no existe. Actualmente, el productor debe gerenciar **24 frentes de gerencia tributaria**, lo que requiere un equipo de alto desempeño (gerentes administrativos, financieros y expertos laborales) para no incurrir en incumplimientos ante los diversos portales fiscales.

En Venezuela, el régimen tributario venezolano de 1999 y hacia atrás tenía siete (7) cargas tributarias:

- El IVA, aprobado en el 93 o 94 con 5 años de vida, ya era parte activa de la gerencia tributaria de las fincas en Venezuela.
- Patente de industria y comercio o la patente municipal, que es realmente el impuesto sobre actividades económicas.
- Seguro social obligatorio como parte activa de toda nuestra industria era una obligación en las fincas venezolanas sea persona natural o jurídica.
- Política habitacional aprobada en los años 90
- Formalidades agrarias a nivel de Ministerio de Agricultura y Cría: Constancia de productor agrícola que permitía acceder a tasas de interés preferenciales, el catastro rural y otras imposiciones que hoy día son más severas y complejas, pero en aquel momento eran algo incipiente. En aquella época el decreto 1130 del MAT establecía el Registro Único campesino, hoy llamado RUNOPA, determinada el acceso al tema de los intereses bancarios.
- El impuesto sobre la renta existía, pero había una exención para los productores primarios. Ese tratamiento venía de los años 60. En el 78 comenzó a ser un impuesto territorial, antes era un impuesto cedular, primero con montos absolutos fijos y luego proporcional. porque eran impuestos que se aplicaban dentro del país. Hasta el 99 fue un impuesto territorial renta mundial, pero no perdió sus características. Antes del 99 el agro estaba exento de ese impuesto. Después del 99 la exención se perdió del todo. De hecho, desde el 99 el sector primario no ha estado exento de impuestos sobre la renta y las aduanas exigían cumplir con su paquete arancelario.

En la actualidad el escenario se ha complicado. El productor primario, indistintamente del tamaño que tenga la unidad, está obligado a gerenciar 24 frentes de gerencia tributaria, determinando que no puede hacer el trabajo solo y necesita una organización dentro de su empresa para administrar mejor sus recursos, delegar en gente capacitada las tareas administrativas, actualmente multiplicadas por cuatro, para no descuidar la gestión técnica. Se necesita un departamento de contabilidad con gerentes tributarios, expertos laborales y lo más importante, un gerente administrativo o financiero, que no tiene nada que ver con el gerente operativo, que es por lo general, el propio productor. Lo financiero exige un gerente específico con un equipo de alto desempeño para que no se pasen las fechas de retenciones, las fechas de integro de los impuestos, la comunicación en los 7 8 portales fiscales que tenemos, la relación con el SENIAT, con la alcaldía, con los tribunales laborales y llevar la contabilidad que debe ser manejada por la entidad y nunca delegada en terceros.

Hace 10 años, la agricultura la afectaba la mitad de las cargas tributarias aplicadas hoy. De ellas solo cuatro (4) benefician al sector. Fueron eliminadas:

- **Impuesto sobre la Renta (ISLR):** Durante 23 años (2000-2023), el sector operó bajo una exoneración

ejecutiva ininterrumpida que permitía reinvertir el impuesto en la unidad de producción. Esta exoneración finalizó en 2023, convirtiendo al ejercicio 2024 en el primer año gravable universal en casi un cuarto de siglo, con una alícuota del 34% pagadera en marzo de 2025. Si el productor no tenía contabilidad, ni registros confiables, no facturó, ni solicitó las facturas de los costos y gastos causados, su impuesto estuvo mal calculado o no lo pudo declarar. Estas obligaciones prescriben a los 10 años y el SENIAT tiene 10 años para revisar los ejercicios y cobrar los impuestos con intereses, sanciones, indexación, con toda una prerrogativa leonina de sanciones en divisas, que multiplican el monto por 10 o por 20. No es opción no llevar contabilidad o no declarar.

Siempre existió la obligación de declarar. Al principio se debía declarar, pero no se pagaba. Después del 99, estando exonerados, se declaraba pero el recurso financiero debía reinvertirse en la unidad de producción y demostrarlo al SENIAT y al Ministerio de Agricultura y Tierra.

- **Impuestos indirectos** INCE, a partir del 2014 es obligatorio en el sector primario 2% de la nómina, la LOCTI, la Ley Orgánica de Ciencia y Tecnología obligatoria para el sector primario desde 2015, 0,5% de los ingresos brutos. El estado graba sobre las nóminas cerca del 25%, cada cuatro (4) obreros contratado en costo representa entre cinco o seis obreros, es decir los impuestos tiene el valor del quinto y del sexto obrero. Esta categoría de impuestos indirectos se paga independiente del resultado económico de la gestión. En caso de no disponer de los recursos para pagarlos debe buscarlos para cumplir con ellos. En las economías poco desarrolladas, el estado depende mucho de su recaudación porque no tiene otras fuentes de ingreso importantes y entonces genera mayor cuantía de impuestos indirectos. Si usted genera ingresos, usted paga. No importa que usted no tenga ganancia, si usted gasta, usted paga IVA. No interesa que usted no tenga ganancia. Si usted tiene un patrimonio, usted paga por el patrimonio. Si usted factura, la alcaldía le cobra por la venta facturada, que es el ingreso bruto que usted declara. La situación no depende de si tengo ganancias o no. Similar con el aporte del seguro social, el aporte a la vivienda, el aporte al INCE o a la LOCTI.

  En resumen, en los países fallidos, la cantidad de impuestos indirectos es mucho mayor que la de los impuestos directos. Y cuando están en un país en vías de desarrollo o desarrollado, la cantidad de impuestos directos es mayor y de más impacto proporcional que la de los impuestos indirectos por lo tanto afecta menos a los ciudadanos.
- **Impuesto al Valor Agregado (IVA):** El productor primario es un "contribuyente formal". Al vender productos exentos (bovinos, porcinos, aves, semillas), no puede generar créditos fiscales, lo que convierte al IVA pagado en sus compras de insumos en un costo irrecuperable que abulta su estructura de costos.
- **Impuesto a los Grandes Patrimonios (IGP):** Es uno de los pocos beneficios que permanece. El sector primario está exento siempre que realice exclusivamente actividades de producción primaria; la transformación del producto anula este beneficio.
- **Tributación Municipal (ISAE):** Legalmente, el productor primario no está sujeto al Impuesto sobre Actividades Económicas. El productor debe solicitar solvencias de no contribuyente.
- **Tributos directos:** aquellos que graban la capacidad de contribuir no se pagan si no hay rentas u ocurrieron pérdidas. Son el impuesto sobre la renta, que hoy día es del 34% de la renta neta gravable, el impuesto a la ley del deporte o de la Ley Orgánica de Educación Física 1%. de la utilidad contable., y el impuesto al Fondo Nacional Antidroga 1% de la utilidad financiera.

En Venezuela son cinco grandes puntos neurálgicos que se deben revisar en toda finca:

- El impuesto sobre actividades económicas (ISAE). Hay muchas alcaldías pretendiendo cobrarlo a los productores primarios y los productores primarios no están sujetos y tienen que recordarlo siempre y acudir a la norma y a emitir un escrito y pedir una solvencia de no contribuyente. Esto está pasando todos los días en todos los estados, en casi todos los municipios. Pretenden cobrarle a la finca impuestos sobre actividades económicas y eso no es constitucional.
- Las medianerías y los servicios de tercería en el campo son actos de comercio. Tienen que tener cuidado con esto. Si su finca hace tercería, maneja animales a ajenos o cultivos ajenos y tienen un negocio compartido, deben tratarlo como un acto de comercio y tiene que pagar todos los tributos que existan. Esa actividad nunca ha sido primaria ni lo es ahora tampoco.
- El portal SENIAT tiene muchas deficiencias, las han ido arreglando, pero no todas. El departamento contable de la finca tiene que manejar muy bien esta información.
- El INCE y la LOCTI. El 89% de los productores incumple estos tributos. Hay que aportar el 2% como patrono y los trabajadores 0,5% de las utilidades que paga el patrono a fin de año y el patrono tiene que retener y entregar al INCE. En la LOTI la obligación es solamente patronal y el productor tiene que pagar el 0,5% de sus ingresos facturados y declarados al fondo de ciencia y tecnología.
- Impuesto sobre la renta: El beneficio de exoneración del pago de impuesto a la actividad agrícola duró 23 años. Fueron muchos decretos, uno atrás de otro y en el último decreto no fue renovado por el Ejecutivo Nacional y el agricultor comenzó a pagar el tributo. Los decretos de exoneración ininterrumpidos durante 23 años hicieron que el productor no pagara impuesto al SENIAT, pero estaba previsto que lo reinvirtiera en la finca y eso de alguna forma promovió el desarrollo agrícola a través de las inversiones realizadas. Quien realmente hizo sus reinversiones hoy está agradeciendo de los beneficios de esa norma. Él que no lo hizo o declaró cualquier cosa por salir del paso, carece de ese apalancamiento en sus activos, compra de vientres, sementales, construir carreteras, electrificación, cercas nuevas, no compró tractor, pues hoy es mucho más difícil hacerlo porque ahora 34% no se

queda en caja, sino que lo tiene que pagar al fisco de contado cada año. El productor tiene una responsabilidad de 10 años que no han prescrito. Desde el 2015 hasta hoy se le puede revisar por un funcionario fiscal toda la contabilidad y esa responsabilidad puede significar que tenga que pagar todo lo que no hizo o lo que hizo mal o lo que hizo a destiempo de forma extemporánea en esos 10 años. Toda la contabilidad desde 2026 tiene que ser perfeccionada y los registros organizados para saber a qué se enfrentan, conocer sus contingencias y reservar recursos para enfrentar una fiscalización de fondo que probablemente pueda llegar. Si hicieron todo bien, e hicieron buen uso del decreto de exoneración, también tienen que trabajar su contabilidad para demostrar que no deben nada, que todo está bien, porque podrían vivir momentos desagradables. La contabilidad, es el mejor soporte demostrativo de los hechos económicos ocurridos en la empresa.

- Impuesto al valor agregado. Favorece al sector agrícola con las exenciones, a la mayoría de los productos, a su transporte y otros servicios. La situación no ha cambiado en los últimos veinte años. (Ver Tabla 1) y no debería cambiar a corto plazo por sus beneficios. El productor debe saber que productos están exentos (Artículo 18) y cuales grabados para saber cuándo se paga IVA o cuando la factura tiene un pago indebido o es invalida y así resguardarse. Si la factura no debe cobrar el IVA y lo cobró, además del pago indebido no puede ser utilizada como crédito fiscal. Si un bien o un servicio tiene que estar grabado de IVA y viene sin IVA, no es legal y pierde su condición para la declaración del ISLR, el más importante de los tributos. Vale más mantener la legalidad integral del soporte que ahorrarse un 16% en el gasto.

Tabla 1. El sector primario frente al IVA

EXCENTOS	GRAVADOS
Porcinos aves y bovinos	Ovinos, caprinos y demás especies menores con alícuota preferencial de 8%
Semen, embriones, todo material para lograr reproducción y cría. También exentos los huevos fértiles y de consumo.	Madera en estado natural y en rolas, estantillos y madrinos de madera.
Insumos y materiales para la producción de alimentos para animales (heno incluido)	16% Servicios de cualquier tipo distinto al de crianza y al de asistencia médica veterinaria
Semillas, fertilizantes y abonos)	16% equinos para cualquier destino y con el 15% adicionales equinos de paso 15% adicional los Toros de Lidia
Transporte de todo lo anterior	Actividad piscícola y acuícola.
Servicio de crianza, reproducción, levante y engorde de animales.	Ovinos, caprinos y demás especies menores con alícuota preferencial de 8%
Maquinaria agrícola y repuestos exonerada de IVA	16% de madera en estado natural y en rolas, estantillos y madrinos de madera.

La situación en muy compleja. Analicemos la situación de un ganadero que practica ceba de ganado en el sur del lago el año pasado:

- Por primera vez en el 2024 vendió 55 millones en ganado pagó impuesto que antes lo reinvertía. Se ganó 15MM de bolívares, una finca de 1800 reses con 1500 ha. con una utilidad neta de 14MM. Pagó un impuesto de $72,000 equivalente a 4,700,000 bolívares de ese momento.
- Al cierre de 2025 nada más por el hecho de que la exoneración de ISRL se eliminó, tuvo que pagar estos 3,8 millones adicionales. La presión fiscal le subió de 13% a 47% de la renta. Este señor de lo que se ganó en 2024 pagó 13% de impuestos porque estaba exonerado del ISLR. En 2025 va a pagar, alrededor del 47% de la renta en impuestos[4]. La carga tributaria es muy fuerte y por tal razón el contribuyente evade, deja de registrar, no factura, no se preocupa por el orden, no lleva contabilidad o si la lleva la lleva registrando las cosas a conveniencia y entonces vienen problemas peores después. Lo mejor es conocer dónde uno está parado. efectivamente conocer cuál es el porcentaje de sacrificio fiscal anual y en qué impuesto es que se está yendo la mayoría de ese sacrificio. De manera que usted pueda gerenciar un poco mejor los tributos y la finca, arrimar más las ventas a mejores mercados, dejar la mayoría de las compras para costos prioritarios y seleccionar por urgencia las inversiones.
- El manejo de caja y gerencia financiera tiene que ser diseñado en cada a la misión que tenga el productor con su explotación. Para esto, lo aconsejable es planificar. Si usted planifica, a usted le va a ir siempre mejor. ver las normas que lo afectan, ver que los hechos económicos de la finca se estén reflejando en la contabilidad sobre la cual usted planifica. Conocer la estructura de costos, que es lo único que usted puede gerenciar. El productor no tiene inherencia en los precios de venta, de leche, ni de carne, ni de cosechas. Eso lo dice el mercado y Él accede a ellos al máximo precio posible. Lo que puede manejar son sus costos y sus estructuras de trabajo. Lo más importante, generar registros anuales, calcular indicadores, generar métricas y determinar trazabilidad y con esta información predecir que puede ocurrir el año próximo. Si yo tengo trazabilidad y capacidad de predicción, son muy pocas las cosas que van a quedar fuera de alcance.

En resumen, el análisis indica cómo las reformas de 2014, 2015 y 2020 integraron al agro en un sistema de alta

[4] Hay quienes dicen que se ubica en el orden del 60. El ponente no conoce porcentajes mayores a 48%.

complejidad.

- **De 7 a 24 frentes:** En 1999, una finca manejaba 7 frentes fiscales; hoy debe gerenciar 24, lo que exige departamentos de contabilidad y gerentes financieros especializados.
- **Tributos Indirectos vs. Directos:** El sistema venezolano actual depende excesivamente de impuestos indirectos (IGTF, LOCTI, Pensiones, IVA), los cuales gravan el ingreso o el gasto independientemente de si la finca genera ganancias o pérdidas.
- **Presión Fiscal Total:** Se presenta un caso real donde la presión fiscal subió del 13.6% (bajo exoneración) al 47.4% de la utilidad neta tras el fin de los beneficios del ISLR.
- **Propuesta de Mística Productiva:** Mendoza sugiere que el sector no debe pedir exoneraciones planas, sino negociar alícuotas preferenciales (ej. bajar del 34% al 15% de ISLR) vinculadas a metas de productividad por hectárea. Otra alternativa es simplificar el régimen de tributación con uno o dos impuestos y no dejar una carga alta de tributos que además eleva los costos de gerencia y administración a un sector que no tiene todas las comodidades de infraestructura gerencial de la ciudad.

CONDICIÓN LABORAL ACTUAL DE LA ACTIVIDAD PRIMARIA

El Dr. Mendoza caracteriza el entorno laboral como un factor de alta presión financiera debido a la carga parafiscal. Cada dólar que se paga en salario cuesta 2.2 veces ese dólar a la empresa por nueve (9) costos asociados: cesta ticket, el mantener un comedor y una bolsa de comida. el aporte al seguro social de esos trabajadores, el aporte de la vivienda, el aporte del INCE, el aporte antidroga, el impuesto a las pensiones, el aporte de la ley del deporte. Y eh la LOPCYMAT, que en algunas fincas se cumple o se trata de cumplir, generar un comité, dotación al personal de materiales, uniformes y materiales de seguridad, beneficios de la ley del trabajo: vacaciones, utilidades, horas extras, antigüedad, etcétera, que eso también abulta el costo.

Cuando usted suma todo eso, usted se da cuenta que cada trabajador cuesta más del doble. Lo que pasa es que todo no se paga de inmediato, pero es un pasivo que tiene la empresa para con sus trabajadores o lo ha pagado en parte en impuestos, en aportes laborales y una parte la tiene reservada como pasivo laboral para el trabajador en el futuro. Eso es importante para la planificación, conocer los montos con exactitud.

En resumen se tiene:

- Multiplicador del costo salarial**:** Cada dólar pagado en salario nominal le cuesta a la empresa 2.2 veces su valor real debido a las obligaciones de ley y aportes patronales.
- Carga Parafiscal: El Estado grava las nóminas con cerca del 25% mediante aportes al IVSS (9-11%), BANAVIH (2%), INCES (2%) y el Impuesto para las Pensiones (9%), el cual se calcula sobre una base mínima de $160 mensuales por trabajador.
- Inamovilidad Laboral: Se identifica como un freno a la eficiencia, ya que dificulta la gestión de personal que no cumple con los estándares de productividad de la finca.
- La estructura de costos laborales ha escalado drásticamente. Actualmente, cada dólar pagado en salario le cuesta a la empresa 2.2 veces su valor debido al impacto de los aportes parafiscales y beneficios de ley. Entre las obligaciones que abultan este costo se encuentran:
- Aportes patronales: Seguro Social (IVSS), BANAVIH, INCES y el nuevo impuesto para las pensiones (9% de la nómina).
- **LOPCYMAT:** El conferencista señala que esta ley no está "tropicalizada", exigiendo estándares industriales difíciles de mantener en el campo, lo que genera inversiones que a menudo no se traducen en un uso real por parte del trabajador. Se critica que la ley está hecha pensando en el sector industrial. Exige indumentaria de seguridad industrial que el trabajador del campo suele abandonar por el clima, dejando a la empresa vulnerable a sanciones a pesar de haber realizado la inversión.
- **Inamovilidad laboral:** Se identifica como un factor que frena el desarrollo a gran escala al dificultar la gestión de la eficiencia del personal

Se presentaron algunas métricas claves que suministran los registros contables: rentabilidad en una muestra de 76 ganaderos fue 6% más o menos a anual. En el 2024, el litro de leche costó 0,24 el litro y con un precio de venta en promedio de 0,51 en vacas, o sea, que productor de leche gastaba la mitad de lo que le ingresaba. Un hato de cría se manejó con 130 reses por trabajador y uno de doble propósito o leche con 55 reses por trabajador. Uno de Levante y CEBA con 120 reses por trabajador.

Como conclusión general tenemos que el país es otro, con 20 años manejando el sector tributario en el en las entidades primarias, distinto a como lo debemos manejar de aquí en adelante. La presión fiscal no es manejable, no es reducible, es más difícil de gerenciar y hay que enfrentar las responsabilidades presentes. Entre ellas la obligación de compartir el 50% de las ganancias con el Estado sin derecho a equivocarse ni para bien ni para mal. Si se hace a favor del contribuyente, se deja la puerta abierta para las sanciones severas por un periodo de vigencia de diez (10) años. Si me equivoco a favor del Estado tampoco es bueno porque sufre mi economía por un pago indebido. El mensaje central es buscar el resultado real, que sea consistente con los hechos económicos que están ocurriendo en la unidad de producción.

IMPORTANCIA DE LA CONTABILIDAD Y LOS REGISTROS CON SOPORTE LEGAL

El conferencista enfatiza que la contabilidad no es solo una formalidad, sino el reflejo de los hechos económicos ocurridos en los potreros.

- **Riesgo de fiscalización**: Las obligaciones fiscales

prescriben a los 10 años. Sin contabilidad organizada, el productor queda desarmado ante una fiscalización, enfrentando sanciones en divisas de alto valor.
- **Trazabilidad y planificación**: Sin registros confiables, es imposible calcular la base imponible real o predecir la viabilidad financiera de la unidad de producción.
- **Soportes legales**: Recibir facturas sin IVA cuando el bien está gravado (o viceversa) invalida el soporte, provocando la pérdida de la deducibilidad en el ISLR.

La contabilidad, se presenta como el pilar de la "calidad gerencial" y la defensa ante el Estado.

- **Informalidad Crónica:** Solo el 5% de las 360,000 fincas en Venezuela llevan registros contables formales. Esto hay que revertirlo. El conferencista enfatiza que la contabilidad debe ser "el reflejo de lo que ocurre en los potreros".
- **Trazabilidad y Riesgo:** Las obligaciones fiscales prescriben a los 10 años. Sin contabilidad organizada, el productor no tiene defensa ante una fiscalización que aplique sanciones en divisas de alto valor.
- **Soportes Legales (Art. 18 Ley del IVA):** Es vital que las facturas coincidan con la naturaleza del bien (exento o gravado). Recibir una factura sin IVA por un bien gravado invalida el soporte, provocando la pérdida de la deducibilidad del gasto en el ISLR (un costo del 34% por ahorrarse el 16% del IVA).
- **Verdad de Gestión:** El mensaje central es utilizar la contabilidad no solo para cumplir con los 13 portales fiscales, sino para generar métricas (como el costo de $0.24 por litro de leche) que permitan tomar decisiones acertadas.

PREGUNTAS Y RESPUESTAS

El moderador calificó como sumamente interesante, relevante y provechoso para el sector y para nosotros todo el contenido de la conferencia, destacó la importancia y valor clave dentro de la propuesta impulsada por la Academia de modernización del sector agrícola y su adecuación como actividad económica dentro del contexto del sistema. La conferencia deja un material muy útil, interesante. Visualiza el evento como un punto inicial de una relación a partir del mensaje al sector productivo, como una de las preocupaciones permanentes de la de la academia, el hecho de que se transmita al sector productivo todo conocimiento útil.

P: ¿Qué impuestos deberían ser prioridad en una propuesta de reforma para el sector? La lucha gremial debe centrarse en los **impuestos indirectos y regresivos** (IGTF, Impuesto a las Pensiones, tasas municipales) más que en recuperar la exoneración del ISLR. El conferencista sugiere negociar alícuotas de ISLR preferenciales (ej. bajar del 34% al 15%) ligadas a metas de **productividad por hectárea**, incentivando así la eficiencia.

P: ¿Qué tributos deberían eliminarse para reducir los frentes fiscales? R: Los esfuerzos deben centrarse en los tributos indirectos y regresivos (IGTF, Pensiones, LOCTI, tasas municipales), ya que son los que más daño hacen al flujo de caja al no mirar la capacidad contributiva.

P: ¿Existen beneficios para productos con Indicación Geográfica Protegida (IGP)? R: Actualmente no existen beneficios fiscales específicos en las leyes nacionales para las IGP. Para que un beneficio sea aplicable, debe estar redactado explícitamente en la ley del tributo correspondiente, como sucede con la tasa reducida de IVA para caprinos y ovinos.

P: ¿A partir de cuántos obreros se activan estas obligaciones? R: Las obligaciones patronales (IVSS, BANAVIH, Pensiones) se activan **desde el primer obrero**. El aporte al INCES comienza a partir de los cinco trabajadores.

P: ¿Qué hacer si nunca se ha declarado impuestos? R: La recomendación es organizar la contabilidad de los años anteriores para conocer las contingencias y comenzar de inmediato a declarar los ejercicios actuales (2024 en adelante) con total orden para evitar que el problema siga creciendo.

¿Por qué es un riesgo recibir facturas sin IVA si el producto está gravado? Si un bien debe llevar IVA (según el Art. 18 de la ley) y el proveedor emite la factura sin el impuesto, ese soporte **pierde validez legal**. Esto conlleva la pérdida de la deducibilidad del gasto en el ISLR, lo que resulta en un costo mucho mayor (34%) que el ahorro aparente del 16% del IVA.

P: ¿Qué mensaje le daría al 90% de los productores que no están organizados? Que "el monstruo de la fiscalización ya llegó". La baja rentabilidad no es excusa para no declarar; de hecho, si hay pérdidas, la contabilidad es la única prueba para **no pagar impuestos directos** y estar a derecho con la ley, evitando sanciones.

P: Si la rentabilidad promedio es baja (6%), ¿por qué es importante declarar? R: Porque si el productor está en una situación de pérdida o baja renta, al declarar correctamente **no tendrá que pagar impuestos directos** (ISLR, Deporte, Antidrogas), pero estará al día con la ley y evitará sanciones voraces por incumplimiento de deberes formales. Indistintamente, así existan rentas bajas, la mayoría de los tributos son indirectos y están basados en el ingreso, la nómina o el gasto, no en la renta.

PRONUNCIAMIENTOS, DECLARACIONES Y COMUNICACIONES DE LA ACADEMIA

https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/120

DECLARACIÓN DE LA ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT SOBRE LA PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL TURIMIQUIRE

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), en concordancia con lo establecido en el artículo 2°, numerales 2, 4 y 5 de su Ley de Creación, cumple con el deber de expresar la opinión sobre un asunto de interés público, respecto a las fallas del sistema hidráulico del Turimiquire, el cual incluye la presa Las Canalitas, el túnel de trasvase Guamacán y la red de distribución de aguas blancas para el oriente del país que surte a poblaciones de los estados Sucre y Nueva Esparta. Estas fallas comprometen el suministro de agua en los dos estados señalados, afectando la seguridad hídrica de cientos de miles de personas y se deben a las obstrucciones en varios sectores del túnel; también es de importancia considerar las graves filtraciones a través del cuerpo de la presa.

Es oportuno mencionar que antes de la elaboración de la presente declaración, desde el momento en el cual se tuvo conocimiento acerca de la problemática a través de las redes sociales y medios de comunicación, la ANIH programó y realizó conversatorios y foros con especialistas en diversas disciplinas, en los cuales participaron profesionales que estuvieron vinculados a los estudios, proyectos y construcción del Sistema Hidráulico Turimiquire. Adicionalmente, la Sociedad Venezolana de Ingeniería Hidráulica y profesionales independientes han publicado informes técnicos que constituyen valiosos aportes para la comprensión y solución de la referida problemática.

Considerando la complejidad y el impacto de la citada problemática, la ANIH recomienda al Estado constituir una Autoridad Única, responsable de la gran inversión estatal necesaria y conformar un equipo interdisciplinario de profesionales y de empresas especializadas, requeridos para una solución integral. Existe un informe elaborado en el año 2022 para HIDROVEN - CAF, el cual contiene información que puede servir de base para la planificación de las actividades dirigidas a solventar la grave situación actual.

Una acción necesaria es realizar un diagnóstico geológico-geotécnico detallado que permita conocer el origen y mecanismos de los colapsos ocurridos en ciertos sectores del túnel. Asimismo, antes de dar el visto bueno para la operación segura del túnel de trasvase, se requerirá un diagnóstico de la condición estructural de los elementos de concreto reforzado de sostenimiento y revestimiento, en los cuales se han evidenciado signos de corrosión severa en el acero de refuerzo. Como resultado de tales diagnósticos, se deberán definir e implementar las medidas requeridas en los sectores donde se anticipen condiciones similares a las detectadas en los sitios afectados.

En lo referente a la Presa Las Canalitas, dada la magnitud y persistencia de las filtraciones históricas, resulta técnicamente ineludible ejecutar un programa integral del descenso controlado del nivel del embalse para permitir la inspección y reparación en seco de la losa de la presa y sus juntas.

La ANIH manifiesta su mayor preocupación por la seguridad y salud ocupacional del personal que labora en el túnel, debido a las condiciones actuales de ventilación y la factibilidad de que se presenten nuevos problemas de estabilidad durante las distintas actividades en proceso. Asimismo, con relación a las medidas que están en ejecución, se exhorta a las autoridades a establecer canales de comunicación permanentes con las poblaciones afectadas y con la comunidad técnica.

Finalmente, la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat ratifica su permanente disposición a contribuir, en la medida de su alcance, al estudio y solución del asunto que se plantea en esta declaración, así como a la atención de los distintos problemas y contingencias de este tipo que puedan afectar el desenvolvimiento integral del país.

En Caracas, Palacio de las Academias, a los 4 días del mes de mayo del año 2026.

https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/121

COMUNICADO PÚBLICO
DISPOSICIÓN DE APOYO TÉCNICO E INSTITUCIONAL ANTE LA EMERGENCIA SÍSMICA NACIONAL

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat expresa su profunda solidaridad con toda la población venezolana, y muy especialmente con las comunidades afectadas por los sismos registrados el día de ayer en el territorio nacional. Lamentamos las pérdidas humanas, las afectaciones materiales y la zozobra generada, e instamos a la ciudadanía a mantener la calma y atender rigurosamente las instrucciones de los cuerpos de seguridad y protección civil.

Como institución científica y técnica consultiva del país, y en cumplimiento de nuestro deber social, ponemos a la completa disposición del Estado venezolano, los gobiernos locales, los organismos de gestión de riesgos y la sociedad civil, el conocimiento y las capacidades técnicas de nuestros académicos y comisiones especiales de trabajo.

La ingeniería y la arquitectura nacionales cuentan con las herramientas y la experiencia necesarias para abordar los desafíos inmediatos y de mediano plazo que impone esta contingencia. En este sentido, ofrecemos nuestro concurso inmediato en tareas de evaluación técnica, diagnóstico, inspección, especialmente de infraestructuras estratégicas y prioritarias, así como nuestra colaboración y apoyo en el diseño de estrategias de atención de la emergencia y para la recuperación urbana y habitacional bajo criterios estrictos de seguridad.

El compromiso histórico de esta Academia es con la seguridad y el bienestar de los ciudadanos. Reiteramos la necesidad de una articulación institucional inmediata, transparente y coordinada para sumar esfuerzos que permitan proteger vidas y recuperar la normalidad en las zonas afectadas.

En el Palacio de las Academias, Caracas, 25 de junio de 2026.

Por el Comité Directivo de la ANIH.

Acad. José Ochoa Iturbe
Presidente ANIH

Acad. Inírida Rodríguez Millán
Secretaria Asistente ANIH

https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/122

PRONUNCIAMIENTO CONJUNTO DE LAS INSTITUCIONES ACADÉMICAS Y EMPRESARIALES DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN, ARQUITECTURA, INFRAESTRUCTURA Y HÁBITAT DE VENEZUELA

Preservar la evidencia hoy es proteger la vida mañana

Caracas, Venezuela Julio de 2026

Las instituciones firmantes -Cámara Venezolana de la Construcción, Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, Colegio de Arquitectos de Venezuela y la Comisión de Infraestructura, Vivienda y Hábitat de FEDECÁMARAS- manifiestan su solidaridad con las víctimas del reciente terremoto y exhortan a las autoridades competentes a que todas las actuaciones posteriores al evento sísmico se desarrollen conforme a las mejores prácticas internacionales.

Los edificios afectados constituyen evidencia técnica irrepetible. Antes de cualquier demolición o remoción de escombros deben realizarse inspecciones de ingeniería patológica, documentación de los daños e investigar las causales de las fallas.

Asimismo, recomendamos la creación de una Comisión Nacional (CN) independiente integrada por un grupo interdisciplinario de profesionales, encargada de emitir informes públicos y formular recomendaciones para fortalecer la normativa sismorresistente y las políticas de reconstrucción. Dichos resultados deberán constituir un insumo para la formulación de políticas públicas orientadas a la reducción del riesgo de desastres, la planificación territorial, la reconstrucción resiliente, e impulsar la revisión de las leyes de ordenamiento urbano, así como de la normativa de diseño, construcción, supervisión e inspección de edificaciones e infraestructura, con el propósito de reducir la vulnerabilidad de nuestras ciudades, mejorar la gestión integral del riesgo y proteger la vida, el patrimonio y la inversión pública y privada.

La reconstrucción del país debe sustentarse en el conocimiento científico, la transparencia y transformando esta tragedia en una oportunidad para construir ciudades más seguras, resilientes y preparadas para el futuro.

Las evidencias, muestras patológicas y demás elementos técnicos que se logren preservar mediante la aplicación rigurosa de la ingeniería patológica y la ingeniería forense estructural constituirán una fuente invaluable de conocimiento para comprender las causas de los colapsos y perfeccionar las prácticas de diseño, construcción y supervisión. Las lecciones derivadas de estas investigaciones contribuirán a salvar innumerables vidas en el futuro, tanto en Venezuela como en otros países expuestos al riesgo sísmico. Por ello, este proceso reviste especial interés para la comunidad técnica y científica internacional, que reconoce en cada investigación una oportunidad para fortalecer el conocimiento global sobre la ingeniería sismorresistente y la gestión del riesgo de desastres.

Las instituciones firmantes exhortan a que ninguna edificación colapsada o gravemente afectada sea demolida, removida total o parcialmente, sin la previa evaluación y autorización de la Comisión Técnica competente, salvo cuando exista un riesgo inminente para las labores de búsqueda y rescate o para la seguridad pública debidamente sustentado. La preservación de estas estructuras constituye una condición indispensable para garantizar investigaciones objetivas, determinar las causas de los colapsos y generar las lecciones técnicas que orienten la reconstrucción del país, la actualización de las normas y la prevención de futuras tragedias. Finalmente, en el marco de estas acciones, resulta fundamental implementar una estrategia rigurosa para la correcta gestión y disposición de los escombros en lugares adecuados, garantizando la protección del frente marino y evitando daños ambientales que contaminen nuestras costas.

Cámara Venezolana de la Construcción

Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

Colegio de Arquitectos de Venezuela

Comisión de Infraestructura, Vivienda y Hábitat de FEDECÁMARAS

https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/123

COMUNICADO DE LA COMISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE LOCAL, APROBADO POR LA JUNTA DE INDIVIDUOS DE NUMERO DE LA ACADEMIA EN SESIÓN EXTRAORDINARIA DEL 14 DE JULIO DE 2026

Estimados colegas;

Por medio del presente les escribimos desde la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela para solicitar apoyo profesional e institucional ante el terrible impacto humano, urbano, ambiental y económico del doble terremoto de gran magnitud ocurrido en Venezuela el 24 de junio pasado, que afectó la zona norte-costera del país. Este desastre se suma a décadas de conflicto político, deterioro de las condiciones de vida, colapso económico, emigración forzada masiva y debilitamiento institucional.

La mayoría de los daños se concentraron en el actual estado La Guaira —antiguo estado Vargas—, una estrecha franja territorial adyacente a Caracas, la ciudad capital. Hasta el momento, la prioridad ha sido el rescate de sobrevivientes y la recuperación de los fallecidos. Esta labor ha sido posible gracias a decenas de miles de venezolanos que se han sumado como socorristas voluntarios, a grupos de rescate internacionales y al apoyo logístico, de insumos e incluso económico de millones de venezolanos dentro y fuera del país, así como de amigos del mundo entero. En paralelo, se comienza a atender el drama de decenas de miles de personas que perdieron sus hogares y hoy se encuentran en refugios improvisados, en carpas o en la calle.

De igual manera, grupos de distintas profesiones, especialistas, académicos e instituciones han iniciado la evaluación de las edificaciones e infraestructura que quedaron en pie, muchas de las cuales deberán ser demolidas.

Somos parte de uno de esos grupos: la Comisión de Desarrollo Sostenible Local de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela (CDSL-ANIH). En ella participan profesionales que trabajaron en el Plan de Rehabilitación del Litoral Central tras los destructivos aludes torrenciales de diciembre de 1999, en los que perecieron más de 20.000 personas y que alteraron significativamente el territorio: aportes aluviales que descendieron de la montaña (el Parque Nacional El Ávila), avance de la costa y destrucción de miles de edificaciones, trazados urbanos, infraestructura y servicios. Es la misma zona afectada por los recientes sismos.

Aquel plan contenía criterios de recuperación basados en el empleo de infraestructuras verdes, técnicas de control de inundaciones, reconfiguración de los frentes para recreación y playas, definición de zonas no aptas para ser urbanizadas, y conexiones ecológicas entre la montaña y el mar como líneas estructurantes del sistema de espacios públicos, entre otros aspectos. Con el tiempo, sin embargo, fue abandonado. Se inició entonces un proceso de acelerada urbanización —por iniciativas privadas y públicas— en áreas de alta vulnerabilidad sísmica y por inundaciones, sobre suelos poco consolidados y sin cumplimiento de normas sísmicas ni control de calidad de las construcciones.

La visión para la recuperación del estado La Guaira, así como de otras regiones y ciudades del país, requiere nuevos paradigmas: convivir con la naturaleza minimizando riesgos, adoptar nuevas formas de urbanización y construcción, y organización para enfrentar eficientemente eventos futuros.

Somos conscientes de la urgencia, la desesperación, los recursos limitados y la dispersión de esfuerzos con que se está actuando actualmente en el estado La Guaira para despejar escombros, restablecer accesibilidad y reconectar servicios, dentro de un panorama de devastación absoluta y descoordinación de acciones. Sin embargo, en esta oportunidad requerimos de su apoyo institucional para orientar y alertar sobre lo negativo de algunas actuaciones que, lamentablemente, se están ejecutando en el presente (algunas de ellas ya fueron señaladas en el informe de la CDSL).

Primera acción conjunta:

Alerta pública sobre el desastre ambiental producido por la deposición de desechos de construcción —provenientes de las edificaciones afectadas— directamente al mar. Esta práctica aumenta la contaminación biológica de aire, suelos y aguas, modifica la línea costera, altera los ecosistemas, impacta la pesca local e impide rehabilitar las playas (uno de los principales atractivos y motores económicos de la zona), creando un nuevo obstáculo para las diversas fases de recuperación.

La deposición indiscriminada, sin atención previa al origen del material, dificulta además los estudios necesarios para identificar fallas e irregularidades de construcción, indispensables para aprender de los errores y mejorar normas y planes futuros. Es necesario resaltar que el peligro químico y biológico de los escombros (por contención de metales pesados y lamentablemente mezclados con restos orgánicos), atrae una fauna particularmente atractiva para las aves, que junto con el viento también se convierten en propagadores de la contaminación.

Con criterios claros, planificación, localización y equipo técnico y material adecuados, estos escombros podrían aprovecharse, debidamente clasificados y triturados, como material para pavimentos en espacios públicos, ciclovías y otras intervenciones. Existen experiencias en este sentido en otros países que han sufrido terremotos, entre ellos México.

Otras acciones:

Adicionalmente, solicitamos la posibilidad de contar con ustedes y con las instituciones que representan para: integrar comisiones, equipos de trabajo, y/o para ofrecer sugerencias, criterios y referencias de experiencias afines que contribuyan a la protección y rehabilitación de los sistemas naturales, urbanos y socioculturales de las zonas afectadas. Se trata de aportar criterios —con carácter de urgencia— aplicables a paisajes naturales, urbanos y rurales, en horizontes inmediato, corto, mediano y largo plazo, en cualquiera de los temas indicados a continuación y en otros que ustedes consideren relevantes.

La CDSL ha elaborado una breve lista de actuaciones inmediatas que, de no ser atendidas, afectarán las propuestas de rehabilitación, causarán severos daños ecológicos e impactarán a las comunidades, la economía local y las formas de redefinir el espacio urbano, entre otras consecuencias:

- Recopilación de datos de ecología del paisaje (estudios de microzonificación sísmica, estructura de suelos, cambios topográficos, hidrografía, estudio de microcuencas, batimetría, vegetación, entre otros), necesarios para definir zonas de protección ambiental, parques naturales, zonas de producción agrícola, zonas de protección de suelos, corredores ecológicos y zonas aptas para asentamientos humanos. Esto incluye, además de áreas de reurbanización, la definición de espacios para memoriales y de zonas para el depósito, clasificación y tratamiento de residuos de las edificaciones afectadas.

- Desarrollo de un plan territorial y, en paralelo, definición de planes de acciones prioritarias que respondan a una visión global y, a la vez, resuelvan problemas estructurales de emergencia.

- Definición de acciones prioritarias en esta fase de emergencia: a) identificar espacios para alojamiento temporal digno (de varios meses) para personas y familias que perdieron sus viviendas —evaluando la posibilidad de aprovechar infraestructura existente en zonas con servicios y seguridad—, o bien crear conjuntos de refugio de alta calidad espacial que cumplan con las normas internacionales. Para esto es necesario tomar en cuenta que algunas personas o familias preferirán permanecer cerca de sus antiguos hogares por razones afectivas, familiares, laborales o para proteger otros bienes; otras desearán trasladarse definitivamente fuera de la región. b) Designar de inmediato áreas específicas para el depósito, clasificación y manejo de estos materiales (por ejemplo, para su uso posterior en la construcción de pavimentos de nuevos espacios públicos), así como proteger frentes marítimos, ríos, quebradas y zonas de parques protegidos.

- Inclusión en los planes territoriales de leyes y normas de protección del paisaje local, regional y nacional, y refuerzo de la aplicación y fiscalización del cumplimiento de las normas de construcción antisísmica.

- Acciones prioritarias de recuperación de ríos y quebradas, tratamiento de canales, tratamiento de aguas servidas, potabilización de agua y tratamiento de suelos permeables, que garanticen la mejora de las condiciones sanitarias y de seguridad del sistema de playas y de la vialidad, para permitir nuevamente el acceso de visitantes al litoral, considerando que el turismo y las actividades recreativas constituyen la principal fuente de empleo e ingresos de la región.

- Organización de equipos de diseño multidisciplinares —con especialistas en arquitectura, urbanismo, paisajismo, ingenierías y derecho, entre otros, integrados por personas dentro y fuera del área— para el desarrollo de proyectos específicos como: a) diseño de un conjunto piloto de "villa" como residencias asistidas temporales para damnificados (que posteriormente pueda destinarse a diversos fines: vivienda de estudiantes, villas olímpicas, residencias turísticas, etc.); b) diseño paisajístico y arquitectónico del cementerio La Esperanza; c) diseño de centros de acopio y transformación de materiales de construcción; d) definición de la localización y diseño paisajístico de viveros de producción de especies nativas para los planes de recuperación de áreas afectadas y para nuevos planes, así como para el establecimiento de nuevas fuentes de empleo para la población local; e) diseño del trazado y tratamiento paisajístico urbano de canales como parte del sistema de espacios públicos.

- Conformación de un equipo de gestión que proponga las bases técnicas y las necesidades de cada plan, proyecto y subproyecto, y que actúe como comité centralizador y asesor. Este equipo establecerá la comunicación entre los equipos de diseño y ejecución, y las conexiones con las comunidades beneficiadas y colaboradoras y con los entes de financiamiento y ejecución.

En este sentido, y en conocimiento de sus capacidades profesionales, solicitamos sus sugerencias y recomendaciones, así como ideas de apoyo institucional que estimen factibles, para sumar en conjunto en estas aciagas horas para Venezuela.

https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/124

COMUNICADO DE LA COMISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE LOCAL, APROBADO POR LA JUNTA DE INDIVIDUOS DE NUMERO DE LA ACADEMIA EN SESIÓN EXTRAORDINARIA DEL 14 DE JULIO DE 2026

Nuestro propósito es compartir y poner en conocimiento una serie de recomendaciones y aspectos que ameritan atención urgente en el estado La Guaira, ante la grave situación generada por los sismos ocurridos el pasado 24 de junio. Estas propuestas fueron formuladas por miembros de la Comisión de Desarrollo Sostenible Local.

Deseamos señalar, además, que en el año 2000 el Dr. Oscar Grauer, quien preside nuestra comisión, tuvo a su cargo la coordinación de un equipo interdisciplinario de la Maestría en Diseño Urbano de la Universidad Metropolitana de Caracas, con el apoyo de la Graduate School of Design de la Universidad de Harvard y la colaboración de especialistas nacionales e internacionales, para la elaboración del Plan de Rehabilitación del Litoral Central (tramo Macuto–Carmen de Uria), luego de los aludes torrenciales que devastaron el Litoral Central. Este trabajo fue encomendado por la Autoridad Única de Área, presidida por el ingeniero Carlos Genatios, y financiado por PDVSA.

Después de dos años de intenso trabajo, de haber iniciado la implementación de las propuestas en el territorio y de contar con valiosos estudios, así como con la revisión de criterios y normas técnicas igualmente promovidos por la Autoridad Única de Área, el plan, los criterios normativos y esas herramientas técnicas fueron abandonados. Lo que siguió fue un acelerado proceso de reurbanización y densificación del Litoral Central, impulsado tanto por promotores privados como por organismos públicos, en zonas de alta vulnerabilidad, lo cual incrementó considerablemente los estragos ocasionados por este doble terremoto.

La magnitud de los daños provocados por los sismos, los riesgos de inundación, los efectos del cambio climático y las limitaciones de infraestructura, capacidad financiera y gestión pública obligarán, sin duda, a replantear el modelo de desarrollo del estado La Guaira. Ello requerirá estudios preliminares, consensos políticos, institucionales, del sector privado y de la comunidad, para la elaboración de nuevos planes con la finalidad de definir, entre otros aspectos: las áreas que deberán permanecer libres de urbanización y destinarse a la rehabilitación ambiental, las estrategias de reducción de riesgos, los nuevos usos del suelo, los motores del desarrollo económico, las modalidades de reconstrucción y reurbanización en las zonas aptas, las nuevas normas y tecnologías constructivas y la restauración de la infraestructura estratégica.

No obstante, existen decisiones territoriales y estratégicas que deben adoptarse de manera inmediata, pues su postergación podría incrementar los daños y riesgos actuales, además de comprometer la planificación futura.

Decisiones territoriales y estratégicas para el estado La Guaira 2026

a) Disposición digna de las víctimas y creación de un memorial.

La prioridad inmediata es el rescate de sobrevivientes y la recuperación de las víctimas. Sin embargo, las morgues ya se encuentran saturadas y la permanencia de cuerpos sin sepultura representa un grave riesgo sanitario. Como ocurrió en numerosos países durante la pandemia de COVID-19, probablemente será necesario recurrir temporalmente a fosas comunes y, cuando corresponda y sea aceptado por las familias, a la cremación. Se recomienda identificar con urgencia lugares apropiados que puedan servir posteriormente como memoriales permanentes, ofreciendo espacios de recogimiento donde familiares y amigos puedan honrar a sus seres queridos. Idealmente, estos sitios deberían ser de fácil acceso y localizarse cerca del mar. Una alternativa viable sería la explanada situada al este del centro histórico de La Guaira, cuya franja costera la convierte además en un lugar equidistante de las zonas más severamente afectadas.

b) Disposición adecuada de los escombros.

La remoción de escombros ya ha comenzado y el volumen aumentará considerablemente conforme avancen las demoliciones de edificaciones irrecuperables y las intervenciones sobre estructuras recuperables. Es indispensable designar de inmediato áreas destinadas a la disposición temporal, clasificación y procesamiento de estos materiales. Bajo ninguna circunstancia deben ser vertidos al mar ni a cursos de agua. Los sitios seleccionados deberán permanecer cercados y vigilados, y los materiales deberán clasificarse según su procedencia para facilitar estudios técnicos sobre el comportamiento estructural de las edificaciones, la elaboración de futuras normas constructivas, la recuperación de objetos personales y, cuando sea necesario, de muestras para identificación mediante ADN. Adicionalmente, una proporción importante de estos materiales puede reciclarse. En México, por ejemplo, tras importantes terremotos, los escombros de concreto y mampostería fueron triturados y reutilizados en la construcción de espacios públicos, paseos peatonales, ciclovías y obras de paisajismo.

c) Definición urgente de zonas no edificables y de áreas susceptibles de recuperación. Es indispensable delimitar, cuanto antes, las áreas que deberán permanecer fuera de toda ocupación hasta que concluyan los estudios técnicos correspondientes, procediendo al acordonamiento, vigilancia de las propiedades abandonadas y desconexión de los servicios públicos cuando sea necesario. Es previsible que una parte importante del territorio del estado La Guaira resulte finalmente no apta para una nueva urbanización debido a los riesgos de inundación, deslizamientos o actividad sísmica. Debe evitarse, a toda costa, la anarquía propia de la post-emergencia, incluyendo saqueos y ocupaciones legales o ilegales de edificaciones gravemente comprometidas. La experiencia posterior a la tragedia de Vargas de 1999 demuestra las consecuencias negativas de desestimar una adecuada planificación territorial.

d) Prevención de enfermedades.

Debe establecerse un programa inmediato de vigilancia epidemiológica y control sanitario para prevenir la propagación de enfermedades derivadas de la descomposición de cuerpos, las roturas de redes de agua potable y alcantarillado, la contaminación por derrames químicos y otros riesgos asociados.

e) Restablecimiento prioritario de los servicios esenciales.

Debe darse prioridad a la reconexión de los servicios de electricidad, agua potable, telecomunicaciones, gas, transporte e infraestructura vial en aquellas zonas cuya recuperación inmediata sea técnicamente viable.

f) Identificación de espacios para alojamiento temporal.

Es necesario identificar con rapidez instalaciones adecuadas para albergar temporalmente a las personas que perdieron sus viviendas, tanto en el Litoral como en otras ciudades. Algunas familias preferirán permanecer cerca de sus comunidades de origen, mientras que otras optarán por reubicarse de manera temporal o permanente.

g) Evaluación de las playas y de la actividad turística.

Debe realizarse una evaluación integral de las condiciones sanitarias y de seguridad del sistema de playas antes de autorizar nuevamente el acceso de visitantes. Considerando que el turismo y la recreación constituyen la principal fuente de empleo e ingresos de la región, su recuperación debe planificarse cuidadosamente.

h) Inicio del proceso de reflexión sobre el futuro del estado La Guaira.

Al igual que ocurrió tras la tragedia de Vargas de 1999, se recomienda convocar a las universidades nacionales y a los profesionales venezolanos vinculados a instituciones académicas en el exterior para conformar grupos de reflexión y asesoría (think tanks) que contribuyan, con base científica y técnica, a orientar las decisiones estratégicas que deberán adoptarse, evitando la improvisación.

NOTICIAS E INFORMES DE EVENTOS AUSPICIADOS POR LA ANIH

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/125

PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN: UNA PERSPECTIVA BASADA EN EL RIGOR CIENTÍFICO, EL JUICIO EXPERTO Y LA EXPERIENCIA IBEROAMERICANA

Alfredo URICH[1,2,3], Carlos RODRÍGUEZ A.[1,2,4], Gustavo IZAGUIRRE[1,5,]
José Luis BEAUPERTHUY[1,3], Liana ARRIETA[1,2,6], Oladis TROCONIS[1,2,7,8],
Riad BUJANA[2], Rosa MALAVÉ[1,6], Sergio VALLE[1,9]

RESUMEN

Este artículo ofrece una visión integral de la Patología de la Construcción como una especialidad esencial de la ingeniería y arquitectura para garantizar la sostenibilidad y seguridad de las obras civiles. Se describe la evolución histórica de esta disciplina, con especial énfasis en la trayectoria de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción (ALCONPAT) desde su fundación en 1991. Se analiza la importancia de una metodología diagnóstica rigurosa, el valor del "ojo clínico" o juicio experto del patólogo y la relación sistémica entre causas, efectos y consecuencias de los daños. Finalmente, se presentan y analizan diversos casos prácticos, desde asentamientos y corrosión en ambiente marino hasta daños por incendios y suelos expansivos, que sirven como lecciones aprendidas para ilustrar el rigor técnico de la especialidad y su contribución a la mejora de la calidad y durabilidad de las infraestructuras en Iberoamérica.

ABSTRACT

Construction pathology: a perspective based on scientific rigor, expert judgment, and Ibero-American experience.

This article provides a comprehensive overview of Construction Pathology as a vital specialty in engineering and architecture, aimed at ensuring the sustainability and safety of civil works. The text describes the historical evolution of the discipline, with a specific focus on the history of the Latin American Association for Quality Control, Pathology, and Construction Recovery (ALCONPAT) since its foundation in 1991. It analyzes the importance of a rigorous diagnostic methodology, the value of the pathologist's expert judgment (or "clinical eye"), and the systemic relationship between causes, effects, and consequences of structural damage. Finally, various practical case studies are presented and analyzed, ranging from settlements and marine corrosion to fire damage and expansive soils, serving as lessons learned to illustrate the technical rigor of the specialty and its contribution to improving the quality and durability of infrastructure in Latin America.

Palabras claves: Patología de la construcción, diagnóstico estructural, durabilidad, lecciones aprendidas, ALCONPAT.
Keywords: Construction pathology, structural diagnosis, durability, lessons learned, ALCONPAT.

1. INTRODUCCIÓN

La patología de la construcción es la rama de la ingeniería y la arquitectura que estudia los síntomas, las causas y los mecanismos de degradación de las obras civiles con el fin de diagnosticar, pronosticar y proponer soluciones. Aunque el estudio de las fallas es tan antiguo como el acto de construir, el término comenzó a adoptarse formalmente en el ámbito técnico iberoamericano hace poco más de cinco décadas, adaptando el concepto médico al estudio de la "salud" de las construcciones.

Bajo esta premisa, el objetivo de este trabajo es presentar una perspectiva integral de la patología de la construcción como especialidad, fundamentada en el rigor científico, el juicio experto y el intercambio técnico en sociedades especializadas, validando este enfoque mediante el análisis crítico de las lecciones aprendidas en una selección de casos de estudio.

[1] ALCONPAT-Ve
[2] Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat - Comisión de Infraestructura
[3] B.R.S. Ingenieros, C.A.
[4] Centeno-Rodríguez y Asociados
[5] Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela
[6] Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado
[7] Universidad de Texas at San Antonio, U.S.A.
[8] Centro de Estudios de Corrosión (CEC), Universidad del Zulia
[9] Universidad de Carabobo

En primera instancia, se indaga sobre el origen y el uso del término "patología" aplicado a la industria de la construcción, así como su adaptación y divulgación como una disciplina esencial de la ingeniería y la arquitectura. Posteriormente, se presenta una reseña histórica de ALCONPAT Internacional, analizando su impacto en la consolidación de una metodología consensuada para el diagnóstico, a través del intercambio y la actualización constante del conocimiento.

El cuerpo del artículo desarrolla la metodología y el campo de acción del patólogo, producto de la experiencia acumulada y referencias de reconocimiento global. Seguidamente, se expone un análisis de casos prácticos de diversa naturaleza, donde se detalla la aplicación de este método y las lecciones derivadas de cada intervención. Finalmente, se discute la relevancia de la durabilidad en la construcción, aspecto aún subestimado en la fase de proyecto y la necesidad de fortalecer la educación y divulgación en esta área.

Los casos de estudio presentados fueron seleccionados por su relevancia técnica y representatividad dentro de esta disciplina. El análisis de estas experiencias se desarrolla de la siguiente manera: se inicia con el estudio de la calidad del concreto en una obra en construcción, empleando ensayos no destructivos y núcleos extraídos en sitio (Caso 1); a continuación, se analiza una falla por aplastamiento del concreto en un tanque en construcción mediante un diagnóstico por inspección visual (Caso 2); posteriormente, se examina el asentamiento de cimentaciones en un edificio residencial a pocos años de su construcción (Caso 3); seguido del análisis de los efectos y soluciones para un incendio en un edificio residencial (Caso 4). La casuística continúa con el estudio del ataque de sulfatos en un tanque anaeróbico de una planta licorera (Caso 5); y la evaluación e intervención en las bases de una estructura de acero afectada por corrosión, utilizando el método de elementos finitos (Caso 6). Finalmente, se expone un caso complejo de rehabilitación de un muelle marino afectado por corrosión (Caso 7); la auditoría de seguridad y patología viales para la mitigación de "puntos negros" (Caso 8); y el proceso de evaluación y rehabilitación en un conjunto de viviendas de interés social (Caso 9).

Con este trabajo se pretende ofrecer un instrumento de consulta que posicione a la patología de la construcción como una disciplina fundamental para la preservación sistemática y profesional del patrimonio construido.

2. ORIGEN Y USO DEL TÉRMINO PATOLOGÍA EN EL ÁMBITO DE LA CONSTRUCCIÓN

La Patología de la Construcción, también conocida como Patología de Obras Civiles, del Concreto o de Estructuras, constituye una especialidad fundamental de la Ingeniería Civil y la Arquitectura. Esta disciplina se dedica al estudio sistemático de las causas, las consecuencias y las soluciones frente a los problemas de deterioro, fallas o defectos que presentan las edificaciones, tanto al momento de su construcción como luego de puestas en servicio.

El término "patología" es un préstamo directo de la Medicina. Etimológicamente proviene del griego *Pathos (πάθος):* sufrimiento o enfermedad, y *Logos (λόγος):* tratado o estudio. De este modo, la Patología de la Construcción se encarga del análisis de las "enfermedades" que afectan las estructuras y los materiales.

Como disciplina formal, la Patología de la Construcción comenzó su consolidación y reconocimiento a partir de las décadas de 1950 y 1960. Sus raíces prácticas se extienden mucho antes, pero el estudio de los problemas y defectos de las estructuras carecía de un enfoque científico y sistematizado. El auge y la masificación del uso del concreto reforzado como material constructivo global revelaron la aparición de daños y fallas prematuras (como la carbonatación o el ataque por cloruros), lo que hizo imperiosa la necesidad de un campo de estudio específico.

Este campo de estudio se aceleró al finalizar la Segunda Guerra Mundial, cuando Europa emprendió un ambicioso plan de reconstrucción de la infraestructura devastada. El auge constructivo, acelerado en un entorno marcado por la escasez de materiales de calidad, la falta de mano de obra calificada y la prevalencia de la urgencia sobre la técnica, pasó con el tiempo una alta factura. La proliferación de fallas hizo indispensable contar con profesionales especializados en su diagnóstico y corrección.

Se reconoce que fue en Francia, a comienzos de los años 50 del siglo pasado, donde se adoptó por primera vez el término "Pathologie" aplicado a la ingeniería (Lossier, 1952).

En el mundo hispanohablante, esta terminología comenzó a emplearse a finales de la década de 1970. Uno de los primeros y más influyentes autores en aplicarla con propiedad fue el Profesor Manuel Fernández Cánovas (1977), cuya primera edición de su clásico libro "Patología y Terapéutica del Hormigón Armado" se convirtió en una obra de referencia fundamental en el medio.

Bajo la influencia de la literatura española, el término se introdujo en Venezuela con cautela a comienzos de la década de 1980. Inicialmente, la mención de una "patología del concreto" fue recibida con escepticismo e incluso con reacciones jocosas. No obstante, la especialidad fue rápidamente acogida y se convirtió en una rama reconocida en el ámbito de la ingeniería civil, la arquitectura y la construcción en general.

Como una muestra definitiva de la consolidación del término, muy recientemente, el Diccionario de la lengua española, en su actualización de 2023, ha incorporado esta acepción, (antes exclusiva de las ciencias médicas), al ámbito de la industria de la construcción, definiéndola como: "f.

Constr. Estudio de los defectos y problemas que presenta una construcción" (Real Academia Española, 2023).

Actualmente, la Patología de la Construcción se ha adoptado como una cátedra esencial a nivel de pregrado y postgrado en numerosas facultades de ingeniería. Igualmente, se imparten cursos, diplomados y seminarios, y se celebran congresos internacionales que confirman la madurez y la relevancia de esta disciplina en el mantenimiento y la sostenibilidad de la infraestructura civil.

3. DESARROLLO DE LA PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN EN IBEROAMÉRICA A TRAVÉS DE ALCONPAT INTERNACIONAL

3.1 Origen Institucional

La trayectoria de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción (ALCONPAT) se originó el 1 de febrero de 1991, en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Madrid, España. El surgimiento de esta organización internacional fue el resultado de la iniciativa de tres profesionales integrantes de un colectivo de 42 especialistas iberoamericanos.

Dicho grupo participó en **el X Curso de Estudios Mayores de la Construcción (CEMCO-85)**, un programa de cooperación técnica centrado en áreas como estructuras, materiales, unidades funcionales de obra, habitabilidad y energía. La cohorte estuvo integrada por arquitectos e ingenieros procedentes de Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, España, Uruguay y Venezuela. (Figura 1).

Figura 1. Curso CEMCO 1985, Instituto Eduardo Torroja. 42 profesionales de Iberoamérica se especializaron en una recién creada área de estudio: "Patología de la Construcción"

Los egresados de 1985 establecieron el compromiso formal de generar un evento técnico-científico en la región latinoamericana que permitiera la continuidad del intercambio profesional. Esta iniciativa contó con el respaldo de destacados académicos como los profesores Álvaro García Messeguer, José Calavera y Manuel Fernández Cánovas. Los estudiantes fundadores fueron Dante Domene (Argentina), Antonio Carmona (Brasil) y Liana Arrieta de Bustillo (Venezuela).

3.2 Creación y I Congreso Latinoamericano (1991)

Tras una etapa de planificación gestionada desde Córdoba, Argentina, y bajo el auspicio del Complejo Ferial de esa ciudad, se dio inicio al **1º Congreso de Patología y Control de Calidad** en 1991 (Figura 2). Este evento fue diseñado como el foro para integrar a los especialistas formados en el Instituto Torroja con la comunidad técnica regional.

Figura 2. Los tres fundadores en el 1er Congreso CONPAT y 3ro de Control de Calidad, Córdoba, Argentina. 1991

Al concluir este congreso, ante una asamblea de más de 200 participantes de siete países, se presentó la propuesta formal para la creación de la Asociación ALCONPAT Internacional (Figura 3). Aunque la organización se denominó inicialmente Q+Pareco, el nombre actual fue adoptado posteriormente tras un proceso de selección.

Resultados y Relevancia Técnica del I CONPAT:

- **Producción Científica:** Se evaluaron y presentaron 102 trabajos de investigación procedentes de diversos países.
- **Diversidad Geográfica:** Participaron representaciones de México, República Dominicana, Uruguay, Brasil, Chile, Paraguay, España, Venezuela y Argentina.
- **Objetivo Estratégico:** Se estableció la necesidad de documentar las manifestaciones patológicas regionales y aprovechar la investigación aplicada para orientar las acciones hacia el mejoramiento de la calidad en las edificaciones.
- **Premisa de Calidad:** Se planteó que la calidad es una inversión rentable que requiere incrementar la vida útil de las infraestructuras mediante programas rigurosos de "control de calidad y mantenimiento preventivo".

Figura 3. Lanzamiento de la Asociación propuesta por el Prof. Fernández Cánovas. 1er Congreso CONPAT Argentina

3.3 Desarrollo y Consolidación de Delegaciones

Desde su fundación legal en 1991 hasta la asunción de la dirección general por parte del Dr. Pedro Castro en 2001, la organización se enfocó en la elaboración de sus estatutos y el registro como personalidad jurídica internacional, proceso que ha conllevado diversas modificaciones estatutarias para consolidar el reglamento actual.

A lo largo de su historia, la estructura se ha fortalecido mediante la creación de delegaciones nacionales en los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, Guatemala, México, Paraguay, Portugal, Uruguay y Venezuela.

En el caso específico de Venezuela, la asociación fue refundada el 28 de julio de 2023. Actualmente, esta delegación cuenta con más de 100 miembros activos, consolidándose como una de las representaciones con mayor fortaleza dentro de la red internacional.

3.4 Actividad Científica y Estructura de Servicios

La continuidad de la asociación se manifiesta principalmente a través de los congresos CONPAT, celebrados con una periodicidad bienal. Según los registros oficiales, estos encuentros han convocado a más de 4.000 participantes. A continuación, se listan las sedes de los Congresos Internacionales (Figura 4):

- **1991–2001:** Córdoba (Argentina), Barquisimeto (Venezuela), La Habana (Cuba), Porto Alegre (Brasil), Montevideo (Uruguay), Santo Domingo (República Dominicana).
- **2003–2013:** Telchac (México), Asunción (Paraguay), Quito (Ecuador), Valparaíso (Chile), Antigua (Guatemala), Cartagena (Colombia).
- **2015–2025:** Lisboa (Portugal), Asunción (Paraguay), Chiapas (México), Edición Virtual (Brasil), Santa Cruz (Bolivia) y Madrid (España).

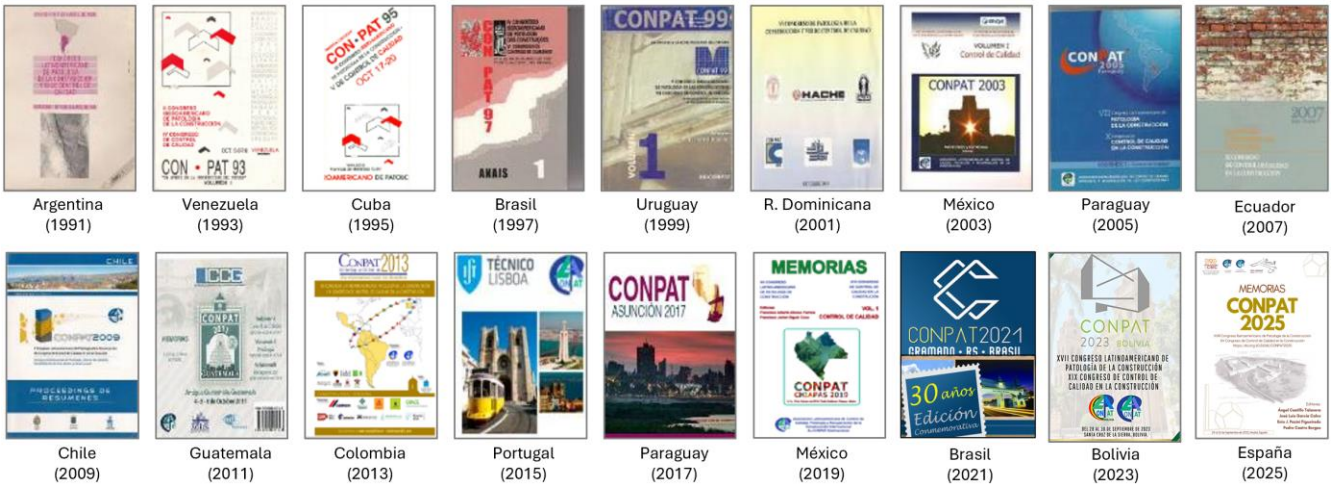


Figura 4. Congresos CONPAT's Internacionales

Además de los certámenes científicos, ALCONPAT Internacional ofrece una estructura de servicios de alta especialización:

Educación Continua: Programas certificados en diversos tópicos de la Patología de obras civiles.
Difusión Científica: Publicación de una revista indexada periódica.
Normalización Técnica: Elaboración de manuales de procedimientos para reparación y rehabilitación, así como boletines de especificaciones técnicas.
Fomento a la Investigación: Entrega de premios a trabajos destacados y apoyo a investigadores noveles mediante la organización "Jóvenes con ALCONPAT".

3.5 Impacto y Perspectivas Futuras de la Asociación

Se concluye que ALCONPAT Internacional es una organización científica con una proyección relevante en el ámbito de la ciencia y la construcción. Su propósito fundamental se orienta hacia la mejora de la calidad de vida de las sociedades mediante la optimización de los estándares

de edificación y el incremento de la vida útil de las estructuras.

La implantación de programas rigurosos de mantenimiento preventivo y control de calidad, junto con el fortalecimiento de las delegaciones nacionales, asegura la sostenibilidad técnica de la disciplina en Iberoamérica.

4. RELEVANCIA ESTRATÉGICA Y METODOLÓGICA DE LA PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Aunque los "padecimientos" en las edificaciones son inherentes a su propia historia y han sido atendidos de manera reactiva a lo largo del tiempo, la trascendencia del desarrollo actual de la Patología en la industria de la construcción radica en su capacidad para concentrar y sistematizar un cuerpo de conocimiento que antes se gestionaba de forma dispersa o aislada. Esta especialidad se ha consolidado como un marco científico integral para la investigación, la metodología de diagnóstico, la evaluación de riesgos, y la proposición de soluciones de rehabilitación.

En el contexto global actual, y con especial énfasis en Iberoamérica, resulta imperativa la formación de profesionales en ingeniería y arquitectura que dominen esta disciplina. Un especialista eficiente en Patología de las Construcciones debe poseer vocación y un conocimiento robusto e integral que se sustenta en cinco pilares fundamentales (Figura 5):

- **Análisis integral del sitio:** Para identificar las amenazas del entorno que podrían afectar a la edificación: condiciones ambientales, clase de exposición, condiciones geotécnicas, zona sísmica, entre otros.
- **Análisis Estructural y Mecánica de Materiales**: Para comprender la respuesta de la estructura a las distintas cargas y el comportamiento intrínseco de sus componentes.
- **Tecnología de la Construcción**: Para identificar deficiencias asociadas a procesos constructivos.
- **Pruebas y Ensayos**: Para verificar las propiedades y el estado real de los materiales, sistemas estructurales y componentes no estructurales de la edificación.
- **Ojo clínico:** Más allá del conocimiento técnico, el atributo más valioso reside en el juicio experto, conocido coloquialmente en el argot médico como "ojo clínico". Esta aptitud representa la capacidad de captar integralmente la semiología del problema, facilitando un razonamiento diagnóstico rápido y acertado. Esta pericia se adquiere por la acumulación y el discernimiento de conocimientos y experiencias en una diversidad de casos patológicos.

Figura 5. Atributos de un buen Patólogo de la Construcción

4.1 Relación Causa-Efecto-Consecuencia

Existe una relación directa entre las posibles causas que dan origen a los problemas en las construcciones, con sus efectos y consecuencias (Figura 6).

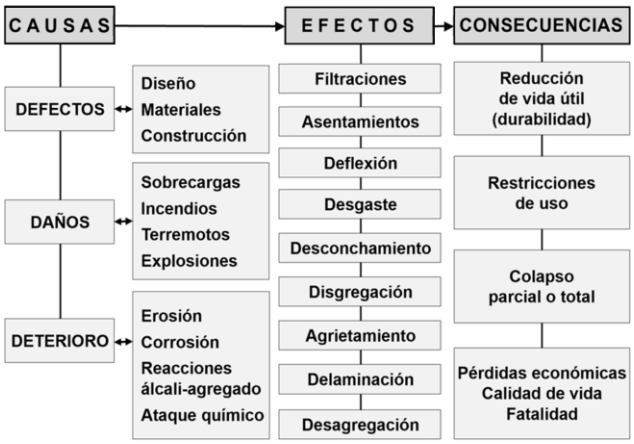


Figura 6. Relación entre causa, efectos y consecuencias (adaptado de Fernández Cánovas, 1994)

La Causa es el factor inicial que provoca o genera un problema. Puede deberse a:

a) Defectos de origen: errores en el proyecto y cálculos, descuidos en la construcción, materiales defectuosos o de mala calidad.
b) Daños: causados por sobrecargas, incendios, terremotos, deslaves, derrames químicos, empujes o asentamientos del terreno, entre otros.
c) Degradación o deterioros: causados por erosión, corrosión de la armadura, reacción álcali-agregados, ataque por sulfatos, entre otros.

El efecto es la manifestación física directa y manifiesta de la causa. Entre los principales efectos tenemos: agrietamiento, desconchamiento, delaminación, deflexiones, desgaste, disgregación, desagregación, eflorescencias, filtraciones, distorsiones del sistema de cimentación.

La consecuencia, como resultado final, y a menudo más grave que el efecto, se manifiesta en la funcionalidad, seguridad o valor de la edificación; tales como, la reducción

de la vida útil, las restricciones de uso, el colapso parcial o total, las pérdidas económicas, la calidad de vida y la fatalidad, entre otras.

4.2 Sintomatología

Los síntomas más comunes que alertan cuando una estructura está "enferma" son las fisuras y grietas. Estas son el indicio más visible de problemas o fallas (Figura 7). No todas revisten el mismo grado de peligro, algunas son solo un problema estético o funcional, mientras que otras reflejan daños que podrían significar un riesgo de colapso, por lo que nunca deben ser menospreciadas. Otros síntomas de manifestaciones patológicas en las obras civiles incluyen:

- Filtraciones y humedades.
- Deformaciones excesivas o flechas fuera de norma.
- Vibraciones anómalas.
- Desprendimientos de material.
- Manchas o cambios de coloración en el concreto.

Figura 7. Izquierda: grieta por corte en columna (incendio); derecha: grietas longitudinales en esquina (corrosión)

4.3 Metodología de la Investigación Patológica

Un caso típico de patología de obras civiles se desarrolla mediante un proceso secuencial dividido en dos fases fundamentales (Figura 8): una investigación preliminar (o de triaje) y una investigación detallada (o de verificación).

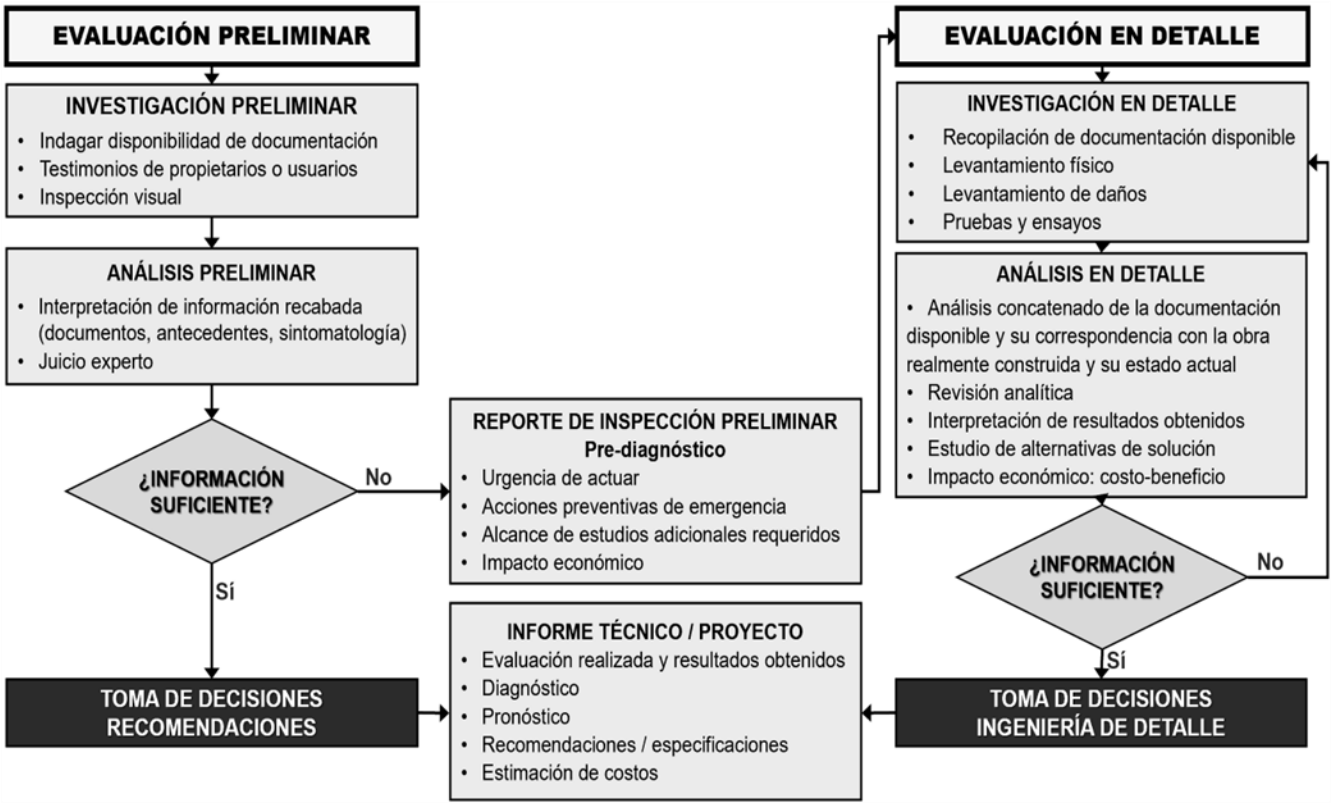


Figura 8. Diagrama del Procedimiento General de Evaluación

La Fase Preliminar tiene como objetivos principales la identificación del problema, la estimación inicial de su gravedad y la determinación de la urgencia de la actuación. Los objetivos clave de esta fase son:

- Obtener la información histórica documental disponible de la edificación (planos, memorias, modificaciones o ampliaciones, historial de mantenimiento).

- Determinar la factibilidad técnica y económica de la recuperación.
- Establecer un prediagnóstico y definir, en casos simples, la solución inmediata.

En esta fase, el diagnóstico se sustenta primariamente en el análisis semiológico del caso, es decir, la lectura e interpretación de los signos y síntomas que manifiesta la edificación. Esto se realiza principalmente a través de una inspección visual aguda, complementada ocasionalmente con ensayos no destructivos sencillos y de rápida ejecución. Es durante esta etapa que el "ojo clínico" del ingeniero patólogo resulta fundamental.

La fase Detallada se desarrolla cuando el diagnóstico preliminar revela mayor complejidad del caso o requiere la verificación de hipótesis, se amplía el alcance a una investigación detallada más exhaustiva. Esta fase implica la aplicación de diversas técnicas para determinar el estado real de la edificación in situ, a menudo requiriendo intervenciones multidisciplinarias y la realización de diversos tipos de ensayos.

4.4 Ensayos más comunes

Entre las técnicas de ensayo más utilizadas para esta verificación se encuentran (Figura 9):

- Ensayos no destructivos: Fisurometría, para medir el desarrollo de fisuras; magnetometría, para localizar el acero de refuerzo; esclerometría, para estimar la resistencia superficial del concreto; ultrasonido, para evaluar la homogeneidad interna; medidas electroquímicas, potencial y velocidad de corrosión para definir el estado de corrosión del acero de refuerzo; nivelación de precisión; entre otros.
- Ensayos de caracterización de deterioro: Prueba de carbonatación con indicadores de pH; resistividad eléctrica, para evaluar la actividad corrosiva de armaduras; petrografía, para analizar la microestructura del concreto; entre otros.
- Ensayos semi-destructivos y destructivos: Extracción de núcleos de concreto y muestras de acero para pruebas de laboratorio; calas exploratorias.
- Exploración de suelos y cimentaciones.

Figura 9. Ensayos más comunes para evaluar estructuras

Finalmente, se puede recurrir a la prueba de carga, que se considera el ensayo confirmativo por excelencia. Esta prueba de campo es la forma más precisa y definitiva de determinar la capacidad portante real de las estructuras y verificar su idoneidad ante las cargas gravitacionales de servicio.

4.5 Diferencia entre Ingeniería Forense y Patología de Obras Civiles

Se tiende a confundir muchas veces la **Ingeniería Forense** con la **Patología de Obras Civiles**, a pesar de existir diferencias clave en sus objetivos y aplicación: la primera se centra en la responsabilidad legal y las causas de una falla catastrófica, mientras que la segunda se enfoca en el diagnóstico técnico y la reparación de daños en una construcción (Tabla 1). Aquí se detallan las diferencias clave:

Ingeniería Forense:

- **Enfoque:** Investiga causas, determina responsabilidades legales y aporta pruebas periciales en litigios o juicios.
- **Alcance:** Analiza accidentes, colapsos, fallos de diseño, vicios ocultos y conflictos contractuales.
- **Objetivo:** Identificar "¿quién tuvo la culpa?" y "¿por qué ocurrió?", emitiendo informes periciales.
- **Acción:** Se activa generalmente ante una catástrofe, siniestro importante o un litigio judicial.

Patología de Obras Civiles:

- **Enfoque:** Estudio técnico del "enfermo" (la obra). Analiza los mecanismos, causas y efectos de los daños, deterioros o fallas constructivas.
- **Alcance:** Se dedica a identificar lesiones materiales, como corrosión, grietas, humedades, fisuras, etc.
- **Objetivo:** Diagnosticar el origen del deterioro y proponer métodos de rehabilitación o reparación.
- **Acción:** Es preventiva o correctiva; busca entender la falla física para reparar y prolongar la vida útil.

Tabla 1 Resumen de diferencias entre la ingeniería forense y la patología de las obras civiles

Característica	Ingeniería Forense	Patología de Obras Civiles
Objetivo	Judicial/Legal (Responsabilidades)	Técnico/Terapéutico (Reparación)
Pregunta clave	¿Por qué falló y quién es el responsable?	¿Qué le pasa a la estructura y cómo se arregla?
Resultado	Informe pericial para juicios	Diagnóstico y plan de reparación
Escenario	Fallas catastróficas, siniestros	Degradación, deterioro, defectos, daños

En conclusión, un patólogo de la construcción detecta cómo y por qué se deterioró una obra, mientras que el ingeniero forense utiliza ese conocimiento para establecer quién incumplió las normas o el contrato ante un tribunal.

5. CAMPO DE ACCIÓN DEL PATÓLOGO DE LA CONSTRUCCIÓN

5.1 Deficiencias de Origen (Vicios Ocultos)

En muchos casos, las enfermedades de las construcciones son de naturaleza congénita; la estructura está sentenciada desde su nacimiento debido a la falta de control, inexperiencia, o negligencia en etapas cruciales como la concepción y el diseño, la selección de materiales o el proceso constructivo (Figura 10).

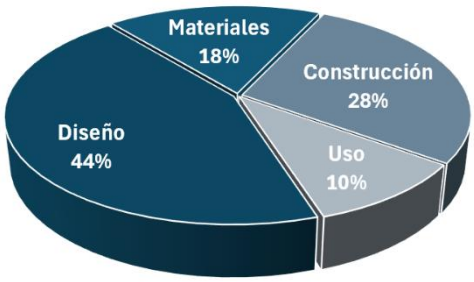


Figura 10. Origen de los defectos, deterioro y fallas con relación a las etapas de producción y uso de las obras civiles (adaptado de Helene y Pereira, 2003)

Un ejemplo reciente de enfermedad congénita en el ámbito nacional es la epidemia de casos de concreto de calidad "no conforme". Esto se origina en la dificultad para obtener materia prima de calidad, especialmente cemento y arena. La poca oferta de cemento Portland tradicional (Tipos I, II y III) ha masificado el uso de Cemento Portland con Adiciones (CPCA), cuyas propiedades, no equivalentes a los tipos tradicionales, son a menudo desconocidas o mal interpretadas por contratistas e inspectores de obras.

Los problemas asociados a deficiencias de origen o vicios ocultos generalmente no se manifiestan de inmediato, sino que se desarrollan lentamente con el tiempo comprometiendo la durabilidad, o afloran súbitamente al someterse la estructura a una sobre exigencia excepcional. Esto sucede con eventos accidentales de gran poder destructivo, como incendios, terremotos, explosiones, aludes o inundaciones, eventos que sacan a flote cualquier defecto o deficiencia en la capacidad resistente del sistema estructural.

5.2 Corrosión: el cáncer de las estructuras

La corrosión se define como la degradación de los metales/aleaciones resultante de su interacción con el medio ambiente circundante. Aunque es comúnmente asociada a las estructuras metálicas, también es muy frecuente y grave en las estructuras de concreto reforzado. Se trata de un fenómeno de naturaleza electroquímica compleja, influenciado por múltiples variables.

Es la principal causa de deterioro en infraestructura, equipos e instalaciones a nivel mundial. Representa entre el 3 y el 5% del PIB en países desarrollados y 8% o más en países subdesarrollados, es uno de los temas más investigados en ciencias e ingeniería.

Las pérdidas anuales por corrosión, es decir, por sustitución de miembros que se desintegran, por reparación, por pintado o aplicación de revestimientos protectores, se aproximaron a un costo global de 2,5 trillones de dólares americanos para el año 2013 (1 trillón es un millón de millones). Esto representa el 3,4% del PIB mundial, cifra que da una idea de la importancia del tema.

En el concreto reforzado, la corrosión del acero de refuerzo se promueve principalmente por:

La permeabilidad del concreto, que permite el acceso del oxígeno y la humedad hasta la armadura.

La carbonatación, proceso químico lento que ocurre en el concreto cuando el dióxido de carbono (CO_2) atmosférico se difunde a través de la red capilar del recubrimiento y reacciona con los productos de hidratación del cemento, principalmente los álcalis como el hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$), para formar carbonato de calcio neutro ($CaCO_3$), lo que reduce drásticamente el pH del medio y la consecuente despasivación del acero.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

La carbonatación es la tendencia termodinámica del clinker a volver a su estado primitivo de carbonato de calcio (*calcita*). Esta reacción tiene la consecuencia crítica de reducir el pH del concreto de un valor inicial altamente alcalino (típicamente entre 12 y 13) a un valor neutro o ligeramente ácido (generalmente por debajo de 10). Al caer el pH, se destruye la capa protectora de pasivación que naturalmente recubre el acero de refuerzo, lo que lo hace susceptible a la corrosión en presencia de humedad y oxígeno.

Figura 11. Prueba de carbonatación durante una reparación

La Figura 11 muestra una edificación en proceso de reparación en el litoral venezolano, con edad *30 años*, al que se le realizó la *prueba de la timolftaleína* para determinar la profundidad de carbonatación. Este ensayo químico evalúa el nivel de pH, identificando zonas carbonatadas *(incoloras, pH < 9)* y sanas *(teñidas de violeta, pH > 9)*. Como puede observarse, el frente carbonatado supera los *2 cm*, suficiente para despasivar la armadura circundante y activar la corrosión cuando el recubrimiento del acero es escaso.

Los cloruros. Los iones cloruro *(Cl^-)* atacan directamente la capa pasivadora del acero en el concreto reforzado. Son iones despasivantes muy potentes, que provienen principalmente por difusión desde el medio externo (ambiente marino, procesos industriales) y también directamente desde el interior por el uso de materiales de construcción contaminados. Se consideran el patógeno más crítico para las construcciones ubicadas cerca de las costas marinas. ¿Qué significa esto para las estructuras?: que los cloruros destruyen las capas protectoras de óxidos pasivantes alrededor de la armadura, aún en un entorno con pH elevado, lo que desencadena la corrosión si hay presencia de oxígeno y humedad.

El producto de la corrosión, conocido como herrumbre u óxido de hierro híper-hidratado, posee una naturaleza expansiva, cuyo volumen puede ser 6 veces mayor al del acero original. Esta expansión genera fuertes tensiones internas en el concreto circundante, lo que conduce a su fisuración, fractura y desprendimiento (Figura 12).

Figura 12. Daño severo en columna a causa de la corrosión

A medida que el proceso avanza, la armadura corroída ve reducida su sección útil y pierden su adherencia al concreto. Este deterioro progresivo debilita paulatinamente la estructura, pudiendo llevarla a su estado límite de servicio (pérdida de funcionalidad) o, incluso, a su estado límite de agotamiento (colapso).

La reparación de daños estructurales por corrosión es una operación de alta complejidad que requiere de diagnóstico y atención especializada. Una intervención inadecuada puede resultar contraproducente y acarrear serias consecuencias, entre ellas: la reincidencia y propagación del deterioro a zonas aún sanas, debido fundamentalmente al desequilibrio electroquímico generado por un tratamiento incorrecto del acero o del concreto afectado; también el riesgo de falla por agotamiento de la capacidad resistente, ya que la intervención puede requerir debilitar temporalmente la estructura en condición ya vulnerable para poder aplicar la solución de reparación.

La corrosión es una enfermedad endémica en toda construcción ubicada en ambiente marino o industrial agresivo, y ocasiona ingentes pérdidas económicas a nivel mundial. Venezuela no es ajena a esta realidad, ya que una parte significativa de los desarrollos habitacionales y turísticos-recreacionales se localiza en la región litoral. Numerosas edificaciones de esta zona presentan graves problemas estructurales por esta causa, con una vulnerabilidad que tiende a incrementarse con el tiempo.

Este problema no se limita al ámbito marino; también se manifiesta en instalaciones industriales, en áreas de estacionamientos subterráneos (sótanos) y en tanques de agua, áreas de piscina y jardineras por humedad constante y agentes químicos. Además, el fenómeno de la carbonatación paulatina afecta a inmuebles de avanzada edad en ambientes urbanos, fomentando también la corrosión.

5.3 Patología por problemas geotécnicos

Otras patologías recurrentes son las originadas por causas geotécnicas. Dentro del desarrollo de la geotecnia han tenido un papel preponderante los daños en las estructuras y

las catástrofes, entendidas estas como un comportamiento o un resultado inesperado. De allí que no son pocos los ingenieros geotécnicos cuya actuación profesional en una buena medida incluye la atención de casos con distintas manifestaciones patológicas, pero un origen común, las condiciones del terreno sobre el cual están cimentadas las obras.

Para entender el perfil del ingeniero geotecnista-patólogo es necesario destacar que en la geotecnia coexisten dos ramas, una científica, teórica y otra aplicada, experimental. Peck (1962) lo señala como la dualidad entre la Ciencia Ingenieril (paradigma de la teoría) y Práctica Ingenieril (paradigma de la práctica). La Figura 13, propuesta por Burland (2006), permite explicar estos conceptos:

Figura 13. El triángulo geotécnico de Burland (1987-2007)

En este triángulo coexisten cuatro aspectos relacionados entre sí: 1) el perfil del terreno o más ampliamente, las condiciones y características del sitio bajo estudio, 2) el comportamiento observado o medido, en este caso la observación, medición y ensayos sobre la patología en estudio, 3) las predicciones usando métodos apropiados, la idealización y modelación conceptual, física o analítica y 4) los procedimientos empíricos entendidos como el criterio o juicio basado en precedentes y la experiencia bien ganada.

Las situaciones de mal funcionamiento o de falla relacionadas con la geotecnia, y donde siempre debe actuar profesionales con experticia en patología, se pueden agrupar muy resumidamente como sigue:

- Por inestabilidad: dimensionamiento indebido que propicia fallas por corte y/o asentamientos, desconocimiento de las características del subsuelo.
- Por exceso de carga: cambio del destino y de las sobrecargas de uso, variaciones de las cargas por incremento de la altura del edificio.
- Cambios en las características del terreno.
- Movimientos del terreno: movimientos de masas, subsidencias, hundimientos de minas o galerías existentes, movimientos sísmicos, vibraciones por voladuras o por hinca de pilotes, licuación. cambios de humedad que provocan hinchamientos o retracciones y efecto de las raíces de los árboles.
- Alteraciones de tipo químico: ataque de sulfatos sobre morteros y cementos, disolución de los suelos y cristalizaciones dentro de la masa de suelos.

Las Figuras 14, 15, 16 y 17 muestran ejemplos de manifestaciones de fallas originadas por problemas geotécnicos.

Figura 14. Edificación en peligro de colapso por la omisión en la identificación de suelos dispersivos

Figura 15. Movimiento de masas que dejó al descubierto las cimentaciones

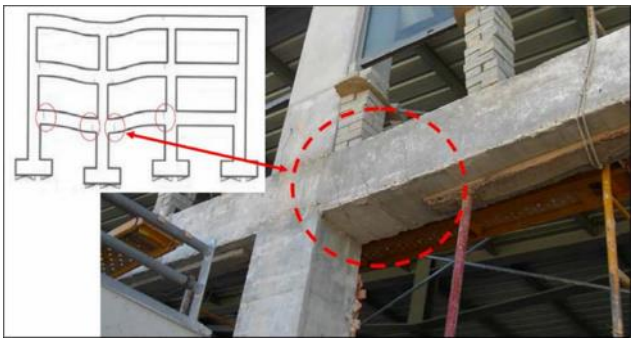


Figura 16. Agrietamiento de la estructura por asentamiento diferencial excesivo

Figura 17. Asentamiento e inclinación de una edificación cimentada en una losa apoyada sobre suelos blandos

Como en toda rama de la ingeniería, las consecuencias materiales, económicas y sociales derivadas de una práctica inadecuada de la geotecnia pueden ser significativas. Por ello, su correcta aplicación constituye un componente esencial de cualquier proyecto.

Resulta imprescindible destacar la importancia del trabajo interdisciplinario y de la sinergia entre la tríada **comitente-propietario/ proyectistas/ constructores**, condición necesaria para obtener obras económicas, confiables, duraderas y seguras. Alcanzar este nivel de articulación profesional, representa uno de los mayores desafíos contemporáneos para la patología de las obras civiles.

5.4 Patología sísmica: de la vulnerabilidad de origen a la evaluación post-terremoto

La patología sísmica es una especialidad que demanda una comprensión profunda de la dinámica de estructuras y el comportamiento no lineal de los materiales. A diferencia del daño o degradación de origen químico o ambiental, el daño sísmico es súbito y pone a prueba la ductilidad y la capacidad de disipación de energía de la edificación. Su abordaje sistemático se divide en cuatro enfoques fundamentales, que transitan desde la prevención hasta la rehabilitación.

5.4.1 Evaluación rápida de la vulnerabilidad de edificaciones existentes (Enfoque Preventivo):

Este enfoque se centra en identificar el riesgo antes de que ocurra el evento sísmico mediante un "índice de riesgo" o "índice de priorización" como los mostrados en la Figura 18 para un sector de Caracas, Venezuela.

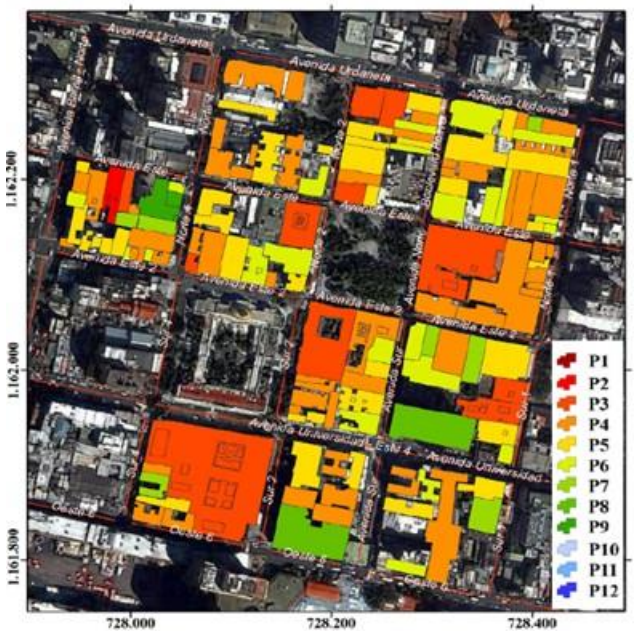


Figura 18. Ejemplo de índices de priorización para un sector de Caracas, Venezuela. Adaptado de López, Coronel y Rojas (2014)

Se usan planillas y matrices que permiten jerarquizar grupos de edificaciones a través de evaluaciones de corta duración. Se fundamenta en el levantamiento de información documental y de campo sobre la amenaza sísmica del lugar (probabilidad de que ocurran acciones sísmicas de cierta intensidad), así como la vulnerabilidad del edificio determinada según: su edad, el marco normativo que rigió su construcción, el tipo de sistema estructural y de materiales empleados, la configuración estructural y arquitectónica, número de pisos, irregularidades críticas como el "entrepiso blando" y "columna corta", entre otros. También pueden incluir la importancia del edificio según su uso y número de ocupantes (López, Coronel y Rojas, 2014)

5.4.2 Evaluación de habitabilidad y riesgo post-sismo (Enfoque de Atención de la Emergencia):

Inmediatamente después de un sismo, el patólogo actúa como un evaluador de seguridad pública. El objetivo no es diseñar una reparación, sino dictaminar si la estructura representa un peligro inminente para la vida. Se utiliza el protocolo de inspección visual rápida para clasificar la edificación mediante etiquetas de colores. En este nivel, el juicio experto es vital para distinguir entre grietas cosméticas y fallas frágiles en elementos primarios, o asentamientos diferenciales inducidos por la licuación de suelos, entre otros.

Se siguen métodos de evaluación rápida como los indicados en ATC-20 (2005) o adaptaciones como la

recientemente desarrollada para Venezuela por Funvisis, IMME-UCV y otros colaboradores (López et al, 2023). El resultado de estos protocolos de evaluación conduce al etiquetado de la estructura con los siguientes identificadores: etiqueta verde (acceso permitido), etiqueta amarilla (acceso restringido) y etiqueta roja (acceso no permitido). La Figura 19 muestra un ejemplo de estas etiquetas.

Figura 19. Etiqueta roja colocada por personal de Funvisis en la fachada de un edificio luego del Sismo de Tucacas en el año 2009

5.4.3 Protocolo de evaluación en detalle para la reparación y adecuación (Enfoque de Desempeño):

Cuando una estructura presenta daños o se identifica como vulnerable, se requiere un diagnóstico profundo que sustente un proyecto de rehabilitación o adecuación. Bajo la filosofía del "Diseño Basado en el Desempeño" (PBD), el protocolo de evaluación busca determinar la capacidad residual de la obra y su respuesta ante eventos futuros. Para ello, se emplean métodos de análisis avanzados, como el análisis estático no lineal (conocido como Pushover) o el análisis dinámico no lineal tiempo-historia. Estas herramientas permiten verificar si la estructura es capaz de alcanzar objetivos de desempeño específicos, tales como la Ocupación Inmediata o la Prevención del Colapso, vinculando la respuesta estructural con distintos niveles de amenaza sísmica.

Estándares como el FEMA P-58 (2018), o los más recientes ASCE/SEI 41 (2023), FEMA P-2355 (2025) y ACI 562 (2025), detallan los procedimientos para este tipo de evaluaciones. Estos códigos proponen un proceso de varios niveles o etapas que conecta el comportamiento esperado, tanto de los miembros estructurales como de los componentes no estructurales, con rangos de desempeño que garantizan la resiliencia de las edificaciones existentes ante distintos niveles de amenaza sísmica.

Independientemente del método de análisis empleado, se requiere una rigurosa evaluación previa de las condiciones del edificio "como construido", que implica el levantamiento físico y la realización de pruebas y ensayos que permitan que el modelo sea fiel a la condición real en sitio.

La Figura 20 muestra un ejemplo de toma de muestras y ensayos (núcleos de concreto) para la caracterización de una estructura afectada severamente por un terremoto, luego la Figura 21 muestra las curvas de capacidad típicamente usadas para el análisis no lineal de edificaciones existentes.

Figura 20. Toma de muestras para evaluación en detalle de un edificio existente afectado por el sismo de Tucacas, 2009

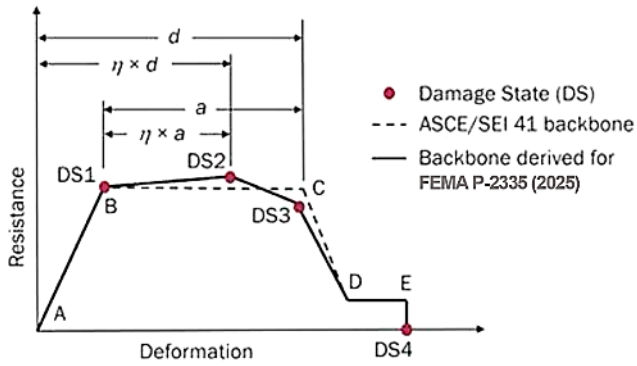


Figura 21. Curvas de capacidad típicas para el análisis y diseño basado en desempeño según documentos ASCE y FEMA. Adaptado de FEMA P-2335(2025)

5.4.4 Criterios y técnicas generales para adecuación sísmica (Enfoque de Intervención):

La fase final consiste en la aplicación de técnicas de reparación o adecuación estructural para corregir los daños y/o deficiencias diagnosticadas. La intervención busca modificar la respuesta dinámica de la estructura para mitigar la demanda sísmica o aumentar su capacidad. En FEMA 547 (2006) se detallan estos sistemas; a continuación, algunos ejemplos (Figura 22):

- Incremento de rigidez y resistencia: adición de muros de concreto, diagonales de acero u otros sistemas.

- Control de ductilidad: encamisado de columnas (con acero, concreto o polímeros reforzados con fibra de carbono - CFRP) para mejorar el confinamiento.
- Aislamiento y disipación: uso de dispositivos en la base o amortiguadores que absorben la energía del sismo.

Figura 22. Ejemplo de adecuación sismorresistente de un edificio en Caracas, Venezuela. Se observan técnicas de recrecido de columnas y vigas, más confinamiento con sistemas CFRP

Son de particular importancia las edificaciones de avanzada edad, que fueron diseñadas y construidas bajo la vigencia de normas antiguas cuyos criterios y especificaciones se consideran hoy en día insuficientes.

Como reflexiones finales de este punto, se puede indicar que la patología sísmica no debe entenderse solo como la reparación de grietas tras un evento, sino como un ciclo continuo de gestión de riesgo. La transición desde los métodos cualitativos de evaluación rápida, hasta los análisis cuantitativos sofisticados de análisis no lineal, permiten que el juicio experto del ingeniero se respalde en modelos rigurosos, garantizando infraestructuras más resilientes.

5.5 Incendios en edificaciones

Los incendios en edificaciones son siniestros que ocurren con cierta frecuencia; tienen un poder muy destructivo que impacta catastróficamente al inmueble, a sus ocupantes y a la colectividad en general. El riesgo de incendio estará siempre latente, siendo más probable en donde abunden materiales combustibles como en el caso de instalaciones industriales, almacenes, edificios comerciales y de oficinas.

Para su activación se requiere la conjunción simultánea de tres componentes esenciales conocidos como "Triángulo del Fuego" (Figura 23), de donde se desarrolla luego una reacción en cadena.

Figura 23. Triángulo del Fuego

La intensidad del fuego, su extensión y sus efectos sobre la estructura dependen de los siguientes factores:

- Materiales *(Carga de Fuego)*: la naturaleza y cantidad de los materiales combustibles en el edificio tienen una influencia determinante sobre los daños ocasionados por el incendio. Estos materiales pueden ser estructurales, decorativos, mobiliarios o productos almacenados.

- Corrientes de aire *(*acceso al *Oxígeno)*: la facilidad de acceso del aire exterior al lugar del fuego a través de ventanas o puertas abiertas, así como por escaleras y huecos de ascensor, tiene vital influencia en la magnitud y extensión de los daños. Estas corrientes de aire aportan el oxígeno *(comburente)* necesario para la combustión de los materiales y avivan las llamas, con el consecuente aumento de temperatura.

- Áreas o compartimientos aislados: las divisiones internas mediante muros de concreto o paredes de bloques de arcilla, permiten aislar espacios y ralentizar la propagación del fuego en función de su capacidad de aislamiento térmico y resistencia. No obstante, este efecto protector rara vez se observa en entornos industriales caracterizados por grandes espacios abiertos o en oficinas modernas, donde se emplean divisiones plásticas con mínima resistencia al fuego.

No todos los materiales de construcción tienen el mismo comportamiento frente al fuego. La Tabla 2 muestra un análisis comparativo de los efectos de un incendio en los principales materiales de construcción. Se compara la resistencia al fuego, combustibilidad, contribución a la carga de fuego, gradiente térmico, protección a las altas temperaturas, posibilidades de reparación luego de un incendio y la protección que ofrecen al personal de bomberos durante las labores de evacuación y extinción. Luego se presentan más detalles sobre el comportamiento del concreto y el acero ante el fuego.

Tabla 2. Comportamiento de materiales de construcción ante el fuego
(Fuente: Jacobs, J. P. (2007). "Comprehensive fire protection and safety with concrete. Brussels: European Concrete Platform")

Material de construcción (desprotegido)	Resistencia al Fuego	Combustibilidad	Contribución como Carga de Fuego	Gradiente de temperatura en una sección	Protección intrínseca contra el fuego	Reparabilidad luego del incendio	Protección para evacuados y bomberos
MADERA	Baja	Alta	Alta	Muy baja	Muy baja	Nula	Baja
ACERO	Muy baja	Nula	Nula	Muy alta	Baja	Baja	Baja
CONCRETO	Alta	Nula	Nula	Baja	Alta	Alta	Alta

5.5.1 El concreto reforzado frente al fuego

Si se compara con otros materiales de construcción, el concreto reforzado generalmente presenta buenas características de resistencia frente al fuego. No obstante, esta cualidad del concreto se conserva por un tiempo limitado que dependerá de varios factores, entre los que es decisivo el grado de exposición al fuego (temperatura máxima, tiempo de exposición y los cambios de temperatura).

El concreto reforzado sufre diversas alteraciones en sus propiedades y características cuando es sometido al calor. Estas alteraciones pueden ir desde simples deshidrataciones superficiales hasta calcinaciones profundas con daños irreversibles en el concreto y la armadura de acero que ponen en riesgo la capacidad resistente y seguridad de la estructura (Figura 24).

Figura 24. Daños severos en estructuras de concreto reforzado. Izquierda: colapso de columna por degradación del concreto. Derecha: agrietamiento de aristas, degradación, cambio de color

Entre los efectos más relevantes podemos citar: los cambios mineralógicos progresivos según los rangos de temperatura: deshidratación (pérdida del agua libre), oxidación de compuestos ferrosos acompañado por cambios de color, deshidroxilación (perdida del agua químicamente unida), entre otros. La disminución de sus propiedades mecánico-resistentes (Módulo de Elasticidad y Resistencia a la Compresión). La delaminación (desconchamientos: grietas paralelas a la superficie del elemento). Los agrietamientos (grietas normales a la superficie del elemento tipo red o piel de cocodrilo, grietas longitudinales en aristas). Los sobreesfuerzos por efectos térmicos (dilataciones diferenciales, gradiente térmico en la sección que genera momentos térmicos). Los cambios en las propiedades mecánicas del acero de refuerzo y la pérdida de adherencia del acero con el concreto.

5.5.2 Daños indirectos

En los incendios también se producen daños indirectos, inducidos por deformación impuesta en zonas alejadas del foco principal del siniestro. Estos daños son ocasionados por las distorsiones que experimentan los pórticos estructurales, debido a las grandes dilataciones térmicas diferenciales, especialmente en los envigados y las losas.

Estas deformaciones impuestas generan esfuerzos de coacción significativos en los miembros estructurales adyacentes. Al expandirse térmicamente el diafragma del piso afectado, los nodos de los pórticos se ven sometidos a desplazamientos laterales no considerados en el análisis. Esto puede derivar en fallas frágiles por cortante en columnas alejadas del foco del incendio o en la pérdida de integridad de las conexiones viga-columna, debido a la incapacidad de los detalles de armado para absorber dichas deformaciones térmicas (ver Figura 7 y caso práctico 6.4).

5.5.3 El acero frente al fuego

Las estructuras de acero, salvo que dispongan de protecciones pasivas bien diseñadas, tienen un desempeño muy pobre ante el fuego, lo que conduce frecuentemente a una pérdida total de la estructura (Figura 25).

Las propiedades mecánico-resistentes del acero son muy susceptibles a los cambios de temperatura. El Módulo de Elasticidad cae bruscamente a partir de los 300 °C, lo que reduce proporcionalmente también su resistencia a la deformación *(rigidez)*. Como ejemplo, un perfil de acero A42 requiere en frío (temperatura ambiente) un esfuerzo de *2250 kgf/cm²* para deformarlo *0,1%*, pero calentado a *300 °C*

requiere *1400 kgf/cm²* (62% de ese esfuerzo para la misma deformación) y a *600°C* solo requiere *400 kgf/cm²* (18% del esfuerzo), Esto es determinante en la vulnerabilidad estructural del acero desprotegido ante siniestros de incendio.

Figura 25. Colapso a causa de incendio de una edificación industrial en estructura metálica no protegida

5.5.4 Evaluación de Daños y Proyecto de Reparación de estructuras afectadas por fuego

Para poder realizar un diagnóstico acertado en el caso de una estructura incendiada, es fundamental la realización de un estudio amplio y detallado que abarque los diferentes aspectos que son requeridos investigar y siguiendo el procedimiento referido en el punto 4.3 anterior (Metodología de investigación Patológica).

En el ámbito de la patología por incendios estructurales, la comprensión del grado de afectación real de la estructura, así como la precisión alcanzada en el diagnóstico, resultan determinantes para garantizar la definición correcta del proyecto de reparación y para evitar omisiones que puedan comprometer tanto la ejecución de los trabajos, como la seguridad y durabilidad de la propia obra rehabilitada.

5.6 Lesiones en Revestimientos y Acabados

En esta disciplina no solo es importante la estructura, también es esencial el estudio de los componentes no estructurales, tales como los revestimientos y acabados.

El análisis de las patologías en revestimientos y acabados constituye un indicador esencial de la calidad constructiva, dado que estos elementos representan más del **90% de la piel envolvente** y son los más expuestos al deterioro ambiental. Es por ello que, el estudio de lesiones en estos elementos "**nos permite tener una visión global, pero objetiva, de la calidad de la construcción**".

La percepción de calidad está estrechamente vinculada a la estética observable. Izaguirre (2009) enfatiza que "**la apreciación del sujeto común o usuario depende más de lo que percibe que de una técnica de evaluación**", lo que convierte a los acabados en un componente crítico para la valoración del desempeño constructivo. En este sentido, la Figura 26 constituye un ejemplo claro de cómo la calidad es percibida con base en la expresión sensible o estética: dos revestimientos con materiales iguales (paneles de arcilla), pero con técnicas y especificaciones de acabados diferentes pueden ser causa probable de deterioro prematuro del revestimiento y sus acabados, en la imagen el revestimiento de paneles con cordón remetido es percibido como falla; aun cuando se asegura que no comprometen la estructura, cuando fallan los revestimientos y acabados del sistema se incrementan los riesgos estructurales. La figura evidencia que la expresión sensible, o estética, no es un atributo superficial, sino una herramienta para evaluar la ocurrencia de fallas y defectos de los revestimientos.

Figura 26. Dos revestimientos iguales con especificaciones de fabricación diferentes. Izquierda: con cordón remetido. Derecha: con cordón a ras

Estudios internacionales indican que **más del 90% de las lesiones** en edificaciones nuevas se originan en errores de proyecto o ejecución, mientras que la erosión natural y la contaminación ambiental representan menos del 6%.

Esta tendencia se replica en América Latina, donde investigaciones del MINVU (90 mil viviendas) y del Centro de Estudios de la Calidad de la Construcción de la Universidad Católica de Chile (CEECC-UC) (162 viviendas) muestran defectos significativos en terminaciones, especialmente en cerámicas, azulejos, puertas y ventanas, con fallas de alineación y cuadratura superiores al 52% en obras nuevas, en las cuales fueron empleados sistemas de aseguramiento de la calidad ISO 9001 (Organización Internacional de Normalización, 2015).

En Venezuela, el estudio de María Ysabel Dikdan, (2003) aporta evidencia cuantitativa clave para comprender la magnitud de las patologías en revestimientos y acabados. Su investigación, basada en 366 viviendas de siete urbanizaciones populares del estado Lara, presenta un resumen de la sintomatología de defectos constructivos. Los resultados muestran que: el **68,58%** de las viviendas presenta problemas de entrada de aguas de lluvia por defectos de diseño o ubicación inadecuada de puertas y ventanas. El **59,56%** evidencia defectos en la construcción de cerramientos. El **50,98%** presenta lesiones en revestimientos y frisos y el **28,33%** muestra lesiones en elementos estructurales.

Esos resultados demuestran la estrecha relación entre decisiones de proyecto y fallas en los acabados lo cual refuerza que las patologías en revestimientos no atienden fallas aisladas, sino síntomas de problemas sistémicos en diseño, especificaciones técnicas y ejecución. En conjunto, estos hallazgos muestran que la patología de revestimientos y acabados no solo refleja la calidad del proceso constructivo, sino que permite modelar la vulnerabilidad de nuevas edificaciones, anticipar fallas recurrentes y mejorar la toma de decisiones en diseño, selección de materiales y supervisión técnica.

La transformación de las edificaciones nuevas y de buena construcción aparente a edificaciones deterioradas y con manifestaciones patológicas evidentes, pueden tener un origen o causa probable en razones intrínsecas; la observancia de las normas de construcción, el uso de técnicas de construcción sancionadas por el tiempo y un mantenimiento adecuado redundan en una edificación de calidad con menos ocurrencias de fallas durante la vida útil de la edificación.

5.7 Otras patologías

Como se muestra en la Figura 6, existen múltiples causas que pueden dar origen a problemas en las obras civiles. Se han tratado acá las más frecuentes, pero no son las únicas.

Ocurren con menos frecuencia otros tipos de daños y deterioros en las construcciones que también son significativos, tales como:

Daños por uso y abuso: abrasión, erosión, desgaste, sobrecargas no previstas.

Daños debido a derrames químicos, ataque por sulfatos, reacciones álcali-agregados, cuyos principales efectos son la desagregación y disgregación del concreto

Cambios de uso, modificaciones o ampliaciones en edificaciones, que requieren un análisis exhaustivo de las propiedades y condiciones de la obra existente para poder llevar a cabo el proyecto de adecuación.

6. CASOS PRÁCTICOS Y LECCIONES APRENDIDAS

En los puntos previos de este trabajo se establecieron los fundamentos conceptuales, históricos y metodológicos necesarios para comprender el campo de acción de la patología de la construcción. Se abordaron los principios teóricos, el origen y evolución de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, así como las áreas disciplinares que convergen en esta especialidad. Este marco proporciona la base indispensable para interpretar adecuadamente los fenómenos patológicos que afectan a las edificaciones y para comprender la complejidad técnica, normativa y profesional que interviene en su análisis. Sobre esta plataforma conceptual se desarrolla lo que viene a continuación, la presentación de **casos prácticos**.

En este punto se exponen diversas situaciones reales que ilustran la manifestación de fallas, (defectos, daños o deterioros) en obras civiles y edificaciones, describiendo de manera sistemática **el problema observado, el proceso de diagnóstico, la propuesta de intervención y reparación, y las lecciones aprendidas**. Cada caso constituye un ejemplo concreto de cómo los principios teóricos se aplican en la práctica, permitiendo identificar causas probables, evaluar la eficacia de las soluciones implementadas y reflexionar sobre los factores técnicos, constructivos y de gestión que condicionan la calidad y la durabilidad de las obras.

Esta sección busca, por tanto, **vincular la teoría con la experiencia**, mostrando cómo el análisis riguroso de defectos o fallas contribuye a mejorar los procesos de diseño, construcción, supervisión y mantenimiento. Los casos seleccionados permiten evidenciar patrones recurrentes, errores frecuentes y oportunidades de mejora, ofreciendo al lector una visión integrada del quehacer profesional en la patología de la construcción y reforzando la importancia del diagnóstico adecuado como herramienta para la toma de decisiones.

Se omiten nombres y direcciones de las obras para hacer énfasis en la metodología y las lecciones aprendidas, sin exponer a las partes involucradas en cada caso.

6.1 **Calidad del Concreto en Obra** (Caso 1: A. Urich)

6.1.1 El Problema

Durante la construcción de una torre de oficinas ocurrió la falla de un sector de losas que condujo a un estudio preliminar, mediante el cual se detectó que su origen fue por un concreto "No Conforme". Esta situación puntual, generó en los propietarios la incertidumbre sobre la calidad del concreto en el resto del edificio (16.000 m^2), por lo que se solicitó una evaluación integral de la obra.

El objetivo del trabajo fue establecer si las deficiencias en la calidad del concreto eran sistémicas o aisladas, para lo cual se determinó mediante ensayos la resistencia característica del concreto (f_c) en todo el edificio.

6.1.2 Evaluación y Diagnóstico

El protocolo de evaluación contempló los siguientes pasos: i) análisis de documentos disponibles sobre el control de calidad en obra; ii) levantamiento de síntomas como fisuras y juntas frías; iii) ensayos no destructivos de esclerómetro; iv) toma de núcleos de concreto para ensayo a compresión; v) análisis concatenado de la información documental y de ensayos vi) diagnóstico y recomendaciones.

En primera instancia se analizaron los antecedentes de la obra, de los cuales destaca que el concreto provino de tres fuentes distintas: i) concreto preparado en obra ii) concreto premezclado 1 y iii) concreto premezclado 2. La designación de "concreto premezclado 1 y 2 se refiere a que fueron suministrados por dos empresas distintas, con diferentes fuentes de agregados, aditivos, adiciones y diseños de mezcla, aunque se trate de la misma resistencia especificada f´c. El cliente proporcionó información de la fuente empleada para cada sector del edificio.

La inspección visual permitió detectar juntas frías y zonas con fisuras en losas, acotando sectores bien definidos que fueron agrupados según las fechas de vaciado del concreto. Luego se realizó un levantamiento esclerométrico masivo en más de 200 miembros estructurales para mapear la dureza superficial. Se detectó una alta dispersión, con un rango de valores muy amplio en el índice esclerométrico, entre 35 y 57 (Figura 27).

Seguidamente, se realizó la extracción dirigida de núcleos de concreto para ensayo a compresión. Estos resultados fueron correlacionados con el índice esclerométrico. En primera instancia, se intentó una regresión única para todo el concreto de la obra, pero no se obtuvo un buen coeficiente de correlación; al separar los lotes según la fuente de suministro de concreto sí se logró una excelente correlación para los tres casos (Figura 28).

La Figura 29 muestra los núcleos extraídos. Se aprecia una apariencia muy distinta en los núcleos correspondientes a Premezclado 2, con respecto al resto del concreto en obra, lo cual es consistente con las diferencias en las correlaciones obtenidas.

Figura 27. Evaluación de síntomas y realización de ensayos

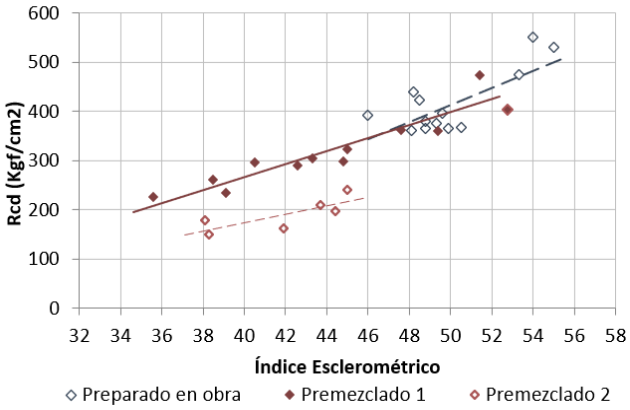


Figura 28. Correlación entre el índice esclerométrico y la resistencia a compresión de núcleos de concreto

Figura 29. Núcleos de concreto

Con estas correlaciones se pudo estimar la resistencia característica en toda la obra (Figura 30), con lo cual se concluyó que la mayor parte del concreto en obra era de calidad "conforme". También se identificaron los sectores con calidad "no conforme, indicando la fuente de suministro, fecha de vaciado y resistencia característica recomendada para el recálculo estructural. Las zonas que presentaban grietas en las losas coincidieron con sectores de concreto "no conforme".

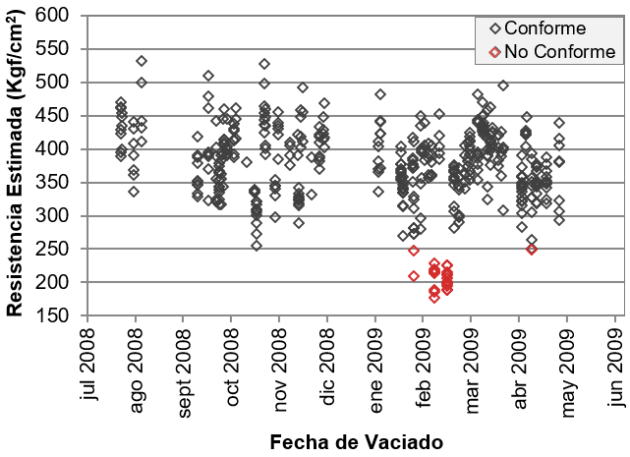


Figura 30. Resistencia característica y conformidad del concreto

6.1.3 Propuesta de Solución

Los resultados del estudio permitieron al ingeniero estructural responsable del proyecto tomar decisiones sobre las intervenciones requeridas, las cuales se estratificaron según el nivel de resistencia del concreto.

Para los sectores con muy baja resistencia, donde la relación demanda capacidad de los miembros estructurales no era aceptable, se procedió a la demolición controlada y reconstrucción; para sectores "no conformes", pero que no comprometían la seguridad de la estructura luego de un recálculo con las resistencias reales, se establecieron tratamientos por durabilidad, como la aplicación de recubrimientos impermeabilizantes y alcalinizantes de base cemento y resinas acrílicas para garantizar una adecuada vida útil, evitando el riesgo de corrosión.

6.1.4 Lecciones aprendidas

Este caso deja varias reflexiones sobre la patología del concreto:

- Los ensayos no destructivos permiten obtener un gran número de datos útiles para estimar las propiedades o la calidad de una obra existente, pero en la mayoría de los casos requieren complementarse con la toma de muestras y ensayos más específicos. En este caso particular, se demuestra que el esclerómetro es una herramienta de preselección, pero no ofrece una correlación única con la resistencia a compresión. Se requieren correlaciones específicas y juicio experto para discretizar los datos y entender qué factores pueden afectar sus lecturas.
- La patología no actúa únicamente ante el daño visible, sino que permite validar y certificar también porciones sanas, devolviendo la confianza técnica y legal a una obra bajo sospecha.
- No todos los casos de resistencia a compresión del concreto "no conforme" implican que la obra no será segura. Se pueden estimar las resistencias reales en sitio y realizar un nuevo modelo estructural empleando dichos valores para tomar decisiones que minimicen la intervención. En cualquier caso, no solo es importante verificar las resistencias mecánicas, sino también los requerimientos por durabilidad.

6.2 Falla por Aplastamiento del Concreto: Estudio Mediante Inspección Visual (Caso 2: J. Beauperthuy)

6.2.1 El Problema

Se documenta un caso de patología estructural en un tanque de almacenamiento de hidrocarburos de gran escala. Durante la construcción se produjeron desprendimientos súbitos del concreto de recubrimiento en el anillo de cimentación, lo que causó mucha inquietud en los encargados de esta obra.

Mediante el protocolo de *Evaluación Preliminar* (Figura 8) se diagnosticó un mecanismo de falla por aplastamiento localizado, originado por cargas concentradas y excéntricas. Se propone un procedimiento de reparación y recomendaciones de diseño para prevenir recurrencias. El caso demuestra la relevancia de la inspección visual como herramienta eficaz de diagnóstico inicial en patologías del concreto.

6.2.2 Evaluación y Diagnóstico

La patología del concreto en obras civiles puede comprometer directamente la seguridad y durabilidad de las infraestructuras. Los tanques de almacenamiento de hidrocarburos, por su escala y función estratégica, requieren cimentaciones robustas y confiables.

El objeto de estudio es un tanque cilíndrico de acero, con un diámetro nominal de 35,00 m y una altura de 17,00 m (Figura 31). La pared del tanque, compuesta por seis anillos de acero superpuestos de espesor variable (16,76 a 11,68 mm), apoya directamente sobre un anillo de cimentación de concreto reforzado de sección 1,00 x 1,20 m. Este anillo descansa a su vez sobre una corona de 43 pilotes. El fondo del tanque a su interior lo conforma una placa de acero de 14.29 mm sobre una losa de cimentación que se apoya a su vez en una batería de 179 pilotes equidistantes.

Figura 31. Tanque en construcción

Previo a la visita de inspección, se había reportado un desprendimiento súbito de una porción aproximada de 1 m² del concreto de recubrimiento lateral y esquina superior externa del anillo de cimentación (Figura 32).

Figura 32. Delaminación del concreto de recubrimiento en el radial 114° del anillo de cimentación (1ra falla – 4 anillos)

Para el momento del reporte de esta primera falla, se encontraban instalados en sitio cuatro de los seis anillos de acero que conforman la pared del tanque.

6.2.2.1 Hallazgos durante la Visita de Inspección

Casualmente, el mismo día de la visita se reporta otro incidente similar en la proximidad del radial 270°, esta vez con cinco anillos de la pared ya instalados (Figura 33).

Figura 33. 2da falla del concreto con 5 anillos instalados

El análisis en detalle tanto de la sintomatología presente en ambos daños ocurridos, como de la geometría de la sección del anillo de cimentación, la configuración de su armadura y el desplante de la pared del tanque permitió concluir que las fallas fueron causadas por un efecto de **aplastamiento del concreto**, condicionado por los siguientes factores:

- **Cargas Concentradas:** Presencia de protuberancias o resaltes en la cara superior del anillo de concreto no detectadas durante la nivelación de la cota de asiento de la placa anular donde apoya la pared del tanque. Debido a la alta rigidez vertical (axial) de la pared de acero, estos puntos absorbieron gran parte del peso acumulado en lugar de distribuirlo uniformemente (Figura 34).
- **Ausencia de Capa de Nivelación:** La placa anular de acero descansaba directamente sobre el concreto, sin un mortero de asiento que compensara irregularidades.
- **Excentricidad Crítica:** Se constató que el eje de la pared del tanque apoya a solo 17 cm del borde exterior del anillo de 100 cm de ancho (Figura 35). Esta proximidad al borde no confinado favorece el empuje al vacío y la delaminación del recubrimiento ante esfuerzos de tracción horizontal producidos por la compresión.

Figura 34. Izq. Placa anular separada del concreto base en el perímetro de la falla. Der. Placa anular en contacto pleno con el concreto en el eje de falla

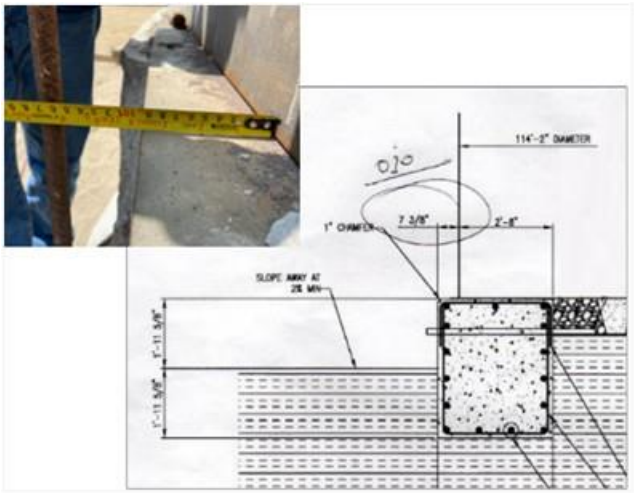


Figura 35. Verificación de la posición de la pared del tanque con respecto al borde del anillo de cimentación (17 cm), coincide con proyecto

6.2.2.2 Verificación Analítica Preliminar

Mediante algunas estimaciones analíticas, se verificó que la carga de la pared con 4 y 5 anillos se ubicaba entre *1.280* y *1.500* kgf/ml. Considerando una resistencia nominal del concreto de *460* kgf/cm^2 (fuente: Control de calidad del concreto anillo de cimentación) y un área de contacto puntual de solo *20* cm^2, se demostró que cualquier protuberancia pequeña podía superar el esfuerzo permisible al aplastamiento de concreto no confinado de B_u= 322 kgf/cm^2 (ACI 318, 2025), provocando la falla súbita observada.

6.2.2.3 Explicación del mecanismo de falla

La aplicación de una carga concentrada sobre un área reducida de una sección de concreto de mayores dimensiones produce un efecto puntual de aplastamiento e induce un estado de esfuerzos triaxial complejo. Este fenómeno trasciende la compresión axial pura, involucra componentes tangenciales y tensiones de tracción lateral derivadas del *efecto de Poisson*. Ante la ausencia de un confinamiento efectivo hacia el borde exterior del anillo, estas deformaciones transversales generan un *empuje al vacío* que provoca el desprendimiento explosivo del recubrimiento. Al superar el esfuerzo actuante la resistencia al aplastamiento (B_u), se desarrolla un cono de falla primario que actúa como una cuña, fracturando y desplazando lateralmente las zonas de concreto no confinadas por el refuerzo transversal, tal como se documenta en la Figura 36. Este mecanismo se caracteriza por su naturaleza súbita y su carácter marcadamente frágil y explosivo.

En la Figura 37 se presenta un diagrama de la distribución de tensiones de **Hendimiento** (tracción indirecta): hacia el vacío ocasionando la fractura y hacia la zona confinada de la sección del anillo de cimentación.

Figura 36. Izq. Detalle del cono de falla primario. Der. Vacío remanente luego de retirar el concreto fracturado del cono

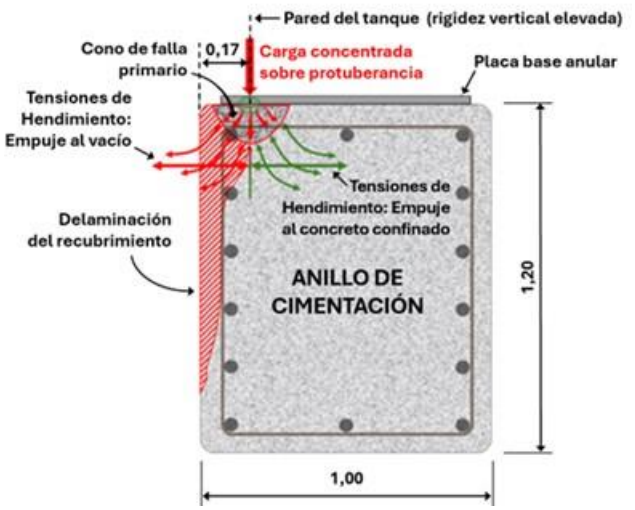


Figura 37. Diagrama de tensiones y mecanismo de falla

6.2.2.4 Diagnóstico

Se concluyó que la carga concentrada se origina en protuberancias presentes en la rasante superior del anillo, las cuales no fueron detectadas al momento de su nivelación. Una vez que avanza la fabricación del tanque, el peso y rigidez del cilindro de acero se van acumulando y en lugar de repartirse uniformemente sobre el anillo de cimentación como está previsto, se consigue estos resaltos puntuales que lo impiden. Por tanto, en la medida que el desnivel encontrado sea significativo, la presión de contacto en estos puntos es mucho mayor, pudiendo el concreto alcanzar en estos puntos su estado límite último (ELU) por agotamiento resistente (falla por aplastamiento). Al estar ubicada esta falla excéntricamente sobre el anillo de cimentación (próxima al borde externo), se convierte en el "efecto de cuña", detonante de la delaminación del recubrimiento.

6.2.3 Propuesta de Reparación

A pesar de la alarma generada, se determinó que los daños eran localizados y técnicamente reparables sin comprometer la integridad global de la estructura ni la continuidad de su construcción (Figura 38).

Figura 38. Anillo de cimentación reparado

6.2.3.1 **Procedimiento de reparación:**

a) **Preparación de superficies**: Precorte con disco de diamante a lo largo del perímetro de la falla y escarificación mecánica hasta 7 cm de profundidad, liberando por detrás la armadura existente, mediante martillos demoledores ligeros (energía <12 J).
b) **Refuerzo**: Instalación de conectores de corte (ganchos en "L" de varilla #4) anclados con epóxico y colocación de una nueva malla de acero (#3 @ 15 cm), según diseño.
c) **Acondicionamiento**: Limpieza con chorro de agua a alta presión (mínimo 2.500 psi) para garantizar adherencia sin necesidad de puentes epóxicos.
d) **Restitución de la sección**: Vaciado de mortero predosificado de reparación estructural de alta resistencia (tipo grout) mediante encofrados estancos.
e) **Desencofrado y curado por 7 días.**

6.2.3.2 Recomendaciones generales al cliente:

- Verificar el diseño de los anillos de cimentación para que la pared del tanque siempre quede ubicada dentro del tercio central de la base.
- Uso de mortero autonivelante como capa de asiento bajo la placa anular, para garantizar la distribución uniforme de cargas.
- Reparar localmente las áreas afectadas mediante el protocolo de reparación recomendado.
- Permitir continuar la construcción sin interrupciones durante las reparaciones localizadas.

6.2.4 Lecciones Aprendidas

- **Valor de la Inspección Visual:** Este caso de éxito subraya cómo la **atención inmediata** de problemas estructurales complejos, mediante una inspección visual experta, sustentada en observaciones de campo y la realización de cálculos preliminares aproximados, puede dar de forma rápida y efectiva con el diagnóstico y pronóstico acertado de un caso de urgente atención, sin requerir de mayores ensayos ni modelaciones avanzadas.
- **Diseño Geométrico:** Se recomienda como regla de buena práctica en diseños de este tipo, que el eje de la pared del tanque coincida preferiblemente con el eje del anillo de concreto, o en su defecto, mantenerse dentro del tercio central de la sección para garantizar un confinamiento adecuado del bulbo de presiones, evitando así fallas locales de borde.
- **Control de Ejecución:** Es imperativo el uso de camas de mortero autonivelante bajo las placas base para así asegurar un contacto pleno y una distribución de cargas uniforme.

6.3 Asentamiento de Cimentaciones en un edificio Recién Construido (Caso 3: C. Rodríguez)

6.3.1 El Problema

Se presenta el caso de estudio de una estructura para uso de vivienda multifamiliar la cual presentó a los pocos años de su puesta en servicio síntomas asociados a problemas de asentamientos en su sistema de cimentaciones.

La edificación se compone de tres sectores estructuralmente diferenciados: 1) cuerpo de apartamentos: corresponde a la estructura principal de 16 niveles más el techo y la sala de máquinas. Su sistema estructural consiste en columnas y muros de concreto, y losas de concreto postensado. Presenta la particularidad, y a la vez complejidad estructural, que en la medida que el cuerpo de apartamentos crece hacia los niveles superiores, la edificación se recesa en ciertos sectores y por tanto las plantas se reducen en área. Esto significa que hay columnas que llegan solo hasta ciertos niveles. 2) áreas sociales y de servicios: este sector de dos niveles está vinculado estructuralmente a la torre principal. Alberga la piscina, depósitos y otras facilidades comunes. Su estructura consiste en columnas de concreto y una losa de concreto postensado. 3) Estacionamiento: es una edificación perimetral de dos niveles con planta en forma de "L". Su sistema estructural es único dentro del conjunto, conformado por columnas de concreto que soportan vigas de celosía de acero de gran luz. Sobre estas vigas apoya una losa de concreto con encofrado metálico colaborante. En los tres cuerpos estructurales, el sistema de cimentación se basa en pilotes prefabricados de concreto, hincados.

El inmueble presentó síntomas importantes y evidentes de asentamientos en todos sus cuerpos estructurales, con mayor magnitud en la estructura del edificio de estacionamiento y en el cuerpo de áreas sociales y servicios. En el cuerpo de apartamentos, la sintomatología indicaba una menor magnitud de los asentamientos.

Este trabajo presentó la particularidad de que por la complejidad del cuadro de daños existente se requirió el concurso de un equipo multidisciplinario conformado por ingenieros especialistas en las disciplinas de geotecnia, patología de las estructuras, análisis estructural e hidráulica.

6.3.2 Evaluación y Diagnóstico

El objetivo fundamental de esta investigación fue la cuantificación de la magnitud del problema de asentamientos y el grado de afectación de las estructuras. Las actividades desarrolladas fueron las siguientes:

a) **Revisión de documentación**: planos estructurales, el estudio geotécnico original y el reporte de la construcción de las cimentaciones.
b) **Evaluación en sitio de la sintomatología**: grietas, deformaciones, fallos en elementos estructurales y no estructurales.
c) **Cuantificación de asentamientos**: Se midieron los desniveles en todas las columnas de la edificación utilizando equipos de alta precisión para cuantificar la magnitud y distribución de los descensos verticales.
d) **Análisis estructural**: Se modeló y analizó el comportamiento de la estructura tanto en sus condiciones de diseño original como en el estado deformado que tenía al momento del estudio, con el fin de evaluar la redistribución de esfuerzos y la afectación de los miembros estructurales.
e) **Análisis hidráulico**: Se estudió la posible influencia de las variaciones del nivel freático, naturales e inducidas por construcciones cercanas, como factor contribuyente al problema de asentamientos.
f) **Análisis geotécnico**: Se evaluó en detalle el sistema de cimentaciones existente, contrastando la información de hinca de los pilotes con el perfil del subsuelo para determinar sus capacidades de carga reales y su suficiencia frente a las demandas de la estructura.
g) **Definición de Intervenciones**: Con base en los resultados integrados de los análisis anteriores, se definieron los miembros estructurales que requerían intervención y se sentaron las bases para la propuesta de reparación.
h) **Preparación de Informe Técnico**: Se elaboró un informe como documento de síntesis que recogió toda la información recabada, los análisis realizados y las conclusiones del diagnóstico. Esta metodología permitió obtener los datos cualitativos y cuantitativos necesarios para formular un diagnóstico y un proyecto de reparación robustos.

La cuantificación precisa de los asentamientos permitió transformar las observaciones visuales de daños en datos numéricos que revelaron la magnitud real del fenómeno y sus implicaciones estructurales.

Para obtener una medición completa de los desniveles en toda la edificación y por una razón de accesibilidad y visuales, se emplearon dos metodologías complementarias:

Método Directo: Se utilizó un equipo láser en el nivel de planta baja para establecer un horizonte artificial y medir directamente los desniveles en las columnas del estacionamiento, el área de la piscina y la porción sur de la torre de apartamentos.

Método Indirecto: Para las columnas inaccesibles de la torre, se realizó una nivelación de alta precisión (con un nivel Leica DNA-03) en el piso del quinto nivel, cuyos resultados se contrastaron y validaron con los puntos medidos por el método directo.

Al no contarse con un registro del nivel espacial original de la edificación, para interpretar correctamente los desniveles, se estableció un nivel de referencia *"0,00"* que representaría los puntos de la estructura que se consideraron sin asentamiento significativo. Este fue un trabajo sumamente importante, laborioso y que requirió del planteamiento y análisis de varias hipótesis acerca de cuál fue el nivel original de la edificación y cuales elementos se considerarían en lo sucesivo como representantes de esa elevación espacial original.

La data recolectada se procesó con los software ArcGIS de Esri y Civil 3D de Autodesk, produciéndose un plano de isolíneas de asentamiento (Figura 39)

Se definieron diferentes grados de afectación:

- Hasta 2 cm: columnas cuyo asentamiento probable está dentro del margen de error considerado (construcción/medición). Se asumió que este grupo de columnas no sufrieron asentamientos.
- 2,1 a 5,0 cm: Columnas con asentamiento leve a moderado.
- 5,1 a 8,0 cm: Columnas con asentamiento moderado a severo.
- 8,1 a 11,0 cm: Columnas con asentamiento severo a muy severo.
- 11,1 a 18,0 cm: Columnas con asentamiento muy severo.
- 18,1 a 41,0 cm: Columnas con asentamiento extremo.

Los asentamientos ocurridos en cada sector de la edificación denotan comportamientos y condiciones diferentes. En efecto, el número de columnas consideradas sin asentamiento (hasta 2 cm) que se contabilizó fue de 13 (39,4% del total de columnas) para el cuerpo de apartamentos, 4 (12,1% del total) para las áreas perimetrales donde se localiza la piscina y 1 (4,2%) para el estacionamiento. Por otra parte, las magnitudes de los asentamientos también difieren de un sector a otro. En el cuerpo de apartamentos el mayor asentamiento medido fue de 10,9 cm, en el área de la piscina fue de 21,1 cm y en el estacionamiento se registró un descenso de 40,5 cm en una de sus columnas.

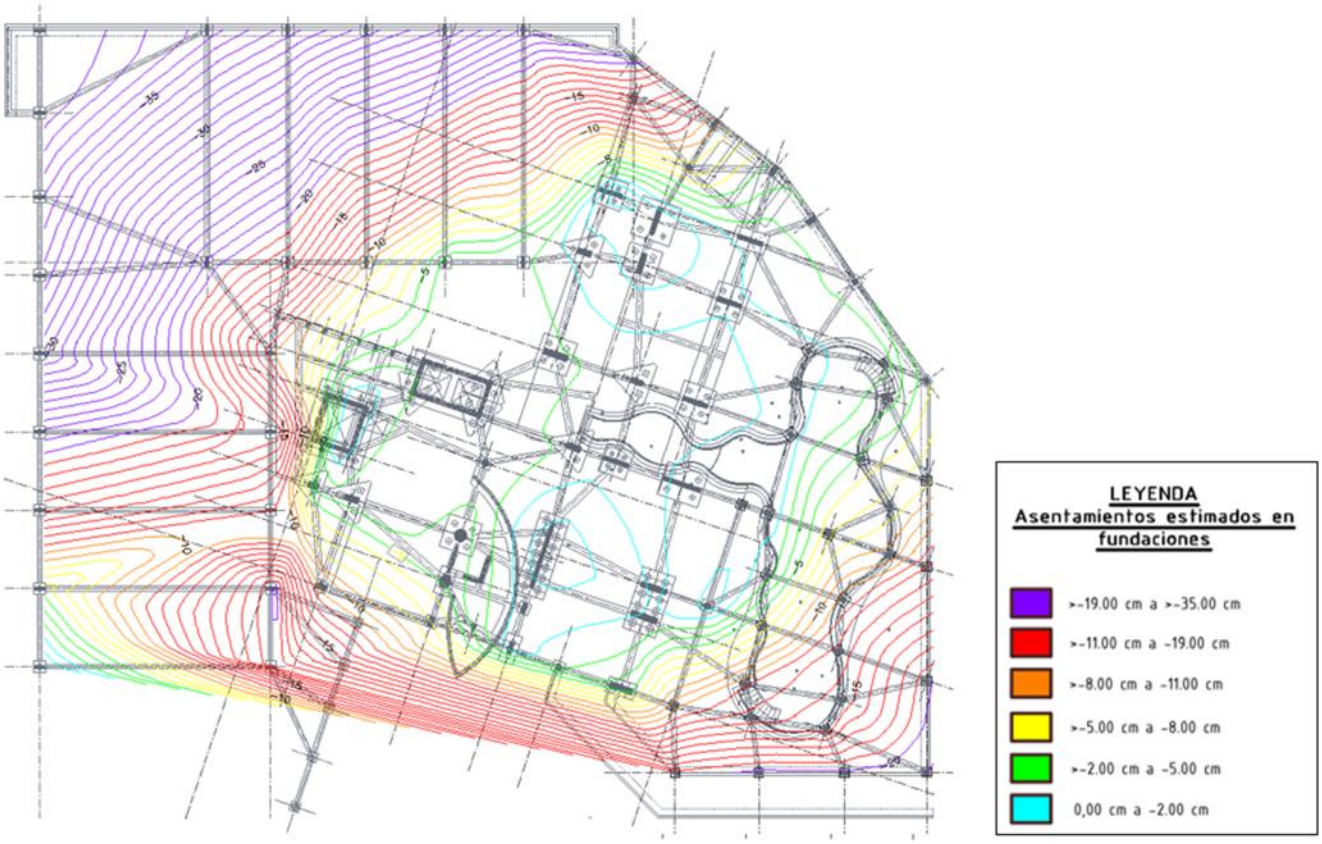


Figura 39. Plano de isolíneas de asentamiento

Otro aspecto importante considerado fue el de los asentamientos diferenciales entre columnas contiguas y las distorsiones angulares asociadas. Para la interpretación de las distorsiones angulares se siguieron los criterios de Skempton y MacDonald (1956) y Bjerrum (1963), tomándose como valor límite para la aparición de daños estructurales 1/150. Se contemplaron cuatro rangos de distorsiones angulares; a saber:

- Distorsiones mayores a 1/150: límite por debajo del cual hay daño estructural
- Distorsiones entre 1/150 y 1/300: límite en el que comienza el agrietamiento en tabiques
- Distorsiones entre 1/300 y 1/500: valores dentro de los cuales puede haber agrietamiento en tabiques
- Distorsiones menores a 1/500: limite seguro

Como resultado para la condición de distorsiones asociables a daño estructural, se obtuvo (Figura 40): 1) para la estructura del estacionamiento 8 de 15 parejas de columnas conectadas por vigas de riostra, 2) en la parte de áreas sociales y de servicios perimetrales al cuerpo de apartamentos en 29 de 69 parejas y 3) en el cuerpo de apartamentos en 3 parejas.

Otras mediciones importantes fueron las de valores de flechas en las losas de entrepiso y en los sectores de voladizo de los balcones.

6.3.2.1 Inspección visual y evaluación de la sintomatología:

Se realizó una revisión general de la edificación mediante inspección visual detallada a fin de observar y calificar la sintomatología presente en miembros estructurales y tabiquerías de mampostería.

Afectación de miembros estructurales del edificio:

- Grietas en columnas: Se observaron síntomas de tracción, cortante y flexión en numerosas columnas del sector perimetral al sur y al este del cuerpo de apartamentos (piscina y área de servicios); asimismo en algunas columnas del estacionamiento se observaron síntomas similares. Se detectaron tres columnas falladas, las cuales se recomendó apuntalar de manera preventiva (Figura 41). Los síntomas descritos se asocian a los efectos causados por los asentamientos sufridos por las cimentaciones.
- Grietas en losas asociadas a asentamientos: Se apreciaron grietas importantes de losas en algunos sectores de la edificación, los cuales fueron consistentes con los descensos cuantificados con las nivelaciones.
- Grietas en losas en voladizo: En algunos de los apartamentos se detectaron grietas por la cara superior de losas en voladizo. Las más significativas fueron las

detectadas en aquellas losas o balcones en voladizo con las mayores luces. Se destaca que estas grietas no estaban asociadas al asentamiento de las cimentaciones.

- Grietas en vigas de riostra de cimentaciones: A través de calas exploratorias realizadas se pudo detectar que las vigas de riostra adolecen de problemas constructivos y en general no se corresponden con la geometría indicada en los planos. Algunas de las vigas exploradas presentaban fallas y fracturas.

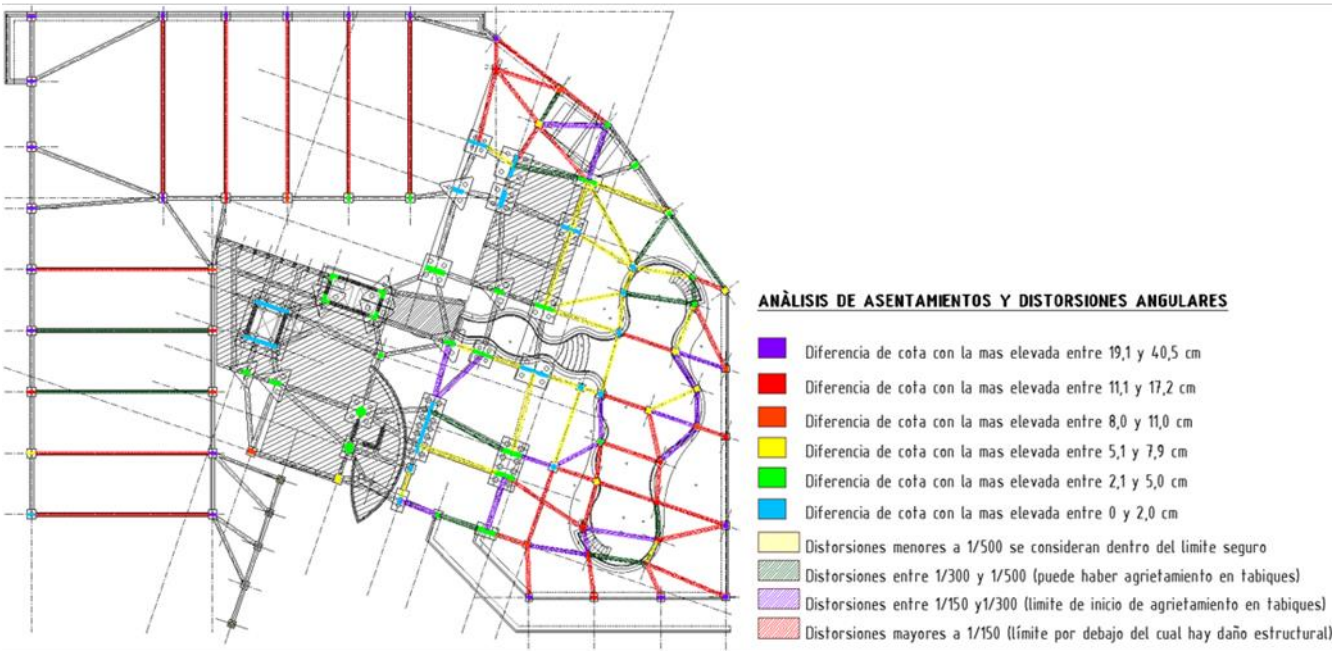


Figura 40. Representación de las distorsiones angulares

Figura 41. Apuntalamiento preventivo en columna fallada

Afectación de la estructura metálica del estacionamiento:

- Las estructuras metálicas son más tolerantes a los efectos de las deformaciones que las de concreto armado. No obstante ello, los asentamientos ocurridos son de tales magnitudes que dieron lugar a deformaciones y alabeos en algunos de los elementos que componen las celosías. Asimismo, se apreció en algunos casos la rotura de las soldaduras en el apoyo de la cercha sobre la plancha de acero en el tope de las columnas de concreto (Figura 42).

Figura 42: Alabeo en viga metálica

Afectación de elementos no estructurales:

- Grietas en paredes: Se detectaron grietas diagonales en numerosas paredes de la edificación, características de problemas de asentamiento diferenciales de las cimentaciones.
- En términos generales las grietas obedecieron a un mismo patrón en los diferentes niveles de la

edificación y resultaron consistentes con los asentamientos ocurridos.
- Se apreciaron grietas en paredes de otros niveles que no obedecen al mismo patrón en todos los lugares donde se observaron. Se presume que los asentamientos ocurrieron de manera gradual y no todas las cimentaciones que asentaron lo hicieron a la vez, por lo cual no se descarta que las grietas hayan aparecido en diferentes momentos de la vida del edificio.

6.3.2.2 Aspectos geotécnicos:

El perfil característico del subsuelo se identificó como sigue:

- Relleno artificial, espesor de 6 metros, arcilla limosa con arena, blando a firme. SPT: 3 a 47.
- Arcilla orgánica muy blanda, espesor entre 6 y 7 metros. SPT < 3.
- Limo arenoso con fragmentos de roca, duro, espesor de 4,50 metros. SPT: 10 a 50.
- Roca sana a partir de los 16,6 a 17,5 metros de profundidad. RQD 40% a 70%.
- Nivel freático a 4,50 metros de profundidad.

6.3.2.3 Criterio para el análisis de las cimentaciones:

Esta actividad fue diseñada con la intención de verificar dos aspectos fundamentales: 1) Si los elementos de cimentación fueron dispuestos bajo cada columna en cantidad y tipo (suficientes para satisfacer las cargas de la estructura). 2) Si estos elementos alcanzaron la profundidad necesaria para desarrollar la capacidad de carga requerida, tanto en condición de servicio bajo cargas gravitacionales como bajo la combinación de cargas gravitacionales con cargas sísmicas.

La verificación se hizo mediante la preparación de un modelo geotécnico de cálculo elaborado sobre la base de criterios usuales de la mecánica de los suelos y la ingeniería de las cimentaciones, en este caso aplicando los factores de capacidad de carga de Meyerhof para pilotes hincados.

6.3.2.4 Diagnóstico de las cimentaciones existentes:

Los análisis revelaron dos puntos críticos fundamentales:

1) deficiencias en la profundidad de hinca de los pilotes. El análisis geométrico de las longitudes de hinca de los pilotes, contrastadas con el perfil del subsuelo, reveló deficiencias graves en su enterramiento en los estratos de soporte. Se clasificaron las cimentaciones de la siguiente manera:

- Sin enterramiento (20% del total): Un total de 18 pilotes no alcanzaron los estratos de suelo residual. Estos pilotes se apoyan sobre la arcilla orgánica blanda y, por lo tanto, se consideran prácticamente sin capacidad portante.
- Enterramiento marginal (<0,50 m) (6,7% del total): Se identificaron 6 pilotes con un empotramiento mínimo en el estrato competente, una condición de alto riesgo.
- Enterramiento bajo (0,50 m a 1,25 m) (16,7% del total): Otros 15 pilotes presentan un enterramiento que se considera bajo, especialmente al tener en cuenta la fricción negativa ejercida por los estratos superiores. En conclusión, un 43,3% del total de las cimentaciones (39 de 90) presentan enterramientos nulos, marginales o bajos. Esta deficiencia constructiva explica en gran medida el fenómeno de asentamientos observado, ya que una parte significativa de la estructura no está cimentada sobre un estrato firme.

2): Insuficiencia en la capacidad de carga: además de los problemas de profundidad, el análisis de capacidad de carga versus la demanda de la estructura demostró insuficiencias significativas, incluso en pilotes con mejor enterramiento:

- Insuficiencia ante Cargas de Proyecto: Se determinó que 46 de 90 columnas (51,1%) presentaban un factor de Capacidad/Demanda menor a 1.0 para las cargas de servicio originales. Esto sugiere que hubo una sobreestimación de la capacidad admisible en la fase de diseño, probablemente influenciada por no considerar adecuadamente el efecto de la fricción negativa y por asumir enterramientos que no se lograron en la práctica.
- Insuficiencia ante Cargas de Sismo: Al considerar la envolvente de cargas sísmicas, 41 de 90 columnas (45,6%) tampoco cumplían con los requisitos de capacidad.

Estos hallazgos geotécnicos apuntaron de manera concluyente a que la causa principal del problema reside en deficiencias fundamentales del sistema de cimentación.

6.3.2.5 Aspectos hidráulicos:

Los estudios hidráulicos se hicieron para: 1) Evaluar el efecto de las variaciones del nivel freático sobre el comportamiento de los suelos y por ende su influencia en el desempeño de las cimentaciones y 2) Determinar la posible influencia que pudo haber tenido en la generación de los asentamientos la excavación y abatimiento del agua subterránea en una obra de construcción que se desarrollaba vecina al edificio.

Luego de analizar las informaciones hidrológicas y de laboratorio, mediciones de piezómetros y el resultado de pruebas de bombeo, con el auxilio de los softwares Plaxis 2D (Bentley Systems) y SVFLUX (SoilVision Systems) se modelaron distintos escenarios del problema, llegándose a la conclusión de que tanto el abatimiento del nivel freático en la excavación vecina como las fluctuaciones naturales de este no tenían influencia en la generación de asentamientos en la magnitud como la medida.

6.3.3 Propuesta de Solución e Intervención

Los objetivos planteados a ser cubiertos con las intervenciones fueron los siguientes:

- Reforzar o restituir las cimentaciones existentes que así lo requiriesen para llevarlas a unos niveles de servicio que implicasen un desempeño idóneo bajo condiciones aceptables de seguridad y así solventar el problema de asentamientos debido a insuficiencias de diseño y/o construcción.
- Intervenir aquellos miembros estructurales de concreto armado lesionados a consecuencia de los asentamientos con el fin de restituir sus niveles de desempeño nominales.
- Intervenir los miembros estructurales de acero que así lo requiriesen para relajar las tensiones parásitas derivadas de los asentamientos diferenciales.
- Diseñar y ejecutar un alzado de partes de la estructura de concreto armado con la finalidad de disminuir tensiones parásitas derivadas de los asentamientos.
- Reforzar las losas en voladizo que tuviesen lesiones estructurales.
- Restaurar la integridad de los elementos no estructurales afectados.
- Restituir todos los sistemas de drenaje pluvial y de cloacas afectados por los cambios en las pendientes.
- Instalar un sistema de monitoreo en las estructuras para controlar su comportamiento durante la fase de ejecución de las obras y posteriormente, validar las asunciones hechas con el proyecto de intervención.

6.3.3.1 *Recimentaciones*

Como sistema de recimentación se adoptó el de micropilotes, técnica de uso universal para este tipo de condiciones y demandas de obra debido a su adaptabilidad a espacios reducidos, su proceso de construcción que puede ser muy bien controlado, su alta capacidad de carga y su costo.

Dentro de la gama de sistemas de micropilotes disponible, se seleccionó el de elementos tipo barra de acero cementada, construidos a rotación dentro de una camisa de acero para refuerzo y para el sostenimiento parcial y protección dentro de los estratos de menores cualidades mecánicas y llevados hasta los estratos competentes para su empotramiento.

Algunas de sus características relevantes fueron:

- Diámetro de la perforación: 219 mm los primeros 15 metros y luego 190 mm hasta llegar a la cota de fondo establecida a la profundidad de 26 metros
- Diámetro externo de la tubería de revestimiento: 5,0" (127 mm)
- Espesor de pared de la tubería de revestimiento: 9,19 mm
- Tipo de barra de refuerzo: N.º 18 All Thread Bar, Grade 75
- Diámetro de la barra de acero (refuerzo principal del micropilote): 2 ¼"-3"

6.3.3.2 Alzado de estructuras y restitución de su integridad:

Los análisis y cálculos estructurales indicaron la necesidad de alzar algunas estructuras buscando tres objetivos fundamentales: 1) Lograr una disminución de tensiones en las estructuras, y por ende una mejoría en su desempeño, 2) Lograr un beneficio en el área común existente sobre la losa del estacionamiento al poderse eliminar la sobrecarga impuesta por los sobrepisos para renivelación que se habían colocado en el tiempo y 3) Lograr un beneficio estético en el área de la piscina al mejorar la relación entre el nivel del agua y el nivel del borde.

Los trabajos de alzado son sumamente delicados y se hacen bajo una programación detallada y siguiendo protocolos estrictos toda vez que su ejecución debe evitarse ocasionar daños a la estructura. Por ello, para la ejecución de los alzados se hizo un detallado análisis de los valores de restitución, de las técnicas particulares a ser empleadas, los apuntalamientos, sostenimientos temporales y medidas de seguridad y las labores de instrumentación y control.

6.3.4 Lecciones aprendidas

Siendo el diagnóstico que el problema se suscitó por deficiencias en los estudios y proyectos geotécnicos de un sitio donde ya se tenía tradición de presencia de suelos blandos y compresibles, esta condición local ya hacía obligatorio dejar en segundo término los aspectos de economía en los estudios, dándole prevalencia a la solvencia profesional de los llamados a participar. La realidad demostró que la actuación profesional del responsable geotécnico fue insuficiente en la exploración, en el reconocimiento exhaustivo del perfil de suelos y en su correcta caracterización. Además, los criterios de diseño y cálculo de la cimentación fueron simplistas, incorrectos e indebidamente optimistas.

Fue determinante la omisión de los profesionales responsables de la construcción y de la inspección de la obra de cimentación al no haber analizado en profundidad y detalle los diseños y recomendaciones hechas por el ingeniero geotecnista. De haberlo hecho, se hubiese modificado el proyecto y evitado los daños sufridos por la estructura. La trascendencia económica de estas omisiones y errores fue significativa.

Se destaca la importancia de conformar equipos multidisciplinarios de profesionales para enfrentar casos complejos donde se suman aspectos geotécnicos, hidráulicos, estructurales y de patología.

6.4 Incendio en Edificio Residencial (Caso 4: A. Urich)

6.4.1 El Problema

Se presenta el caso de estudio de una edificación afectada por fuego. El siniestro generó preocupación entre los propietarios del edificio, por lo cual se solicitó una investigación técnica para evaluar y reparar los daños estructurales. Se trata de un edificio con estructura de concreto reforzado, conformado por varios cuerpos estructuralmente independientes. El siniestro se originó en el nivel sótano 2 en un cuerpo destinado a estacionamiento (Figura 43).

Figura 43. Vista general del área del siniestro

6.4.2 Evaluación y Diagnóstico

En primera instancia, se llevó a cabo una inspección visual preliminar para decidir, por una parte, las medidas preventivas de emergencia a tomar a fin de resguardar el área y asegurar la integridad y estabilidad de la estructura afectada; y por la otra, estimar el grado de afectación estructural para definir el alcance de los estudios posteriores requeridos para la evaluación en detalle y su estimación de costos.

Luego se desarrolló la evaluación en detalle con el objetivo de precisar la magnitud y extensión de los daños, así como las acciones necesarias para la reparación. La evaluación comprendió las siguientes actividades:

- Revisión de planos del proyecto.
- Inspección visual y censo de daños.
- Auscultación táctil con herramientas de mano.
- Ensayo de ultrasonido.
- Extracción de núcleos de concreto (coredrills), inspección visual y ensayo a compresión.
- Interpretación de resultados y diagnóstico.
- Proyecto de reparación.

Esta metodología se describe en Beauperthuy, J. y Scannone, R. (2009). A continuación, se resumen los aspectos más importantes encontrados en este caso particular.

Se detectaron síntomas de exposición a más de 250 °C: cambio de color en el concreto, fisuras tipo "piel de cocodrilo", delaminación y desprendimiento, además de acero de refuerzo al descubierto. Las losas nervadas sufrieron fracturas y desprendimiento de bloques de arcilla. Fuera del área expuesta directamente al fuego, algunas columnas presentaron grietas de cortante, generadas por dilataciones térmicas, lo cual califica como daños indirectos (Figura 44).

Figura 44. Daños indirectos: grietas por cortante en columnas

Los ensayos permitieron detectar lesiones que no eran apreciables a simple vista: con la prueba táctil-auditiva se detectó delaminación del concreto, que consiste en la separación de porciones del concreto de recubrimiento en capas paralelas a la superficie del miembro estructural. Con el ultrasonido se logra estimar la profundidad del daño, lo cual fue corroborado con la toma de núcleos (Figura 45).

Figura 45. Ensayos no destructivos. Prueba táctil-auditiva (izq.); Ensayo de ultrasonido (der.)

La Figura 46 muestra la toma de un núcleo en viga, el cual salió disgregado en múltiples partes, indicando daños severos. Se aprecia también que las lesiones que se apreciaban superficialmente en dicha viga no lucían tan severas.

El estudio permitió acotar el área afectada, la cual se limitó al entrepiso S2-S1 del cuerpo de estacionamiento. Una vez analizados los resultados de la investigación, se obtuvo el siguiente diagnóstico:

Se presentaban daños severos, tanto por acción directa al fuego, como por efectos indirectos debidos a dilataciones térmicas. Algunas losas y vigas presentaban un nivel de deterioro directo tan severo y extenso que comprometía seriamente su capacidad estructural y no justificaba ni técnica ni económicamente su reparación parcial, por lo que se decidió demoler y reconstruir dicho sector. El resto de los miembros estructurales eran factibles de recuperar técnicamente mediante procedimientos de reparación que le devuelvan sus condiciones originales, los cuales se describen en el siguiente punto.

Figura 46. Núcleos de concreto indican la alta disgregación interna, no apreciable en superficie

Se destaca que numerosas lesiones identificadas mediante los ensayos no resultaban perceptibles visualmente; en consecuencia, la ausencia de estos ensayos habría llevado a subestimar la magnitud del daño estructural que presentaba este cuerpo del edificio.

6.4.3 Propuesta de Solución e Intervención

La metodología de intervención propuesta para la rehabilitación estructural del sector siniestrado se agrupó en cuatro estrategias macro, según el grado de deterioro encontrado:

6.4.3.1 Daños críticos, directos por fuego: Reparación a sección completa

Se ejecutó fundamentalmente en aquellos tramos de losas nervadas con daños muy intensos tanto en magnitud como extensión, donde se procedió a su demolición a sección completa y reconstrucción total (Figura 47).

Figura 47. Preparación para la reconstrucción de losas

6.4.3.2 Daños severos a moderados, directos por fuego: Reparación y restitución del concreto y acero afectado

Se puede resumir en los siguientes pasos: remoción del concreto afectado, preparación de superficies remanentes empleando chorro de agua de alta presión, encofrado de las secciones a ser restituidas y reposición del concreto removido mediante morteros fluidos vaciables o con morteros predosificados tixotrópicos de retracción compensada aplicados a mano (Figura 48).

Figura 48. Restitución de secciones de concreto en vigas y losas empleando mortero tixotrópico

Antes de remover el concreto deteriorado, se verificó si era necesario apuntalar, ya que el proceso de escarificación implica quitar gran parte de la sección efectiva de los elementos intervenidos y esto afecta notablemente su capacidad estructural.

La remoción del concreto afectado se realiza mediante escarificación usando martillos eléctricos o neumáticos de baja energía (<12 J), hasta lograr pasar al menos 2 cm por detrás del acero de refuerzo y continuando hasta conseguir concreto sano.

La adecuada preparación de las superficies de concreto remanente constituye una etapa fundamental para asegurar la correcta integración del material de reposición con el concreto existente. Inicialmente, se realiza un repaso manual mediante piqueta y cincel para remover cualquier porción de concreto débil o fracturado; posteriormente, se aplica un chorro de agua a alta presión (>3000 psi). Este

procedimiento permite obtener un sustrato de concreto en condiciones óptimas: sano, firme, limpio, rugoso (con un perfil de rugosidad superior al CSP 7) y en condición saturada con superficie seca, conforme a los requisitos establecidos.

6.4.3.3 Daños leves, directos por fuego: Tratamientos superficiales

El proyecto de rehabilitación también incluyó un tratamiento de rehidratación y realcanilización del concreto con afectación leve, empleando un tratamiento superficial con lechada de cemento modificado con resinas acrílicas, como protección para regresarle a la estructura condiciones adecuadas de durabilidad.

6.4.3.4 Daños indirectos por dilataciones térmicas: Refuerzos con sistema CFRP

Para la reparación de las lesiones indirectas en columnas se empleó un refuerzo con sistema CFRP (Compuesto de Polímeros Reforzados con Fibras de Carbono, por sus siglas en ingles), dispuesto en dirección transversal (refuerzo a corte), en una configuración envolvente (Figura 49).

Es importante destacar que todo proyecto de este tipo requiere previamente ubicar y cuantificar con precisión las áreas afectadas y los tratamientos necesarios. La matriz de daños debe convertirse en partidas de obra y cómputos métricos que incluyan todas las actividades, incluyendo obras temporales y protecciones. Solo así se logra una planificación financiera y de tiempos efectiva. En este caso particular, un adecuado y exhaustivo estudio previo, permitió lograr ese objetivo, con una desviación mínima, de menos de 10% en la inversión realizada por el condominio para rehabilitar el estacionamiento (Figura 50).

Figura 49. Reparación de daños indirectos en columnas empleando sistema CFRP

Figura 50. Obra reparada y rehabilitada

6.4.4 Lecciones aprendidas

La rehabilitación de una obra afectada por incendio implica una inversión significativa en la etapa de evaluación y ensayos para poder lograr un diagnóstico acertado.

En este caso, se identificaron daños internos no evidentes a simple vista; la omisión de esta fase habría resultado en intervenciones incompletas y que varios miembros estructurales quedaran con lesiones que los hacían vulnerables.

Un diagnóstico exhaustivo facilita el desarrollo de un proyecto de reparación fundamentado, que incluya procedimientos detallados, especificaciones técnicas de construcción y materiales, partidas de obra y cómputos métricos.

De esta manera, la estimación de costos resulta precisa, lo que permite a los propietarios llevar a cabo una rehabilitación que restituya las condiciones nominales de la estructura con seguridad, durabilidad y una adecuada planificación financiera que minimice imprevistos.

6.5 Ataque de Sulfatos a un Tanque Anaeróbico de la Planta de Tratamiento de Aguas de una Industria Licorera (Caso 5: R. Malavé)

6.5.1 El Problema

Uno de los daños más frecuentes en estructuras de concreto armado es la corrosión del refuerzo, inducida por procesos de carbonatación o por la penetración de iones cloruro. Sin embargo, existe un mecanismo menos común pero igualmente severo: el ataque por sulfatos, que afecta inicialmente la matriz de concreto y, en etapas posteriores, puede también inducir corrosión del refuerzo.

El concreto armado, por su naturaleza alcalina, es altamente vulnerable ante ambientes ácidos, en particular al ácido sulfúrico, frente al cual no resiste exposiciones a altas concentraciones (≈98%). Las principales reacciones que explican el deterioro son:

Ataque directo: el ácido sulfúrico disuelve los compuestos hidratados, comenzando por la cal, generando iones de calcio solubles que se lixivian. Esto incrementa la porosidad y provoca una destrucción progresiva desde la superficie hacia el interior. La velocidad del proceso aumenta con relaciones agua/cemento elevadas.

Formación de ettringita expansiva: el aluminato tricálcico del cemento ($3CaO{\cdot}Al_2O_3$) reacciona con agua cargada de iones sulfato (SO_4^{2-}), originando ettringita ($3CaO{\cdot}Al_2O_3{\cdot}3CaSO_4{\cdot}32H_2O$). Este producto expansivo genera fisuración, hinchamiento y, en casos severos ruptura del concreto (Mehta 1976).

En este trabajo se presenta la experiencia de una estructura afectada por el ataque de sulfatos, que forma parte de la planta de una empresa de licores. A un año de su puesta en servicio un tanque digestor anaeróbico de concreto armado, específicamente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la industria, presentó manifestaciones de daño en la parte superior de su cúpula. En primera instancia, se llevó a cabo una inspección visual preliminar para determinar el grado de afectación y definir el alcance de los estudios posteriores requeridos para la evaluación en detalle. Luego se buscó toda la información histórica de la estructura y la caracterización del ambiente, para realizar la evaluación diagnostica. (Rosa Malave et. al, 1998).

6.5.2 Evaluación y diagnóstico

Las características constructivas del tanque son: configuración cilíndrica con anillo exterior pretensado. Cúpula reforzada con doble malla de barras de Ø 1/8" y de barras de Ø 1/4", en el sector comprendido entre el borde del anillo y 7 m radiales; más allá, una malla simple inferior con barras de Ø 1/4". Espesor total de losa: 10 cm, con recubrimiento máximo de 3 cm. Tiene una válvula de seguridad que se dispara a presiones superiores a 18" de agua.

La caracterización del ambiente: internamente el agua cruda que ingresa al tanque: pH ≈ 7, DQO ≈ 20.000 ppm, sulfuros ≈ 350 ppm, sulfatos ≈ 7.000 ppm, sólidos disueltos ≈ 23,2 g/l, gas interno: 65% CH_4, 34,7% CO_2, 0,3% H_2S y trazas de N_2, CO y H_2. Externamente el digestor está rodeado de dos tanques desulfuradores destapados de agitación continua, (Figura 51). En consecuencia, es un ambiente industrial con condiciones agresivas severas, considerado como clase de exposición Q4 según NTF 4015:2012 (FONDONORMA, 2012).

Figura 51. Ambiente externo del Tanque Digestor

Manifestaciones de daño: Se observaron fisuras aleatorias, desprendimiento del recubrimiento y manchas rojizas y negras, ubicadas en la parte superior de la cúpula, cercano a la válvula de seguridad, en la zona contraria a la dirección preferencial del viento. Las paredes y el anillo permanecieron en buen estado. En la Figura 52 se tiene un esquema dimensional del tanque Anaeróbico y detalles de la degradación observada en el concreto.

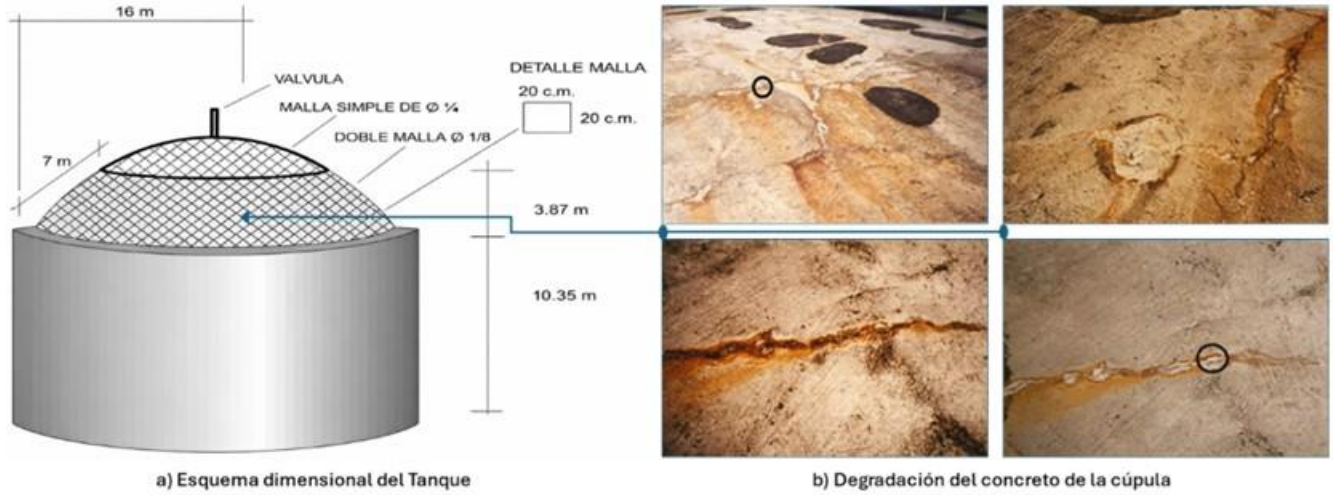


Figura 52. a) Dimensiones del tanque Anaeróbico. b) Detalles de la degradación observada en el concreto

6.5.2.1 Ensayos realizados:

Se aplicaron pruebas en cuatro zonas de la cúpula (Figura 53): Esclerometría: resistencia promedio 150 kg/cm², inferior al diseño (210 kg/cm²). Ultrasonido: zonas 1 y 2 evidenciaron agrietamiento profundo; zonas 3 y 4 mostraron respuesta homogénea. Análisis químico: cloruros dentro de límites aceptables (<0,2%); sulfatos muy elevados (zona 1: 10,7%; zona 2: 12,9%; zona 3: 0,89%; zona 4: 0,97%). Difracción de rayos X: presencia de azufre en zonas 1–3; yeso en zonas 2 y 3; calcita predominante en zona 1 (Figura 54). Las características de la losa y su uso impidieron hacer extracción de núcleos para determinar resistencias mecánicas, absorción capilar o porosidad.

6.5.2.2 Diagnóstico:

Los especialistas Shupack & Suarez (1989) y McCarthy & Stith (1992), quienes han reparado tanques similares a éste, indican que en la mayoría de los casos el deterioro en tanques de concreto pretensado, ocurre primeramente en el domo y en el anillo, tal como se observó en este caso. Con base a los ensayos realizados se determinó que el diseño de la losa domo es inadecuado para el ambiente, malla sencilla en la parte más alta con recubrimiento inferior de 3 cm, sin revestimiento protector para ambientes ácidos. Por lo tanto, el deterioro se atribuye a disminución del pH en la fase acuosa de los poros que favoreció el ingreso de ácidos (H_2S y CO_2) desde el exterior. Se desconoce diseño de mezcla de concreto, resistencia de diseño 210 kgf/cm².

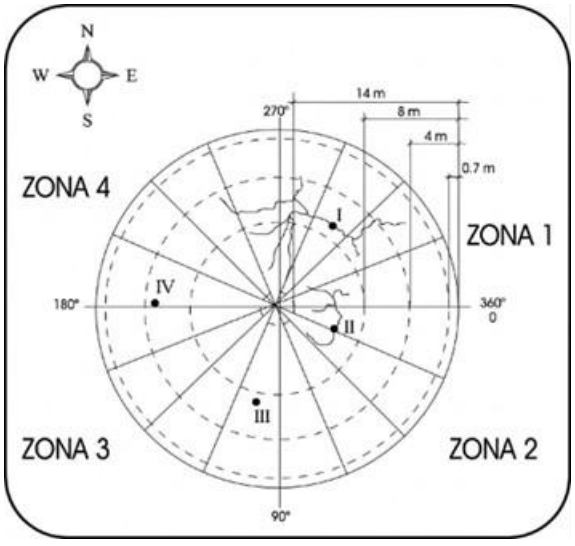


Figura 53. Esquema de distribución de las grietas en el domo digestor y zonas usadas para los ensayos

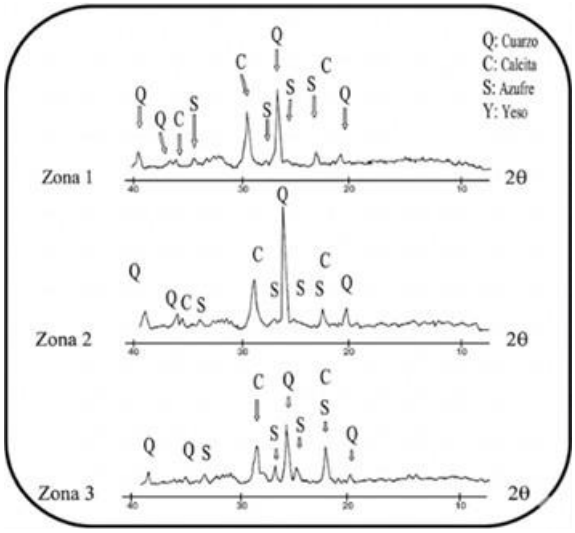


Figura 54. Difractograma de rayos x de muestras de polvo de concreto extraído de la cúpula

6.5.3 Propuesta de Reparación

Debido al estado de deterioro del domo se recomendó la reposición de la cúpula mediante dos alternativas: a) Demolición de la losa existente y construcción de una nueva, lo cual implica parada del proceso de tratamiento de las aguas. b) Uso de la losa como encofrado perdido para una nueva sobre cúpula. En este caso se aumentan los esfuerzos en la zapata del muro pared en 0,2 kgf/cm², por tanto se debe investigar el suelo, también requiere la colocación de anclajes y epóxicos entre la nueva losa y las paredes para garantizar comportamiento monolítico. El diseño de mezcla de concreto en ambas alternativas, según las recomendaciones de durabilidad concreto debe ser: Cemento Portland tipo V (u otro resistente a sulfatos, contenido de C3A <5%). Relación agua/cemento ≤ 0,40. Dosificación mínima de 380 kg/m³ de cemento. Uso de aditivos que mejoren la trabajabilidad del concreto con el objeto de reducir la relación agua/cemento. Espesor de recubrimiento mínimo 7 cm. además colocar un revestimiento superficial de poliuretano.

La empresa optó por la segunda alternativa. El proceso completo, desde la solicitud de asesoría hasta la reparación, tomó dos años.

6.5.4 Lecciones aprendidas

El daño observado en estos tanques, cuya vida útil resultó sorprendentemente corta, fue provocado principalmente por un diseño inadecuado frente al ambiente de exposición. Este hecho evidencia que, al elaborar un proyecto, es fundamental que los especialistas intervinientes, además de aplicar los conocimientos estructurales indispensables para garantizar una estructura segura y estable, consideren de manera rigurosa las condiciones ambientales que rodearán la obra para que sea una estructura durable.

La lección aprendida: el daño se habría evitado mediante la incorporación de un recubrimiento adecuado de las mallas internas de la cúpula, que asegurara su aislamiento, así como la aplicación de un revestimiento protector capaz de resistir el ataque de agentes ácidos, es decir los requerimientos de una estructura frente a un ambiente químicamente agresivo Q4.

6.6 Análisis de degradación y propuesta de solución empleando modelo de elementos finitos para una estructura de acero afectada por corrosión

(Caso 6: S. Valle)

6.6.1 El problema

Se realizó la evaluación de manifestaciones patológicas en una edificación con estructura de acero. Las afecciones se ubican el en el sistema de planchas bases para columnas de apoyo en los extremos del edificio, donde se pudo evidenciar un deterioro importante debido a procesos de corrosión, no corregido a lo largo de los años. El deterioro fue evidente, presentando delaminación en los elementos que conforman el sistema de planchas base. Al tratarse de un sistema de apoyo directo, la estabilidad global de la edificación pudiera verse comprometida ante la progresión del deterioro del sistema de apoyo.

6.6.2 Evaluación y diagnóstico

La edificación, para efectos prácticos, ha sido seccionada espacialmente en 2 regiones: Alas o salientes y Núcleo de la edificación (Figura 55).

Las alas o salientes son las regiones de interés en evaluación. Estos salientes poseen un sistema estructural metálico de cerchas laterales de aproximadamente 7 m de altura, con un área en planta desde el núcleo de la edificación hasta su extremo de 18 metros de largo por 12 m de ancho, resultando en 216 m². La edificación posee 4 salientes idénticos. Cada uno de estos salientes se apoya sobre 2 columnas pertenecientes al núcleo y 2 columnas adicionales en cada uno de los salientes, separadas a 12 m del núcleo de la edificación (Figura 56).

Figura 55. Fotografías áreas y distribución de espacios

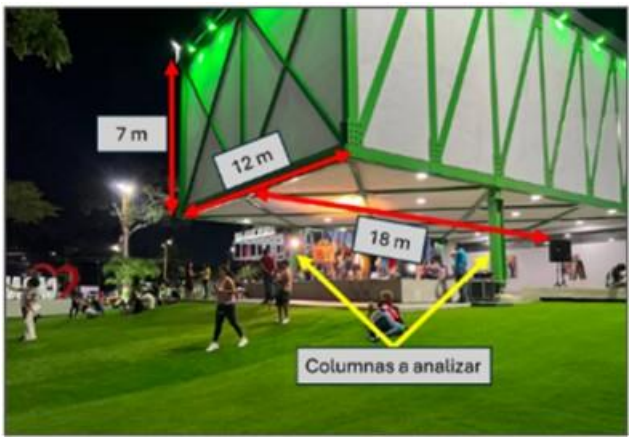


Figura 56. Dimensiones aproximadas de las alas del complejo

6.6.2.1 Visita técnica

Como parte de la evaluación y diagnóstico, se realizó una inspección visual, donde se pudo constatar el estado del sistema estructural integral de las alas del complejo, con un énfasis especial en el sistema de planchas base de las columnas metálicas en cada una de las alas. Durante la visita no se apreciaron daños o deterioros importantes a nivel de la superestructura, el deterioro se encontraba focalizado exclusivamente en el sistema de planchas base.

Las columnas metálicas de cada módulo se aprecian en buen estado y sin signos de deterioro o sintomatologías que indique fallas estructurales; sin embargo, el sistema de planchas base en la mayoría de los casos sí presentan desprendimiento de su revestimiento. El mismo se sospecha es causado por surcos de agua que pasan a través de esta durante la época de lluvia en combinación agentes biológicos asociados a los animales de la zona.

En la Figura 57, se pueden apreciar estados de corrosión avanzados, particularmente en las asociadas a las alas 1 (verde) y 3 (amarilla), acorde a la numeración asignada en la Figura 55. En la Figura 58 se presenta los esquemas estructurales levantados por el ente contratante asociados al detallado de las uniones en cuestión.

Figura 57. Sistema de plancha base articulada de las 4 alas

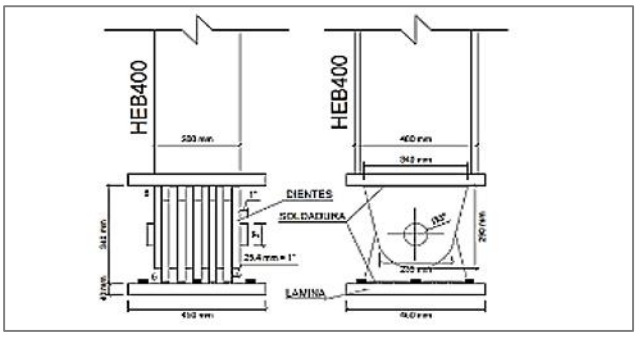


Figura 58. Esquema de conexión articula ubicada en las columnas metálicas de cada ala del complejo

En el esquema anterior, se aprecia que cada rigidizador que conforma la unión articulada, son planchas metálicas de 1" (25 mm) de espesor, con un total de 11 planchas, mientras que las planchas extremas poseen espesores de 40 mm.

6.6.2.2 Modelo matemático:

Basado en información suministrada por el ente contratante, se pudo recrear un modelo matemático con la finalidad de estimar las cargas actuantes de diseño y de servicio sobre las planchas bases (Figura 59).

6.6.2.3 Evaluación posterior a la limpieza de superficie:

Se realizó una limpieza de superficie de las 8 planchas base, por medios mecánicos, chorros de vapor a alta presión, con la finalidad de eliminar las regiones corroídas del acero y así poder constatar el estado real en términos de pérdida de secciones. A continuación, se muestran imágenes los elementos de acero posterior a la limpieza (Figura 60).

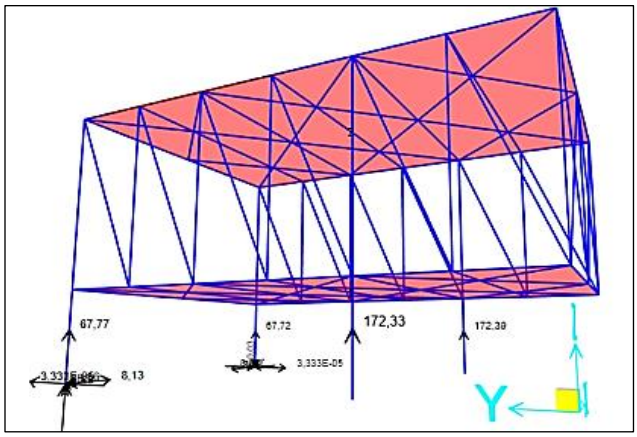


Figura 59. Reacciones por combinación de diseño

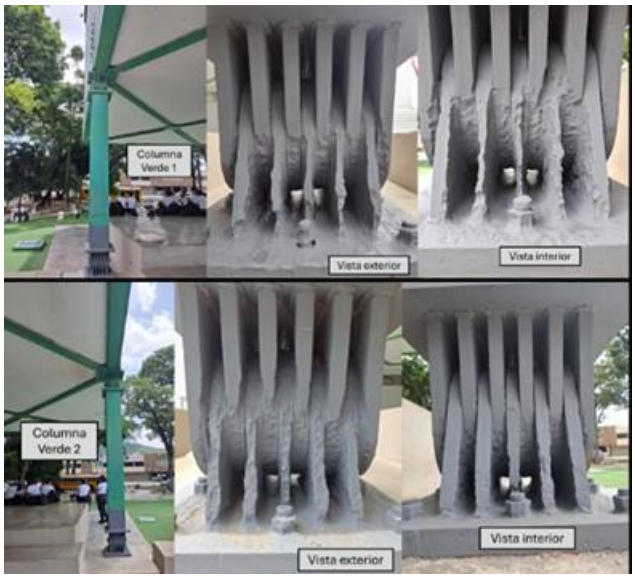


Figura 60. Situación post-limpieza típica lograda en las bases

6.6.2.4 Análisis de evidencia encontradas post-limpieza:

Los elementos de algunas de las bases presentaron disminución importante de su sección en los rigidizadores inferiores, con pérdidas de hasta un 40% a 50% de su espesor nominal.

6.6.2.5 Análisis de la unión en situaciones encontradas empleando modelos de elementos finitos:

A continuación, se presenta el análisis estructural y de resistencia de la unión articulada en diversas situaciones, lo cual es esencial para la toma de decisiones. El análisis se realizó mediante la simulación matemática por elementos finitos (Figura 61 a Figura 63).

De acuerdo con el esquema anterior, se consideró la pérdida de sección útil en la base de los rigidizadores, reduciendo su ancho efectivo a causa de la corrosión. Para el análisis se usaron las cargas axiales obtenida mediante el análisis estructural del modelo.

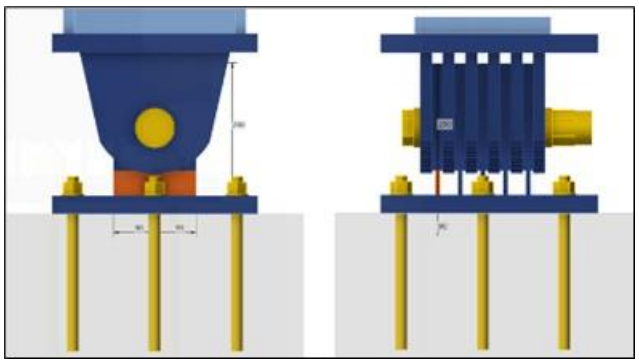


Figura 61. Vista geométrica del modelo de cálculo en condición reducida

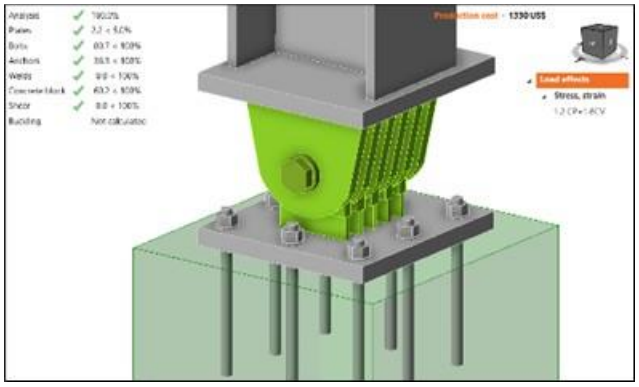


Fig. 62. Verificación tipo semáforo de la capacidad de la conexión

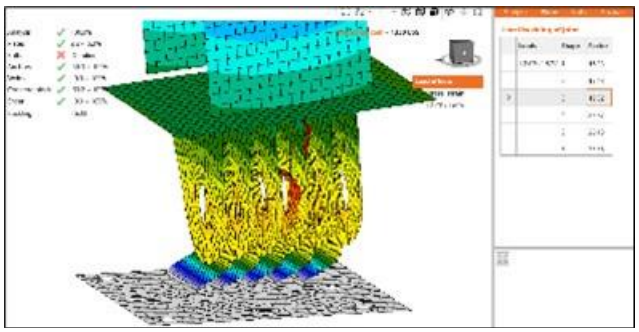


Figura 63. Análisis de pandeo elástico para la determinación del factor crítico de pandeo

Mediante el modelo se determinó que el espesor mínimo de las 5 planchas inferiores para soportar las cargas gravitaciones era de 9 mm; sin embargo, una condición crítica es la falla prematura de alguno de estos rigidizadores, lo cual representaría una redistribución de cargas en los rigidizadores restantes, aumentando la carga en cada uno de ellos y aumentando la probabilidad de alcanzar la capacidad de estos.

Se verificó el funcionamiento de la conexión considerando una condición reducida óptima con plancha central suprimida. Debido a que esta resistencia depende de la deformación plástica de la plancha, se recomienda limitar el espesor reducido de los rigidizadores a 15 mm.

6.6.2.6 Diagnóstico

- El estado de deterioro en los rigidizadores de la unión articulada para varias de las planchas base es considerable, con pérdidas de espesores en la parte exterior de los rigidizadores de hasta un 60% de su espesor original. No obstante, hay sectores que no presentan un estado de deterioro importante, incluso es desde el punto de vista estético.
- De forma generalizada, se presenta la irregularidad en la superficie de todas las planchas bases, lo cual promueve a la acumulación de agua, residuos y desechos biológicos.
- Se evidenció deterioro de las tuercas en término de perdida de sección, especialmente en los sectores verde, amarillo y rojo.
- No se evidenció proceso de corrosión en los pernos de anclajes, aunque en casos particulares sí se evidenció pérdida de sección en la parte expuesta del perno.
- Dado el análisis de la unión en diferentes situaciones, se obtuvo el espesor óptimo para garantizar una buena redistribución de fuerzas en la conexión, considerando la posible pérdida de alguno de los rigidizadores internos. La falla de alguna de las planchas se traduciría en una redistribución de fuerzas en las planchas restantes, las cuales no poseerán la capacidad necesaria para un evento de diseño.
- Se realizo la evaluación de la propuesta de reforzamiento de la unión mediante planchas de 22 mm de espesor con ventana central para la inspección rutinaria. Esta evaluación, dio resultados satisfactorios en términos de resistencia y redundancia estructural, es decir, en su capacidad por medio de la redistribución de carga ante la eventual falla de alguno de rigidizadores.

6.6.3 Propuesta de reparación y reforzamiento

Dada a la evidencia encontrada en el análisis de las distintas posibles situaciones de la conexión, se planteó el reforzamiento de esta, por medio de planchas metálicas de 22 mm de espesor, de forma externa a los rigidizadores (Figura 64 y Figura 65).

Este reforzamiento tiene como finalidad absorber los diferenciales de carga, más allá de los que se encuentran sometidos por el peso propio de la edificación, y, aun ante la eventual falla de alguno de los rigidizadores, proporcionar la redundancia y capacidad suficiente para afrontar dichas solicitaciones.

Estas planchas son soldadas a las placas extremas por medio de soldadura de penetración completa. Esta evaluación se realizó considerando espesores reducido de 10 mm en la base de los rigidizadores inferiores.

Adicionalmente, se ha evaluado la capacidad del reforzamiento como un sistema independiente al sistema de rigidizadores que soportan la unión (Figura 66). Se

determina que para la aplicación del 100% de la carga de diseño, el reforzamiento propuesto, posee suficiente capacidad. Esto promueve la redundancia de la conexión, traduciéndose en su capacidad por medio de la redistribución de carga ante la eventual falla de alguno de los rigidizadores.

Es importante destacar que originalmente las columnas estaban doblemente articuladas, en la base y en el tope. La solución planteada implica una rigidización de la conexión en la base, eliminando la articulación. Se verificó mediante el modelo que esta nueva condición no desmejora el desempeño global de la edificación.

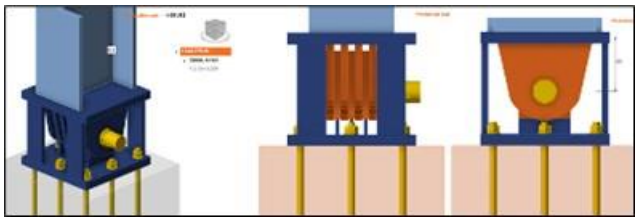


Figura 64. Modelo matemático de la propuesta de reforzamiento de la conexión

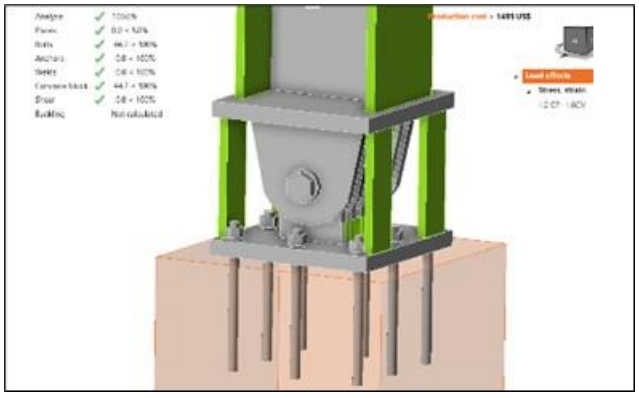


Figura 65. Verificación tipo semáforo de la capacidad de la conexión reforzada

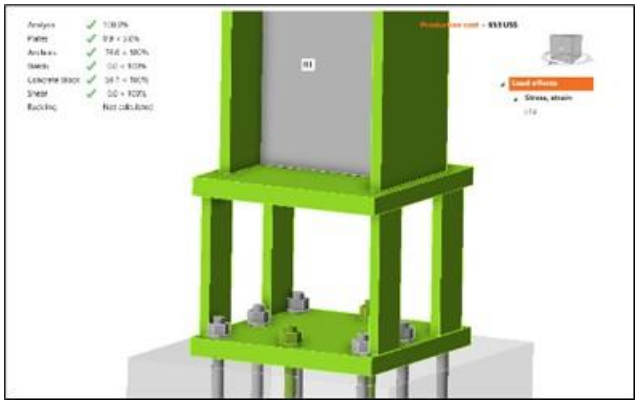


Figura 66. Verificación tipo semáforo de la capacidad de la conexión reforzada

6.6.4 Lecciones aprendidas

- Evaluación enfocada en puntos críticos: La ausencia de daños en la superestructura no garantiza seguridad de una edificación si los apoyos están comprometidos.
- Importancia de la exploración in situ, en este caso mediante limpieza de las secciones afectadas: La eliminación de productos de corrosión fue esencial para poder cuantificar pérdidas de sección reales (hasta un 60%), transformando sospechas visuales en datos confirmados para el cálculo.
- Modelado de la capacidad residual: El análisis por elementos finitos permitió predecir fallas por inestabilidad y redistribución de tensiones, comprobando que el juicio experto puede validarse con herramientas numéricas avanzadas.
- Redundancia como solución: La reparación no se limitó a parches; se introdujo redundancia estructural mediante refuerzos externos capaces de absorber la carga total, garantizando la estabilidad de la estructura ante cualquier progresión del deterioro presente.
- Diseño verificable e inspeccionable: La inclusión de una ventana de inspección en los refuerzos permite el monitoreo futuro del "ojo clínico", asegurando la sostenibilidad de la intervención en una obra patrimonial.

6.7 Evaluación y Rehabilitación de un Muelle Expuesto a un ambiente Marino Tropical (Caso 7: O. Troconis)

6.7.1 El Problema

El presente trabajo se refiere a la evaluación, diagnóstico y protocolos de reparación de diferentes miembros de concreto armado, pretensado y de acero, de un muelle de más de 2000 m de longitud y 65.000 m² de superficie expuesta a un ambiente marino tropical. Luego de 13 años de haber sido construido se solicitó una investigación técnica al Centro de Estudios de Corrosión (2014), para evaluar los diferentes problemas existentes, no solo en el concreto armado sino también en los pilotes de acero que lo soportan. Esto tanto desde el punto de vista de corrosión como estructural. Los pilotes son cilíndricos e hincados en posición vertical, fabricados en acero estructural con un revestimiento de brea epóxica y en su zona sumergida poseen un sistema de protección catódica con ánodos de sacrificio, base aluminio.

6.7.2 Evaluación y Diagnóstico

Se realizó una inspección preliminar y una detallada de acuerdo con los procedimientos establecidos por Troconis de Rincón et. al. en el Manual de DURAR (1998), que permitió diagnosticar los diferentes problemas de corrosión y estructurales existentes; para así poder dar los procedimientos más adecuados para su reparación/rehabilitación. La evaluación consistió en las diferentes actividades que se describen a continuación:

Estructuras de Concreto Armado:

a) Levantamiento de Daños.
b) Análisis electroquímicos (medición de potenciales) de la armadura de acero. Ensayo no destructivo que sirve de guía para hacer adecuadamente los ensayos destructivos.
c) Análisis fisicoquímicos del concreto (destructivos, resistencia a la compresión, carbonatación, perfil de iones cloruro, porosidad total).

Pilotes Metálicos:

a) Levantamiento de Daños.
b) Medición de espesores mediante ultrasonido.
c) Medición de Potenciales (verificación del sistema de protección catódica).

6.7.2.1 Evaluación Estructural

a) Preparación de Modelos Digitales.
b) Evaluación de la Condición de Diseño.
c) Evaluación de la Condición Actual (según la información obtenida de la evaluación por corrosión).
d) Evaluación de la Condición Futura.

La inspección preliminar de todo el muelle permitió identificar diversidad de daños con un estado de deterioro de crítico a leve en las diferentes áreas, en toda su extensión que, en general, dependía de su altura al nivel del mar. Debido a esto y a la gran extensión de la estructura se seleccionó, para este trabajo, el puente de acceso con sus pilotes (Figura 67), una de las zonas con mayores problemas por estar más cerca de la costa.

Figura 67. Vista general del Puente de Acceso al Muelle

Inspección Visual. En el puente de acceso se seleccionó una sección que fuese representativa de los daños observados y que permitiera la evaluación de los elementos (cabezales, vigas de conexión y longitudinales) que conforman la estructura del puente de acceso (Figura 68).

En esta se evidencia la continua humectación de la cara inferior del cabezal por su proximidad al nivel del mar y estar en zona de oleaje continuo (aprox. 2,3 m). Este efecto potencia la corrosión de la armadura, si existiesen cloruros a nivel de esta en cantidad suficiente para inducir a su corrosión. La Figura 69C muestra el daño típico encontrado en la cara inferior de varias de las vigas de conexión y cabezales, dada su cercanía al mar. En general se observó que la magnitud y severidad de los daños por corrosión dependen no solo de la distancia al nivel del mar, sino también de la dirección de los vientos preferenciales; siendo, en general, mayores en las caras resguardadas de los mismos debido a su mayor humectabilidad, facilitando así la difusión de los iones cloruro y el proceso de activación del refuerzo por corrosión.

Figura 68. Diferentes elementos evaluados

Otro de los problemas que pueden observarse en estas vigas son algunas manchas de humedad originadas por drenajes (Figura 67) o fugas de las tuberías alineadas en la parte superior del puente; lo cual puede causar lixiviación del concreto. Estos elementos se encuentran ubicados en la zona expuesta a los vientos preferenciales (cara este).

Existen otras zonas donde algunos elementos de concreto armado, presentaban signos manifiestos de deterioro con un avanzado estado de corrosión de la armadura. Estos elementos se encuentran cercanos a las zonas de escape de vapor (debajo de la losa) de los sistemas de tuberías colocados en la parte superior del puente. En este caso la continua purga de vapor (Figura 69) origina la humectación permanente de los elementos lo cual, junto a la alta temperatura, facilita la entrada de los iones cloruro, potenciando así la corrosión de la armadura en presencia del ambiente marino circundante. Este agente agresivo ingresa a través de los poros del concreto y al alcanzar una concentración mayor o igual a 4000 mg Cl-/kg cemento (4000 ppm), a nivel de la barra, se considera que es capaz de corroer al acero de refuerzo (Troconis de Rincón et al., 2007).

Evaluación Electroquímica. La selección de los elementos para la evaluación electroquímica y fisicoquímica está basada en la información obtenida durante la inspección visual. Esta debe incluir no solo áreas con daños evidentes, sino también aquellas que no lo manifiestan para poder definir adecuadamente su estado. Los datos electroquímicos (ensayo no destructivo) permiten elegir la ubicación para la extracción de testigos en sitio (núcleos) y así conocer las condiciones, características y calidad de los diferentes elementos que conforman la estructura. En este sentido, la accesibilidad y medidas de seguridad fueron un factor

determinante en la selección de los elementos estructurales, ya que en muchas ocasiones limitaron la evaluación de áreas potencialmente afectadas por corrosión.

Figura 69. A: Zona afectada por el vapor de agua, lado oeste; B: Vista cercana de la viga de conexión y el cabezal afectado por grietas y corrosión de la armadura; C: otra de las vigas de conexión con grietas por corrosión de la armadura y D: delaminación del concreto con corrosión severa del acero expuesto en un cabezal

La medición del potencial de corrosión se realizó aproximadamente cada 30 cm y a diferentes alturas desde la cara superior de las vigas/cabezales. Estos elementos fueron seleccionados según el grado de deterioro observado en la inspección visual. De tal manera que, de acuerdo con las mediciones de potenciales vs. $Cu/CuSO_4$ (ASTM C-876, 2022 y Manual de DURAR, 1998) y a la experiencia de los autores (Troconis de Rincón and coauthors, DURACON Collaboration, 2016), se consideró que la armadura se encontraba "activa" (alta probabilidad de que el acero se está corroyendo) si los potenciales promedio son más negativos que el criterio de riesgo por corrosión en presencia de cloruros (más negativos que -250 mV vs $Cu/CuSO_4$). Por el contrario, se consideró una armadura "pasiva" si los potenciales en promedio son más positivos que -250 mV vs. $Cu/CuSO_4$. En ambos casos deberán correlacionarse ambas condiciones con los resultados de los análisis fisicoquímicos, a fin de determinar el estado del elemento.

En la Tabla 3 se muestra un caso típico del levantamiento electroquímico (potencial de corrosión) en uno de los cabezales. Estas medidas indican que la armadura se encuentra activa (más negativos que -250 mV vs. $Cu/CuSO_4$), en la cara norte, hacia el extremo este del cabezal; haciéndose menos activa a medida que se aleja del mar. Este comportamiento fue similar en todos los cabezales y vigas de conexión (elementos más cerca del mar). Estos potenciales son característicos del fenómeno de corrosión por cloruros debido al ambiente marino-tropical al cual se encuentra expuesta la estructura. En estas zonas se generaría un mayor arrastre del ion cloruro a la estructura, pero es en la zona resguardada, donde se mantiene por mayor tiempo la humedad en los poros del concreto, lo que facilita aún más su ingreso al interior de la estructura. No obstante, en este caso la continua humectación de dichas caras por la proximidad al nivel del mar y al oleaje marino potencia la corrosión de la armadura en las zonas expuestas a los vientos preferenciales.

Como es conocido, la penetración del ion agresivo en el concreto se verá condicionada a las características del concreto utilizado (calidad, en particular la porosidad) en la construcción de la estructura, por lo que esta será definida más adelante (ensayos fisicoquímicos), para poder dar un diagnóstico sobre la durabilidad de estos elementos en el tiempo. En el caso de las vigas longitudinales, que son pretensadas, los potenciales evidencian la pasividad de la armadura al registrarse valores más positivos que -250 mV vs. $Cu/CuSO_4$, lo cual se corresponde con el buen estado aparente que mostraban dichos elementos.

Tabla 3. Potenciales mV vs. Cu/CuSO4 medidos en un Cabezal. N12- N15 denotan núcleos extraídos en esta zona. e: espesor de cubrimiento de concreto. Lado izq.: alturas de evaluación desde el borde superior del cabezal

ec		0,30 m	0,60 m	0,90 m	1,20 m	1,50 m	1,80 m	2,10 m		4,02 m	4,32 m	4,62 m	4,92 m	5,22 m	
5,2	Cara este cabezal 3N	-423	-337	-372	N14 -319	-263	-275	-293	Anclaje Metálico	-171	-210	-254	-164	-170	0,20 m
5,4		-333	-287	-315	-260	-215	-179	-208		-154	-177	-175	-124	-135	0,38 m
5,4		-369	-302	-305	-243	-203	-147	-155		-148	-169	-180	-148	-152	0,58 m
5,1		-366	-290	-314	-277	-213	-184	-188		-189	-230	-207	-184	-200	0,78 m
5		N12 -313	-268	-317	-264	-242	-262	N13 -267		-305	N15 -331	-317	-257	-257	0,96 m
4,5		-331	-267	-293	-258	-234	-271	-259		-343	-380	-417	-280	-270	1,09 m

Es importante indicar que, en general, en todos los elementos evaluados en el lado este del puente se registraron potenciales más positivos que -250 mV vs. $Cu/CuSO_4$, lo cual evidencia la pasividad de la armadura y se corresponde con el buen estado que mostraban dichos elementos. En este caso, a pesar de estar ellos expuestos a la incidencia de

los vientos preferenciales, se encuentran más alejados del nivel del mar (aprox. 4 m), por lo que el acceso de los iones cloruro hacia la estructura se encuentra restringido, en comparación con los elementos evaluados en la zona de la costa.

Ensayos Físico - Químicos y Mecánicos. La selección de las zonas para la extracción de testigos (núcleos) se basó en la información obtenida durante la inspección visual y la evaluación electroquímica de los diferentes elementos estructurales. La Tabla 3 muestra la ubicación e identificación de los núcleos extraídos en este cabezal. En general, la resistencia a la compresión de los diferentes elementos evaluados es alta (≈400 kg/cm²), lo cual se corresponde con la resistencia a la compresión de diseño de 350 kg/cm². Estos resultados podrían inferir la presencia de un concreto de buena calidad (durable) pero para poder efectuar tal afirmación deben correlacionarse estos resultados con la porosidad total y la penetración de cloruros; ya que una alta resistencia a la compresión no necesariamente indica un concreto durable, el cual debe ser capaz de soportar un ambiente tan agresivo como lo es el marino-tropical. En cuanto a la carbonatación, el espesor carbonatado en los diferentes elementos es prácticamente despreciable $XCO_2 \leq$ 2 mm. Esta escasa penetración del CO_2 se debe a que en ambientes marinos la carbonatación del concreto es baja, pues los iones cloruro mantienen una elevada humedad interna del concreto, restringiendo el acceso del CO_2 al mismo.

Por otro lado, al analizar los resultados de porosidad total se nota que todos los elementos estructurales presentan porosidades elevadas y superiores al 10%, lo que pareciera indicar un concreto de mediana a baja durabilidad, de acuerdo con el criterio de evaluación de dicho parámetro (Manual de DURAR). No obstante, es importante indicar que la porosidad total mide todos los poros, no solo los capilares, por lo cual pudiese no mostrar la durabilidad real del concreto, particularmente si el concreto es de muy buena calidad y no fue bien compactado; siendo sólo la porosidad efectiva, que mide sólo los poros capilares, que son los que permiten el acceso de los agresivos hacia la armadura, la que pudiese dar una mejor información sobre este particular. Sin embargo, ésta no pudo evaluarse, dado el diámetro del núcleo (10 cm) necesario para esta evaluación. Al revisar la información sobre el diseño de mezcla del concreto, se determinó que la relación a/c para todos los elementos estructurales era de 0,4; lo cual pareciera indicar, con los datos de resistencia a la compresión, que el concreto es de buena calidad.

La Figura 70 muestra la penetración de cloruros en los diferentes elementos estructurales evaluados en el puente de acceso; mostrándose, en todos los casos, un perfil de penetración de estos iones. Es decir, su presencia se debe a la difusión de este ion, proveniente del ambiente marino, hasta el interior del concreto. Como es bien conocido y particularmente en este ambiente tropical (Manual de DURAR), 4000 ppm de Cl-/kg cemento a nivel de la armadura es suficiente para despasivar las barras de refuerzo e iniciar el ataque localizado de las mismas (Troconis de Rincón, and coauthors, 2016). Los resultados indican que existen concentraciones altas de penetración de este ion agresivo en todos los elementos evaluados en el andamio cercano a la orilla (Núcleos 9, 12, 13 y 14), cuya proximidad al nivel del mar es de tan solo 2,35 m. El núcleo N12, ubicado más al este de la cara norte del cabezal (Tabla 3) fue el que presentó la más alta concentración de cloruros, incluso a una profundidad de 5 cm muestra concentraciones >4000 ppm de Cl^-/kg cemento. Esta actividad se manifiesta con las medidas de potenciales (Tabla 3), donde se muestran valores muy activos en esta zona. Por el contrario, el núcleo N13 extraído en este mismo elemento, muestra que estos iones no han llegado a nivel de la barra en cantidad suficiente para corroerla, lo cual coincide con los valores menos negativos (-188 mV vs. Cu/ $CuSO_4$) mostrados en la Tabla 3.

Esto demuestra la utilidad en el uso de estas medidas no destructivas que guían al evaluador a identificar la corrosión no manifestada por las barras de refuerzo y tomar acciones que permitan no solo una mejor decisión para los ensayos destructivos sino también para realizar una reparación con criterios de durabilidad. Estos resultados también demostraron que cuando estos elementos se alejan de la costa y se encuentran a más de 4,5 m de altura la difusión de cloruros fue menor, pero deben tomarse acciones durante la reparación para garantizar su durabilidad en el tiempo.

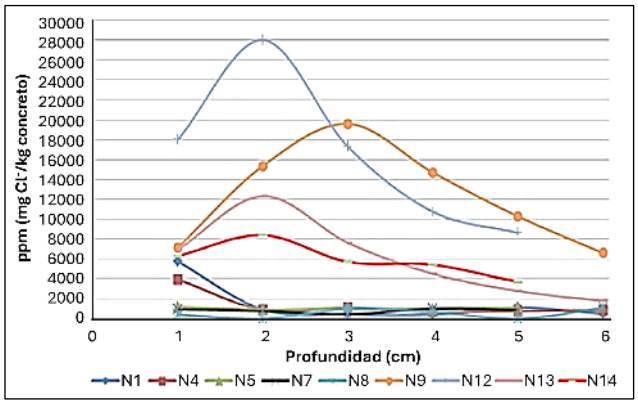


Figura 70. Perfil de iones Cloruros en los núcleos extraídos de la estructura

Pilotes. El puente de acceso está constituido por tres filas TA, TB, TC (oeste a este) y por 42 ejes, cada uno con 6 pilotes: desde el eje 1 al 8 los pilotes tienen un diámetro de 36 pulgadas con soldadura helicoidal, mientras que desde eje 9 al 42 los pilotes tienen un diámetro de 48 pulgadas. El puente de acceso tiene 252 pilotes de los cuales, por razones de accesibilidad, sólo se inspeccionaron 234 en su área expuesta a la atmósfera. En la zona sumergida, donde tienen protección catódica, se determinó que todos los pilotes se encuentran a potenciales más negativos de –0.90 mV vs. Ag/AgCl, lo cual indica protección de estos de acuerdo con NACE SP0169 (2024).

En la zona aérea y de salpique, los pilotes presentan distintos niveles de deterioro, desde condición buena sin daño visible (Figura 71A) hasta estados leve, moderado y crítico, según la extensión del daño por corrosión (≤10 % para leve y 25–75 % para moderado/crítico (Figura 71B y Figura 71C). Del total de pilotes evaluados, el 51,28 % muestra corrosión leve, el 38,89 % deterioro moderado y el 9,83 % condición crítica. Los mayores daños se concentran en la zona del puente más expuesta a los vientos predominantes (NE–SO) y a la radiación solar, donde la acción combinada de humedad, viento, oleaje y radiación acelera el deterioro del recubrimiento y favorece la corrosión localizada en las áreas desprotegidas.

Figura 71. Pilotes del puente de acceso, mostrando la clasificación de daños, de acuerdo con el área afectada por la corrosión: A: buen estado; B: corrosión leve; C: estado crítico

Se seleccionó una muestra representativa de pilotes en condición moderada y crítica para la medición de espesores mediante ultrasonido, registrándose en algunos casos pérdidas de hasta 7,97 mm. A partir de estos valores se estimó una velocidad de corrosión cercana a 1 mm/año, extremadamente alta para una estructura con sólo 13 años de servicio según la ISO 9223 (0,7 mm/año, 1917). En consecuencia, se estima que en un plazo de 5 años el espesor de los pilotes críticos, que representan el 9,83 % del total, se reduzca hasta aproximadamente 6 mm, comprometiendo la capacidad portante y la seguridad estructural (Figura 72).

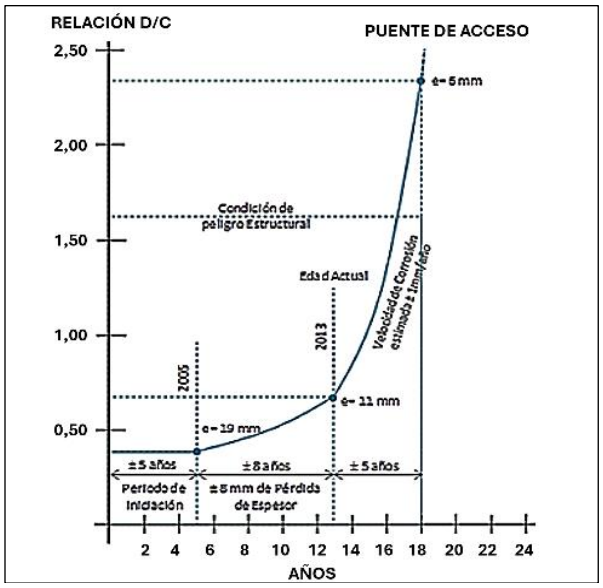


Figura 72. Predicción del comportamiento de los pilotes en el tiempo en función de la Evaluación por Corrosión y Estructural

6.7.3 Propuesta de Solución e Intervención

Para el caso de los pilotes y dada la ineficacia del uso de recubrimientos orgánicos, debido a la alta agresividad del medio circundante, se decidió protegerlos con concreto autocompactante de alto desempeño; limpiándolos previamente con chorro de agua a presión. Para ello se diseñó una mezcla base cemento Portland I, con una relación agua/cemento (a/c) de 0,4 utilizando inhibidor de corrosión de 2 % Nitrito de Calcio y 10 % de microsílice, en base al contenido de cemento. Se diseñaron encofrados que permitieran su adecuada colocación y durabilidad.

Para el caso de los elementos de concreto armado, el procedimiento a seguir es el siguiente: remoción de concreto por hidro demolición, inspección, preparación de superficie del acero que ha quedado expuesto, sustitución/ reforzamiento de barras corroídas, sustitución de ligaduras, colocación de concreto proyectado, curado del concreto y colocación de recubrimiento hidrofugante en toda la superficie para controlar el ingreso de los cloruros. La hidro demolición se hace a alturas y profundidades determinadas por las medidas electroquímicas y perfiles de cloruros, respectivamente. La mezcla a utilizar es similar a la de los pilotes con diferentes superplastificantes y agregados finos y gruesos.

6.7.4 Lecciones aprendidas

La reparación de estructuras de concreto reforzado expuestas a ambientes marino-costeros tropicales, afectadas por corrosión de la armadura, requiere una evaluación integral orientada a la identificación de la causa raíz de los daños. Un diagnóstico preciso constituye la base para el desarrollo de estrategias de reparación que aseguren la

durabilidad estructural, considerando criterios tanto técnicos como económicos.

El uso de técnicas no destructivas, tales como la medición de potenciales de corrosión, permite la detección de procesos de corrosión activos o latentes en la armadura, incluso cuando no existen manifestaciones superficiales evidentes. Estas metodologías adquieren especial relevancia en entornos marinos, donde las intervenciones presentan altos costos y limitaciones constructivas. La información obtenida, en conjunto con los perfiles de cloruros, contribuye a una delimitación más precisa de las zonas deterioradas y a la definición racional de las alturas y profundidades de la reparación.

Por otra parte, el adecuado diseño y funcionamiento de los sistemas de drenaje de aguas pluviales y de vapor en estructuras portuarias resulta determinante para el control de la humedad superficial y la mitigación de los procesos de corrosión. Una disposición inadecuada de estos sistemas puede provocar el rociado continuo de los elementos estructurales, favoreciendo la lixiviación del concreto y la aceleración de la corrosión de la armadura.

6.8 Auditoría de Seguridad y Patología Viales

(Caso 8: R. Bujana)

6.8.1 El Problema

Se presenta un caso de tratamiento de Puntos Negros en el Barrio de Santo Domingo en la Avenida Ribereña, Barquisimeto, donde se han registrado numerosos accidentes de motorizados con víctimas fatales y lesiones graves de incapacitación de por vida.

El tratamiento de los Puntos Negros (PN), son medidas de ingeniería de tránsito para accidentes viales que se concentran en determinados puntos, tanto urbanos como interurbanos. El objetivo fundamental es corregir factores viales que están generando accidentes a través de la gestión del tránsito, metodología llamada "Gestión de Auditoría de Seguridad Vial".

La Auditoría de Seguridad Vial (ASV), es un proceso formal de evaluación de un proyecto vial, o de tránsito, existente o futuro, o de cualquier proyecto que tenga influencia sobre una vía, en donde un equipo de profesionales calificados e independientes, de los hacedores del estudio vial, informa sobre el riesgo de ocurrencia de accidentes y del comportamiento del proyecto desde la perspectiva de la seguridad vial. [Definición AUSTROADS (Road Safety Audit, 2002)].

La eficacia más propicia de las Auditorías de Seguridad Vial nace originalmente como un instrumento para la prevención de los accidentes de tránsito o siniestralidad vial. Las ASV se utilizan para reconocer y transformar las deficiencias de los proyectos antes de que ocurran los siniestros, esto es una eficaz forma de expresar la calidad de la obra. En otra situación, la vía que ya se encuentra operando, se evaluarán los denominados puntos negros, que son zonas con concentración de accidentes viales. Ellos se estudiarán, se investigarán y se evaluarán, con criterios de seguridad vial, para proponer medidas efectivas de ingeniería de tránsito, que permitan reducir a cero la siniestralidad en la zona de conflictos de tránsito.

La patología vial se refiere a los problemas y fallas que sufren las vías de comunicación, que pueden ser tanto físicos, como por ejemplo las grietas y los baches en el pavimento, así como funcionales, que están relacionados con la seguridad vial. Estos problemas pueden ser causados por factores naturales, climáticos, humanos o por el desgaste de la infraestructura y requieren diagnóstico y reparación para garantizar la seguridad.

De tal forma, la auditoría de seguridad vial evalúa un proyecto vial para identificar y mitigar riesgos de accidentes, mientras que la patología vial se enfoca en el estudio de los daños y problemas en la infraestructura de carreteras ya existentes. La primera es preventiva, realizada en fases de diseño o construcción, y la segunda es correctiva o de diagnóstico, centrada en la evaluación del estado físico de una vía para determinar la causa y solución de sus investigaciones.

6.8.2 Evaluación y Diagnóstico

Análisis de las normas del diseño geométrico de la vialidad:

En este tipo de proyectos viales, se deben cumplir con una serie de parámetros en lo que respecta al diseño geométrico de las mismas, para que cumplan adecuadamente con las normas y objetivos para las cuales deberán ser construidas. De tal forma, que la actividad más relevante que se encuentra involucrada es la ingeniería geodésica, a través de los equipos topográficos de alta precisión, como son el teodolito diseñado para medir ángulos horizontales y verticales, la estación total, el GPS y el nivel de precisión, todos ellos tanto para el diseño como para la construcción de la vialidad.

Por tal motivo, las referencias más resaltantes en el diseño son: el radio para las curvas horizontales, el peralte, el sobre ancho de la calzada, la transición y los obstáculos para la visibilidad en carreteras. Son variables dimensionales en cualquier curva determinada que debe tener una vialidad, a la cual se deberá conducir a una velocidad convenida en el proyecto de acuerdo con el tipo de vía. Son parámetros exclusivos de medición que debe asumir el encargado del proyecto y los ingenieros involucrados en su ejecución.

De allí lo apreciable que es la Auditoría de Seguridad Vial con fundamentos sólidos, en lo que se refiere a estos temas, por parte del ingeniero geodesta encargado de hacer los estudios topográficos del proyecto vial y su permanente

control operativo para el fiel cumplimiento del diseño geométrico señalado y ajustado a las normas:

1.- Correspondencia entre los parámetros de una curva en un trazado de carretera: la velocidad, los radios y el peralte.
2.- Radio mínimo para las curvas horizontales.
3.- Peralte.
4.- Transición del bombeo al peralte.
5.- El sobre ancho.
6.- Visibilidad en carreteras.

Problemas de la infraestructura: El deterioro físico del pavimento (baches, grietas) aumenta el peligro, forzando a los conductores a hacer maniobras bruscas para evadirlo.

La patología vial se refiere a las fallas y daños que sufren los pavimentos (como carreteras y calles), tanto de asfalto como de concreto. Estas manifestaciones patológicas incluyen grietas, baches, deformaciones, fisuras y desintegración, y pueden ser causadas por la fatiga del material, cargas pesadas, envejecimiento, problemas de drenaje o errores en la construcción. Es crucial identificar y reparar estas manifestaciones patológicas para garantizar la seguridad de los usuarios y prolongar la vida útil del pavimento.

El tratamiento de los Puntos Negros (PN) (
Tabla 4), son medidas de ingeniería de tránsito para accidentes viales que se concentran en determinados puntos, tanto urbanos como interurbanos.

El objetivo fundamental es corregir factores viales que están generando accidentes a través de la gestión del tránsito, metodología llamada "Gestión de Auditoría de Seguridad Vial".

Tabla 4. Integralidad y relación entre la auditoría de seguridad y la patología viales en el tratamiento de "Puntos Negros"

RELACIÓN ENTRE AMBAS	AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL	PATOLOGÍA VIAL
PROPÓSITO	Identificar de forma proactiva los riesgos de siniestros viales en un proyecto desde su concepción hasta su puesta en servicio.	Diagnosticar, estudiar y determinar las causas de los daños y problemas en la infraestructura vial existente, como fisuras, deformaciones o hundimientos.
ORIENTACIÓN	Evalúa el diseño, la ingeniería y los elementos de infraestructura para prever fallos y corregirlos antes de que se produzcan accidentes.	Se centra en la evaluación del estado actual de la vía y los materiales que la componen para entender por qué están fallando.
BENEFICIOS	Reduce los costos asociados a la reingeniería, minimiza las consecuencias de accidentes y contribuye a una infraestructura más segura para todos los usuarios, mediante la revisión constante del diseño.	Permite implementar las reparaciones correctas, prolongar la vida útil del pavimento y garantizar la seguridad de la vía a través de un diagnóstico preciso, mediante el análisis permanente tanto geotécnico como geodésico.
FASE DE SERVICIO	Se realiza en las etapas iniciales del proyecto (factibilidad y diseño) y puede ser también en la fase de construcción y en el uso operativo.	Se aplica a carreteras y estructuras ya construidas y en operación, con el fin de evaluar y diagnosticar daños existentes.
PREVENCIÓN VS. CORRECCIÓN	La Auditoría de Seguridad Vial busca evitar que los problemas ocurran, mientras que la Patología Vial busca entender y solucionar los problemas que ya existen en una carretera.	
COMPLEMENTARIDAD TEÓRICO-PRÁCTICA	Ambas son herramientas para mejorar la seguridad y el estado de las vías, pero con enfoques distintos. La Auditoría es una herramienta preventiva, mientras que el estudio de Patología es una herramienta de diagnóstico para problemas existentes. La importancia en definitiva es mantener la vía de manera constante para que el uso, en calidad óptima, de los usuarios sea sostenible en el tiempo.	

Testimonio del primer punto negro en Venezuela: El primer punto negro en Venezuela ha sido escogido en la Avenida Nectario María o Avenida Ribereña de Barquisimeto, en la zona denominada Barrio Santo Domingo (Figura 73), donde se puede identificar una serie de problemas de seguridad en las que están involucrados motorizados, peatones, ciclistas, usuarios del transporte público y también diferentes tipos de vehículos, tanto de paseo como comerciales. La mayor concentración de accidentes, han sido a los motorizados, con víctimas fatales y lesiones graves de incapacitación de por vida.

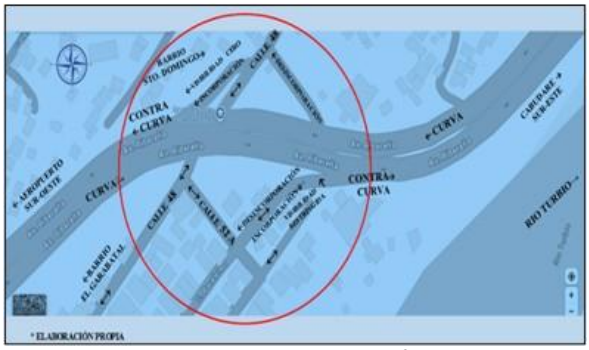


Figura 73. Ilustración del Punto Negro N° 1 en el Barrio Sto. Domingo ubicado al lado de la Av. Ribereña en Barquisimeto

Dictamen pericial técnico de la auditoría de seguridad vial: El Informe de patología pericial, es una estructura formal de presentación de los resultados legales, de una vialidad para la

comprensión e interpretación por parte de los no especialistas en Auditorías de Seguridad Vial. Habitualmente se trata de operadores técnicos especializados en ingeniería vial y de tránsito e ingenieros geodestas, con carácter formal y con aspectos legales, por ser una materia donde se producen accidentes tanto mortales como con traumatismos generalizados, donde el conductor o los acompañantes de los vehículos, sean de cuatro o más ruedas, o solamente dos ruedas, puedan ser parte de esos eventos lamentables. Para ser elaborado el dictamen pericial, se debe tener presente la meticulosidad técnica, las normas existentes y el orden de los resultados y respuestas a las soluciones en el documento final.

De tal manera, la presentación de este informe Pericial es sobre la evaluación, a través de los métodos de la Auditoría de Seguridad Vial, incluyendo la patología vial, en el sector de la Avenida Ribereña denominado Barrio Santo Domingo calle 48, en la ciudad de Barquisimeto. Se auditará el estado actual de la vía en el sector señalado, desde el punto de vista de las variables geométricas de acuerdo con como debió ser diseñada la avenida en cuestión. Para ello se hizo inspección y se tomaron una serie de ilustraciones fotográficas del barrio Santo Domingo, específicamente en el distribuidor de la indicada vialidad que por allí se transita (Figura 74).

Figura 74. Entrada al Barrio Santo Domingo y la contra curva en la Avenida Ribereña

Diagnóstico visual y de apreciación personal para el dictamen del pavimento:

1.- El pavimento se encuentra conforme, de tal manera que la vía se considera en buen estado porque presenta elementos que comprometen la seguridad y funcionalidad, como por ejemplo: no se observan baches, socavones o grietas en el pavimento. En síntesis, el pavimento hace posible el tránsito fluido de los vehículos.

2.- Luego de conocer todas las restricciones viales de la Avenida Ribereña y fundamentalmente en el sitio escogido por la prensa, como uno de los más neurálgicos de la avenida, en el distribuidor del sector Santo Domingo, los vehículos circulan esta vía desprovistos de seguridad vial. Es además lamentable que el mal diseño geométrico vial del distribuidor no fue acorde con las normas de vialidad que se anunciaron en este trabajo, para establecer una auditoría vial de la construcción actual operando, con el resultado demostrado.

6.8.3 Propuesta de Solución. Conclusión del dictamen

De tal manera, se sugiere el siguiente planteamiento vial, con paso a desnivel, tipo *esquema, para su estudio y se produzca el debido cambio definitivo del citado distribuidor* (Figura 75 y Figura 76).

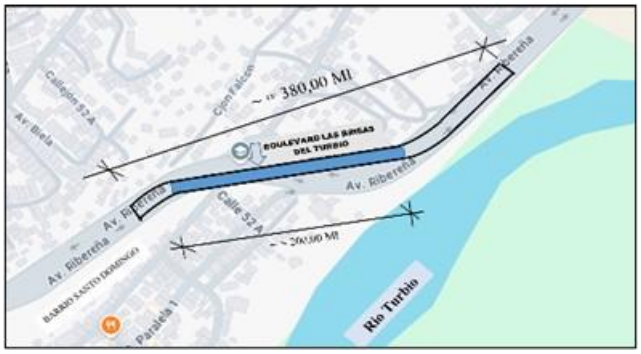


Figura 75. Propuesta para un cambio en el diseño vial en el Barrio de Santo Domingo, Avenida Ribereña, Barquisimeto

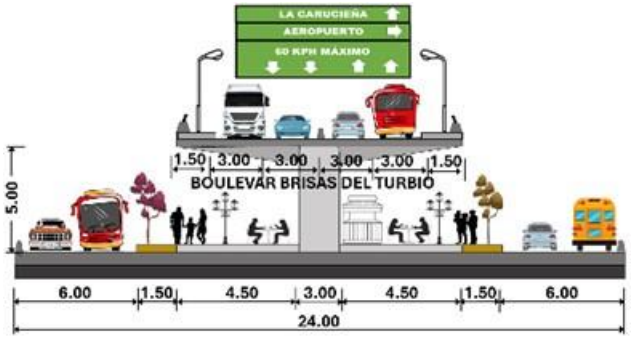


Figura 76. Corte transversal del paso a desnivel en el Barrio Santo Domingo, Avenida Ribereña, Barquisimeto

6.8.4 Lecciones aprendidas

Las lecciones aprendidas de un dictamen de Auditoría de Seguridad Vial, gira en torno a la prevención y mejora continua, identificando errores, fallas de seguridad y buenas prácticas para evitar futuros siniestros viales. Estas lecciones se derivan del análisis de accidentes y se aplican para implementar mejoras en la capacitación, el cumplimiento de las normas y la tecnología, creando una cultura de seguridad vial más sólida para todos los usuarios.

- *Análisis de riesgos:*
  Identificar y comprender los riesgos de los entornos viales, como los puntos de alta concentración de accidentes, puntos denominados negros, en días y horarios en diferentes ubicaciones, incluyendo primordialmente las zonas escolares, es fundamental para implementar soluciones de tránsito específicas.
- *Capacitación:*
  1. Reforzar la educación vial con programas enfocados en el manejo defensivo, el respeto a los límites de velocidad, el uso adecuado de dispositivos de

seguridad y la convivencia vial.
2. Capacitar sobre el manejo de riesgos específicos, como la fatiga, las distracciones, enfermedades crónicas que entorpezcan el manejo y el uso correcto del cinturón de seguridad.

- *Tecnología:*
  1. Utilizar herramientas tecnológicas para el análisis de datos estadísticos, pero también garantizar que el personal esté capacitado para utilizarlas.
  2. Implementar equipos de cultura de datos estadísticos e indicadores, para una gestión de infraestructura vial más moderna y eficiente.
- *Normativa y procedimientos:*
  1. Desarrollar y difundir políticas de seguridad vial clara y efectiva.
  2. Documentar y seguir planes estratégicos de seguridad vial, como los basados en la normativa vigente, para garantizar el cumplimiento.
- *Prácticas de manejo y mantenimiento:*
  1. Verificar que los vehículos cumplan con la normatividad de tránsito y estén en buenas condiciones.
  2. Asegurar la comodidad correcta del conductor en el vehículo para garantizar la consistencia y seguridad.
  3. Promover la conducción defensiva, la cual implica anticipar situaciones de peligro causadas por otros conductores o por las condiciones del entorno.
- *Cultura de seguridad:*
  1. Fomentar la empatía y el respeto entre todos los usuarios de la vía, incluyendo conductores, motorizados, ciclistas y peatones.
  2. Realizar campañas de sensibilización a través de procesos de formación para todos los usuarios, de tal manera se mantenga actualizada la conciencia de seguridad vial en los beneficiarios de las vías urbanas, interurbanas y rurales.

6.9 Rehabilitación de Conjunto de Edificaciones de Viviendas Habitadas de Interés Social (Caso 9: L. Arrieta)

6.9.1 El problema

La rehabilitación de edificaciones de viviendas de interés social construidas masivamente merece un apartado en el estudio de los problemas patológicos de la construcción. Más aun, como sucede en la mayoría de los casos, cuando estos se encuentran habitados en el momento que se necesita abordar el problema de la rehabilitación; la intervención representa un desafío multidimensional que combina patologías constructivas con factores sociales críticos.

En Venezuela, la urgencia por reducir el déficit habitacional y la necesidad de inversión durante la década de 1980 del "boom petrolero", se construyeron masivamente conjuntos de edificaciones de interés social, impulsados por la necesidad de realizar inversiones a toda costa según la .Ley de Política Habitacional (Venezuela, 1989, Gaceta N° 4.124), dándole prioridad a lograr metas más cuantitativas que cualitativas, como si lo decisivo fuese alcanzar el mayor número de soluciones , sin importar mucho la calidad de las mismas y la adecuación de la tecnología utilizada al contexto geográfico.

En particular nos vamos a referir a uno de estos conjuntos construidos de manera masiva en todo el ámbito nacional; conformado por 552 apartamentos, construidos con tecnología foránea —específicamente el sistema "túnel"— sin la debida adaptación a las condiciones del suelo y clima local, lo cual generó fallas estructurales severas.

El conjunto tiene 43 edificaciones de cuatro niveles cada uno, conformado por dos alas y un núcleo central de servicios fundado sobre tres vigas de riostra de 40 cm de altura. Su estructura en base a pantallas de concreto armado de poco espesor, sobre losas de fundación y vigas perimetrales; y los cerramientos por paneles prefabricados (Figura 77 y Tabla 5).

El principal factor crítico fue el asentamiento diferencial de las edificaciones fundadas sobre arcillas inorgánicas de mediana a alta compresibilidad, con una presión de expansión de 3,80 kg/cm².

Figura 77. Arriba: Vista general del urbanismo. Abajo: Vista de edificación tipo

Tabla 5. Datos básicos del urbanismo

DATOS DEL URBANISMO	
Edad al comenzar síntomas de fallas	6 años
Número de edificios	43
Número de pisos	3 y 4
Número de apartamentos por piso	4
Número total de apartamentos (87 m² c/u)	552

El problema de cimentar viviendas livianas en suelos expansivos está en predecir los cambios volumétricos espontáneos que se producen en el suelo de apoyo por efecto de los cambios en el contenido de humedad.

El otro aspecto para considerar en los procesos de rehabilitación de construcciones masivas de viviendas de interés social es el impacto que tiene algún error o falla en su diseño, construcción o mantenimiento; que, al tratarse de materiales e insumos y componentes estructurales a gran escala, se multiplican geométricamente originando altos costos en su reparación. El caso estudiado es una muestra de muchas otras urbanizaciones construidas de la misma manera y que aún hoy en día presentan fallas severas en su funcionamiento (Arrieta, 1999).

Otros factores que originaron inestabilidad en la estructura:

- La configuración estructural: La tipología en forma de "H" con juntas de construcción mal tratadas y sin considerar la inestabilidad de los suelos, provocó separaciones de hasta 2,5 cm entre cuerpos (Figura 78 y Tabla 6).

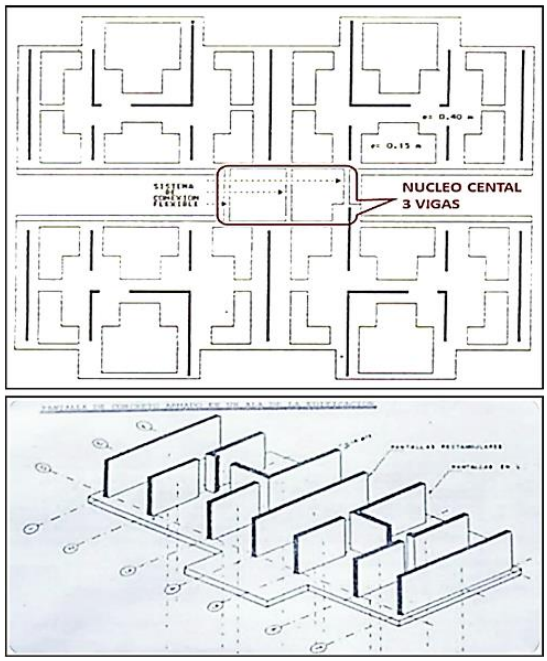


Figura 78. Configuración en "H" y ubicación de pantallas y paneles de cerramientos

Tabla 6. Configuración estructural y datos de cimentaciones

SISTEMA CONSTRUCTIVO	
ESTRUCTURA	Mixto, paneles y pantallas de 14 cm de espesor
CIMENTACIONES	ALAS DEL EDIFICIO: Losa de fundación de espesor 15 cm con vigas de borde de 40 cm NÚCLEO CENTRAL: Losa con tres vigas de riostra de 30x40 cm

- Variables ambientales: Un clima de tipo saheliano en los cuales la evaporación es mayor que la precipitación y la presencia de vegetación agresiva en este tipo de suelo de fundación alteraron la humedad del suelo, potenciando en el mismo, ciclos de expansión-contracción.

- Sensibilidad del sistema: El sistema "túnel", aunque eficiente en ejecución, demostró una altísima vulnerabilidad ante movimientos diferenciales del terreno, grietas en diagonal en pantallas (Figura 79) y grietas perpendiculares en vigas (Figura 80).

Figura 79. Tipología de agrietamientos a 45º en pantallas

Figura 80. Tipología de agrietamientos en vigas de unión de las dos alas de la edificación

6.9.2 Evaluación y diagnóstico

Para el diagnóstico se ejecutó un plan de investigación integral que incluyó la zonificación de la urbanización por sectores de comportamiento (Figura 81). Se ejecutaron varios tipos de ensayos de suelos en muestras seleccionadas, tomadas en las zonas críticas con el fin de determinar el valor del porcentaje óptimo de humedad para este tipo de arcilla que permitiera estabilizar el material. Se requirió una intervención multidisciplinaria de especialistas en geotecnia, estructuras, botánica aplicada y resolución de conflictos.

Figura 81. Croquis de zonificación. Los marcados en círculos de seleccionaron como muestra para el estudio

6.9.2.1 Resultados

El 80% de los edificios presentó fallas. Los hallazgos principales se resumen en:

- **Fallas Higrotérmicas y Geotécnicas:** Alta sensibilidad de las arcillas a filtraciones y variaciones estacionales.
- Manifestaciones Físicas:
  Origen geotécnico: Efectos de expansión y contracción volumétrica típicos en este tipo de suelos arcillosos con construcciones livianas; originan esfuerzos significativos sobre los elementos estructurales de la edificación mayores a los considerados en el cálculo estructural; grietas a 45º en pantallas y paneles y separación de componentes estructurales hasta de 2,5 cm entre ellos.
  Corrosión: En estas edificaciones se conjugaron varios factores que originaron problemas graves de corrosión, tanto en elementos de estructura como en cerramientos. Se destacan los más importantes: la presencia de cloruros en la pintura de las losas y paneles de cerramiento en proporciones hasta de 4800 ppm; la baja calidad del concreto (alta porosidad y baja resistencia a la compresión) utilizado en la fabricación de estos paneles que indujo a la carbonatación del concreto a nivel de la armadura de acero, y las filtraciones de agua de lluvia por falta de estanqueidad en las juntas, entre panel de cerramiento, losa de techo y pantalla estructural. Los síntomas se presentaron con fisuración en losas del techo y en los paneles de concreto armado con pérdida de sección del área del refuerzo de acero y delaminación del recubrimiento. También se determinó corrosión en las tuberías de hierro galvanizado en el sistema de distribución de aguas blancas debido, primero a la mala calidad del insumo y a la presencia de cloruros en la pintura utilizada en las paredes donde las tuberías se encontraban embutidas.
- **Impacto Biótico:** Las raíces de árboles con raíces agresivas ubicados de manera paralela al eje de las cimentaciones, actuaron como agentes de extracción de agua, acelerando la inestabilidad del estrato portante; las especies encontradas en esta investigación que ocasionaron efectos más severos fueron: Eucalipto, Jabillo; Almendrón, Sauce y Siempre Verde.
- **Factor Humano:** La condición de estar habitadas las viviendas en el momento de su rehabilitación añadió una condición de complejidad en la aplicación de procedimientos que tuvo que ser prevista en el proyecto de intervención.

6.9.3 Propuesta de solución e intervención

La metodología de intervención de la estructura propuesta por los Ingenieros M. Pardo y E. Chollet en "Solución Rio Lama" (2001), está fundamentada básicamente en tres acciones especificadas a continuación, diseñada para edificaciones habitadas, minimizando el trauma social que se enfrentaba a la molestia de los propietarios de los inmuebles y el necesario desplazamiento temporal de los residentes:

- Traslado de los habitantes a otra vivienda temporal mientras se rehabilitaba la edificación.
- Estabilización del suelo a través de inyecciones de agua, cuyo volumen respondía a los resultados de los ensayos de % óptimo de humedad en la arcilla, en cada zona muestreada (Figura 82).

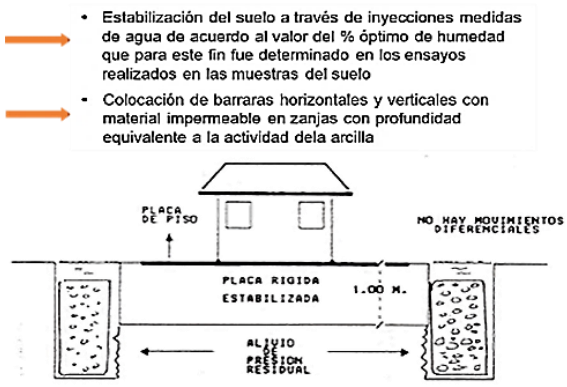


Figura 82. Perfil esquemático de la solución

- Colocación de barreras horizontales con aceras de concreto armado alrededor de la edificación (Figura 83).
- Colocación de barreras verticales con material impermeable en zanjas perimetrales de 80 cm de ancho y protegidas con membranas de polietileno de alta densidad para controlar la migración de la humedad: la profundidad de la zanja y de la membrana atendía a la profundidad del estrato con arcilla activa (Figura 84).
- Riego del material de relleno en barreras verticales y horizontales para unificar el % de humedad del material (Figura 85).
- Para resolver el grave problema de corrosión en los paneles de cerramientos hubo que demoler la totalidad de los mismos y sustituirlos por paredes de bloques Figura 86.

- De las 43 edificaciones intervenidas con esta solución solo una quedó inhabilitada, cuyos propietarios no autorizaron la rehabilitación; las demás dieron resultados positivos de la solución aplicada, lo cual fue comprobada en mediciones realizadas en varias ocasiones después de su puesta en marcha (Figura 87).

Figura 83. Barreras horizontales alrededor de la edificación para conservar el % de humedad en el suelo de fundación

Figura 84. Barrera vertical de 1,8 m de altura con lámina de polietileno y geotextil colocada en el perímetro de los edificios

Figura 85. Riego del material de relleno en barreras verticales y horizontales

Figura 86. Sustitución de Paneles de cerramientos por paredes de bloque

Figura 87. Obra reparada y rehabilitada

6.9.4 Lecciones aprendidas:

- Lección 1 (Figura 88): En suelos potencialmente inestables se recomienda conservar la proporcionalidad en la rigidez de los componentes de la edificación y utilizar preferentemente sistemas constructivos aporticados en lugar de apantallados.

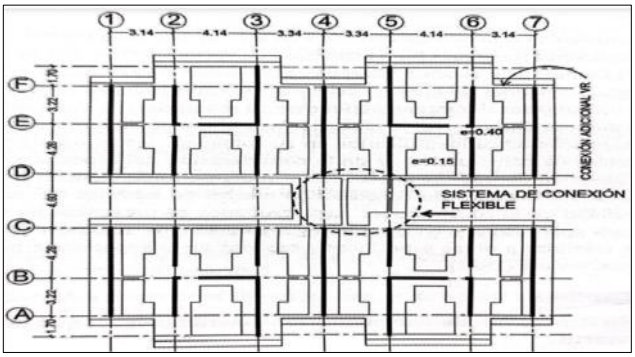


Figura 88. Configuración H. Conexión flexible en la infraestructura de los edificios

- Lección 2 (Figura 89): El uso de paneles como elementos de cerramientos amerita una adaptación en el sistema constructivo.

Figura 89. Ensamble de paneles prefabricados. Detalle de juntas sin tratamiento adecuado

- Lección 3: La estabilización de suelos con arcilla expansiva se logra controlando los cambios volumétricos del mismo a través de humectación y colocación de barreras horizontales y verticales.

- Lección 4 (Figura 90): Influencia de la vegetación en la estabilidad y funcionamiento de los Servicios de la edificación. "Las raíces de ciertos árboles pueden producir alteraciones, especialmente en estructuras poco y medianamente altas (entre 4 y 5 pisos). Este efecto se intensifica cuando la disposición de los árboles es en serie y paralela al eje de las cimentaciones." (Fernández C.M., 1994).

Figura 90. Impacto de vegetación inadecuada paralela al eje de las cimentaciones.

- Lección 5: La rehabilitación de edificaciones construidas masivamente requieren de la aplicación estricta de un Sistema de aseguramiento de calidad que evite la multiplicación geométrica de los errores o fallas que puedan cometerse.
- Lección 6: Los efectos causados por corrosión en el concreto armado tanto en componentes estructurales como en los de cerramientos son de consecuencias de alto costo, que en casos como este ameritan la sustitución completa del material y o del insumo. La aplicación de controles de calidad de los insumos y de los procedimientos constructivos son medidas preventivas que pueden evitar este tipo de patología.
- Lección 7: Cuando se trata de una urbanización de viviendas habitadas no basta con la aplicación de tecnología adecuada; se amerita el componente social suficientemente preparado para resolver conflictos que permita abordar y resolver los complejos problemas que se suscitan en los propietarios que reclaman las fallas en sus viviendas.

7. DURABILIDAD: UNA DEUDA PENDIENTE

Para reforzar el control de calidad de las edificaciones y obras civiles, para disminuir problemas de fallas, la ingeniería civil contemporánea ha elevado el concepto de durabilidad a un pilar estratégico en el diseño y la construcción de infraestructuras. La tendencia actual supera el enfoque tradicional, centrado casi exclusivamente en el diseño por resistencia, para adoptar una perspectiva holística. Hoy, la durabilidad exige un análisis riguroso del ciclo de vida de la estructura, la optimización de los costos de mantenimiento y la garantía de un desempeño adecuado a lo largo del tiempo, consolidándose como un requisito indispensable para la seguridad y sostenibilidad económica de las obras de concreto.

La durabilidad es un concepto multifacético. El Diccionario de la Lengua Española la define como la cualidad de "continuar siendo y sirviendo" y "subsistir y permanecer". En el ámbito técnico, el American Concrete Institute (ACI Committee 201, 2023) la describe como la capacidad del concreto para resistir los mecanismos de deterioro asociados a su ambiente de exposición, manteniendo su forma, calidad y servicio durante su vida útil. Por su parte, la Asociación Internacional de Control de Calidad y Patología de la Construcción (ALCONPAT) la define como la capacidad de una estructura para resistir acciones físicas, químicas y biológicas durante un período proyectado, conservando sus propiedades y condiciones de servicio sin incurrir en costos de mantenimiento inesperados. En consecuencia, la ingeniería civil contemporánea considera la durabilidad como un pilar estratégico para la seguridad y sostenibilidad de las obras. En el contexto venezolano, la norma NTF 4015:2012 (FONDONORMA, 2012) define la durabilidad del concreto como su capacidad para comportarse satisfactoriamente frente a acciones físicas, químicas y electroquímicas durante su vida útil. Esta norma establece requisitos técnicos específicos, como la relación agua/cemento máxima y el contenido mínimo de cemento, basados en la clase de exposición ambiental, para prevenir la degradación prematura. Sin embargo es desconocida por muchos profesionales y por tanto poco aplicada. Desde una perspectiva de ingeniería de patologías, se consolida la

definición de durabilidad como la aptitud intrínseca de una estructura de concreto para soportar los mecanismos de degradación inherentes a su entorno, manteniendo los niveles de seguridad, funcionalidad y estética para los cuales fue diseñada, durante toda su vida útil proyectada.

Es fundamental diferenciar el concepto técnico de durabilidad, del tiempo de servicio asociado a la responsabilidad legal del constructor, que generalmente se limita a cinco o diez años. Mientras la responsabilidad legal es un plazo acotado por normativas contractuales, la durabilidad es un parámetro de diseño intrínseco que busca garantizar el desempeño de la estructura durante décadas, superando ampliamente las garantías legales.

Para comprender y planificar esta longevidad, es indispensable utilizar un modelo conceptual que articule las distintas fases de la vida de servicio de una estructura de concreto. Entender la durabilidad no como un estado estático, sino como un proceso dinámico a lo largo del tiempo, es crucial para la ingeniería moderna. El modelo conceptual de vida de servicio es una herramienta fundamental que permite a los ingenieros, proyectistas y propietarios planificar el diseño, construcción y mantenimiento de una estructura de manera informada y predictiva, visualizando el deterioro como un proceso secuencial y manejable.

Basado en las recomendaciones de ALCONPAT, el ciclo de vida de una estructura de concreto se divide en siete etapas clave, desde la concepción del proyecto hasta el final de su operatividad:

- **Etapa 1:** Planeación de vida de servicio de proyecto. Fase inicial y crítica donde se establecen los criterios de diseño arquitectónico, estructural y de durabilidad. Se definen los materiales, recubrimientos y características del concreto en función del ambiente de exposición y la vida útil esperada, y se diseña el plan de mantenimiento.
- **Etapa 2:** Preparación para la vida de servicio. Corresponde a la fase de construcción y supervisión. La correcta ejecución de lo especificado en el proyecto es clave, cuidando aspectos como la calidad del concreto, el posicionamiento del acero, el espesor del recubrimiento y un curado adecuado.
- **Etapa 3:** Inicio de la vida de servicio. Momento en que la estructura es entregada al usuario y puesta en operación. Se realiza una verificación final para corregir posibles errores constructivos y comienza la implementación del plan de mantenimiento.
- **Etapa 4:** Vida de servicio (Etapa de propagación 1). En esta fase agentes agresivos como el CO_2 o los cloruros comienzan a penetrar el recubrimiento de concreto. Aunque no hay daño visible, el proceso de deterioro ha iniciado. El mantenimiento preventivo es fundamental.
- **Etapa 5:** Vida de servicio residual (Etapa de propagación 2). Los agentes agresivos alcanzan el acero de refuerzo y comienza el proceso de corrosión. La estructura aún es funcional, pero ya presenta manifestaciones de daño como lixiviaciones o pequeñas fisuras. El mantenimiento se vuelve correctivo.
- **Etapa 6:** Vida residual. El daño se vuelve significativo, con agrietamientos, desprendimientos y pérdida de sección del acero que comprometen la confiabilidad estructural o funcional. Las reparaciones son costosas y no logran recuperar el desempeño mínimo original.
- **Etapa 7:** Fin de la vida residual. La estructura presenta colapsos parciales o un deterioro tal que cualquier intervención es económicamente inviable o no garantiza la seguridad. Se expide un certificado de inseguridad y se procede a la demolición.

Este ciclo de vida es directamente influenciado por los factores ambientales a los que se expone la estructura, los cuales dictan la velocidad y la severidad de los mecanismos de deterioro. Identificar los mecanismos de deterioro potenciales y clasificar correctamente la agresividad del ambiente son los primeros pasos para un diseño duradero y una reparación efectiva. Tanto la normativa EN 1504 como las recomendaciones de ALCONPAT establecen que un diagnóstico preciso de las causas de la degradación es un requisito indispensable antes de seleccionar cualquier estrategia de intervención. En este aspecto en Venezuela, para asegurar el cumplimiento del desempeño de una estructura a lo largo de las distintas etapas de su vida de servicio, se aprobó la norma NTF 4069:2021 (FONDONORMA, 2021) la cual proporciona la metodología de Inspección Técnica de Seguridad en Edificaciones (ITSE). Esta herramienta permite realizar una evaluación especializada del estado de conservación y seguridad (estructural y no estructural) de los inmuebles, identificando amenazas y vulnerabilidades para mitigar riesgos y prolongar su vida útil. La ITSE clasifica las intervenciones necesarias en grados (del I al V), desde mantenimiento preventivo hasta actuaciones inmediatas por riesgo de colapso, garantizando así la resiliencia del patrimonio construido, pero lamentablemente también esta una norma es poco conocida y menos aplicada.

La selección de estrategias de diseño, materiales y métodos de reparación depende directamente de la correcta clasificación de la estructura dentro de estos ambientes. Una clasificación errónea conducirá a un desempeño deficiente y a una vida de servicio reducida. Una vez identificados los riesgos ambientales, se pueden establecer los principios de diseño y los requisitos de materiales necesarios para mitigarlos de manera efectiva.

De acuerdo con lo mencionado, el diseño por durabilidad adopta un enfoque proactivo, fundamentado en la selección de materiales adecuados y la especificación de propiedades clave del concreto para resistir los mecanismos de deterioro. Este enfoque se alinea con el principio de verificación del Eurocódigo 2: Diseño de estructuras de hormigón, $Sd \leq Rd$, donde Sd representa la acción de diseño (el efecto del

ambiente) y Rd es la resistencia de diseño de la estructura. Para garantizar la durabilidad, la resistencia del material debe ser superior a la agresividad del entorno durante la vida útil proyectada.

Finalmente, este análisis demuestra que la durabilidad de las estructuras de concreto no es una propiedad inherente del material, sino el resultado de un proceso deliberado y riguroso. Es una disciplina que integra el diseño inteligente, la selección meticulosa de materiales, una ejecución de obra precisa y un mantenimiento planificado a lo largo de todo el ciclo de vida de la infraestructura. La transición de un simple diseño por resistencia a un enfoque de desempeño garantizado a largo plazo es un cambio fundamental en la ingeniería moderna.

La importancia de normativas como la europea EN 1504 y las recomendaciones técnicas de organizaciones como ALCONPAT es innegable. Estas herramientas proporcionan a los profesionales del sector un lenguaje común y un marco metodológico estandarizado para tomar decisiones informadas, desde la especificación de una mezcla de concreto hasta la selección del principio de reparación más adecuado para una patología concreta. Al estandarizar los requisitos de productos y procedimientos, se eleva la calidad y la fiabilidad de las intervenciones, asegurando reparaciones que son verdaderamente duraderas.

En última instancia, la adopción de un enfoque integral de la durabilidad es un imperativo para el futuro de nuestras infraestructuras. Garantizar la seguridad, la funcionalidad y la sostenibilidad económica y ambiental de las construcciones de concreto a largo plazo no es solo una buena práctica de ingeniería; es una responsabilidad estratégica para preservar el valor de nuestro patrimonio construido y asegurar su servicio a las generaciones futuras.

8. CONCLUSIONES

Basado en el contenido integral de este artículo, se extraen las siguientes conclusiones, que sintetizan la importancia de la Patología de la Construcción y las lecciones aprendidas de la experiencia iberoamericana:

- Sistematización de la Disciplina: La Patología de la Construcción ha evolucionado de ser una práctica reactiva y aislada a convertirse en una especialidad científica fundamental y sistematizada dentro de la ingeniería y la arquitectura. Esta evolución, impulsada significativamente por organizaciones como ALCONPAT, ha permitido establecer marcos metodológicos rigurosos para la investigación, el diagnóstico y la rehabilitación de estructuras, garantizando su seguridad y sostenibilidad.
- Primacía del Diagnóstico sobre la Terapéutica: Un diagnóstico técnico preciso, que distinga claramente entre causas, efectos y consecuencias, es el requisito indispensable antes de proponer cualquier plan de mantenimiento, reparación o reforzamiento. La aplicación de una metodología secuencial, desde la inspección visual y el "ojo clínico" del experto, hasta ensayos detallados y pruebas de carga, es lo que garantiza que las intervenciones sean efectivas y no solo paliativos que oculten fallas o vulnerabilidades subyacentes.
- Origen de las Fallas en las Fases de Proyecto y Ejecución: La evidencia recolectada a través de los casos de estudio presentados en este artículo, y también respaldados por diversos casos en Europa y América Latina, revela que la gran mayoría de las "enfermedades" de las construcciones son de naturaleza congénita. Errores en el diseño, una selección inadecuada de materiales y deficiencias en el proceso constructivo representan más del 80% de las causas de lesiones detectadas, lo que subraya la necesidad de implementar programas rigurosos de control de calidad desde la concepción de la obra.
- La Durabilidad como Pilar Estratégico: La durabilidad ya no debe entenderse simplemente como un tiempo de servicio ligado a responsabilidades legales, sino como un proceso preventivo que abarca todo el ciclo de vida de la edificación. El diseño por durabilidad, que considera proactivamente la agresividad del entorno (como el ataque por cloruros en zonas marinas o la carbonatación en ambientes urbanos), es esencial para preservar el patrimonio construido y reducir costos de mantenimiento correctivo inesperados.
- Necesidad de un Enfoque Interdisciplinario: Los casos analizados —que involucran desde la corrosión y el asentamientos de fundaciones, hasta incendios y siniestros viales; desde materiales de construcción hasta complejos sistemas estructurales; y desde casos concentrados solo en una porción de la obra, hasta otros que impactan globalmente un gran número de edificaciones— demuestran que la patología requiere la sinergia de diversas disciplinas (ingenieros y arquitectos especializados en materiales de construcción, estructuras y componentes no estructurales, electroquímica, geotecnia, hidráulica, entre otros). La colaboración interdisciplinaria y el intercambio de lecciones aprendidas son claves para enfrentar los retos técnicos y sociales involucrados en la preservación de las construcciones actuales y futuras.
- Impacto de la Normalización y la Formación Continua: El desconocimiento de normativas técnicas de diseño, construcción e inspección (como la norma NTF sobre durabilidad en Venezuela) conduce a la degradación prematura de las obras. Por ello, el fortalecimiento de la educación y la difusión de estándares nacionales e internacionales son vitales para elevar la calidad de las intervenciones y asegurar que las reparaciones sean verdaderamente duraderas.

En conclusión, la Patología de las Construcciones trasciende la reparación empírica de edificaciones para consolidarse como una ciencia que promueve la sostenibilidad, abarcando desde la prevención en la fase

constructiva hasta la reducción de la vulnerabilidad durante el servicio. El análisis crítico de la experiencia iberoamericana aquí expuesto demuestra que la sinergia entre el rigor científico, el intercambio en sociedades especializadas y el juicio experto permite transformar las lecciones aprendidas en una praxis de excelencia. Este enfoque integral es la vía para garantizar que la ingeniería no solo intervenga el daño, sino que asegure la integridad y durabilidad del patrimonio construido frente a los crecientes retos futuros.

9. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

- *Alfredo Urich:* concepción general de objetivos, contenido y estructura del artículo; desarrollo y redacción de los apartados 6.1 y 6.4; co-redacción de los apartados 1 y 8; edición final del artículo.
- *Carlos Rodríguez A.:* desarrollo y redacción de los apartados 5.3 y 6.3; revisión general del artículo.
- *Gustavo Izaguirre:* desarrollo y redacción del apartado 5.6.
- *José Luis Beauperthuy:* recopilación y edición preliminar de las contribuciones de todos los autores; desarrollo y redacción del resumen y los apartados 2, 4 y 6.2; desarrollo y redacción general del apartado 5 en colaboración con otros autores.
- *Liana Arrieta de Bustillo:* desarrollo y redacción de los apartados 3 y 6.9.
- *Oladis Troconis de Rincón:* desarrollo y redacción del apartado 6.7; co-redacción del apartado 5.2.
- *Riad Bujana*: propuesta original y colaboración en la concepción de objetivos y contenido de la investigación; desarrollo y redacción del apartado 6.8.
- *Rosa Malavé:* desarrollo y redacción de los apartados 6.5 y 7; co-redacción de los apartados 1 y 8; edición general del artículo.
- *Sergio Valle:* desarrollo y redacción del apartado 6.6.

Este trabajo se realiza en el marco del convenio institucional entre la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela y la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción – Delegación Venezuela.

Declaración sobre el uso de Inteligencia Artificial Generativa: durante la preparación de este trabajo, los autores utilizaron la herramienta Google Gemini con el único propósito de revisar la redacción, mejorar la fluidez lingüística y optimizar la estructura gramatical del manuscrito original. Los autores declaran que la IA no se utilizó para la generación de contenido técnico, análisis de datos, interpretación de resultados ni para la formulación de las conclusiones, asumiendo la total responsabilidad por la integridad y precisión del contenido publicado.

10. REFERENCIAS

ACI Committee 201 (2023). *Durable concrete—Guide* (ACI PRC-201.2-23). American Concrete Institute.

ACI Committee 318. (2025). *Building code requirements for structural concrete and commentary* (ACI 318-25). American Concrete Institute

ACI Committee 562. (2025). *Assessment, repair, and rehabilitation of existing concrete structures* (ACI 562-25). American Concrete Institute.

Arrieta de Bustillo, L. (1999) *Patología de edificaciones residenciales de interés social en el área metropolitana de Barquisimeto. Modelo alternativo de calidad en la construcción. Lecciones aprendidas*. CONPAT 99, Montevideo Uruguay: Alconpat Internacional.

ASCE/SEI 41 (2023). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. American Society of Civil Engineers. USA

ASTM C-876 (2022). REV B Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete

ATC-20 (2005), *Field Manual: Procedures for Postearthquake Safety Evaluation of Buildings*, Second Edition, ATC-20-1 Report, Applied Technology Council, Redwood City, California.

Beauperthuy, J. y Scannone, R. (2009). *Evaluación y Reparación de Estructuras de Concreto Armado Dañadas por Incendios*. En: Ingeniería Forense y Estudios de Sitio. Capítulo XIX. Ediciones Citeci-Consulibris. Caracas.

Bjerrum, L. (1963). *Allowable settlement of structures*. Proceedings of the European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Wiesbaden, Germany, Vol. 2, pp. 135-137.

Burland, J. (2006). *Check Your Ground: The Case for the Geotechnical Triangle*. Ground Engineering, Vol. 39, No. 10, pp. 24-25. (Basado en la Nash Lecture, 1987).

Burland, J. (2007) *Terzaghi: back to the future*. Bulletin of Engineering Geology and Environment, Vol 66, N.° 1, pp 29-33

Castro Borges, Pedro; Briceño Mena, José Alberto y Torres Acosta, Andrés Antonio, (2020). *Recomendaciones generales sobre Durabilidad, Recomendaciones Técnicas.* DOI: https://doi.org/10.21041/AlconpatInternacional/RecTec/2020-01-recomendacionesdedurabilidad. México 2020

Centro de Estudios de Corrosión (2013-2014). *Asesoría técnica en evaluación, diagnóstico y protocolos de reparación/rehabilitación de un muelle expuesto al mar, cliente industrial (confidencial)*. Autores: Troconis de Rincon, O., Sanchez, M., Delgado, S., Millano, V., Fernandez, M.

Dikdan, M. Y. (2003). *Modelo de Aseguramiento de la Calidad en el Diseño y Construcción de Desarrollos Masivos de Viviendas de Interés Social.* En: Memorias del VII Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción y IX Congreso de Control de Calidad (CONPAT 2003). Mérida, México: ALCONPAT, pp. 467-474.

Domene, D. (2003). *Historia de ALCONPAT*. En: Memorias del VII Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción y IX Congreso de Control de Calidad (CONPAT 2003). Telchac, Yucatán, México. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

EN 1504-3 (2005). *Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 3:*

Reparación estructural y no estructural. Comité Europeo de Normalización.

FEMA 547 (2006). *Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings*. Federal Emergency Management Agency. USA.

FEMA P-2335 (2025) *Guidelines for post-earthquake repair and retrofit of buildings based on assessment of performance-critical damage*. Federal Emergency Management Agency. USA.

FEMA P-58 (2018) *Seismic Performance of Buildings, Methodology and Implementation*. Federal Emergency Management Agency. USA.

Fernández Cánovas, M. (1977). *Patología y terapéutica del hormigón armado*. 1ra ed. Madrid, España: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Fernández Cánovas, M. (1994). *Patología y terapéutica del hormigón armado*. 3ra ed. Madrid, España: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

FONDONORMA (2012). NTF 4015:2012. *Concreto. Durabilidad*. Venezuela

FONDONORMA (2021). NTF 4069:2021. *Inspección técnica de seguridad en edificaciones, ITSE, vocabulario, principios y requisitos*. Venezuela.

González R., S. (2008). *NTP 200: Estructuras metálicas: comportamiento frente al fuego*. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Ministerio de Trabajo e Inmigración. Disponible en: https://www.insst.es/

Helene, P., & Pereira, F. (2003*). Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón: Reparación, refuerzo y protección*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

Izaguirre l., G**.** (2009). *Calidad en el diseño y la construcción de edificios*. Caracas, Venezuela: Ediciones de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad Central de Venezuela (UCV). ISBN: 978-980-00-2506-2.

Jacobs, J. P. (Ed.) (2007). *Comprehensive fire protection and safety with concrete*. Brussels, Belgium: European Concrete Platform ASBL. 30 p.

López, O. A.; Coronel D., G.; y Rojas, R. (2014) *Índices de priorización para la gestión del riesgo sísmico en edificaciones existentes*. Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V., Vol. 29, N° 4, pp. 107-126.

López, O. A.; Coronel D., G.; Ginés, C.; Fierro, F.; Marinilli, y Urich, A. (2023) *Evaluación rápida de daños en edificaciones*. Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat., Nº 61. Octubre-Diciembre. Caracas. ISSN 1317-678.

Lossier, H. (1952). *Pathologie et thérapeutique du béton armé*. 1ère édition, Éditions Dunod, Paris, France.

Malavé, R. E.; Morón, A. J.; Anzola, E.; Mirabal, C. E. Y Parra, M. (1998). *Evaluación, Diagnóstico y Reparación de un Tanque Digestor Afectado por Corrosión*. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia (LUZ), Vol. 21, Nº 3, pp. 212-225.

McCarthy, R. J., & Stith, J. C. (1992). *Concrete tanks: Evaluation and rehabilitation*. Concrete International, 14(4), 51-54

Mehta, P. K. (1976). *Scanning electron micrographic studies of ettringite formation*. Cement and Concrete Research, V6, N2, pp. 169-182. DOI: 10.1016/0008-8846(76)90115-0.

NACE International (2016). *International Measures of Prevention, Application, and Economics of Corrosion Technologies (IMPACT) Study*.

NACE SP0169 (2024). *Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems*.

Organización Internacional de Normalización. (2015). *ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad: Requisitos*.

Organización Internacional de Normalización (2017). *ISO 9223:2017. Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation*.

Pardo, M. Y Chollet, E**.** (2001). *Caso de Estudio: Solución Estructural del Conjunto Residencial Rio Lama*. En: Memorias de las XI Jornadas Venezolanas de Estructuras. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela (UCV) / Asociación Venezolana de Ingeniería Estructural (AVIE).

Peck, R. B. (1962). *Art and Science in Subsurface Engineering*. Géotechnique, Vol. 12, Nº 1, pp. 60-66. DOI: 10.1680/geot.1962.12.1.60.

Real Academia Española. (2023). *Diccionario de la lengua española* (Edición del Tricentenario, actualización 23.7). rae.es

Shupack, M., & Suarez, M. G. (1989). *Corrosion in prestressed concrete tanks*. Concrete International, 11(1), 52-58

Skempton, A. W., & MacDonald, D. H. (1956). *The allowable settlements of buildings*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Part III, Vol. 5, pp. 727-768.

Troconis de Rincón, O. and coauthors (2007). *The Effect of the Marine Environment on the Reinforced Concrete Durability in Iberoamerican Countries: Duracon Project/Cyted*. Corrosion Science. Vol. 49, 7. July 2007. pp. 2832 – 2843.

Troconis de Rincón, O. and coauthors, DURACON Collaboration (2016). *Reinforced Concrete Durability in Marine Environments DURACON Project: Long Term Exposure*. CORROSION Journal Vol. 72. No. 6. Junio, 2016.

Troconis de Rincón, O., Carruyo, A., Andrade, C., Helene, P., Díaz, I. y Miembros de la Red DURAR. *Manual de inspección, Evaluación y Diagnóstico por Corrosión en Estructuras de Concreto Armado*. CYTED. ISBN 983-296-541-1. 1997 (First Edition).

Venezuela. (1989). *Ley de Política Habitacional. Gaceta Oficial de la República de Venezuela*, Nº 4.124 (Extraordinaria), fecha 14 de septiembre de 1989.

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/126

EL CENTRO POBLADO DE LOS PIJIGUAOS COMO "TIERRA DE ENCUENTROS", MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA

Noel MARIÑO PARDO[1]

El pasado martes 21 de abril de 2026, la Academia Nacional de la Historia (ANH) y la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), bajo el auspicio de la Comisión Interacadémica de Historia e Ingeniería (CIHI) y la Comisión de Historia de la Ingeniería (CHI) de la ANIH, celebraron la ponencia titulada: "*El centro poblado de Los Pijiguaos como tierra de encuentros*", que fue impartida por el autor de esta reseña, donde la presentación y moderación estuvo a cargo de la académica Yajaira Freites, miembro de la CIHI y presidenta de la CHI. Además, se contó con el soporte técnico e institucional del académico Arturo Almandoz (Sillón XX, ANIH).

La ponencia tuvo como objetivo central explorar la evolución del asentamiento humano planificado de Los Pijiguaos, municipio Cedeño del estado Bolívar, concebido como un componente crítico de soporte logístico para las futuras operaciones mineras de bauxita, etapa inicial para la producción de aluminio. Su infraestructura de servicios especializados fue diseñada para garantizar la eficiencia y continuidad operativa de CVG Bauxiven (hoy CVG Bauxilum).

TIERRA DE ENCUENTROS: EVOLUCIÓN Y LEGADO DE LOS PIJIGUAOS

El Proyecto Minero de CVG Bauxiven fue proyectado para extraer, triturar, transportar y transferir bauxita a través del río Orinoco hasta la refinadora de alúmina en Matanzas, Ciudad Guayana. Con una meta de diseño de 6 Mt/año —cifra validada en 2006 al alcanzarse el 98,8 % de la capacidad instalada—, fue imperativo levantar una infraestructura urbana de vanguardia, a finales de la década de los 80 del siglo XX.

Este "campamento" fue dotado de viviendas equipadas, un hospital tipo II, sistemas de telecomunicaciones, un aeropuerto con pista asfaltada de 1.400 m, dos clubes deportivos para la recreación y disfrute del tiempo libre de los trabajadores y una unidad educativa integral. El propósito fue asegurar que las familias de los residentes contaran con todas las facilidades propias de los grandes centros urbanos, enclavados en el corazón del municipio Cedeño. Además, se construyó y asfaltó la Troncal 12 (Caicara del Orinoco – Puerto Nuevo), con sus puentes.

La presentación, dedicada a los pioneros que levantaron esta *ciudad entre la sabana y la selva*, ilustró cómo un área deshabitada en 1974 se transformó en una urbe funcional en apenas dos décadas. En este proceso, se articuló la ingeniería minera con una visión de desarrollo social y urbano, convirtiéndose en el motor de la única mina de bauxita operativa en Venezuela.

Durante la sesión, se realizó una revisión técnica detallada que abarcó la geología del área y la distribución de los recursos de bauxita. Se destacó el papel histórico de Caicara del Orinoco como eje logístico y el vasto potencial minero de la parroquia Los Pijiguaos. Asimismo, se reseñó la cronología del descubrimiento (desde las primeras prospecciones en 1944 hasta el primer campamento en 1977), así como el arranque de la explotación temprana en 1987, que permitió conocer el yacimiento. A partir de 1988, se inició la construcción de la infraestructura del proyecto minero financiada con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo y el Eximbank de Japón. Un punto relevante fue la exposición de las prácticas ambientales para la restauración y revegetación del ecosistema intervenido, acentuando el uso del pasto vetiver como solución exitosa de ingeniería para el control de la erosión y la disminución del aporte de sedimentos a la cuenca.

Finalmente, se concluyó que Los Pijiguaos no solo fue el lugar "*donde nace el aluminio venezolano*", sino una verdadera "*Tierra de Encuentros*" al reunir a profesionales de todas las regiones del país en un proyecto de envergadura nacional.

A MANERA DE CIERRE

Dada la riqueza del material gráfico presentado y la existencia de más de 300 fotografías sobre la construcción del proyecto minero de alto valor documental, la Comisión propuso expandir esta investigación en una publicación formal o libro, que recoja el marco institucional de la CVG y el impacto del proyecto en el desarrollo del municipio Cedeño.

Enlace del video institucional (ANIH): https://www.youtube.com/watch?v=sYRDos5EGIQ&t=11s

[1] Ingeniero Geólogo, especialista en tecnología minera. Académico correspondiente por el estado Bolívar, Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Comisión de minería y materiales. Correo-e.: geonotasvzla@gmail.com

RESÚMENES DE TRABAJOS PRESENTADOS EN EVENTOS EXTERNOS O REVISTAS POR ACADÉMICOS Y COMISIONADOS

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/127

CORRECTION OF THE COMPRESSIBILITY CURVE AND THE OEDOMETRIC MODULUS BASED ON THE EFFECTS OF LATERAL RING-SOIL FRICTION IN THE OEDOMETRIC TEST

Wagdi NAIME[1], Duilio MARCIAL, Víctor PÁEZ

Abstract

Lateral friction at the soil-ring interface constitutes a critical factor in oedometric test interpretation, recognized by multiple researchers as the test's primary limitation. This study analyzes a comprehensive dataset of published oedometer tests complemented by nine controlled tests (three soils × three ring materials) where friction effects were directly measured or indirectly inferred, revealing three key findings: (1) initial applied stresses are severely attenuated by friction, with up to 90% dissipation at low load levels; (2) compressibility curves with higher soil-ring friction plot systematically above those with lower friction and friction's influence becomes nearly constant at higher stresses, resulting in corrected semi-log compressibility curves that maintain parallelism to but systematically offset from uncorrected results; and (3) the characteristic parabolic initial stiffness observed in conventional interpretations - an artifact of friction - vanishes when proper boundary corrections are applied. These findings confirm that the true oedometric modulus follows a linear stress-dependent relationship from an initial value E_0, establishing the theoretical basis for the proposed oedometric-continuous law. The research methodology leverages systematic reinterpretation of existing test results across diverse soil types and loading conditions, providing robust empirical validation of friction's distorting effects on one-dimensional compressibility assessment.

Resumen

La fricción lateral en la interfaz suelo-anillo constituye un factor crítico en la interpretación del ensayo edométrico, siendo reconocida por numerosos investigadores como la limitación principal del ensayo. El presente estudio analiza un conjunto exhaustivo de datos de ensayos edométricos publicados, complementado con nueve ensayos controlados (tres suelos × tres materiales de anillo) en los que los efectos de la fricción fueron medidos directamente o inferidos indirectamente. El análisis revela tres hallazgos principales: (1) los esfuerzos iniciales aplicados son severamente atenuados por la fricción, con hasta un 90 % de disipación en niveles de carga bajos; (2) las curvas de compresibilidad correspondientes a una mayor fricción suelo-anillo se sitúan sistemáticamente por encima de aquellas con menor fricción, y la influencia de la fricción se vuelve casi constante a esfuerzos más elevados, lo que da lugar a curvas de compresibilidad semilogarítmicas corregidas que mantienen paralelismo con los resultados no corregidos, aunque desplazadas sistemáticamente respecto a estos; y (3) la rigidez inicial parabólica característica observada en las interpretaciones convencionales —un comportamiento atribuible a la fricción— desaparece cuando se aplican correcciones de borde adecuadas. Estos hallazgos confirman que el módulo edométrico verdadero sigue una relación lineal dependiente de los esfuerzos a partir de un valor inicial E_0, estableciendo así la base teórica para la ley edométrica-continua. La metodología de investigación se fundamenta en la reinterpretación sistemática de resultados de ensayos existentes en una amplia gama de tipos de suelo y condiciones de carga, proporcionando una validación empírica robusta de los efectos distorsionantes de la fricción en la evaluación de la compresibilidad unidimensional.

Forma de citar:
Naime, W., Marcial, D., & Páez, V. (2026). Correction of the compressibility curve and the oedometric modulus based on the effects of lateral ring-soil friction in the oedometric test. *Proceedings of the 21st ICSMGE – Geotechnical Challenges in a Changing Environment*, Pistrol, J., Adam, D. & Schweiger, H. F. (eds.), Vienna, Austria, 14 – 19 June 2026, Austrian Society for Geomechanics, 597-602. https://doi.org/10.53243/ICSMGE2026-1460

El artículo se puede descargar en:
https://doi.org/10.53243/ICSMGE2026-1460

[1] Central University of Venezuela, Caracas, Venezuela. Correo-e.: wagdin@gmail.com

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/128

GEOLOGICAL MODELS MODIFYING THE APPLICATION OF THE TERM DISCONTINUITY AND ITS IMPORTANCE IN REDUCING COSTS IN TUNNEL SUPPORT

Wagdi NAIME YEHIA[1] y Roque GARCÍA RUIZ[2]

Abstract

While rock mechanics traditionally groups bedding, foliation, and joints as "discontinuities," this study focuses on their differentiated impact on tunnel support costs through stress-aware modeling. Building on established principles (e.g., joint development depends on stress redistribution), we demonstrate how explicitly accounting for this relationship in numerical models (FEM) enables cost-efficient design. Refraction microseismic tests map the decompressed zone (near-excavation) by tracking joint prevalence via seismic velocity gradients, revealing stress-dependent zonation. Our models incorporate strength recovery with distance from the excavation, proving that support costs can be reduced by 80% (3 m tunnels) and 30% (12 m tunnels) compared to conventional methods. Critical thresholds emerge: beyond 0.5D (3 m tunnels) to 1.0D (9 m tunnels), minimal support is needed as stress confinement restores Critical decompressed zone thresholds were identified: for zones extending beyond 0.5D (3 m tunnels) to 1.0D (9 m tunnels), additional increases in decompressed zone size no longer necessitate thicker supports, as confirmed by stabilization of lining thickness requirements in numerical analyses. This approach replaces lithology-based assumptions with stress-adaptive zonation, where support intensity aligns with mechanically verified zones—eliminating overdesign without compromising safety.

Resumen

Aunque la mecánica de rocas agrupa tradicionalmente la estratificación, la foliación y las diaclasas como "discontinuidades", el presente estudio se centra en su impacto diferenciado sobre los costos del sostenimiento de túneles mediante modelos que consideran el estado de esfuerzos. Con base en principios establecidos (por ejemplo, el desarrollo de diaclasas depende de la redistribución de esfuerzos), se demuestra cómo la consideración explícita de esta relación en modelos numéricos (MEF) permite un diseño eficiente en términos de costos. Los ensayos de microsísmica de refracción delimitan la zona descomprimida (próxima a la excavación) mediante el seguimiento de la prevalencia de diaclasas a través de gradientes de velocidad sísmica, revelando una zonificación dependiente de los esfuerzos. Los modelos incorporan la recuperación de la resistencia con la distancia a la excavación, y se comprueba que los costos de sostenimiento pueden reducirse en un 80 % (túneles de 3 m) y un 30 % (túneles de 12 m) en comparación con los métodos convencionales. Se identificaron umbrales críticos: para zonas descomprimidas que se extienden más allá de 0,5D (túneles de 3 m) hasta 1,0D (túneles de 9 m), los incrementos adicionales en el tamaño de la zona descomprimida ya no requieren sostenimientos más gruesos, tal como lo confirma el análisis de diseño de los espesores de revestimiento requeridos mediante análisis numéricos. Este enfoque reemplaza las suposiciones basadas en la litología por una zonificación adaptativa a los esfuerzos, donde la intensidad del sostenimiento se alinea con zonas verificadas mecánicamente, eliminando el sobredimensionamiento sin comprometer la seguridad.

Forma de citar:
Naime, W., Marcial, D., & Páez, V. (2026). Geological models modifying the application of the term discontinuity and its importance in reducing costs in tunnel support. *Proceedings of the 21st ICSMGE – Geotechnical Challenges in a Changing Environment*, Pistrol, J., Adam, D. & Schweiger, H. F. (eds.), Vienna, Austria, 14 – 19 June 2026, Austrian Society for Geomechanics, 1321-1326. https://doi.org/10.53243/ICSMGE2026-1384

El artículo se puede descargar en:
https://doi.org/10.53243/ICSMGE2026-1384

[1] Central University of Venezuela, Caracas, Venezuela. Correo-e.: wagdin@gmail.com
[2] Andres Bello Catholic University, Caracas, Venezuela

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026

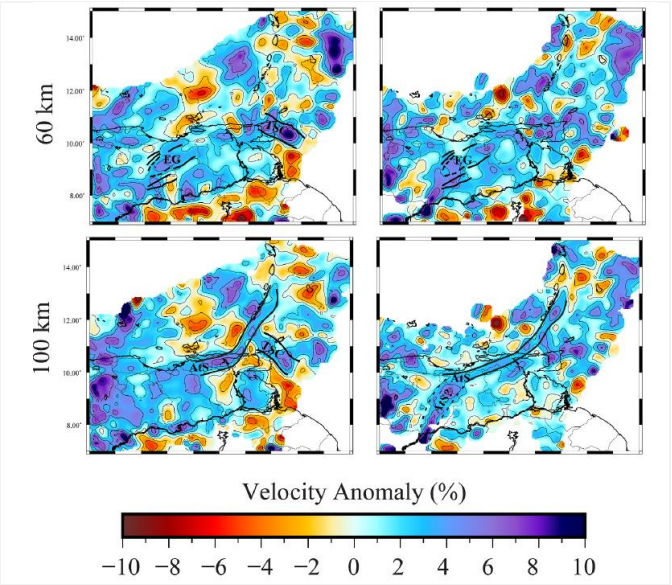
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/129

INSIGHTS ON NORTHEASTERN SOUTH AMERICA TECTONICS FROM LOCAL EVENT TOMOGRAPHY

Mariano S. ARNAIZ-RODRÍGUEZ[1], Noel CRASTO, Ana JARAMILLO, Ivan KOULAKOV, Ana K. SÁNCHEZ-GAMBOA, Franck A. AUDEMARD, Carlos E. REINOZA & Michael SCHMITZ

Abstract

We present results from local earthquake tomography in northeastern Venezuela, where the Caribbean and South American plates meet. The region, dominated by strike-slip faulting, subduction and inhabited by the Paria Seismic Cluster, offers a unique setting for studying the mechanisms of lithospheric tearing, Subduction-Transform Edge Propagator structures and seismic cluster formation. To perform the tomography, we use a compilation of data, including: the ISC catalog, the database of the University of the West Indies, and the data collected by the temporary array of the BOLIVAR (Broadband Ocean-Land Investigation of Venezuela and the Antilles Arc Region) Project. The combined and revised dataset was composed of 286 stations, 4384 events, 70891 P-wave arrivals and 42532 S-wave arrivals. In our results, the Paria Seismic Cluster appears as a weak region (P-wave low velocity zone) where the lithosphere beneath the active strike-slip system and the subduction slab meet. Hence, the lithosphere tears in response to the dominant shear stress aided by the slab. Furthermore, the cluster appears to be a superposition of the seismicity derived from this process and that of the subducted slab. Crustal-scale high velocities in the Paria Peninsula, associated with the intrusive bodies documented in the area are indicative of subduction-related volcanism active beneath the continent from the Late Miocene to Early Pliocene. Furthermore, we image a high-velocity and seismically active zone beneath Trinidad, which is interpreted as a piece of the Atlantic slab that was torn before subducting underneath the South American lithosphere. Finally, we identify several magmatic chambers beneath the southern Lesser Antilles Arc, as well as an LVZ that we interpret as an upwelling that feeds the volcanism.



Some horizontal slices showing the distribution of P-wave and S-wave anomalies as a result of tomographic inversion of the full data set.

Forma de citar: Arnaiz-Rodríguez, M. S., Crasto, N., Jaramillo, A., Koulakov, I., Sánchez-Gamboa, A. K., Audemard M., F. A., Reinoza, C. E. & Schmitz, M., 2026. Insights on Northeastern South America Tectonics from Local Event Tomography. *Journal of South American Earth Sciences*. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2025.105936

[1] Correo-e.: marianoarnaiz@gmail.com

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026

https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/130

CARIBBEAN BIODIVERSITY SHAPED BY SUBDUCTION ZONE PROCESSES ALONG THE LESSER ANTILLES ARCH

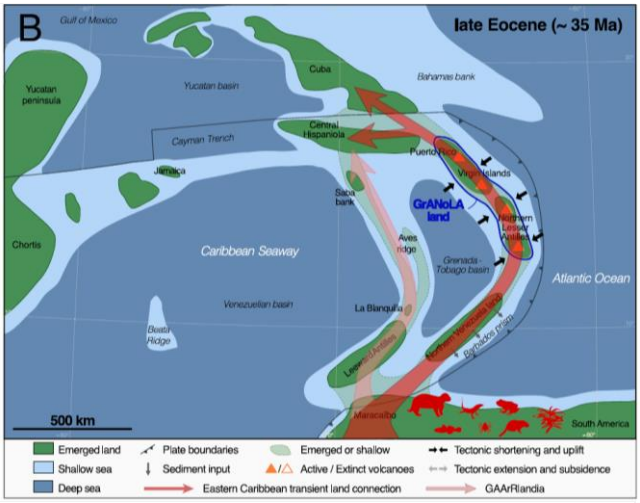
Leny MONTHEIL [1], Douwe J. J. VAN HINSBERGEN, Mélody PHILIPPON, Lydian M. BOSCHMAN, Jean-Jacques CORNÉE, Franck AUDEMARD, Richard WESSELS, Sylvie LEROY, Julissa RONCAL & Philippe MÜNCH

Abstract

Biodiversity hotspots often coincide with regions along subduction zones where tectonic activity continuously make and break geographic connections promoting biological diversification and speciation. A puzzling biodiversity hotspot is the northern Caribbean islands that contain endemic terrestrial and freshwater biotas mainly evolved from South American colonizers that dispersed during the Cenozoic. However, tectonic reconstructions have always assumed a mostly inactive and coherent eastern Caribbean plate, such that migration routes must either have been overwater, or through an inner-plate land bridge. Nevertheless, recent studies revealed that the northeastern Caribbean region underwent tectonically induced uplift, subsidence and large-scale block rotations questioning the assumed plate coherency. Here we present a plate reconstruction including these novel constraints and reveals how tectonic and volcanic activity along the Lesser Antilles subduction zone have established a transient land corridor connecting South America and the Greater Antilles from ~45 to 25 Ma ago offering a new avenue to explain Caribbean biotic interchanges and diversification.

Resumen

Los "hotspots" (santuarios) de biodiversidad frecuentemente coinciden con regiones de zonas de subducción donde la actividad tectónica continuamente abre y rompe conexiones geográficas, promocionando la diversificación y especiación biológica. Un santuario de biodiversidad son las islas del Caribe septentrional que sostienen biotas terrestres y de agua dulce que evolucionaron principalmente de colonizadores desde Sudamérica, cuya dispersión ocurrió en el Cenozoico. No obstante, las reconstrucciones tectónicas hasta el presente han siempre asumido una placa Caribe oriental principalmente inactiva y unísona, de tal forma que las vías de migración deben haber sido marinas o a lo largo de un puente de tierra interno a la placa. Sin embargo, estudios recientes revelan que la región nororiental del Caribe sufrió de levantamiento tectónico, subsidencia y rotación de grandes bloques tectónicos, cuestionando la coherencia (integridad) asumida de la placa. Aquí, presentamos una reconstrucción de escala de tectónica de placas, que incluye estas nuevas limitaciones y revela como la actividad tectónica y volcánica de la subducción de las Antillas Menores han generado un corredor de tierra transitorio que permitió la conexión entre Suramérica y las Antillas Mayores entre ~45 y 25 Ma, ofreciendo un nuevo camino para la diversificación e intercambios bióticos en el Caribe.



Mapa paleogeográfico del Caribe Oriental en el Eoceno Tardío (≈ 35 Ma), donde se expresan los posibles puentes de tierra para la migración de biota sudamericana hacia las Antillas Mayores.

Forma de citar: Montheil, L., Van Hinsbergen, D.J.J. Philippon, M., Boschman, L.M., Cornée, J.J., Audemard, F. A., Wessels, R. Leroy, S., Roncal, J. & Münch, P., 2025. Caribbean biodiversity shaped by subduction zone processes along the Lesser Antilles arch. *Nature's Communications Earth & Environment*. https://doi.org/10.1038/s43247-025-02828-7

[1] Correo-e.: leny.montheil92@gmail.com

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/131

THE ACTIVE TRACE OF BOCONÓ FAULT, ACROSS LLANO CORREDOR AND MUCUBAJÍ PASSES (HIGHLANDS OF THE CORDILLERA DE MÉRIDA, VENEZUELA): TECTONIC LANDFORMS AND IMPLICATIONS *(La traza activa de la falla de Boconó entre los páramos de Llano Corredor y Mucubají (Cordillera de Mérida, Venezuela))*

Franck A. AUDEMARD M.[1]

Abstract

Two Boconó fault (BF) segments, at the crossing of the Mucubají and Llano Corredor passes (Cordillera de Mérida), have been characterized: the southern portion of Boc-C and its relay with Boc-B. Tectonic landforms were mapped following geomorphologic criteria, specifically for strike-slip faults. This geomorphologic-geologic approach provides reliable and precise location of the (potentially) active tectonic structures in a given region, but also characterizes its tectonic style parameters: type of faulting, sense of slip, slip rate, lateral extent, simplicity/complexity of the fault trace(s), damage zone and fault-zone width.

Segment Boc-C in the study area has been subdivided into 4 distinct sections: 2 of them (1 and 4) cut across or bound Last Glacial Maximum (LGM) glacial landscapes typical of Páramo conditions, while the others run along the southern margin of large valleys excavated by the Santo Domingo and Aracay rivers, with valley bottom profiles exhibiting 7 to 12% gradients. Each of these sections shows its particularity: section 1 mainly cuts across incompetent LGM moraine complexes, developing an "en echelon" fault pattern with transpressional (pressure ridges) and transtensional jogs or relay (pull-apart basins; PAB), while the BF at other sections is preserved in competent basement rocks. Section 4 juxtaposes LGM deposits resting onto the BF scarp, which are displaced some 200 m dextrally and 40 normally. While the slip rate of Boc-C inside the Apartaderos PAB is still ranging between 7 to 8 mm/a, it jumps to 11.9 mm/a outside the PAB, very comparable to the geodetic rate. On the other hand, the slip rate of Boc-B, at the Apartaderos PAB, remains in the order of 2.3-3.0 mm/a.

Keywords: Tectonics, geomorphologic criteria, pull-apart basin, slip rate, strike-slip faulting, páramo conditions.

Resumen

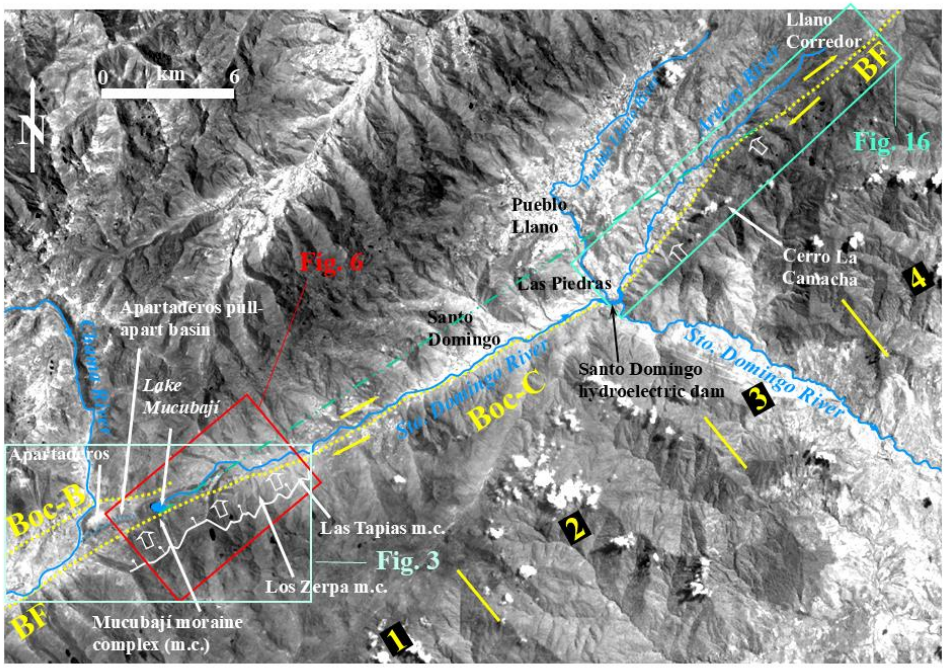
Dos segmentos de la falla de Boconó (FB), entre los páramos de Mucubají y Llano Corredor (Cordillera de Mérida), han sido caracterizados: la porción sur del segmento Boc-C y su relevo con Boc-B. Las geoformas tectónicas han sido cartografiadas usando criterios geomorfológicos, especialmente aquellas de contexto transcurrente. Este enfoque geomorfológico-geológico brinda la ubicación confiable y precisa de los rasgos tectónicos (potencialmente) activos en una región dada, pero también determina parámetros de su estilo tectónico: tipo de fallamiento, sentido de desplazamiento (cinemática), tasa de desplazamiento, extensión lateral, simplicidad/complejidad de la(s) traza(s) de falla, zona dañada y ancho de la zona de falla.

El segmento Boc-C en el área de estudio ha sido subdividido en 4 secciones distintivas: 2 de ellas (1 y 4) cortan o limitan paisajes glaciares de Páramo del Último Máximo Glaciar (LGM por sus siglas en inglés), mientras los otros surcan grandes valles en su margen sur, excavados por los ríos Santo Domingo y Aracay, que presentan fondos de valle con gradientes entre 7 y 12%. Cada una de estas secciones presenta su particularidad: la 1 principalmente corta a través de complejos morrénicos del LGM incompetentes, desarrollando un patrón de fallas dispuestas "en échelon", con curvaturas o relevos transpresivos (lomos de presión) y transtensivos (cuencas en tracción; CET), mientras la FB en otras secciones está preservada en rocas ígneo-metamórficas competentes del basamento de la cadena. La sección 4 yuxtapone depósitos LGM contra el escarpe de la FB, los cuales están desplazados unos 200 m dextralmente y 40 normalmente. Mientras la tasa de desplazamiento de Boc-C dentro de la CET de Apartaderos aún continúa entre 7 y 8 mm/a, ésta salta a 11.9 mm/a fuera de la CET; muy comparable a la tasa geodésica. Por su parte, la tasa de Boc-B, en la CET de Apartaderos, es de 2,3-3,0 mm/a.

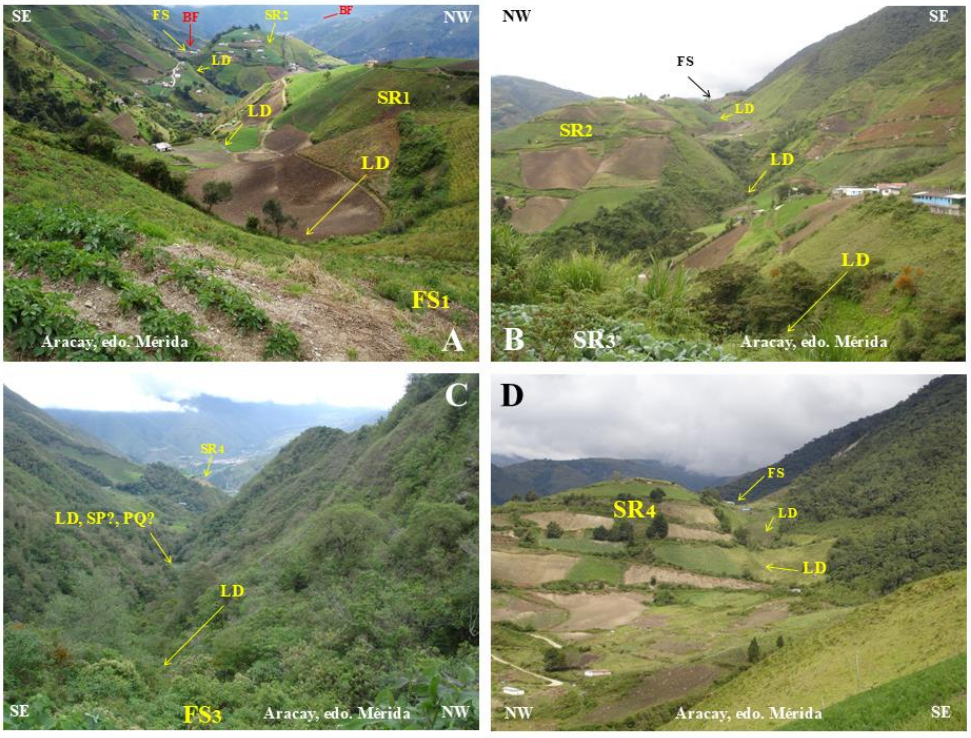
Palabras clave: Tectónica, criterios geomorfológicos, cuenca en tracción, tasa de desplazamiento, fallamiento transcurrente, páramo.

Forma de citar: Audemard, M., Franck, A. (2025). The active trace of Boconó Fault, across Llano Corredor and Mucubají Passes (Highlands of the Cordillera de Mérida, Venezuela): Tectonic landforms and implications. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, *77*(3). http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2025v77n3a170625

[1] Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas –FUNVISIS-, Final Prolongación Calle Mara, El Llanito, Caracas 1070, Venezuela. Correoe-e.: faudemard@gmail.com



Traza tectónica activa de la falla de Boconó del segmento C (Boc-C), entre los páramos de Llano Corredor y Mucubají (estado Mérida)



Geoformas tectónicas características de la traza tectónica de la falla de Boconó, en el sector 3 del segmento C (Boc-C). Ubicación relativa provista en la vista anterior.

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026

https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/132

ESTUDIO DE LAS DEFORMACIONES DE LA CORTEZA DERIVADAS DE LA GEODINÁMICA A PARTIR DE LA INTERFEROMETRÍA SAR (SYNTHETIC APERTURE RADAR): APLICACIÓN A LA COSTA ORIENTAL DEL LAGO DE MARACAIBO, VENEZUELA

(Study of crustal deformations derived from geodynamics from SAR Interferometry on East Coast of Lake Maracaibo, Venezuela)

Gabriela QUINTANA SÁNCHEZ, Franck AUDEMARD, Carlos REINOZA,
Fikret DOGRU & Leonardo ALVARADO

Resumen

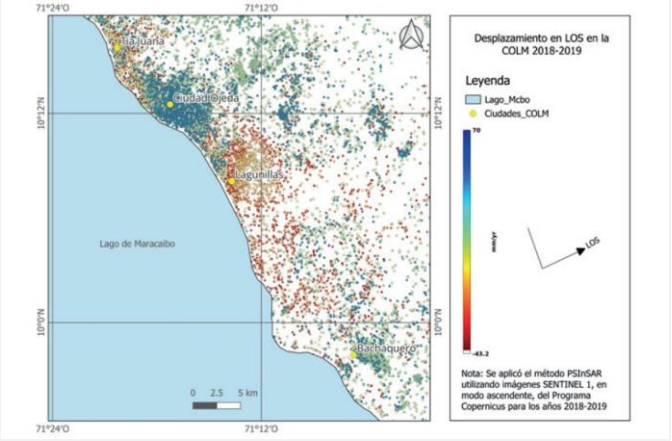
La técnica de Interferometría Diferencial Satelital de Radar de Apertura Sintética (DInSAR por sus siglas en inglés) ha sido usada por más de 20 años por profesionales de las geociencias, para detectar cambios en la topografía terrestre a través del tiempo, permitiendo realizar seguimiento a la cinemática de fallas activas, y de otras deformaciones del suelo como consecuencia de actividades antrópicas y/o naturales. El objetivo de este estudio se basó en el dominio de metodologías de procesamiento de datos SAR e interpretación de los resultados obtenidos a través de la aplicación de la técnica PSInSAR Retrodispersores Persistentes Interferométricos (*Persistent Scatterers Interferometry* —PSI); lográndose obtener estimación de desplazamientos corticales en la dirección de vista del sensor (*Line Of Sight* —LOS). Se utilizaron conjuntos de datos de imágenes SAR SENTINEL 1 del Programa Europeo Copernicus, en banda C, con un rango de 5,4 cm de longitud de onda, para los años 2018-2019. Los resultados obtenidos en la COLM Costa Oriental del Lago de Maracaibo, soportan la idea de un proceso de deformación de levantamiento y hundimiento (*uplift* y *subsidence*) en las ciudades costeras en el este del Lago que van desde 45 mm a-1 a -40 mm a-1, coherentes con estudios de Puntos de Control Terrestres-PCT previos en la zona que indicaron valores de levantamiento de 5 cm para Ciudad Ojeda y, de subsidencia de -3 cm en Lagunillas.

Palabras clave: Radar, interferometría, deformación, subsidencia, Venezuela.

Abstract

The Synthetic Aperture Radar Satellite Differential Interferometry (DInSAR) technique has been used for more than two decades to detect changes in the Earth's topography over time, allowing the kinematics of active faults and other ground deformations as a result of anthropic and/or natural activities to be monitored. The objective of this study was based on the mastery of SAR data processing methodologies and interpretation of the results obtained throughthe application of the PSInSAR Persistent Scatterers Interferometry (PSI) technique; achieving an estimation of crustal displacements in the direction of view of the sensor (Line Of Sight —LOS). SENTINEL 1 SAR image datasets from the European Copernicus Programme, in C-band, with a wavelength range of 5.4 cm, were used for 2018-2019. The results obtained on the East Coast of Lake Maracaibo (COLM) support the idea of a process of uplift and subsidence in coastal cities in the east of the Lake ranging from 45 mm a-1 to -40 mm a-1, consistent with previous GPS (Global Positioning System) studies of Ground Control Points-GCP in the area that indicated uplift values of 5 cm for Ciudad Ojeda and, for subsidence values of -3 cm in Lagunillas.

Keywords: Radar, interferometry, deformation, subsidence, Venezuela.



Tasas estimadas de desplazamientos corticales en la dirección de vista del sensor (LOS) de la COLM durante el período (2018-2019), aplicando el método PSInSAR y utilizando imágenes SENTINEL 1, en modo ascendente, polarización VV, del Programa Copernicus.

Forma de citar: Quintana-Sánchez, G., Audemard, F. A., Reinoza, C., Dogru, F., Alvarado, L., 2025. Estudio de las deformaciones de la corteza derivadas de la geodinámica a partir de la Interferometría SAR (Synthetic Aperture Radar): aplicación a la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Revista Cartográfica,* 110, 121-139. https://doi.org/10.35424/rcarto.i110.5874

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/133

SISMICIDAD DE PROFUNDIDAD INTERMEDIA DE LA LOSA DE SUBDUCCIÓN DE LAS ANTILLAS MENORES, PRÓXIMA A LA PENÍNSULA DE PARIA, VENEZUELA

Franck A. AUDEMARD M.[1]; Leonardo ALVARADO; Mariano ARNAIZ; Gloria ROMERO; Carlos E. REINOZA-GÓMEZ; Alejandra I. MARTÍNEZ-GONZÁLEZ; Ana Karina SÁNCHEZ-GAMBOA; Jean Frédéric LEBRUN; Luz María RODRÍGUEZ; José Antonio RODRÍGUEZ; Mélody PHILIPPON; André SINGER; Jorge GONZÁLEZ; Mariana LOTUFFO

Resumen

A partir de una investigación macrosísmica de sismos recientes (2000-presente), en el rango de profundidad de 45 a 150 km y de magnitud Mw ≥ 5,0, vinculados a la losa de subducción sudamericana-atlántica (SAA) en la zona de STEP (*Subduction to Transform Edge Propagator*) del Caribe suroriental, se ha determinado que las ciudades de Ciudad Guayana y Ciudad Bolívar, emplazadas en la margen más septentrional del área de afloramiento de las rocas competentes del cratón Precámbrico de Guayana, muestran intensidades sísmicas que no respetan un patrón normal de atenuación con la distancia. Esta situación requiere que la norma sismorresistente venezolana vigente (COVENIN 1756-1:2019) sea revisada, al estar aparentemente subestimada en sus estimaciones de los niveles de amenaza sísmica para esta región sureña venezolana.

Palabras clave: Desgarre litosférico; atenuación sísmica; radiación de energía sísmica; canalización; intensidad sísmica; amenaza sísmica.

Intermediate-depth seismicity of the lesser Antilles subduction slab, close to the Paria peninsula, Venezuela

Abstract

From a macroseismic investigation of earthquakes ranging between 45 and 150 km in depth and magnitudes Mw ≥ 5.0 since year 2000, related to the South American-Atlantic (SAA) subduction in the region of the southeastern Caribbean STEP, we have determined that the cities of Ciudad Guayana and Ciudad Bolívar, sitting at the northernmost edge of competent rock outcrops of the Precambrian craton of Guyana, show seismic intensities which do not comply with a normal attenuation pattern of decreasing intensities with increasing distance. This necessarily leads to the revision of the current Venezuelan seismic-resistant code (COVENIN 1756-1:2019), since the seismic hazard estimations for this southern region of Venezuela appear to be clearly underestimated.

Keywords: lithospheric tear; seismic attenuation; seismic energy radiation; channeling; seismic intensity; seismic hazard.

Forma de citar: Audemard M., F.A.; Alvarado, L.; Arnaiz, M.; Romero, G.; Reinoza-Gómez, C.E.; Martínez-González, A.I.; Sánchez-Gamboa, A.K.; Lebrun, J.F.; Rodríguez, L.M.; Rodríguez, J.A.; Philippon, M.; Singer, A.; González, J.; Lotuffo, M. (2025). Sismicidad de profundidad intermedia de la losa de subducción de las Antillas menores, próxima a la península de Paria, Venezuela. *Boletín de Geología, 47*(1), 105-127. https://doi. org/10.18273/revbol.v47n1-2025005.

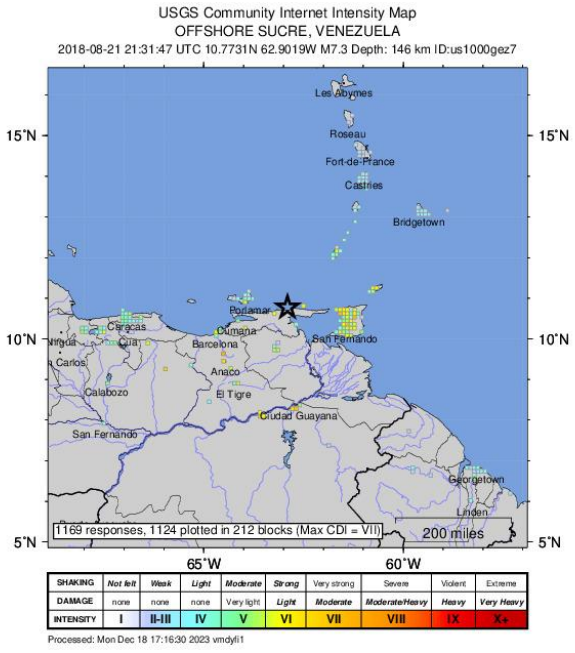


Figura 1. Mapa de centros de intensidad para el sismo del 21 de agosto de 2018 de magnitud Mw 7,3, ocurrido a 146 km de profundidad, a lo largo de la costa norte de la península de Paria. Note los valores elevados registrados para las ciudades de Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana, a orillas del río Orinoco.

[1] Correo-e.: faudemard@gmail.com

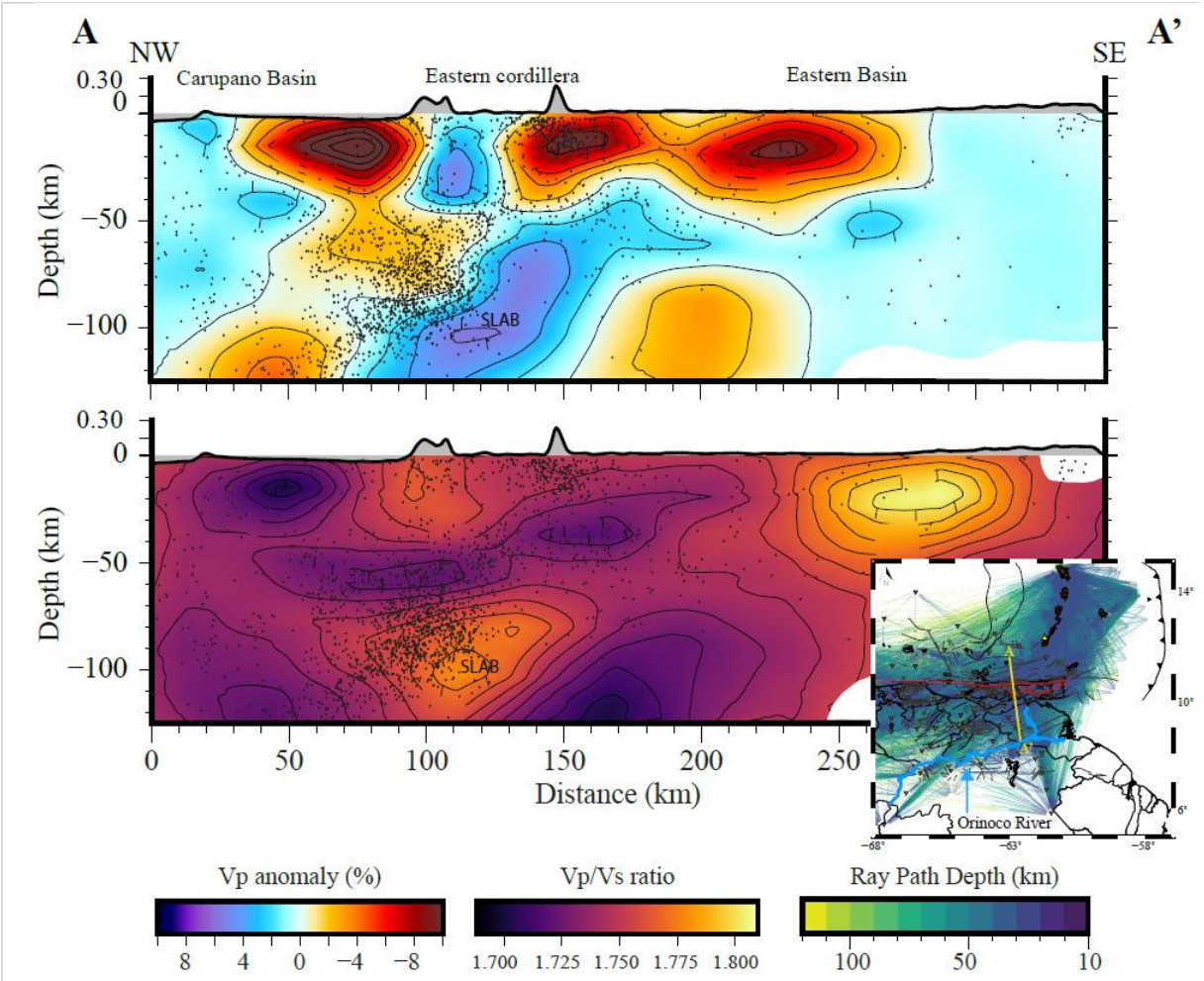


Figura 2. Resultados preliminares de inversión tomográfica de sismos locales en Venezuela oriental, vistos en perfil cercano a la N-S (Arnaiz-Rodríguez *et al.*, 2025). La losa de subducción, así como el basamento cristalino de la placa sudamericana, están ambos bien definidos por una anomalía más rápida, relacionada a su temperatura más fría. Por su parte, las potentes unidades sedimentarías de Norte a Sur, de la plataforma de Carúpano, serranía del Interior y cuenca de Maturín, están caracterizadas por velocidades más lentas.

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/134

GRAN ROQUE ISLAND PARTLY SUBMERGED BY A 2500-YEAR-OLD TSUNAMI, LOS ROQUES ARCHIPELAGO, VENEZUELA LEEWARD ANTILLES ISLANDS

(La Isla Gran Roque parcialmente sumergida por un tsunami de 2500 años, Archipiélago de Los Roques, Antillas de sotavento venezolanas)

Franck A. AUDEMARD M.[1], Carlos E. REINOZA GÓMEZ, Jesús Rafael PADILLA VÁSQUEZ, Melody PHILIPPON, Gabriela QUINTANA SÁNCHEZ, Valerie CLOUARD, Jean ROGER, Sirel COLÓN USECHE, Alejandra Fabiola LEAL GUZMÁN, José Alejandro MÉNDEZ DOT, Jean-Frédéric LEBRUN

Abstract

Gran Roque Island (GRI), as the most northeastern salient of the Los Roques Archipelago, has been affected by several extreme-wave events (EWEs), as is recorded by several coastal boulder deposits (CBDs). The particular shape of its windward elevated coast and of its rather simple geology made of 2-end components: on one hand Mesozoic meta-igneous mafic rocks, and on the other Holocene sedimentary environments of typical active carbonate reef systems, allow differentiating a foreshore-lying CBD built by frequent storm and hurricanes from an inland CBD, which was deposited by a much larger and unusual EWE (tsunami). The former CBD is the source of the latter one. The source of this tsunami-transported CBD is unequivocal and forms and accumulates in the seashore of the Mal Viento Bay, the only opening of GRI to the North. This latter singularity also allows proposing that this 2500 yr cal BP tsunami must have generated in the northeastern Caribbean, because of the narrow opening to the North of this bay. A tsunamigenic earthquake about that time seems to have impacted, at least: a) Saint Thomas (Virgin Islands), b) lagoon Guichard in Saint Martin, c) 3 localities along the Atlantic coast of Martinique and d) Gran Roque Island (GRI). This pre-Current Era event now appears to have several run-ups at different localities. In the case of GRI, it has entrained blocks of diabase as heavy as 8.5-9 tons (volume of 3 m^3) over a foreshore top of 2.2 m above msl, requiring a flow depth of 8.2 m. In a more realistic estimation, if the largest block is approximated to a 1-m-diameter, 3-m-long cylinder (volume of 2.35 m^3 and ≈ 7 tons), a 6.5 m tsunami wave may have been sufficient to transport it inland by rolling/saltation.

Keywords: Reef systems; coastal boulder deposit (CBD); extreme-wave event (EWE); tsunamiite; entrained block; flow depth; sea invasion.

Resumen

La Isla Gran Roque (IGR), el saliente más nororiental del Archipiélago de Los Roques, ha sido afectado por varios eventos de olas extremas (EWEs, por sus siglas en inglés), como lo atestigua varios depósitos costeros de bloques (CBDs, por sus siglas en inglés). Su costa de barlovento elevada y su geología de superficie muy simple compuesta de 2 componentes extremos: por una parte, rocas meta-ígneas máficas de edad mesozoica, y por la otra, ambientes sedimentarios arrecifales carbonáticos del Holoceno, permiten la clara diferenciación de CBDs playeros construidos por la acción de frecuentes tormentas y huracanes de un CBD ubicado tierra adentro, depositado por un EWE más grande e inusual (tsunami), donde el CBD costero es la fuente de aquel alejado de la playa. La Fuente origen del CBD transportado por el tsunami es inequívocamente única, el cual se forma y acumula en la playa de la Bahía de Mal Viento, que corresponde a la única apertura de la IGR por el Norte. Esta singularidad permite proponer que este tsunami, datado en 2500 yr cal BP por el método del radiocarbono, debe haberse generado en el Caribe Nororiental, como respuesta a la estrecha apertura hacia el Norte de esta bahía. Un terremoto tsunamigénico parece haber impactado entonces, por lo menos: a) Saint Thomas (Islas Vírgenes), b) la Laguna Guichard en el noroeste de la isla San Martin (lado francés), c) tres localidades en la costa atlántica de la isla francesa de Martinica y d) la Isla Gran Roque Island (IGR). Este evento ocurrido en era pre-Cristiana parece ahora tener varias alturas "run-up" en diversas localidades. Para la IGR, este tsunami ha arrastrado bloques de diabasa de unas 8,5-9,0 toneladas (volumen de 3 m^3), por encima de una anteplaya de 2,2 m sobre n.m.m, requiriéndose un flujo de 8,2 m de profundidad. En el caso que el bloque más grande se aproxime a un cilindro de 3 m de largo y 1 m de diámetro (volumen de 2,35 m^3 y ≈7 toneladas), más realísticamente, se determina que un tsunami con olas de 6,5 m de altura sería de suficiente energía para su transporte por rodado/saltación.

Palabras clave: Sistemas arrecifales; depósito costero de bloques (CBD); evento de olas extremas (EWE); tsunamita; bloque arrastrado; profundidad del flujo; invasión marina.

Forma de citar: Audemard M., F. A., Reinoza Gómez, C, E., Padilla V., J. R., Philippon, M., Gabriela Quintana S, G., Clouard, V., Roger, J., Colón U., S., Leal G., A. F., Méndez D., J. A. & Lebrun, J.-F., 2026. Gran Roque Island partly submerged by a 2500-year-old tsunami, Los Roques Archipelago, Venezuela Leeward Antilles Islands. *Marine Geology* 492, 107696. https://doi.org/10.1016/j.margeo.2025.107696

[1] Correo-e.: faudemard@gmail.com

Figura 1. Imagen satelital de Google Earth® de la Isla Gran Roque, donde se indica posición de la tsunamita cartografiada con recuadro blanco, que identifica la zona cubierta en la imagen central de la **figura** 2, extraída igualmente de Google Earth®.

Figura 2. De izquierda a derecha, vista hacia el oeste del CBD de Bahía de Mal Viento; la central, forma del lóbulo resaltado por línea amarilla, que define la extensión mínima de los bloques aflorantes de la tsunamita; Superior derecha: bloques identificados de la tsunamita: el rojo corresponde al excavado mostrado en la vista inferior derecha, mientras el marcado con morado corresponde al más grande de 2,35 a 3,00 m^3.

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/135

SEISMICITY AND ACTIVE SEISMIC STRUCTURES IN THE VALLE DE LA TRINIDAD, BAJA CALIFORNIA, MEXICO

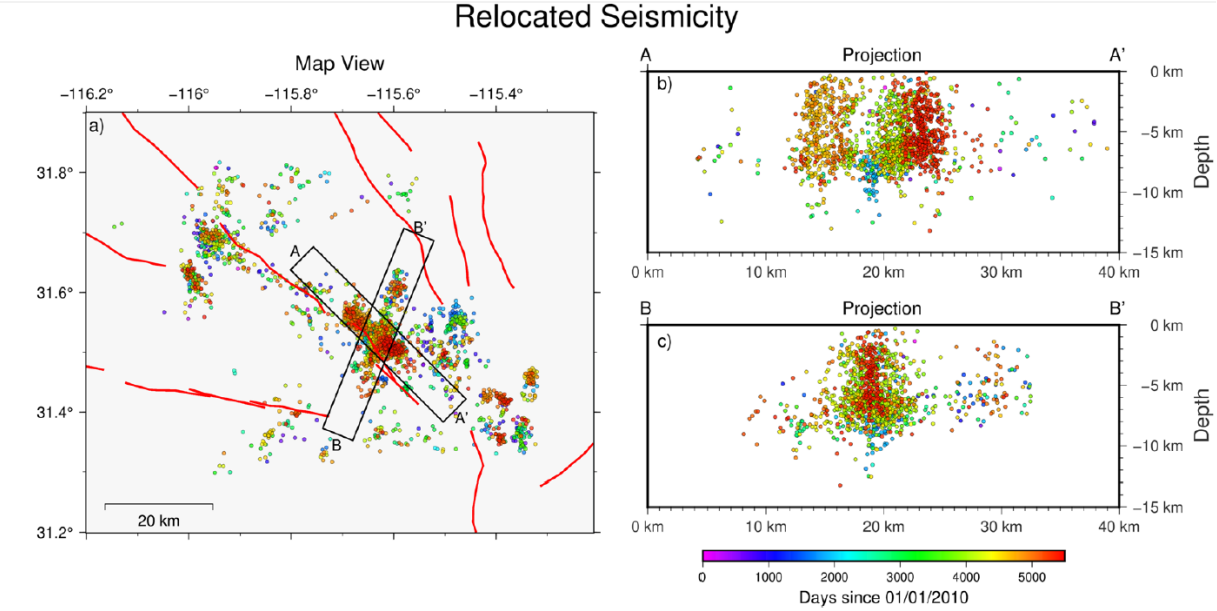
Boris RÖSLER[1], Oscar CASTRO-ARTOLA, Alejandra MARTÍNEZ, Carlos E. REINOZA, Luis A. YEGRES H., J. Antonio VIDAL-VILLEGAS, Franck A. AUDEMARD M.

Abstract

The Valle de la Trinidad region in northern Baja California is situated within a seismically active zone at the boundary between the Pacific and North American plates, characterized by complex fault interactions and significant crustal deformation. We investigate the seismicity of this region between 2010 and 2024 to better characterize active structures and earthquake interactions. Using waveform-based double difference relocation, we refine the hypocentral locations of 4010 earthquakes with magnitudes ranging from ML 0.3 to 5.1 recorded by the Seismic Network of Northwest Mexico (RESNOM), significantly reducing epicentral and depth uncertainties. The relocated seismicity reveals clear alignment with the San Miguel fault and a previously unmapped intersecting structure, indicating that both faults are actively accommodating regional strain. Moment tensor inversions of the eventswithML≥4 show consistent right-lateral strike-slip mechanisms, with nodal planes aligned with both structures, although ambiguity remains regarding the exact fault that ruptured. The August 17, 2020 seismic sequence, initiated by an ML 4.7 foreshock and anML5.1mainshock, demonstrates that triggering across intersecting faults may control rupture evolution. Temporal changes in focal mechanisms, from strike-slip to normal faulting, suggest stress field variations during the sequence. These results highlight the seismotectonic complexity of fault intersections in the Peninsular Ranges and emphasize the need to reassess seismic hazard models to incorporate the role of previously unmapped structures.

Keywords: Baja California peninsula, Valle de la Trinidad, seismicity, relocation of epicenters, moment tensor inversion, seismic sequence

Forma de citar: Rosler, B., Castro-Artola, O., Martínez, A., Reinoza, C. E., Yegres H., L. A., Vidal-Villegas, J. A. & Audemard M**.,** F. A., 2025. Seismicity and Active Seismic Structures in the Valle de la Trinidad, Mexico. *Journal of Seismology*. https://doi.org/10.1007/s10950-025-10330-y



Map view (a) and cross-sections (b and c) of relocated seismicity from 2010 to 2024. Earthquake locations are clearly aligned with the San Miguel Fault and an intersecting structure.

[1] Correo-e.: boris@cicese.mx

RECONOCIMIENTOS A
ACADÉMICOS Y COMISIONADOS

https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/136

RECONOCIMIENTOS A ACADÉMICOS Y COMISIONADOS DE LA ANIH

Premio Francisco de Venanzi 2026: Máximo Galardón Universitario para los Académicos José Luis López, Miguel Martín y Mireya Lozada

La Junta Directiva y la Comisión Editora de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) celebran con profundo orgullo institucional el otorgamiento del Premio Francisco de Venanzi a la Trayectoria del Investigador Universitario 2026 a destacados miembros de nuestras corporaciones. Este prestigioso galardón, conferido de manera conjunta por la APIU, el CDCH-UCV y AsoVAC, honra la producción científica y la dedicación académica excepcional en el país.

Acad. José Luis López Sánchez – Galardonado en Ciencia y Tecnología

Nuestro distinguido Individuo de Número, el Acad. José Luis López Sánchez, titular del **Sillón Nº XXXIII** de esta Corporación, fue distinguido con el premio único anual en el área de Ciencia y Tecnología. El Acad. López Sánchez es Ingeniero Civil (UCV) con maestría y doctorado (Ph.D.) en Hidráulica Fluvial por la Universidad del Estado de Colorado (CSU). Su impecable hoja de vida incluye la dirección del Instituto de Mecánica de Fluidos (IMF-UCV), la presidencia de la Comisión Editora de la ANIH y una prolífica producción en gestión de riesgos hidráulicos, transporte de sedimentos y torrentes. Este reconocimiento reafirma su liderazgo científico de alcance internacional.

Acad. Miguel Martín Landrove – Galardonado en Ciencia y Tecnología

En la misma categoría de Ciencia y Tecnología, el galardón fue compartido con el Acad. Miguel Martín Landrove, reconocido físico, profesor titular de la Facultad de Ciencias de la UCV y Miembro Correspondiente de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (ACFIMAN). Su sobresaliente trayectoria en resonancia magnética nuclear, modelado numérico y física médica complementa de forma idónea el cuadro de honor de las ciencias exactas en esta edición.

Acad. Mireya Lozada – Galardonada en Ciencias Sociales

Asimismo, extendemos nuestras congratulaciones a la Acad. Mireya Lozada, merecedora del premio en el área de Ciencias Sociales. La doctora Lozada, destacada investigadora en psicología política y social de la UCV, ejerce funciones de gran relevancia como Miembro Correspondiente de la Academia Nacional de la Historia (ANH).

Reconocimiento al Cuadro de Honor de la Investigación Universitaria

La ANIH hace extensiva su felicitación al resto de los distinguidos profesores de la Universidad Central de Venezuela que completaron el cuadro de honor de esta edición por sus invaluables aportes al desarrollo del conocimiento nacional: la profesora **Irma Chumaceiro** (Facultad de Humanidades y Educación) en el área de Ciencias Sociales; el doctor **Iván Mendoza** (Facultad de Medicina) y la profesora **María Margarita Salazar** (Facultad de Farmacia) en el área de la Salud; y las profesoras **Aída Ortiz** y **Catalina Ramos Jaime** (Facultad de Agronomía) en el área Agropecuaria.

La imposición de medallas se realizó en el Auditorio Tobías Lasser de la Ciudad Universitaria de Caracas, sirviendo como testimonio del vigor intelectual y el compromiso inquebrantable de los académicos venezolanos que continúan apuntalando el desarrollo del conocimiento científico nacional.

RESEÑAS

 https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/137

SESIÓN SOLEMNE DE ENTREGA DEL PREMIO JUAN MANUEL CAGIGAL y PREMIO VICENTE MARCANO EDICIONES 2024

RESEÑA

El miércoles 22 de abril de 2026, el auditorio Guido Arnal de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) en Caracas se vistió de gala académica para celebrar la Sesión Solemne de entrega de los prestigiosos premios Juan Manuel Cagigal y Vicente Marcano, correspondientes a sus ediciones 2024. Organizado por la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), el evento representó una manifestación de rigor intelectual, fe institucional y profundo amor por el porvenir de Venezuela, congregando a destacados académicos, investigadores y autoridades universitarias.

El acto fue formalmente instalado por el Académico José Ochoa Iturbe, presidente de la ANIH, seguido de la lectura del orden del día a cargo de la Secretaria Asistente, la Académica Inírida Rodríguez Millán. Las palabras de bienvenida corrieron por cuenta de la Ingeniera Patricia Pereira, Directora de la Escuela de Ingeniería Civil de la UCAB, quien resaltó el valor de la alianza entre la academia y las instituciones científicas.

En sus palabras de apertura, el Dr. Ochoa Iturbe recordó que la misión fundamental de la Academia es la promoción y difusión de la investigación en sus áreas de competencia. Asimismo, destacó el significado histórico de los epónimos de los galardones: Juan Manuel Cagigal, insigne matemático y militar, y Vicente Marcano, precursor de las ciencias experimentales químicas y agrícolas en el país.

Reconocimiento a la excelencia: Premio Juan Manuel Cagigal 2024

La lectura del veredicto del Premio Juan Manuel Cagigal estuvo a cargo del Académico Jorge Baralt Torrijos, coordinador de este galardón. Tras evaluar con rigurosidad criterios de contenido, aporte a la ingeniería, claridad y estética, el jurado otorgó los siguientes reconocimientos:

- **Libro de Investigación Científica:** Concedido a la obra colectiva ***Producción de semillas en Venezuela***, editada por el Dr. Hernán Laurentin y coescrita por 27 destacados profesionales. El Dr. Ochoa Iturbe calificó este texto como un aporte medular y esperanzador frente a los desafíos de la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible en el agro nacional.

- **Libro de Investigación Histórica o Documental:** Compartido *ex aequo* por dos obras de altísima factura: ***Las palancas del desarrollo sustentable y algunas experiencias personales asociadas***, del Dr. Arnoldo José Gabaldón, descrita como una brújula indispensable de políticas públicas e institucionalidad democrática; y ***Americae sub terra: crónicas sobre cavernas americanas en los siglos XV y XVI***, de los doctores Franco Urbani y Bernardo Urbani, un exhaustivo compendio documental sobre la espeleología en el continente.

- **Mención Honorífica:** Otorgada al ingeniero civil Pascual H. Perazzo por su obra ***Memorias técnicas de un ingeniero civil. Una aventura de vida***, un valioso legado pedagógico y referencial sobre los grandes proyectos de infraestructura en el país.

El Ingeniero Hernán Laurentin fue el encargado de pronunciar las palabras en representación de los galardonados de este premio, extendiendo un mensaje de constancia científica.

Innovación y Sostenibilidad: Premio Vicente Marcano 2024

El Académico Paolo Maragno, coordinador del Premio Vicente Marcano, procedió a la lectura del correspondiente veredicto. En esta edición, el máximo galardón fue conferido al libro:

- ***Maderas y algunas gramíneas para el ecodiseño y la construcción sostenible en Venezuela***, cuyos autores son los profesores e investigadores **Wilver Contreras Miranda, Mary Elena Owen de Contreras, Williams J. León Hernández (†), Eric José Barrios Pérez, Ángel Segundo Contreras y Axel Atilo Contreras Owen**. Esta obra, fruto de la cooperación entre la Universidad de Los Andes (ULA) y la Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG), fue concebida en medio de las complejas realidades de la pandemia y la crisis nacional, destacándose por proponer el uso técnico y ecoinnovador de los recursos naturales para el desarrollo humano sostenible.

- **Mención Honorífica:** Otorgada al libro ***Agricultural Genetics***, autoría también del prolífico Dr. Hernán Laurentin, un riguroso texto en inglés que profundiza con virtuosismo gráfico y analítico en los avances de las mutaciones genéticas aplicadas al agro.

El momento cumbre de emotividad y elocuencia académica llegó con el discurso de representación de los premiados del

galardón Vicente Marcano, pronunciado por el Dr. Wilver Contreras Miranda. Sus palabras no solo sirvieron de agradecimiento a la ANIH y a los jurados, sino que se elevaron como una profunda proclama sobre la venezolanidad y el rol del intelecto en tiempos de adversidad.

Contreras Miranda recordó que la rigurosidad científica y la inventiva técnica cultivadas en los claustros universitarios constituyen el relicto más sagrado de nuestra sociedad y el pilar fundamental para direccionar el desarrollo nacional en el siglo XXI. Evocando las figuras de Vicente Marcano y el sabio José Gregorio Hernández, instó a las nuevas generaciones a reencontrarse en los valores de la civilidad, la ética y el profesionalismo. En un vibrante homenaje a la comunidad científica nacional —tanto a la que resiste en suelo patrio como a la diáspora que eleva el gentilicio en el exterior—, Contreras concluyó señalando que este reconocimiento debe actuar como un catalizador para reconstruir a Venezuela desde sus cimientos morales, virtuosos y sostenibles, vislumbrando los "amaneceres de luz y esperanza" que el país merece.

Para cerrar la sesión con broche de oro, el presidente de la ANIH, Académico José Ochoa Iturbe, pronunció un discurso de clausura cargado de sensibilidad docente y reconocimiento explícito al esfuerzo de los investigadores del país. Con palabras sinceras, felicitó efusivamente al Dr. Hernán Laurentin por su monumental rol como editor en la obra de semillas y por el mérito de su texto de genética agrícola, reconociendo el inmenso reto y la dedicación que supuso coordinar y publicar en estos tiempos tan complejos de la vida nacional.

El Dr. Ochoa Iturbe se permitió además un momento de profunda emotividad personal y legítimo orgullo docente al referirse a la mención honorífica otorgada al ingeniero Pascual Perazzo por sus memorias geotécnicas. Evocó con nostalgia que Perazzo había sido su propio alumno en las aulas de la Escuela de Ingeniería Civil de la UCAB, expresando conmovido: *«Para un docente no hay mayor orgullo que ver a sus exalumnos tener éxito... celebramos la aparición de este ameno libro... de nuevo felicito efusivamente a mi exalumno, uno de los tantos que han superado a sus maestros»*.

Finalmente, el presidente extendió su felicitación institucional a los autores del libro ganador del premio Vicente Marcano, aplaudiendo el esfuerzo interuniversitario por legar una obra que definió como una auténtica enciclopedia de conocimientos prácticos y aplicables para el diseño sustentable. Concluyó agradeciendo tanto a los ganadores como a todos aquellos autores que sometieron sus valiosas obras a consideración, reafirmando que, ante las dificultades del presente, el pensamiento constructivo, la ciencia aplicada y el compromiso ético siguen firmes en la forja del porvenir venezolano.

PALABRAS DE BIENVENIDA

Ingeniera Patricia PEREIRA
Directora de la Escuela de Ingeniería Civil UCAB

Académico José Ochoa Iturbe, Presidente de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH).

Académico Joaquín Benítez Maal, Vicepresidente de la ANIH.

Académica Inírida Rodríguez Millán, Secretaria Asistente de la ANIH.

Académicos Jorge Baralt Torrijos y Paolo Maragno, coordinadores de los Premios Juan Manuel Cagigal y Vicente Marcano, respectivamente.

Individuos de Número y Miembros Correspondientes de la Academia.

Distinguidos galardonados, autoridades de la universidad, colegas y todos quienes nos acompañan hoy en el Auditorio Guido Arnal de la UCAB.

Es un honor, en nombre de la Facultad de Ingeniería y de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Andrés Bello, darles la más cordial bienvenida a esta Sesión Solemne.

Para nuestra universidad, recibir a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat no es un acto protocolar más; es el encuentro natural entre la institución que forma a los futuros ingenieros y el organismo que custodia la excelencia y el rigor del ejercicio profesional en el país. El Auditorio Guido Arnal se viste de gala hoy para ser testigo de la transferencia de conocimiento en su expresión más perdurable: el libro.

Hoy celebramos la culminación de un esfuerzo que va más allá de la práctica técnica. Estos reconocimientos nacen para estimular el esfuerzo creativo y la excelencia en la producción de obras fundamentales para nuestro desarrollo.

Por un lado, el **Premio Juan Manuel Cagigal** exalta el mérito de aquellas obras que se convierten en pilares para la ingeniería y el hábitat, reconociendo textos que son fundamentales tanto para la formación en las aulas como para la vanguardia de la investigación especializada.

Por otro lado, el **Premio Vicente Marcano** cumple la misión de honrar la producción bibliográfica en Ciencias Exactas y Naturales que brinda una base científica sólida y aplicable a los desafíos actuales de la ingeniería.

Al premiar estas obras, la Academia no solo valora el contenido técnico, sino también la contribución al conocimiento, los recursos didácticos empleados y la claridad en la exposición. En esencia, premiamos libros que transforman las ciencias básicas en herramientas útiles para construir un hábitat mejor.

Nuestra felicitación más sincera a los autores galardonados. Sus libros son la prueba tangible de que la ingeniería venezolana no solo resuelve problemas en el campo, sino que reflexiona sobre ellos, los documenta y proyecta soluciones para las generaciones venideras.

En un mundo que a veces parece privilegiar la inmediatez de lo efímero, ustedes han optado por la permanencia del papel y el rigor de la revisión por pares. Ese esfuerzo merece la distinción que la Academia hoy les otorga y el aplauso que nuestra Facultad les brinda.

La ingeniería es, por definición, el arte de aplicar el ingenio para mejorar el hábitat humano. Y no hay mejor forma de mejorar ese hábitat que fortaleciendo sus cimientos intelectuales.

La UCAB se siente orgullosa de servir como sede para este reconocimiento al mérito.

Sin más preámbulos, y en nombre de nuestra Facultad de Ingeniería, les doy la más cordial bienvenida a esta jornada de luz y conocimiento. Que esta sesión sea el reflejo del compromiso que todos compartimos con la reconstrucción y el progreso de nuestro país a través del saber.

Bienvenidos y muchas gracias.

PALABRAS DE APERTURA

Académico José OCHOA ITURBE
Presidente ANIH

La Academia Nacional de la ingeniería dentro de los objetivos señalados en su ley de creación está el de promover y difundir trabajos de investigación y proyectos en las áreas de su competencia. A tal fin se crearon tres premios, el Juan Manuel Cagigal (primer director y profesor de la Academia Militar de matemáticas de Caracas), el premio Vicente Marcano (un gran investigador y científico) y el premio Melchor Centeno Vallenilla (inventor, investigador y creador de los estudios de ingeniería eléctrica en Venezuela) (premio que fue declarado desierto en esta oportunidad).

El premio Juan Manuel Cagigal tiene varias categorías. Libro de texto, libro de investigación propiamente dicha y libro en las ciencias sociales, históricas y documentales relativas a la ingeniería y afines.

Como libro de texto en investigación científica resulto premiado el libro "Producción de semillas en Venezuela", tema de gran importancia en el campo de la agricultura por sus efectos finales de aumentar la producción y, en consecuencia, mejorar la alimentación de la población.

Tuve la oportunidad en el año 2001 de conocer personalmente al Dr. Norman Bourlaugh en un evento universitario donde compartimos con otros 3 premios nobel de la paz. Allí supe por primera vez y de primera mano de la importancia de lo que se llamo la revolución verde, génesis de toda una cultura en la producción alimentaria de la humanidad, y de la cual nos ocupa hoy el libro premiado.

No soy un experto en el área de agricultura, pero la información que uno como lego recibe sobre variedades transgénicas y la mejoría continua de la producción agrícola pareciera dar esperanza de un mundo con menos hambre, que, junto con la pobreza y la falta de agua, son de los más graves problemas que hoy se buscan solucionar a través de los objetivos del desarrollo sostenible en la agenda 2030.

El libro, en el recorrido a través de sus páginas, comienza con una visión de la normativa legal del país en la producción de semillas para luego entrar con mucho detalle con el mejoramiento genético de diversas variedades de cereales, frutales, leguminosas, tubérculos y forrajes y pastos.

Los 27 autores reflejan en sus distintos capítulos su alta experiencia y conocimiento en sus distintas especialidades, constituyendo un valiosísimo aporte, como libro de texto, para la consulta de profesionales y estudiantes y como motivación para futuras líneas de investigación en el área del desarrollo del agro en Venezuela.

Felicito efusivamente al Dr. Hernan Laurentin por su gran trabajo como editor al reunir tan destacados profesionales en un coherente libro que será bienvenido en universidades del país y posiblemente en otros países de América latina. Felicito, igualmente a los 27 coautores por su dedicación y empeño en sacar adelante sus capítulos, trabajo nada fácil en los tiempos que nos ha tocado vivir en el país.

En la categoría de libros de investigación histórica y documental comparten honores dos libros: "las palancas del desarrollo sustentable" del Dr. Arnoldo Gabaldon y el libro "Americae subterra, crónicas sobre cavernas americanas en los siglos XV y XVI "de los Dres. Franco Urbani y Bernardo Urbani.

El libro del Dr. Gabaldon presenta toda una experiencia de vida en el área del desarrollo sustentable. Debo confesar que el brillante prologo del libro hace casi innecesarias mis palabras. Del mismo solo extraje unas líneas que perfilan muy bien quien es el autor y la importancia del libro para el país.

Cito: "Este libro constituye la visión de Arnoldo José Gabaldón, desde el sitial que lo coloca su madurez, sobre lo que ha sido el proceso de cambios en el país, sus fallas estructurales y sus perspectivas, en la hora oscura de la tiranía. No es el relato de un "optimista" que desecha en forma interesada los gravísimos escollos que tiene el país, sino el de un hombre que ha visto mucho, ha participado en incontables procesos y que hace un balance de lo que hay que hacer. No

oculta los riesgos —al contrario, los revela— y señala la magnitud de los desafíos."

El Dr. Gabaldon oculta su inquietud sobre el país cuando en su introducción manifiesta excusarse de escribir en primera persona, con el justificativo de cierta imparcialidad en sus relatos. Una vez leído el texto y conociendo, al menos en parte las actuaciones del autor a través de los años, puedo afirmar que su enfoque es totalmente objetivo y realístico.

El libro representa una historia contemporánea contada por un actor clave de primera línea en muchos de los eventos relatados. Un libro de consulta para aprender del pasado y planificar para el futuro.

La lectura del capítulo 1 sobre las instituciones y su importancia no solo constituyen un relato histórico vivido por uno de sus principales protagonistas, sino un documento valioso que debería ser leído por todo joven que aspire a incursionar en la buena manera de hacer política pública. Sin instituciones sólidas el desarrollo democrático de un país es imposible de realizar.

En su segundo capítulo el autor abarca la formación del talento como palanca para cualquier desarrollo. Precisamente en el primer capitulo habla de las oportunidades que tuvieron el y un grupo de profesionales de recibir apoyo gubernamental para su formación en destacadas universidades mundiales y como ello llevo a un periodo de grandes obras publicas y a la trasformación de instituciones del estado. La fuga de talentos y la poca visión del gobierno ha llevado a descontinuar esta práctica con la consecuencia de instituciones públicas mal y deficientemente dirigidas.

La falta de estímulo a profesores (que aun laboran con gran vocación sacrificio económico), la falta de presupuestos apropiados para la universidad y la ausente selección de los mejores talentos estudiantiles en la admisión al tercer nivel conjugan una baja en la calidad de la instrucción universitaria y una fuga de talentos que aún continua son algunos de los que puntos que se tocan en este segundo capitulo del libro. Como palanca en este sector señala el Dr. Gabaldon:" se aprecia la urgencia de construir una agenda nacional sobre la calidad de la educación universitaria, que marque de manera irrebatible la hoja de ruta que el país debe seguir durante los próximos lustros, para subsanar una situación donde hay sólidos indicios de que nos estamos quedando atrasados."

No podría faltar en el tomo un capitulo destinado a la infraestructura física y su aporte al desarrollo de un país. Este capitulo 3 señala la importancia de las obras publicas y el beneficio que directa o indirectamente le lleva a la población, Obras como el METRO, la represa de GURI, vialidades urbanas, construcción de viviendas de interés social entre otras son algunas de las mencionadas en el recuento histórico del capítulo y de la vivencia del autor como participante en muchas de ellas. Destaca igualmente el Dr. Gabaldón la gran cantidad de obras iniciadas en los últimos veinte y tantos años y nunca terminadas (y posiblemente nunca los sean). Obras concebidas sin criterios profesionales de un sano ejercicio de beneficio-costo.

El siguiente capitulo aborda el tema del capital económico (aunque no deja de mencionar la importancia del capital humano). El autor nos recorre diversos proyectos ejecutados en el pasado, el PIB nacional durante varias etapas de la vida nacional y, para no extenderme cito al autor en la frase que comienza su acotación final, sin pretender yo que sea un compendio del capítulo, manifiesta a mi parecer una idea central. "Para los países que se han quedado rezagados, el proceso de generar el capital económico necesario para hacer crecer sus economías constituye, como comentamos, una de las misiones más dificultosas, pues depende no solo de voluntades políticas, sino de la modificación de un conjunto de factores institucionales, capacidad empresarial, conductas sociales, preparación del capital humano, disponibilidad de capital natural y condiciones del entorno internacional, entre otros.

El capítulo 5 termina como una ultima palanca para el desarrollo, palanca donde el Dr. Gabaldón, y no puede ser de otra manera, retrata su actuación de primera línea en todo el proceso de consolidación del tema ambiental. Desde la creación del Ministerio del ambiente, pasando por la creación de distintos parques nacionales, las legislaciones y reglamentos que rigen la protección del ambiente.

A nivel internacional, la cumbre de la tierra de 1992, nuestra propia agenda común. Los nuevos conceptos sobre el cambio climático, etc. son temas no solo bien desarrollados sino donde el autor fue y es factor fundamental de muchos de esos conceptos.

Para no extenderme más, dejo a los lectores la acotación final del libro.

Felicito al Dr. Arnoldo Gabaldon por este nuevo libro donde refleja su pensamiento de adonde debe ir en un futuro, que esperamos próximo, el desarrollo del país.

El siguiente libro, Americae Sub-Terra: Crónicas sobre cavernas americanas en los siglos XV y XV es un interesantísimo libro sobre cuevas en el continente americano.

Comenzando su lectura me trajo recuerdos de una visita del centro excursionista Loyola, cuando era estudiante de bachillerato, a la cueva Alfredo Jahn en Birongo. Allí contemple fascinado la morfología de la cueva, un amigo y yo, quizás mas aventureros nos separamos del grupo y nos metimos por un agujero y entramos en una "sala" (por mejor termino). Regresamos con la información al grupo y solo recibimos un regaño (hoy considero muy justificado) del guía y del hermano jesuita que nos acompañaba. Desde entonces siempre me ha fascinado el leer sobre cuevas y sus historias, por lo que este texto es sin duda de gran importancia personal.

Las seiscientas y tantas páginas del libro representan un extenso y laborioso trabajo de investigación histórica, lleno de leyendas indígenas, de exploradores europeos y de descripciones de misioneros a lo largo de dos siglos.

Comienza el texto refiriéndose a cuevas en Norteamérica, básicamente en textos y mapas de exploradores españoles y franceses, para continuar con una riquísima información gráfica y de textos sobre las cuevas en México. Solo esta sección del libro merece su lectura y relectura varias veces dada la riqueza de información que contiene, no solo sobre cuevas sino parte de la historia de las distintas etnias del país narrada en varios códices escritos por varios autores en diferentes épocas.

Es tal la investigación realizada que hasta una poesía denominada "mexicana" aparece en el texto sobre una aventura de un capitán Francisco de Aguiar en una cueva.

Continua el libro presentando un tercer capítulo que corresponde a un sector de México y Centro América. Como ellos mismos señalan en su presentación del libro: "Del Nuevo Mundo destaca México, prácticamente con dos civilizaciones, los mexicas al oeste del Istmo de Tehuantepec y los maya en la península de Yucatán, cada una con sus propias características culturales, lenguajes y creencias". Este tercer capítulo trata, pues, de las cuevas sitiadas al este del istmo de Tehuantepec, principalmente la civilización Maya en la península de Yucatán.

Nuevamente nos sorprenden los autores con un lujo de detalles de las múltiples referencias, en especial a los cenotes, tan publicitados en estos tiempos como sitios turísticos como la ribera Maya. Llama la atención la dedicación de los autores sobre los juicios de inquisición causados en muchos casos por evidencias de sacrificios paganos en cuevas.

El libro viaja hacia el sur en los países de Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá igualmente refiriendo texto de diferentes autores siendo Fray Barolome de las Casas el mas conocido de entre los mencionados.

En la acuciosa búsqueda de información en las Américas aparece un cuarto capítulo sobre territorios insulares, Cuba, Republica Dominicana. Puerto Rico y Martinica son objeto del estudio realizado.

Culmina el texto con la región suramericana. Comenzando por Venezuela y Colombia para luego seguir hacia los piases más al sur, particularmente contiene mucha información sobre el Peru. Personalmente me llano la atención sobre una cueva llamada "infernal" en el sur de Chile por relacionarse con los intentos de población en el estrecho de Magallanes.

Mis felicitaciones a los Urbani por regalarnos un texto fascinante sobre la historia de las Americas a través de sus cuevas.

Como mención honorifica recibe el premio el ing. Pascual Perazzo por su libro "Memorias técnicas de un ingeniero civil. Una aventura de vida". Para un docente no hay mayor orgullo que ver a sus exalumnos tener éxito. El Ingeniero Perazzo fue mi alumno en la escuela de ingeniería civil de la UCAB por lo que desde ya lo felicito con mucho orgullo.

Su libro nos lleva a través de sus experiencias personales en una serie de entrevistas que reflejan sus actuaciones desde sus inicios en la UCAB hasta situaciones vividas a lo largo de los trabajos realizados principalmente en EDELCA, pero también en el ámbito internacional. Sus muchas publicaciones en revistas indexadas nos muestran al profesional comprometido con su carrera y con la necesidad de dejar un legado de sus investigaciones. Sus publicaciones detallan aspectos técnicos relevantes, informaciones completas sobre el diseño y comportamiento geotécnico de distintas obras, constituyendo su libro un valioso aporte didáctico para estudiantes y profesionales que se dedican al área de geotecnia principalmente.

Destaca entre sus trabajos publicados, dada su actualidad los problemas de vieja data de la presa Turimiquire.

En un país donde poco se publica, y mucho menos de experiencias personales, celebramos la aparición de este ameno libro contado a través de varias entrevistas realizadas.

De nuevo felicito efusivamente a mi exalumno, uno de los tantos que han superado a sus maestros.

Nos toca ahora referirnos al premio Vicente Marcano,

El ganador del premio fue el libro titulado:" Maderas y algunas gramíneas para el ecodiseño y la construcción sostenible" de los autores Wilver Contreras Miranda, Mary Elena Owen de Contreras, Williams J. León Hernández, Eric José Barrios Pérez, Ángel Segundo Contreras y Axel Atilio Contreras Owen.

El libro, un esfuerzo mancomunado entre varias universidades comienza con una detallada descripción de lo que significa un ecodiseño. Los autores señalan como los objetivos del Ecodiseño a "la generación de productos forestales industriales y artesanales con fines constructivos de infraestructuras, edificaciones, mobiliario u objetos domésticos "pero mediante el "aprovechamiento, transformación, uso, comercialización y retiro de manera ecoeficiente"

Loa autores hacen un recuento del desarrollo y crecimiento de la humanidad y por ende de sus necesidades, las cuales han requerido de la eliminación de grandes extensiones de bosques.

La normativa ambiental venezolana es también punto de análisis en el texto, así como señalan cifras de organismos multilaterales que señalan las pérdidas de bosques a nivel

mundial. A pesar de ello, la riqueza de nuestro país en el área de biodiversidad es de las más alta del mundo.

Como dato interesante aparece reseñada la reciente concesión otorgada por el Estado venezolano a la comunidad Kariña, que será administrado por la Empresa Indígena Forestal TUKUPU.

El texto, luego de varias consideraciones legales, ambientales, etc. Pasa a lo que considero lo más importante de su trabajo y es la presentación de unas 50 y tantas especies de árboles y gramíneas con detalle de sus características, fotografías y posibles usos industriales conformando así una especie de enciclopedia de conocimientos para el que desee aventurarse en el campo del ecodiseño sustentable. El formato presentado facilita enormemente el ubicar el tipo de árbol, gramínea, etc. que requiera el lector y futuro industrial maderero.

Inclusive para un lego que desee conocer el nombre de algún árbol le bastara mirar las distintas fotografías para poder satisfacer su curiosidad.

Nuevamente no queda sino felicitar a los autores y a sus respectivas universidades por el esfuerzo realizado en un texto que será de gran utilidad para docentes de diferentes niveles de educación.

Finalmente, unas breves palabras para felicitar nuevamente al Dr. Laurentin por este nuevo premio titulado "Agricultural Genetics".

El libro, escrito en inglés, hace una extensa introducción a la genética y a las distintas ramas que la componen: genética molecular, genética Mendeliana y manejo de poblaciones a nivel molecular; asimismo describe como fue evolucionando a lo largo de los años el conocimiento sobre el ADN, su estructura helicoidal y sus componentes químicos. Los experimentos realizados sobre la trasformación del ADN del investigador Griffith demostraron que no eran las proteínas en los cromosomas sino el ADN quien trasmitía las características genéticas, lo cual revoluciono el concepto anterior sobre las proteínas.

A través de dibujos y gráficos el autor nos muestra como ocurre la herencia genética y sus transformaciones con lujo de detalles.

En una secuencia lógica el autor nos lleva poco a poco hasta los desarrollos que se realizan hoy en día en el área de mutaciones genéticas.

Ya para terminar felicito en nombre de la Academia a los autores ganadores d ellos distintos premios así como a aquellos autores que sometieron sus obras para el premio.

Muchas gracias

PREMIO JUAN MANUEL CAJIGAL 2024 VEREDICTO DEL JURADO

Caracas, 06 de noviembre de 2025

El jurado del Premio Juan Manuel Cajigal designado por la Junta de Individuos de Número en su sesión Nº 324, del 11 de marzo de 2025, tras varias sesiones deliberativas, se reunió finalmente el día de hoy, para ultimar sus evaluaciones de los libros presentados como candidatos al Premio en su Edición 2024.

Tales libros fueron:

1. Jorge Villota Peña, *Guía de arquitectura orgánica. Geometría, memoria y símbolo. Portafolio explicado de proyectos*. Caracas: Arquitectura Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), 2024. pp. 206.
2. Arnoldo José Gabaldón, *Las palancas del desarrollo sustentable y algunas experiencias personales asociadas*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), 2023. 201 pp.
3. Hernán Laurentin (ed.), *Producción de semillas en Venezuela*. Maracaibo: Ediciones Astro Data, 2020, pp. 442.
4. Hernán Laurentin, *Transformación digital en la agricultura*. 75 pp.
5. Pascual H. Perazzo. *Memorias técnicas de un ingeniero civil. Una aventura de vida*. 2024, 413 pp.
6. Franco Urbani y Bernardo Urbani, *Americae sub terra: crónicas sobre cavernas americanas en los siglos XV y XVI*. Caracas: ANIH, SVE, Fundación GEOS-UCV, pp. 674.

De acuerdo al artículo 2 del Reglamento del Premio, se consideró que había material para cubrir las tres categorías: 1) libros de texto (libro 1); 2) libros de investigación científica (libros 2 y 3), y 3) libros de investigación histórica o documental (libros 4, 5 y 6).

Igualmente, de acuerdo al artículo 6 del Reglamento del Premio, la evaluación de estos libros se hizo con base a las características siguientes: a) contenido, b) contribución al estudio de la ingeniería y el hábitat en el país, c) recursos didácticos empleados, modelos, gráficos, problemas y ejercicios entre otros, d) claridad en la exposición y e) estética.

Hubo consenso entre los miembros del Jurado con relación a la premiación de todas las categorías, y sus resultados se presentan a continuación.

1. LIBRO DE TEXTO. **Desierto**

2. LIBRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Hernán Laurentin (ed.), *Producción de semillas en Venezuela*. Maracaibo: Ediciones Astro Data, 2020, pp. 442.

Abordando un tema de relevancia, utilidad y urgencia para la agricultura venezolana, cual es el mejoramiento en semillas,

este libro ofrece gran alcance científico y base experimental, con detallado apoyo gráfico y estadístico. Los autores presentan argumentaciones sólidas, acompañadas de datos, análisis y descripciones que cubren un amplio espectro, desde aspectos generales —como las políticas de certificación— hasta detalles técnicos específicos, como los procesos involucrados en la producción de híbridos, todo ello con un enfoque de elevado nivel científico. Asimismo, son incluidos métodos de cultivo de las semillas a ser certificadas, con el propósito de aportar, no solo un marco conceptual, sino también herramientas de utilidad práctica para los actores del sector agrícola que proveerán este insumo.

3. LIBRO DE INVESTIGACIÓN HISTÓRICA O DOCUMENTAL

Premio compartido entre:

Arnoldo José Gabaldón, *Las palancas del desarrollo sustentable y algunas experiencias personales asociadas*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), 2023. 201 pp.

A partir de la experiencia personal y profesional, política y administrativa del autor, este libro se apoya en la noción de "palanca", de cara a articular el paradigma modernizador con el desarrollo y la sustentabilidad, en Venezuela y otros contextos. Se evidencia una perspectiva holística y una prospectiva política bien fundamentada, que permite abordar con profundidad aspectos conceptuales, técnicos, económicos, sociales y ambientales. El enfoque del libro pone, en primer plano, una visión gerencial de los problemas, lo cual resulta particularmente relevante para la ingeniería, si esta es entendida como una profesión interdisciplinaria. A partir de la rica experiencia nacional e internacional del autor, se presentan diversos estudios de caso que constituyen una herramienta didáctica eficaz; estos casos permiten la adquisición de conocimientos, así como la identificación de buenas prácticas, mediante el análisis comparativo de experiencias exitosas y soluciones fallidas, todo presentado mediante narrativa fluida con estilo directo y preciso.

Franco Urbani y Bernardo Urbani, *Americae sub terra: crónicas sobre cavernas americanas en los siglos XV y XVI*. Caracas: ANIH, SVE, Fundación GEOS-UCV, pp. 674

Con notable erudición, esta obra de referencia sobresale en investigación documental y fuentes primarias inéditas. Llena un vacío significativo en la historiografía espeleológica y arqueológica de las Américas, al documentar, de forma sistemática, las primeras referencias, tanto coloniales como precolombinas, al mundo subterráneo en el continente. Asimismo, contribuye a la comprensión de cómo se construyó el conocimiento geográfico y natural de América en los inicios de la modernidad occidental, revelando el modo como los saberes indígenas y europeos se encontraron y transformaron mutuamente. Para facilitar la comprensión, estimular el interés y favorecer el uso académico y pedagógico del contenido, los autores utilizan varios tipos de recursos visuales, como mapas históricos y temáticos, ilustraciones de época, muchas tomadas de los antiguos códices aztecas y mayas, combinadas con diagramas interpretativos y fragmentos significativos de las crónicas y otras fuentes primarias, debidamente acompañados de análisis contextual.

Mención honorífica: Pascual H. Perazzo. *Memorias técnicas de un ingeniero civil. Una aventura de vida*. 2024, 413 pp.

Esta compilación ofrece un valor referencial para profesionales, académicos y estudiantes avanzados de ingeniería, particularmente en las áreas de geotecnia, diseño de presas, ingeniería sísmica e hidráulica aplicada. Documenta, con rigor técnico y claridad expositiva, una parte sustancial del conocimiento acumulado en algunos de los proyectos más relevantes de la infraestructura venezolana y latinoamericana. El autor describe métodos técnicos que permiten realizar fundaciones y estructuras; conocer la hidrología, geología y sismicidad de la región en estudio; implementar procesos de excavación y colocación de rellenos; comprender la hidráulica y los modelos hidráulicos, entre otros aspectos. Completado por las entrevistas al autor, este enfoque convierte la compilación en una herramienta didáctica valiosa para la formación avanzada de ingenieros, así como en una fuente de referencia para profesionales en ejercicio

Habiendo cumplido con la tarea encomendada, nos suscribimos de ustedes:

Arturo Almandoz — Eduardo Capiello Llamozas — Yajaira Freites

Loraine Giraud — Paolo Maragno

Carla Urbina — José Ochoa — Eduardo Buroz

DIPLOMAS, LIBROS GALARDONADOS PREMIO JUAN MANUEL CAGIGAL

PALABRAS EN REPRESENTACIÓN DE LOS GALARDONADOS PREMIO JUAN MANUEL CAGIGAL

Ingeniero Hernán LAURENTIN

Distinguidos miembros de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Distinguidos miembros de la Comunidad de la Universidad Católica Andrés Bello.

Público en General.

En primer término, me siento prácticamente obligado, de manera absolutamente voluntaria, de agradecer a la Academia por el reconocimiento a estos dos libros, pero mas allá de agradecer personalmente por el reconocimiento, desde la sociedad civil venezolana yo quiero reconocer a la Academia por la existencia de este premio, pues se está reconociendo nada mas y nada menos que la obra intelectual que sirve de base para generar Ciencia y Tecnología. Si bien es cierto que la Ciencia y la Tecnología tiene algunas métricas un tanto distintas, que tienen que ver con número de publicaciones científicas, impacto de las publicaciones científicas no es menos cierto que este tipo de obras tiene un impacto grandísimo que lamentablemente no se cuantifica en estas métricas, pero tiene una importancia muy grande porque cuando empezamos a pensar quien es nuestro relevo, en esa generación que de alguna manera, de forma muy poco responsable decimos que no toma las riendas, mas allá de eso debemos pensar nosotros como generación la forma de articular ese relevo, y la mejor forma de pasarlo es dando todo el conocimiento que nosotros hemos tenido, hemos transitado una mayor cantidad de caminos, hemos transitado una mayor cantidad de experiencias, pues vamos a darle a esta nueva generación todas las herramientas para que se empoderen completamente de la situación de este país, y esta juventud realmente pueda llevar a nuestro país por senderos mucho mas favorables de lo que podemos haber vivido en tiempos pasados. Ante eso, quiero expresar mi agradecimiento, mas que un agradecimiento personal un agradecimiento como sociedad a la Academia por hacer este tipo de reconocimientos. Indudablemente la elaboración y publicación de libros no son tampoco tareas fáciles, los invito a que se exploren las razones de por qué hay tan pocas obras de este tipo en nuestro país, porque hay pocas, para 30 millones de habitantes sin duda hay pocas, en esa invitación creería que debemos explorar por qué razón, y lo voy a hablar desde mi experiencia personal, desconozco si es una experiencia similar a la de otros autores, por qué razón es tan difícil publicar este tipo de obras en nuestro país y por qué es tan fácil publicarlo por fuera. Considero que esta pregunta es clave en cuanto al número de obras que pueden existir dentro de la sociedad, hacia la sociedad, a mí definitivamente me ocurrió: el libro Producción de Semillas en Venezuela estuvo mas de un año en mi computadora pues sencillamente no

había forma de publicarlo, no había quien se mostrara interesado en publicarlo, al parecer no era una obra muy importante. Es conveniente que hagamos esa reflexión para poder motorizar la producción científica en el país, cuando hablo de producción científica no solo estoy hablando de las obras que tienen que ver con resultados directos de investigación científica, sino también este tipo de obras, la generación de marcos conceptuales, porque es allí donde va a acudir primeramente esta nueva generación, la nueva generación no va a entrar en ciencia y tecnología leyendo artículos científicos, porque eso es ya para personas que están formada, y que ya tienen la forma y la metodología de hacerlo. Esta nueva generación se va a iniciar en ciencia y tecnología con este tipo de obras, que son mucho más básicas y que nos permiten hacer ese tipo de extensión hacia la nueva generación. Ante esto mi invitación a todos los sectores que estamos hoy reunidos, que estamos involucrados, galardonados, la academia, la universidad como parte de la academia venezolana a que nos convirtamos en protagonistas mas que en espectadores. Es muy fácil ser espectador, es muy fácil decir "hay que hacer esto, hay que hacer aquello" lo difícil es protagonizar esas acciones, lo difícil es motorizar y dinamizar esas acciones, y es necesario que lo hagamos, tenemos una responsabilidad histórica muy grande, nadie lo va a hacer por nosotros y creería que nadie estará más capacitado que nosotros para hacerlo, y mas allá de estar capacitados me atrevería a afirmar que realmente es una obligación que tenemos por el momento histórico que estamos viviendo, en el cual debemos expresar toda nuestra experiencia, todo nuestro conocimiento en este tipo de obras.

Muchas gracias por su atención, y reitero la invitación a todos de ser más protagonistas que espectadores

PREMIO VICENTE MARCANO 2024
VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por la Junta de Individuos de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, en su sesión Nº 324 del 11 de marzo de 2025 para revisar y evaluar las obras de texto o científicas de autores individuales o colectivos, en las ciencias exactas y naturales con aplicaciones a la ingeniería que optan al premio Vicente Marcano, Edición 2024, dejan constancia de lo siguiente:

1. Se presentaron tres libros en esta edición del Premio Vicente Marcano. A saber:

a) *El Bambú. Proyección de uso constructivo en el medio rural venezolano***.**
Autores**:** Wilver Contreras Miranda, María Teresa Rondón Sulbarán, Jesús Malavé Esparragoza, Luis Felipe Rondón Sulbarán y Axel Atilio Contreras Owen.

b) *Agricultural Genetics*.
Autor: Hernán Laurentin.

c) *Maderas y algunas gramíneas para el ecodiseño y la construcción sostenible en Venezuela*.
Autores: Wilver Contreras Miranda, Mary Elena Owen de Contreras, Williams J. León Hernández, Eric José Barrios Pérez, Ángel Segundo Contreras y Axel Atilio Contreras Owen.

2. Los tres libros fueron leídos y evaluados por cada uno de los Jurados designados y adicionalmente por Asesores Externos seleccionados como expertos en la temática tratada por los libros, atendiendo a la recomendación del Comité Directivo de la ANIH.

3. Los Asesores se mencionan a continuación:
   - Dr. Idalberto Águila.
   - Dra. Milena Sosa
   - Dr. Oscar Grauer

4. Una vez leídos los libros que optan al Premio Vicente Marcano, tanto por el Jurado designado como por los Asesores seleccionados, cada uno aplicó el Baremo preparado al efecto con base al Artículo 6 del Reglamento del Premio, y adicionalmente expresaron alegatos sobre los méritos de las obras presentadas.

5. Con base a la aplicación del baremo y a los alegatos sobre los méritos, el Jurado decidió declarar al libro:

Maderas y algunas gramíneas para el ecodiseño y la construcción sostenible en Venezuela, cuyos autores son: Wilver Contreras Miranda, Mary Elena Owen de Contreras, Williams J. León Hernández, Eric José Barrios Pérez, Ángel Segundo Contreras y Axel Atilio Contreras Owen.

Ganador
Del premio Vicente Marcano, edición 2024

6. Comentarios: el libro seleccionado presenta la madera y gramíneas nacionales, como recursos materiales constructivos del siglo XXI como parte de los objetivos del ecodiseño, para la generación de productos forestales industriales y artesanales con fines constructivos de infraestructuras, edificaciones, mobiliario u objetos domésticos.
Discute el ecodiseño y la necesidad de ser implementado en la industria forestal de Venezuela como modelo para superar la actual situación socioeconómica e institucional, que ha sido conducente a graves afectaciones que acontecen y limitan el retomar la traza de la ecoinnovación, desarrollo y progreso de Venezuela en el siglo XXI, y así lograr el objetivo del Desarrollo Humano Sostenible.
Su presentación, diseño, estilo amigable, lenguaje y estética, permite la apropiación de la información de manera adecuada para un amplio universo de potenciales usuarios desde el campo tecnológico hasta el público común.

7. Asimismo, conceder al libro:

Agricultural Genetics del autor: Autor: Hernán Laurentin

Mención Honorífica

El presente veredicto, redactado y aprobado por el Jurado designado, se suscribe el 02 de septiembre del año 2025.

Dr. Rafael Galíndez González
(coordinador del Jurado)

Dr. Carlos Machado **Dr. Antonio Machado** **Dra. Milena Sosa**

DIPLOMAS, LIBROS GALARDONADOS PREMIO VICENTE MARCANO

PALABRAS EN REPRESENTACIÓN DE LOS GALARDONADOS PREMIO VICENTE MARCANO

UN PREMIO INSPIRADOR EN LA FRAGUA DE RECONSTRUIR A VENEZUELA

Arquitecto Wilver CONTRERAS MIRANDA

Respetado Presidente Dr. José Ochoa Iturbe, integrantes de la junta directiva y demás miembros de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat (ANIH), respetados homenajeados en este significativo acto institucional e invitados especiales, les saludo en nombre de los autores del libro ***Maderas y algunas gramíneas para el Ecodiseño y la construcción sostenible en Venezuela***, Wilver Contreras Miranda, Mary Elena Owen de Contreras, Williams José León Hernández (†), Eric José Barrios Pérez, Ángel Segundo Contreras y Axel Atilo Contreras Owen, en el marco del otorgamiento del Premio *Vicente Marcano* en su edición 2024. Un proyecto que ha sido el resultado del trabajo en equipo de profesores e investigadores de la Universidad de Los Andes (ULA) y la Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG), cuyo resultado se contextualizó en el tiempo de recrudecimiento de la mayor mengua nacional y durante la pandemia del COVID -19.

Los ecos del agradecimiento institucional y personal se proyectan a la alabanza y gloria del Supremo, al jurado evaluador del Premio y a la deferencia de la junta directiva de la ANIH por permitirnos la participación en esta distinción que, no solo es un acto estrictamente protocolar, sino que es un ejercicio de elevada estampa corporativa de la Academia cuya forja, desde su fundación en el año 1998, es sinónimo de compromiso por desarrollar al país en materia de las ciencias, la tecnología y las artes vinculadas a la ingeniería, la arquitectura y el hábitat. La ANIH, es sinónimo de la proyección de la memoria histórica de los principales profesionales de las áreas de su desempeño como el sabio ingeniero, militar, matemático y periodista venezolano Juan Manuel Cagigal y Odoardo o el prominente Vicente Marcano ingeniero, químico, geólogo y profesor venezolano precursor de las ciencias experimentales de la química agrícola (actualmente ciencia de los alimentos y la geoquímica). La ANIH, es sinónimo de la sapiencia del ingenio y la innovación comprometida con un mejor futuro de Venezuela en lo democrático, la justicia, la seguridad social y la calidad de vida de tantos connacionales que estamos viviendo en la esperanza de tiempos mejores. Ante ello, estas breves palabras, tienen la proyección de los siguientes aspectos envolventes en la significancia de tan distinguido acto:

Preservar y proyectar el legado de Vicente Marcano (1848-1891). La ANIH otorga el premio que lleva su nombre, reconociendo su figura como el *científico integral* del siglo XIX por haber sido un importante investigador y divulgador científico en todas las disciplinas relacionadas con la química,

al tiempo que contribuyó a la creación de laboratorios técnicos de análisis geoquímicos como el Laboratorio Municipal de Caracas (1891), cimientos del posterior Laboratorio Nacional; y en especial, su prospección al desarrollo del potencial de minas de oro y cobre en el territorio nacional. No solo fue un químico brillante, sino que fue un visionario que supo entender que la riqueza de Venezuela y de una nación, reside en el conocimiento técnico de sus recursos naturales como garantía de un seguro desarrollo, en beneficio de sus ciudadanos. Desde su primera edición, realizada en el año 2022, este galardón reconoce anualmente la excelencia de la literatura técnica de ingeniería y hábitat en Venezuela. En el contexto de la crisis que atraviesa el país, el premio cobra una relevancia vital: nos recuerda que, aún en las circunstancias más adversas, la rigurosidad académica y la inventiva técnica son los únicos pilares capaces de sostener la reconstrucción del país. Además, se ratifica que la capacidad formativa y la investigación de calidad de nuestras universidades son el mejor relicto de sapiencia de nuestra sociedad venida a menos y, que en el claustro universitario están sentados los fundamentos del intelecto humanístico, científico y tecnológico para direccionar la consecución del desarrollo sostenible nacional en la primera mitad del siglo XXI.

Es oportuno, en estos tiempos de esperanza y a más de 100 años de distancia en el tiempo, cuando el país requiere, con mayor fuerza, retomar el valor patrimonial de los ciudadanos venezolanos que han contribuido a fortalecer y ejemplificar los cimientos de la venezolanidad en las distintas áreas de actuación humanística, científica, tecnológica, arquitectónica y urbanística y, revalorizar como verdadera guía para las generaciones actuales, ya que están altamente desorientadas en su rol de futuro, con deficiencias educativas y bajo desempeño de la civilidad y profesionalismo. Así, encontrarán, en nuestro ámbito, notables referencias de ciudadanos excelsos como Vicente Marcano o José Gregorio Hernández (1864-1919), el primero como precursor de las ciencias químicas experimentales y, el segundo, como un reconocido sabio en las ciencias médicas y experimentales de la bacteriología e histología.

Ambos son trascendencia del orgullo de nuestra esencia, ciudadanos de bien, tanto los que permanecemos en suelo patrio, como los que producto de la diáspora, la gran mayoría de ellos, elevan nuestro gentilicio en más de 90 países del mundo. Razón por la que debemos encontrarnos en el respeto, la fraternidad y la superación de las diferencias para enrumbarnos en la senda del *Desarrollo Espiritual, Humano, Sostenible* en el presente siglo. La ANIH, es parte de esa visión tan fundamental, por su estatura moral en procurar alcanzar y contribuir a la formación de un Estado venezolano redimensionado en las acciones estratégicas que conforman las bases educativas y así consolidar ciudadanos con virtudes y principios éticos y morales, altamente capacitados para el desempeño que demande la reconstrucción del país: el afianzamiento de la democracia, la independencia de los poderes públicos, un marco jurídico de garantías socioproductivas, la dinamización de la economía en el contexto geopolítico internacional y el aprovechamiento ecoeficiente de los recursos naturales, la generación de productos industriales y la consolidación de ciudades sostenibles, derivando en la elevación de los indicadores de la calidad de vida de la sociedad y la preservación del ambiente. Reconocer nuestras debilidades y actuar con la fe determinante de alcanzar esos objetivos con el cobijo de nuestras divinidades superiores, de seguro alcanzaremos la cúspide de los proyectos que visualizaron nuestros grandes hombres que se encuentran en el templo patrio y en nuestras conciencias, de lo que debe ser Venezuela.

El rol de la ecoinnovación en el ámbito de la ingeniería, arquitectura y hábitat.

La crisis venezolana ha golpeado de manera significativa toda nuestra infraestructura de servicios sociales, académicos, productivos e industriales, pero no ha podido doblegar nuestro ingenio y la capacidad de resiliencia y perseverancia de nuestros eméritos ciudadanos y profesionales. La investigación en ingeniería, arquitectura y hábitat, hoy no puede ser un ejercicio contemplativo; debe ser una herramienta de resiliencia, ecoinnovación, ecoeficiencia y de transformación para hacer de Venezuela la *Tierra de Gracia*; donde la gracia de Dios es nuestra principal fortaleza para volcarse hacia la eficiencia energética con tecnologías renovables y alternativas; la recuperación de procesos industriales utilizando recursos locales, con la aplicación de los principios de la Ecología Industrial a través del Ecodiseño, la Ecoeficiencia, los Polígonos Eco Industriales, las normas de gestión ambiental, de calidad, seguridad y salud industrial, entre otros; ya que son importantes estrategias para afianzar el rol del desempeño protagónico de la gestión sostenible de nuestro aparato productivo nacional.

De ahí que, nuestro desempeño en el sector forestal, ambiental, arquitectónico, urbano y constructivo, ha encontrado en el Ecodiseño una nueva frontera y necesaria herramienta del conocimiento para que Venezuela, nación que aún posee un potencial forestal incalculable que históricamente ha sido subutilizado o mal gestionado. Así, el Ecodiseño se convierte en el lenguaje ecoinnovador del presente siglo. Llegó el tiempo en que la madera, las gramíneas y sus productos forestales derivados no pueden seguir siendo distantes del acontecer constructivo de Venezuela, ya no pueden seguir siendo apreciados en el ámbito académico y empresarial constructivo solo como un recurso natural estético; ya que desde hace décadas han sido valorados en países como los Estados Unidos o los países nórdicos, en el contexto de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, por su importancia en la captura de carbono y su reconocida sostenibilidad que, a diferencia del acero o el concreto, es un recurso renovable con una huella hídrica y energética significativamente menor. Como lo demostró el Maestro Fruto Vivas, son materiales que refuerzan nuestra identidad constructiva en el uso de especies locales para ser utilizadas en la arquitectura tropical sostenible, la ingeniería estructural y el diseño de hábitat; lo que nos permitiría una soberanía tecnológica que proyecta la reducción de la dependencia de

importaciones en materia de insumos constructivos y comunicacionales.

Una proyección donde el sector forestal, en el contexto del libro hoy reconocido, planea en su contenido líneas maestras para que se alcance una mayor presencia en el desarrollo nacional, un aumento en el PIB y liberarlo de su dependencia administrativa del sector agropecuario. Pero especialmente, se plantea que el aprovechamiento de especies forestales maderables con fines comerciales, industriales y constructivos localizadas en los territorios de Guayana y Amazonas, entre otros, así como de gramíneas emblemáticas caso del bambú y la caña brava, en su conjunto, sean obtenidas por el modelo de manejo forestal sostenible y el establecimiento de un plan nacional de reforestación para la restauración de territorios y paisajes naturales. Es el recurso natural forestal base fundacional ecosistémica para que ingenieros, arquitectos, diseñadores industriales, promotores inmobiliarios o carpinteros, aplicando la conciencia y conocimiento científico y tecnológico de la madera y sus productos forestales derivados, contribuyan a la consolidación de la cultura constructiva con madera en Venezuela. La Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, el Laboratorio Nacional de Productos Forestales (antiguo LABONAC), la Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG) y la Universidad Central de Venezuela, entre otras instituciones educativas y de investigación, tienen la responsabilidad de continuar afianzando el reto de desarrollar la arquitectura sostenible, ciudades humanizadas y sostenibles, con la prevalencia de espacios dignos bajo esquemas de economía circular y un hábitat seguro ante afectaciones de potenciales riesgos socionaturales, resilientes, inteligentes, ecoeficientes y ecoinnovadores que integran y permiten la apropiación de las comunidades en soluciones técnicas sostenibles. Un reto mayor donde la ANIH tiene corresponsabilidades en ser una importante guía y trazador de ese anhelado cambio.

Nuestro equipo de trabajo, con más de cuatro décadas de desempeño y, con altas cuotas de sacrificios personales e institucionales, ha logrado el desarrollo ecoinnovador de patentes y premios regionales, nacionales e internacionales, entre otros, con la generación de materiales constructivos derivados del aprovechamiento de los residuos agroindustriales; sistemas constructivos sostenibles, prefabricados, transformables y movibles para viviendas, edificios, mobiliarios o bicicletas en madera laminada, madera, bambú, caña brava y plásticos reciclados o reutilizados; y además ha participado en otras áreas, bajo la coordinación del Dr. Germán Monzón Salas y el Dr. Omar Antonio Guerrero en las propuestas de nuevos trazados viales y rutas de desarrollo rural sostenible para la región de los Andes venezolanos. Por ello, el reconocimiento del libro ***Maderas y algunas gramíneas para el Ecodiseño y la construcción sostenible en Venezuela*** en las ediciones del Premio *Juan Manuel Cagigal* (2023) y, este que hoy recibimos, el Premio *Vicente Marcano* (2024), nos eleva y compromete con mayor ahínco en lo espiritual, académico y profesional. Este regocijo es compartido desde el templo de luz de nuestro Señor Jesucristo, la presencia espiritual *in memoriam* de nuestro amigo, coautor y maestro de las ciencias de la anatomía, el Profesor Williams José León Hernández, a quien siempre tenemos presente por su emérita sapiencia, que es orgullo nacional de la ciencia y tecnología de la madera.

Finalmente, estamos conscientes de que nuestra contribución plasmada en el documento será una importante consulta para el establecimiento de la ingeniería, la arquitectura, el urbanismo y el diseño industrial con criterios de sostenibilidad. La crisis nos obliga a tener una visión antropocéntrica del espíritu nacional, de valorizar lo local y patrimonial, donde el sector ambiental no significa un "freno" al desarrollo, sino su motor más inteligente, dinámico y generador de cambios ecoeficientes en la procura de un mayor progreso de nuestra sociedad y sin desequilibrios ambientales. La integración del sector forestal en la matriz de la reconstrucción nacional, bajo los principios del Ecodiseño, es la respuesta técnica a la necesidad de un hábitat más humano y menos agresivo con el entorno.

Al honrar hoy el espíritu de nuestro emérito ingeniero y hombre de saberes Vicente Marcano, renovamos nuestro juramento con la ciencia, la tecnología, la arquitectura, el urbanismo y el hábitat nacional. Que este premio sea un catalizador para que la madera, el diseño sostenible y la investigación aplicada, sean las raíces sobre las que se levante la nueva infraestructura de Venezuela, reconstruida desde sus bases más profundas en lo virtuoso, ético, moral, espiritual, civilidad y el desempeño profesional.

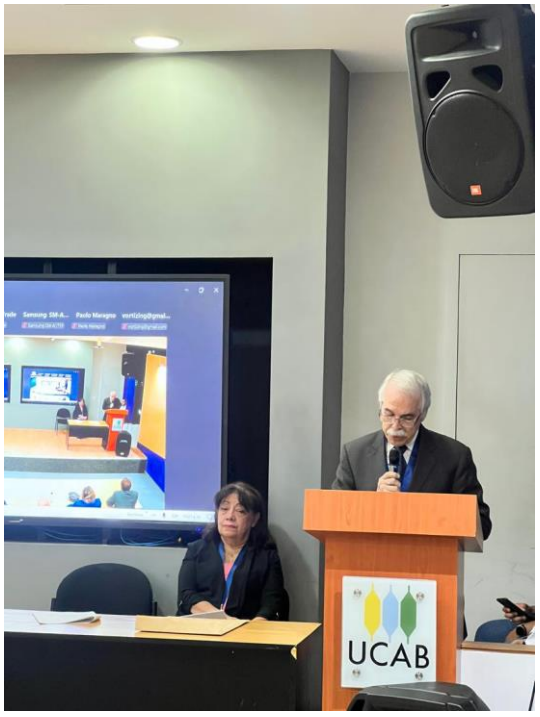
Son los amaneceres de luz y esperanza que todos los venezolanos anhelamos y nos merecemos. Esa es la senda que tenemos trazada.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA E INTERPRETADA

ANIH. (2026). Premio Nacional *Vicente Marcano*. Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat (ANIH). https://acading.org.ve/premio_vicente_marcano/

Contreras Miranda, W., Owen de Contreras, M., León Hernández, W., Barrio Pérez, E, J., Contreras, S., Contreras Owen, A, A. (2023). *Maderas y algunas gramíneas para el Ecodiseño y la construcción sostenible en Venezuela.* Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

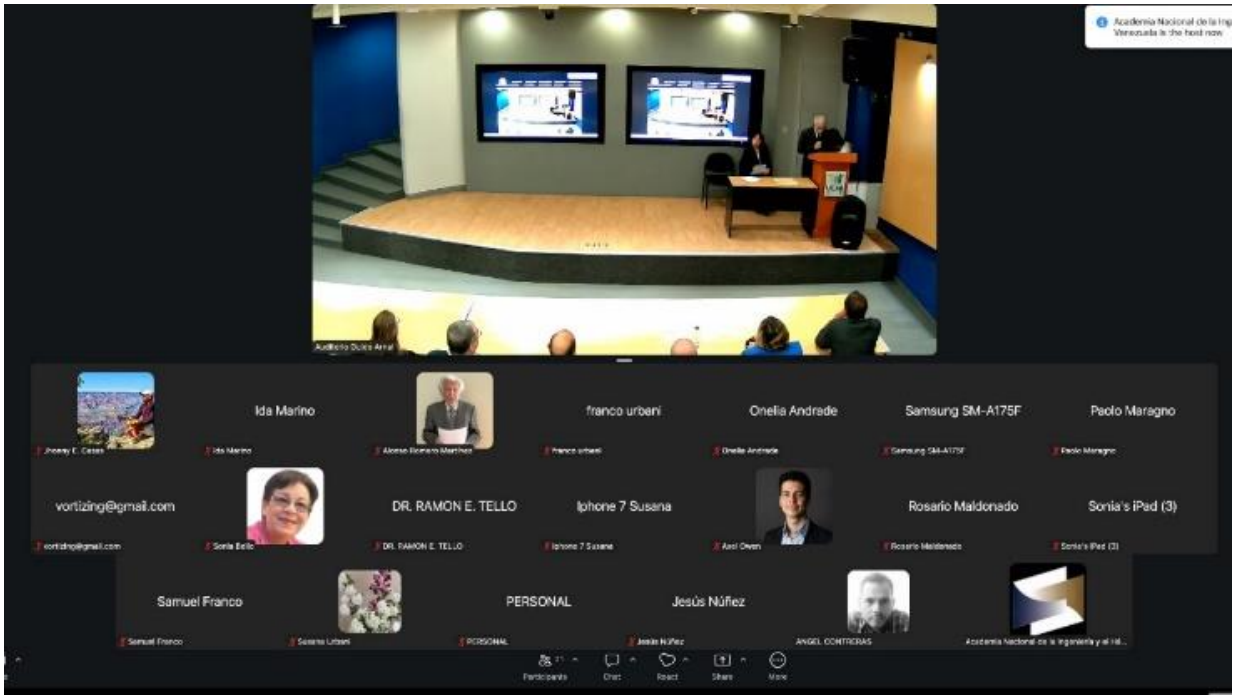
Franco Urbani y Héctor Pérez-Marchelli. (2018). Vicente Marcano (1848-1891). Su vida y obra en ciencias de la tierra. https://acfiman.org/boletines_articulos/vicente-marcano-1848-1891-su-vida-y-obra-en-ciencias-de-la-tierra/#:~:text=Marcano%20fue%20el%20m%C3%A1s%20notable%20cient%C3%ADfico%20del,ello%20al%20conocimiento%20del%20ciclo%20del%20nitr%C3%B3geno.


UCAB

UCAB

UCAB

UCAB


Ida Marino
franco urbani
Onelia Andrade
Samsung SM-A175F
Paolo Maragno
vortizing@gmail.com
DR. RAMON E. TELLO
Iphone 7 Susana
Rosario Maldonado
Sonia's iPad (3)
Samuel Franco
PERSONAL
Jesús Núñez

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/138

SESIÓN SOLEMNE RECTOR JUAN AGUSTÍN DE LA TORRE CON MOTIVO DEL MENSAJE ANUAL DE LA ANIH 2026

RESEÑA

El martes 26 de mayo de 2026, bajo una modalidad mixta que integró la solemnidad presencial del Paraninfo del Palacio de las Academias en Caracas y la interconexión global de la plataforma Zoom, la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) celebró su Sesión Solemne anual. El acto representó un espacio de rigurosa discusión científico-académica y de honda sensibilidad republicana, enfocado en el impacto, los desafíos y las dimensiones éticas del desarrollo metatecnológico contemporáneo y su aplicación en la reconstrucción nacional.

La instalación y las palabras de apertura del evento estuvieron a cargo del presidente de la institución, el Académico José Ochoa Iturbe, seguidas de la lectura del orden del día por la Secretaria Asistente, la Académica Inírida Rodríguez Millán. En su introducción, el Dr. Ochoa Iturbe rescató la memoria histórica del epónimo del acto: el rector Juan Agustín de la Torre, insigne caroreño que rigió la Real y Pontificia Universidad de Caracas entre 1790 y 1791. Visionario de la infraestructura del siglo XVIII y ferviente promotor de la creación de la cátedra de matemáticas, su legado justifica el bautizo de estas sesiones como un tributo al pensamiento técnico avanzado y transformador.

El Mensaje Anual: La Inteligencia Artificial como metatecnología

El momento central de la sesión inició con la lectura del Mensaje Anual 2026, redactado y presentado por el Académico Jonás Arturo Montilva Calderón. Su disertación abordó de forma analítica la naturaleza de la Inteligencia Artificial (IA), definiéndola no como una herramienta convencional, sino como una auténtica «metatecnología» dotada de capacidades intrínsecas de autorregulación, superposición y control sobre otras infraestructuras tecnológicas.

A través de las visiones de pioneros como John McCarthy y del célebre filósofo venezolano Ernesto Mayz Vallenilla, el Académico delineó los riesgos del avance autónomo de la IA —capaz de emular y superar velocidades cognitivas y kinesiológicas humanas a través de seres artificiales como los humanoides—. Frente a este escenario, Montilva Calderón hizo un llamado urgente a edificar una gobernanza ética, algorítmica y cognitiva, instando a la ANIH a asumir un rol protagónico en la reforma de los currículos de ingeniería y en la asesoría de políticas públicas transversales que aseguren que los sistemas inteligentes permanezcan al servicio de los valores democráticos y de la sociedad.

Discurso de Orden: Criterio, ética y amplificación del talento ingenieril

Tras la presentación a cargo del Vicepresidente de la Academia, el Académico Joaquín Benítez Maal, la Ingeniera Nargelith Gallardo pronunció el Discurso de Orden. Con extraordinaria claridad y rigor profesional, la oradora desmitificó los temores asociados al desplazamiento laboral del ser humano por parte de los modelos de aprendizaje automático y algoritmos predictivos. Su postura fue categórica: *«La ingeniería no es solo cálculo. Es criterio. Es ética. Es responsabilidad ante la sociedad»*.

La Ing. Gallardo explicó que la IA actúa como un aliado estratégico —un telescopio para el astrónomo— capaz de liberar al profesional de tareas repetitivas de bajo valor agregado y procesar variables multiobjetivo en tiempo real para optimizar la resiliencia en sistemas críticos. Aterrizando el concepto en la realidad nacional, expuso ejemplos palpables de su aplicación actual en Venezuela: el monitoreo sísmico estructural en ingeniería civil, el mantenimiento predictivo de transformadores para estabilizar la red eléctrica nacional, la caracterización geológica de yacimientos petroleros y el uso de gemelos digitales en la manufactura industrial. Concluyó recordando que la interpretación final y el mapa ético del camino seguirán perteneciendo indudablemente a la inteligencia humana.

Para concluir el acto, el presidente de la ANIH, Académico José Ochoa Iturbe, pronunció el discurso de clausura, el cual conjugó un pormenorizado balance corporativo con agudas observaciones sobre la crisis socioeconómica e institucional del país. Ochoa Iturbe resaltó el dinamismo de la Academia —la más joven de las corporaciones nacionales— reflejado en sus 19 comisiones de trabajo, cuya labor ha producido hitos recientes como el Volumen II de Fundamentos de Ingeniería Ambiental, la cátedra interuniversitaria de Grandes Retos de la Ingeniería y permanentes evaluaciones técnico-legales en materia de minería, hidrocarburos y energía.

El tono emotivo y ciudadano del Dr. Ochoa se profundizó al recordar la vigencia del documento institucional *«Propuestas a la Nación»* y repasar el histórico de comunicados emitidos por la ANIH ante emergencias de infraestructura, tales como las evaluaciones del viaducto Caracas-La Guaira, el saneamiento del río Guaire, la estabilidad del puente Rafael Urdaneta y la problemática del sistema Turimiquire.

Con notable sensibilidad hacia el drama humanitario venezolano, el presidente reflexionó sobre las versiones de posibles inversiones energéticas y contrastó dicho escenario con las inmensas carencias en salud, educación y vialidad.

Asimismo, formuló interrogantes críticas en torno al anhelado retorno de la diáspora de 8 millones de compatriotas: *«¿Qué condiciones deben cumplirse para que ese retorno sea una realidad? ¿Habrá trabajo digno, bien remunerado, viviendas para los que regresan, servicios básicos de agua, electricidad, transporte?»*. Sentenció que sin garantizar un piso mínimo de bienestar social, la reconstrucción no será sostenible.

Finalmente, el presidente expresó su profundo agradecimiento al comité directivo que lo acompaña en el período que inicia —Joaquín Benítez Maal, Alfredo Avella Guevara, Franco Urbani Patat, Marianela Lafuente Sanguinetti e Inírida Rodríguez Millán— y dedicó un reconocimiento especial al personal administrativo que, pese a las bajas remuneraciones del sector, cumple cabalmente con sus obligaciones institucionales. Cerró el acto elevando una plegaria por la iluminación en el "reto gigante" de forjar una nación soberana, justa y próspera.

PALABRAS DE APERTURA

Acad. José OCHOA ITURBE
Presidente ANIH

Este solemne acto lleva como epónimo al rector Juan Agustín de la Torre, rector de la Real y Pontificia Universidad de Caracas entre 1790 y 1791. Promotor de la catedra de matemáticas en dicha universidad, catedra que increíblemente comenzó a dictarse veinte y tantos años después su fallecimiento. El diccionario histórico de las Empresas Polar señala lo siguiente sobre el rector de la Torre: "Este caroreño fue un promotor de la apertura y construcción de caminos, puertos y canales en la Venezuela del siglo XVIII". Estas ideas, revolucionarias para la época, fueron las razones por las que La Academia consideró, como un justo homenaje, el nombrar a las sesiones solemnes de mensaje anual con el nombre de este poco conocido ilustre venezolano.

Nuestra institución nace en los albores del siglo XXI, siendo la más joven de las 7 Academias que existen en el país. (La más antigua es la de la lengua fundada en 1883). Podemos entonces afirmar que nuestra Academia está totalmente identificada con el primer cuarto de este siglo y, no podía ser de otra manera, ya que el exponencial desarrollo tecnológico que estamos experimentando en el mundo se debe realmente, y en un alto porcentaje, a las distintas ramas de la ingeniería, arquitectura y afines.

Hanna Arendt en su ensayo sobre la condición humana señalaba en los años 50 como la tecnología había llevado a que "los hombres ahora viven en una total continua amplia tierra donde incluso la noción de distancia… ha sucumbido al asalto de la velocidad". Señalaba para ese entonces que el ferrocarril, los barcos y los aviones habían hecho de la tierra un lugar pequeño donde todo estaba al alcance de la mano. Hoy en día ese acortamiento de la distancia ha llegado a dimensiones impresionantes. El internet, la inteligencia artificial, etc. han prácticamente eliminado la necesidad del traslado. Los distintos sistemas como ZOOM, MEET, y otros nos comunican y "nos trasladan" instantáneamente desde un computador o un teléfono móvil a cualquier lugar del planeta. Mas aún, el reciente viaje a la luna del Artemis II nos ha ubicado en el espacio exterior donde, en cierta forma, vivimos dentro del interior de una capsula espacial, y compartimos fotografías de la tierra tomadas desde un pequeño teléfono celular.

Este vertiginoso desarrollo ha llevado a nuestra Academia a crear diferentes comisiones (19 en total) para poder abarcar toda la gama de aspectos que involucran nuestras disciplinas, las clásicas de ingeniería, arquitectura, agronomía, geología, pero incorporando, por supuesto, las nuevas áreas de informática y tecnología, tema central de nuestro mensaje anual de hoy, y de la exposición de nuestra oradora de orden sobre la inteligencia artificial. Tema de tal relevancia que el Papa León XIV acaba de publicar su primera encíclica "Magnifica Humanitas", sobre la custodia de la persona humana en el tiempo de la inteligencia artificial.

Conocer nuestro pasado a través de la comisión de historia o explorar hacia el futuro en nuestras comisiones de Venezuela+ 30, de desarrollo nacional o de desarrollo urbano local es parte de nuestra continua inquietud. A su vez, las necesidades de energía (sea de combustibles fósiles o renovables) que ocupa gran importancia en el contexto del país actual, es motivo diario de investigación y para ello contamos con una muy activa comisión de energía, que, entre otras cosas, revisa la nueva ley de hidrocarburos. Igualmente, dentro de ese contexto la comisión de minas sigue muy pendiente del desarrollo de nuevas leyes de minería para cumplimiento de normas internacionales de extracción de minerales. Por último, los objetivos de desarrollo sustentable de la agenda 2030 son también un compromiso dentro de la comisión de ambiente (la publicación reciente del volumen II de fundamentos de ingeniería ambiental son prueba fehaciente de la labor que desarrolla la comisión). Debo mencionar también la cátedra "Grandes retos de la Ingeniería y el hábitat "que se viene dictando desde hace varios años, con mucho éxito, en varias universidades del país para

provecho de los estudiantes de ingeniería. Así, y para no extenderme más , todas nuestras comisiones cumplen una labor fundamental de mantener el conocimiento actualizado de todo lo que ocurre en nuestras áreas de especialidad, acumulando ya, y a través de nuestra corta historia, un extenso número de documentos, foros, comunicados y declaraciones que han buscado señalar una trayectoria clara a la nación con la finalidad de lograr un mejor país y que se logren, finalmente, mejorar las condiciones de vida de nuestros conciudadanos , todo dentro de un desarrollo sustentable que lleve, en un futuro no lejano, a que el país sea reconocido dentro del grupo de las naciones más avanzadas del planeta.

En julio del 2011 las Academias Nacionales en su conjunto publicaron un extenso documento titulado "Propuestas a la Nación". Allí, en el capítulo correspondiente a nuestra institución señalábamos claramente el papel que juega la ingeniería en una nación que requería, y requiere, una reinstitucionalización de sus organismos para así lograr "una sociedad democrática, plural, fundada en un desarrollo con justicia social y libertad" (ANIH,2011, p 12).

"A la ingeniería le corresponde ser un instrumento para contribuir a la igualdad social, al aumento de la capacidad productiva, obtener un hábitat sano y agradable, servicios públicos al alcance de todos, condiciones apropiadas de aprovechamiento de los recursos naturales y de conservación del medio ambiente "(ANIH 2011, p 291). Estas frases de hace quince años continúan con plena vigencia en la Venezuela de hoy.

Los Comunicados y/o declaraciones publicadas desde la creación de la institución demuestran sin ambages nuestra dedicación al país. En enero del 2000, apenas semanas después de los deslaves de Vargas publicamos una declaración sobre el fenómeno natural, sus efectos y recomendaciones a seguir para mitigar a futuro un fenómeno que ciertamente pudiese volver a ocurrir. Así, en ese mismo estilo de señalar, aclarar y recomendar acciones han surgido a lo largo del tiempo otros comunicados de importancia nacional. Entre otros quiero destacar algunos como la declaración sobre las áreas marinas en la Guayana esequiba, el viaducto de la autopista Caracas-La Guaira, varias sobre las condiciones del puente Rafael Urdaneta sobre el lago de Maracaibo, la necesidad de reactivar el proyecto de saneamiento del rio Guaire, sobre la situación energética del país, recuperación de la universidad y el proceso educativo y una muy reciente sobre la problemática del sistema Turimiquire en el oriente del país. Todo ese conjunto de declaraciones y comunicados testifican nuestro empeño en solucionar muchos de los problemas que se han venido presentando en la infraestructura del país, y sus consecuencias para toda la sociedad venezolana. (documentos todos que pueden ser consultados en la página web de la Academia).

No es un secreto que Venezuela, en estos últimos meses, está atravesando una situación muy crítica, de gran incertidumbre, y con grandes retos para recuperar una ruta de progreso económico y social. Es así que en nuestra reciente declaración de febrero de este año señalábamos que" resulta indispensable fortalecer la salud, la seguridad social y la educación en todos los niveles, así como garantizar el funcionamiento eficiente de los servicios básicos, pilares de un desarrollo humano sostenible y de una gobernanza democrática".

Informaciones recientes recogidas de redes sociales, del gobierno nacional y del gobierno de los Estados Unidos han señalado unas posibles inversiones en el sector energético, especialmente en la industria petrolera y eléctrica. Inversiones que de ser ciertas vislumbran, al menos, una mejora en los ingresos fiscales al país.

Sin embargo, es tanta la necesidad del país en otros sectores de la vida nacional como la salud, la educación, la infraestructura industrial, la infraestructura vial, infraestructura hospitalaria, etc. que solo un consenso entre todos los sectores públicos y privados puede revertir y mejorar la situación en que nos encontramos.

Se ha señalado la existencia de una diáspora de unos 8 millones de venezolanos, y se espera, y se desea, un posible regreso de un alto porcentaje de ellos, de cambiar las condiciones en que actualmente se encuentra la nación. Sin embargo me pregunto ¿qué condiciones deben cumplirse para que ese retorno sea una realidad? ¿Habrá trabajo digno, bien remunerado, viviendas para los que regresan, servicios básicos de agua, electricidad, transporte? (servicios a los que posiblemente se hayan acostumbrado en los países a los que emigraron) Pienso que sin poder garantizar un mínimo de bienestar social no habrá un retorno sustancial de nuestros compatriotas, salvo los que en otros países tengan una muy mala situación producto de desempleo, xenofobia o alguna condición especial. De allí la necesidad inmediata de comenzar a trabajar en los distintos sectores previamente mencionados para adecuarlos y mejorarlos.

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, fiel a su misión y visión, está siempre dispuesta a colaborar y ser participe en esa reconstrucción nacional, ofreciendo su experticia en las áreas, que, por naturaleza, y por mandato de nuestra ley de creación, nos corresponde.

Quiero aprovechar este momento para agradecer a quienes me acompañan en el comité directivo. Su apoyo desinteresado para este periodo de dos años que apenas comienzan contribuirá, sin duda, a la buena marcha de nuestra Academia. Ellos son: Joaquín Benítez Maal, vicepresidente, Alfredo Avella Guevara, secretario, Franco Urbani Patat, tesorero y Marianela Lafuente Sanguinetti bibliotecaria, contando además con el invaluable apoyo de la Dra. Inírida Rodríguez Millán como secretaria asistente. Igualmente, debemos agradecer a todo el personal administrativo de la Academia, quienes a pesar de las bajas remuneraciones asignadas por el ministerio de educación cumplen cabalmente con todas sus obligaciones, apoyando todas las actividades que desarrollamos.

Por último, ruego a Dios que nos ilumine en este reto gigante de lograr una nación independiente, soberana, donde sus ciudadanos vivan y se desarrollen adecuadamente, en paz, con respeto a las leyes, y dentro de un puesto de honor entre las naciones del mundo.

¡Muchas gracias!

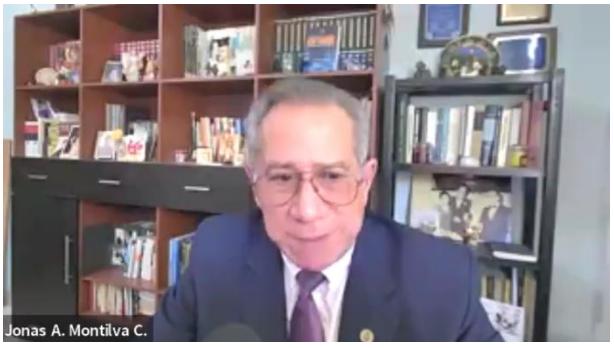
MENSAJE ANUAL

Acad. Jonás Arturo MONTILVA CALDERÓN

Dr. José Ochoa Iturbe, Presidente de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

Individuos de Número, Miembros Correspondientes y Miembros de Honor

Señoras y señores



Permítanme, distinguidos académicos, agradecer a la Junta de Individuos de Número de esta Ilustre Academia el honor que me han concedido y la enorme responsabilidad que me han asignado de redactar y dar lectura al Mensaje Anual 2.026 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Inicio la lectura del Mensaje Anual con una pregunta: **¿qué es la Inteligencia Artificial?** Responder esta interrogante podría calificarse de evidente y elemental. Sin embargo, no existe en este momento una definición consensuada y única del término. Cualquier intento en responderla conduce a una profunda reflexión en la que se entrecruzan múltiples puntos de vista e interpretaciones.

Así, por ejemplo, desde el punto de vista tecnológico, John McCarthy, uno de los padres de la Inteligencia Artificial, la definió en 1955 como "la ciencia e ingeniería de hacer máquinas inteligentes". Desde la óptica de McCarthy, la IA es una **tecnociencia** en la que se integran las ciencias y las ingenierías para crear y desarrollar sistemas que emulan la inteligencia humana. En este contexto, el verbo "emular", tal como lo define el **Diccionario de la Lengua Española**, significa "imitar las acciones de otro procurando igualarlas e incluso excederlas". De allí que no deba sorprendernos que la IA pueda superar a la inteligencia humana, tal como está ocurriendo en este momento de su desarrollo tecnológico.

Desde una perspectiva filosófica, vale acudir a la definición propuesta por el conocido profesor y filósofo venezolano Ernesto Mayz Vallenilla, quien señala lo siguiente:

> *"la IA tiene como exclusivo y primordial propósito el desarrollo de instrumentos antropomórficos, antropocéntricos y geocéntricos cuya finalidad es simplemente sustituir y potenciar al máximo las ingénitas posibilidades y capacidades de los órganos y funciones somato-psíquicas del hombre"*[1]

Ahora bien, desde una posición académica, la definición más utilizada es la de los autores **Stuart Russell y Peter Norvig**[2], quienes conciben la IA como la disciplina encargada de diseñar y construir sistemas inteligentes que **piensan y actúan como humanos**, es decir, que emulan nuestras capacidades cognitivas, de aprendizaje y de resolución de problemas. Sin embargo, su objetivo último es **pensar y actuar racionalmente**, procesando datos de su entorno de manera lógica para operar como agentes autónomos que maximizan la consecución de sus objetivos.

Cabe preguntarse, entonces, si la IA podrá superar las capacidades de pensar y actuar que nos distinguen como seres humanos.

En su estado actual, la IA ya ha sobrepasado buena parte de las capacidades cognitivas, kinesiológicas y biomecánicas del ser humano. Hoy en día, los sistemas inteligentes son capaces de percibir su entorno, conceptualizar, conocer, memorizar, razonar, crear nuevo conocimiento y actuar de manera autónoma a velocidades imposibles de alcanzar por el hombre. Como ejemplo, basta considerar los avances recientes de la IA y la robótica, de cuya integración ha emergido una nueva clase de seres artificiales, conocidos como humanoides, capaces de actuar inteligentemente y de modo autónomo en entornos específicos y predefinidos.

Surge así el mayor reto que se nos presenta a los humanos: ¿seremos capaces de controlar un sofisticado sistema tecnológico que puede superarnos en nuestras capacidades cognitiva, somáticas y biomecánicas y que, además, puede actuar de manera independiente y autónoma, esto es, decidir y actuar sin intervención humana?

En este momento, no lo sabemos con certeza. La respuesta está, quizá, en comprender tanto la naturaleza misma de la IA como su capacidad intrínseca para controlar otras tecnologías y servir de base para optimizar, interconectar, supervisar y alterar el funcionamiento de las demás tecnologías actuales.

---

[1] Mayz Vallenilla, E. (2005). Fundamentos de la meta-técnica. Fundación para la cultura humana. Caracas.

[2] Russell, S. y Norvig, P. (1996). Inteligencia Artificial: Un enfoque moderno. Prentice Hall Hispanoamericana. S.A

Esta reflexión nos lleva a redefinir la IA, en su estado actual, como algo que va más allá de lo que tradicionalmente entendemos por tecnología. Es una realidad que trasciende, sobrepasa y se sitúa por encima de las tecnologías convencionales. Es, en consecuencia, una ***metatecnología***[3] cuyo verdadero valor, utilidad y riesgo potencial residen en su capacidad de integrarse con otras tecnologías y ejercer control sobre ellas.

Definida de esta manera, como una *metatecnología*, la IA presenta tres propiedades fundamentales que la caracterizan. En primer lugar, es una infraestructura computacional de propósito general que NO surge para resolver un problema específico, como un motor, un avión o un dispositivo GPS, sino que opera sobre y controla otras tecnologías, como es el caso de los teléfonos inteligentes, los vehículos autónomos, los robots y los drones. En segundo lugar, posee capacidades de autorregulación, toma de decisiones y autonomía para intervenir en la operación de esas otras tecnologías. Y, en tercer lugar, actúa como una capa que se superpone a otra tecnología para dirigirla, controlarla y modificar su funcionamiento de modo autónomo.

En estas tres propiedades que acabo de mencionar se encuentran, simultáneamente, los beneficios y los retos, así como los riesgos y peligros que la IA representa para la humanidad. La capacidad que tiene la IA de controlar de modo autónomo (sin intervención humana directa) es una de las propiedades que hace a la inteligencia artificial diferente al resto de las tecnologías que creadas hasta el momento.

De allí se desprende la importancia de ejercer una gobernanza ética, algorítmica y cognitiva que vaya más allá de los simples mecanismos de regulación y adopción tecnológica desarrollados hasta ahora. Para ello, la educación en el uso ético y apropiado de la IA y el desarrollo de nuevas capacidades humanas de tipo cognitivo, que nos permitan interactuar, cocrear y mantener bajo control a los sistemas inteligentes, se vuelven elementos de gobernanza fundamentales. Por "cocrear" me refiero a una nueva capacidad cognitiva que emerge de la interacción entre la inteligencia humana y la artificial y mediante la cual generamos, de manera conjunta, nuevo conocimiento.

En este contexto, la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat está llamada a asumir un papel protagónico como instancia orientadora y formadora de la sociedad. Le corresponde promover una educación en ingeniería que integre, de manera transversal, la comprensión crítica de la IA, sus fundamentos, sus alcances y sus límites, así como las implicaciones éticas, sociales y ambientales de su uso.

Así mismo, la Academia debe contribuir activamente a la gobernanza de la IA mediante la elaboración de lineamientos, estándares y marcos de referencia que orienten su desarrollo y adopción en el país. Esto implica participar en la formulación de políticas públicas, asesorar a los poderes públicos, a las instituciones educativas y al sector productivo, y propiciar espacios de diálogo interdisciplinario donde converjan la ingeniería, el derecho, la filosofía, las ciencias sociales y otras áreas del conocimiento. Solo así podremos construir una gobernanza integral que sea transparente, responsable y alineada con los valores democráticos.

O aprendemos, como comunidad académica y como sociedad, a poner a nuestro servicio a los sistemas inteligentes emergentes, definiendo con claridad los límites éticos, tecnológicos y normativos de su actuación, o ellos terminarán condicionando y controlando aspectos esenciales de nuestra vida individual y colectiva.

Muchas gracias por su atención.

[3] Término que se deriva de la definición de *metatécnica* dada en Fisher, J. (2013) De la filosofía de la técnica a la filosofía como metatécnica. STOA Revista del Instituto de Filosofía. Col 1, Num 2, https://doi.org/10.25009/s.2010.2.393

DISCURSO DE ORDEN

La Inteligencia Artificial en la Ingeniería: Una Herramienta al Servicio del Ingeniero

Ing. Nargelith GALLARDO

Sr presidente y demás miembros del comité directivo de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat Sres. individuos de número, individuos correspondientes, honorarios y comisionados de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Distinguidas autoridades y profesores de las universidades nacionales y del exterior. Distinguidos

invitados especiales y demás personalidades presentes. Sras y Sres.

Es un verdadero honor dirigirme a esta ilustre institución. No vengo a traerles una teoría, sino una reflexión que considero urgente y necesaria: el rol transformador que la Inteligencia Artificial ya ejerce en la ingeniería contemporánea, y la responsabilidad histórica que nosotros, como ingenieros y académicos, debemos asumir frente a ella.

No les vengo a hablar de ciencia ficción ni de promesas distantes. Vengo a hablar de una realidad palpable, de una tecnología que ya habita en nuestros laboratorios, en nuestras obras y en nuestros escritorios. Hoy quiero proponerles una nueva perspectiva: la inteligencia artificial no es nuestra adversaria. Es, sin temor a equivocarme, la herramienta más poderosa que hemos creado desde que el ser humano inventó el cálculo diferencial.

Cuando hablamos de Inteligencia Artificial en ingeniería, no nos referimos únicamente a la espectacularidad de los robots autónomos o los vehículos sin conductor. Hablamos de algo más profundo: de sistemas capaces de aprender del entorno, descifrar patrones complejos, optimizar procesos en tiempo real y guiar decisiones estratégicas. Hablamos, en fin, de una capacidad de cómputo que hace apenas una década pertenecía estrictamente al terreno de lo impensable.

Hoy, modelos de aprendizaje automático analizan imágenes satelitales para detectar fallas estructurales en puentes y represas antes de que sean visibles al ojo humano. Algoritmos de optimización gestionan redes eléctricas en tiempo real, balanceando demanda y generación con una precisión que ningún operador humano podría sostener de forma continua. Sistemas de procesamiento de lenguaje natural redactan informes técnicos preliminares, resumen normativas y traducen especificaciones en cuestión de segundos.

Esta realidad no es exclusiva de los países más industrializados. Es una realidad global, accesible, y que como academia tenemos la responsabilidad de comprender, adoptar críticamente y enseñar.

Quiero detenerme en un punto fundamental, porque suele ser el centro de los temores más legítimos que escucho entre colegas: ¿La IA reemplazará al ingeniero? Mi respuesta es categórica: No. Y les explico por qué.

La ingeniería no es solo cálculo. Es criterio. Es ética. Es responsabilidad ante la sociedad. Cuando un ingeniero diseña un puente, no solo resuelve ecuaciones de resistencia de materiales; evalúa el contexto social, las condiciones geológicas locales, las restricciones presupuestarias, el impacto ambiental, y asume una responsabilidad moral ante quienes cruzarán ese puente durante décadas.

La IA no asume esa responsabilidad. No tiene conciencia ética. No puede evaluar lo que es justo o prudente en un contexto social específico. Lo que sí puede hacer —y con una eficiencia extraordinaria— es procesar miles de variables simultáneamente, ejecutar simulaciones en minutos que tomarían semanas, identificar anomalías en grandes conjuntos de datos y presentar al ingeniero opciones optimizadas para su análisis.

La IA amplifica la capacidad del ingeniero. No la sustituye. Es como el telescopio para el astrónomo: no ve las estrellas en su lugar, pero le permite ver mucho más lejos y con mayor nitidez.

Si llevamos este concepto en nuestra realidad nacional, el impacto de la Inteligencia Artificial deja de ser una teoría para convertirse en una necesidad estratégica en cada una de nuestras disciplinas.

En la ingeniería civil y estructural, por ejemplo, los modelos de simulación que antes requerían horas de cómputo, hoy evalúan el comportamiento sísmico de un edificio en cuestión de segundos. El software de vanguardia ya no solo calcula; ahora aprende, detectando automáticamente las configuraciones estructurales óptimas y seguras para nuestras ciudades.

En el ámbito eléctrico y los sistemas de potencia, los algoritmos predictivos analizan patrones de consumo para anticipar fallas en transformadores con días de antelación. En una Venezuela donde la resiliencia de nuestra red eléctrica es una prioridad nacional absoluta, esta tecnología no es un lujo: es una herramienta de soberanía que previene interrupciones y optimiza cada recurso de mantenimiento.

En la ingeniería de petróleos y geociencias también se está transformando. Al procesar datos sísmicos con inteligencia artificial, la caracterización de los yacimientos es mucho más precisa. Esto reduce drásticamente la incertidumbre en la estimación de reservas y optimiza el diseño de los pozos, permitiendo que nuestra principal industria optimice sus operaciones con tecnología que ya convive en nuestros campos y proyectos mixtos.

Por último, en la ingeniería industrial y la manufactura, los sistemas de visión artificial reducen el error de producción a prácticamente cero, mientras que los llamados 'gemelos digitales' —réplicas virtuales de plantas enteras— nos permiten simular cambios operativos en una pantalla antes de mover una sola pieza en la realidad, eliminando costos y ensayos físicos innecesarios.

Hay una dimensión de la IA que frecuentemente se subestima, y que para nosotros como ingenieros tiene un valor inmenso: el ahorro de tiempo en tareas repetitivas y de bajo valor agregado.

¿Cuántas horas invierte un ingeniero en la redacción de informes, en buscar entre cientos de páginas de normativas el artículo pertinente, en introducir datos manualmente a una

hoja de cálculo, en generar reportes de avance de obra que siguen siempre el mismo esquema? Horas que podrían dedicarse al análisis, a la innovación, a la supervisión crítica, a la formación de nuevas generaciones.

La IA —y particularmente los modelos de lenguaje de gran escala como los asistentes conversacionales actuales— puede encargarse de esas tareas en fracción de ese tiempo. No porque el ingeniero sea incapaz de realizarlas, sino porque su talento está mejor invertido en lo que requiere juicio, experiencia y visión de sistema.

Recuperar ese tiempo no es un lujo: es un imperativo de productividad y calidad profesional.

La ingeniería del siglo XXI enfrenta problemas de una complejidad sin precedentes: cambio climático e infraestructura resiliente, transición energética, ciudades inteligentes, gestión de riesgos en sistemas críticos interconectados.

Problemas que no tienen soluciones lineales ni pueden abordarse con las herramientas analíticas del pasado.

Aquí la IA se convierte en un aliado estratégico. Los sistemas de aprendizaje profundo pueden modelar fenómenos multivariables con interdependencias no lineales que escapan a los métodos estadísticos tradicionales. La optimización multiobjetivo asistida por IA permite al ingeniero explorar un espacio de soluciones vastísimo y encontrar compromisos que no serían evidentes de otro modo.

Pero —y este es el punto crítico— la IA no interpreta los resultados. No decide qué es aceptable socialmente o técnicamente. Esa interpretación, esa decisión, sigue siendo del ingeniero. La IA le entrega un mapa más detallado del territorio; el ingeniero decide el camino.

Sería irresponsable de mi parte presentar esta panorámica sin señalar los desafíos que implica la adopción de la IA en la ingeniería.

El primero es la formación. Nuestras universidades y academias deben integrar competencias en ciencia de datos, aprendizaje automático y análisis computacional en los currículos de ingeniería. No para formar ingenieros-programadores, sino para formar ingenieros capaces de interactuar críticamente con estas herramientas, de entender sus alcances y sus limitaciones.

El segundo es la validación y la confianza. Un modelo de IA puede producir resultados que lucen correctos pero que encierran sesgos derivados de sus datos de entrenamiento. El ingeniero debe mantener siempre una actitud crítica: verificar, cuestionar, validar. La IA es un asistente muy capaz, pero no infalible.

El tercero es la ética y la equidad. En un país como Venezuela, con una realidad socioeconómica particular, debemos asegurarnos de que la adopción de la IA en infraestructura y servicios no profundice brechas existentes, sino que contribuya a cerrarlas.

Colegas, la historia de la ingeniería es la historia de la adopción inteligente de nuevas herramientas. El ingeniero romano que incorporó el arco de dovelas no temió perder su oficio: lo elevó. El ingeniero del siglo XX que adoptó el cálculo computacional no fue desplazado: multiplicó su capacidad de crear. El ingeniero del siglo XXI que adopte la inteligencia artificial con criterio, con rigor y con conciencia ética, no será reemplazado: será potenciado.

La pregunta no es si la IA llegará a nuestros talleres, obras, laboratorios y escritorios. Ya llegó. La pregunta es si seremos nosotros quienes la guiemos, o si esperaremos a que otros marquen el camino que debemos recorrer.

Desde esta Academia —institución que lleva sobre sus hombros la responsabilidad del pensamiento técnico avanzado de Venezuela— tenemos no solo la oportunidad sino el deber de liderar esa adopción crítica y soberana de la Inteligencia Artificial al servicio de nuestra ingeniería, de nuestra infraestructura y de nuestra nación.

Porque al final del día, la inteligencia más importante en cualquier obra de ingeniería seguirá siendo la que no puede ser artificial: la del ingeniero que asume, con conocimiento y con conciencia, la responsabilidad de transformar el mundo.

Muchas gracias.

NOTAS DE DUELO

NOTAS DE DUELO

Dr Francisco Javier Caricatto Masci, Sra. Victoria Domínguez de Ortiz, Sr. Roberto Gallardo Puerta, Ing. Fidel Salgueiro Pérez, Ing. Rubén Esculpi Widema y Sra. Maria Auxiliadora Cilento

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat se une al duelo y manifiesta su pesar por el fallecimiento del Doctor

FRANCISCO JAVIER CARICATTO MASCI

Apreciado Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, quien deja una huella imborrable como ser humano excepcional, docente de cualidades notables y académico de brillante originalidad, cuyo talento siempre estuvo al servicio del quehacer universitario

La Academia extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares, amigos y en especial, a la comunidad de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV.

Hecho ocurrido en Caracas, 06 de abril del 2026

QUE EN PAZ DESCANSE

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat se une al duelo y manifiesta su pesar por el fallecimiento del Ingeniero

FIDEL SALGUEIRO PÉREZ

Destacado Ingeniero, gran colaborador y muy activo miembro de la Comisión de Telecomunicaciones e Informática y de la Comisión Especial de Actividades en España de la ANIH.

La Academia extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares y amigos.

Hecho ocurrido el 27 de abril de 2026

QUE EN PAZ DESCANSE

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat se une al duelo y manifiesta su pesar por el fallecimiento de la Señora

VICTORIA DOMÍNGUEZ DE ORTIZ

Madre de la Dra. Aida Ortiz, apreciada Miembro de la Comisión de Agricultura de la ANIH, Decana de la facultad de agronomía de la UCV.

La Academia extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares y amigos.

04 de mayo de 2026

QUE EN PAZ DESCANSE

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat se une al duelo y manifiesta su pesar por el fallecimiento del Ingeniero

RUBÉN ESCULPI WIDEMA

Profesor activo de la Facultad de Ingeniería de la UCV. Hermano de la apreciada Prof. María Esculpi Widema, ex Decana de la Facultad de Ingeniería de la UCV, miembro de la Comisión de Educación de la ANIH.

La Academia extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares y amigos.

Hecho ocurrido el 13 de mayo de 2026

QUE EN PAZ DESCANSE

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat se une al duelo y manifiesta su pesar por el fallecimiento del Señor

ROBERTO GALLARDO PUERTA

Padre de la Ing. Nargelith Gallardo, gran colaboradora y apreciada miembro de la Comisiones de Infraestructura y Relaciones y Comunicaciones de la ANIH.

La Academia extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares y amigos.

08 de mayo de 2026

QUE EN PAZ DESCANSE

La Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat se une al duelo y manifiesta su pesar por el fallecimiento de

MARIA AUXILIADORA CILENTO

Hermana de nuestro distinguido y apreciado Acad. Alfredo Cilento.

La Academia está de duelo y extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares y amigos.

Caracas, 31 de mayo 2026

QUE EN PAZ DESCANSE

NORMAS PARA LOS AUTORES

El *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat* es una publicación trimestral de carácter científico/tecnológico dedicada a divulgar trabajos originales en la temática de la ingeniería y áreas afines, tanto de nivel nacional como internacional. Es el órgano oficial de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), en el cual también se divulgan los acuerdos, resoluciones, informes, pronunciamientos y demás documentos oficiales de la Corporación y son admitidas contribuciones sobre temas nacionales o de otros países, en idioma español o inglés. La publicación está bajo la responsabilidad de la Comisión Editora (CE), quién canaliza todos los procesos conducentes a la producción del *Boletín*.

El contenido del *Boletín* se distribuye en dos grupos:

Vida de la Academia, donde se publican los trabajos de incorporación académica en versión menor a 50 páginas; discursos de actos solemnes; declaraciones, pronunciamientos y opiniones emitidas por la propia Corporación o por otras Academias; notas de duelo o cualquier otro escrito académico que el Consejo Directivo o la Junta de Individuos de Número decida sobre su publicación.

Artículos técnicos, estos pueden proceder tanto de los propios miembros de la Academia como de otros profesionales nacionales o de otros países. Estos artículos serán arbitrados (sistema doble ciego), para lo cual y según la especialidad, se podrá contar con la revisión tanto por parte de académicos e integrantes de las comisiones técnicas de la ANIH, como de árbitros externos.

EXTENSIÓN

La extensión máxima permitida es de 50 páginas totales. En caso que el autor considere necesaria una mayor extensión, por vía de excepción podrá enviar una solicitud razonada al CE.

FORMATO GENERAL

Los artículos enviados al Comité Editorial (CE) deben ser remitidos en formato Microsoft Word y PDF. Fuente Garamond, tamaño de fuente 10 puntos, todos los márgenes de 2,5 cm, todo justificado a la izquierda, tamaño carta, estilo normal e interlineado sencillo. Después de cada párrafo añada una línea en blanco. Evite agregar espacios automáticos antes o después de cada punto y aparte. No utilizar sangrías, ni gruesos marcadores ("bullets"). Evite indentar los textos hacia la derecha del borde de la página. De usar tabulador, ajustarlo a 0,5 cm.

CONTENIDO

Todos los trabajos que sean presentados deberán estar organizados de la forma convencional de:

Título: Siempre será lo más breve e informativo posible, con su traducción al inglés.

Autores: Nombres y apellidos completos de los autores. Indicar la máxima calificación académica o profesional de los mismos. Afiliación profesional y dirección corta. Correo electrónico.

Resúmenes*:* Todo artículo debe incluir un resumen de hasta de 250 palabras, tanto en español como en inglés.

Palabras clave: Añadir 4 a 6 palabras que describan el contenido del escrito.

El texto principal seguirá la estructura convencional de artículos científicos: **Introducción**, debe redactarse en forma concisa, con una clara indicación de la justificación o contexto de la investigación que dio origen al trabajo. Se sugiere que en los párrafos finales de la introducción se indiquen claramente los objetivos del trabajo. **Materiales y métodos** (cuando sea pertinente), con la descripción de los procedimientos utilizados. **Desarrollo del tema**, una descripción analítica del trabajo realizado. **Resultados y discusiones**, pueden presentarse por separado o integrados, evitando la repetición innecesaria de datos numéricos que hayan sido presentados en tablas. **Conclusiones**, generadas a partir de la investigación, lo cual no debe ser una repetición de los resultados. **Recomendaciones**, o implicaciones prácticas en caso de ser necesario (opcional), **agradecimientos** (opcional). **Referencias bibliográficas** citadas y fuentes. **Anexos**, si lo amerita.

Se aceptarán *Discusiones* sobre los trabajos publicados, con una extensión máxima de seis páginas, las cuales se publicarán con la réplica del autor original, si la hubiese.

FIGURAS

Todos los materiales ilustrativos (gráficos, mapas, fotografías, croquis, etc.) se denominarán **"Figuras"** y llevarán números consecutivos. Deberán ser nítidas, con resolución de 300 dpi o mayor tener rótulos legibles y no exceder el tamaño completo de la página. Todas las figuras deberán estar citadas en el texto e insertadas en el documento después de su primera cita. Al pie de cada figura debe aparecer una leyenda con indicación de la fuente.

TABLAS

La presentación de datos numéricos, tablas y cuadros, serán citados en el texto como **"Tablas"** con una numeración consecutiva. En la parte superior deberá aparecer una leyenda corta y explicativa, pero al pie de la misma puede colocarse otra información adicional y fuentes. Las Tablas deberán intercalarse en el documento después de su primera cita.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

La lista deberá aparecer al final del artículo en orden alfabético según el apellido del primer autor y con sangría francesa, conforme se observa en los ejemplos siguientes según de sus diferentes tipos:

Artículos revistas

ROMERO A. M. 2007. El ingeniero venezolano del 2020. *Boletín Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, 14: 68-102.https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/BOLETIN_14.pdf

Libros

NWEIHED K. G. y A. J. ROSALES. 1973. *La vigencia del mar. Las leyes internacionales emanadas de las naciones Unidas*. Caracas: Ed Equinoccio, Universidad Simón Bolívar, 435 pp. <https://usb.ve/Biblioteca/abc/123a/AAAHggsEdfA.phs>

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. 1992. *Standard methods for examination of water and wastewater*. Washington, D. C.: American Publications Health Association, 255 pp.

Tesis

MÉNDEZ F. J., B. A. RODRÍGUEZ, N. D. MENÉNDEZ y J. L. ROMERO. 1998. *Contribución al estudio sobre el uso de aguas residuales con fines de riego*. Maracay: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Tesis de Maestría. 128 pp. <http://saber.ucv.ve/handle/123456/1822>

Todas las obras incluidas en las referencias bibliográficas deberán estar citadas en el texto principal o en las leyendas de figuras o tablas. Las citas bibliográficas en el texto se efectuarán con el apellido del autor y el año de la siguiente forma: ej.: "... según ROMERO (2007), las condiciones..." o "...se establecieron las condiciones según cada tipo de procedimiento (ROMERO 2007)". En caso de dos autores, separar con la conjunción "y": GUTIERREZ y GUERRERO (1999) o (GUTIERREZ y GUERRERO 1999), según sea el caso. Para tres o más autores, utilice el vocablo *et al.*: RODRIGUEZ *et al.* (1986) o (RODRIGUEZ *et al.* 1986). Citas de un mismo autor, pero de diferentes años pueden escribirse juntas (ej. PEREZ, 1986, 2000, 2005). Para distinguir entre varios trabajos del mismo autor o autores publicados en un mismo año emplear las letras (a, b, c, etc): RAMIREZ y GOMEZ, 1995a, 1995b. En caso de citar varios trabajos en forma sucesiva, colocarlos en orden cronológico coma para separarlos (ej. MOLINA 1979, SANCHEZ y LOPEZ 1986, MARIN *et al.* 2000).

OTRAS CONSIDERACIONES

Los autores que deseen añadir **notas** explicativas, deberán añadirlas con numeración continua y al pie de cada página. Los detalles de las referencias bibliográficas deberán colocarse solo en la sección de "Bibliografía"

Para las unidades de medida o sus abreviaturas se seguirá el **Sistema Internacional**, aunque se podrán complementar con otras unidades de uso común.

Cada manuscrito será sometido a un proceso de evaluación doble ciego. El CE previo arbitraje, decidirá o no su publicación o sugerirá posibles modificaciones cuando lo crea oportuno. La CE se reserva el derecho de realizar adecuaciones menores de los artículos o en los Resúmenes/Abstracts.

Los contenidos de los trabajos publicados son de la exclusiva responsabilidad de los autores y no significan necesariamente, ni revelan las propias de la ANIH. Así mismo, los autores son los únicos responsables de la gestión de los posibles derechos de autor de figuras, tablas o textos que puedan ser incluidas en sus obras.

Al enviar un trabajo para su publicación en el *Boletín*, el autor reconoce que traspasa los Derechos de Autor a la ANIH, pero la Academia permite la libre difusión de los trabajos siempre y cuando se cite la fuente.

Aprobado en la Comisión Editora, reunión del 04-08-2020

CONSIDERACIONES SOBRE LA POLÍTICA DE PUBLICACIONES DE LA ANIH.

Puede descargarse de: https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/CONSIDERACIONES_SOBRE_LA_POLITICIA_DE_PUBLICACIONES.pdf

---

INSTRUCTIONS FOR THE AUTHORS

The Bulletin of the National Academy of Engineering and Habitat is a scientific/technological publication dedicated to disseminating original works on the subject of engineering and related areas, both nationally and internationally. It is the official body of the National Academy of Engineering and Habitat of Venezuela (ANIH), in which the resolutions, reports, pronouncements and other official documents of the Corporation are disseminated and contributions on national issues or from other countries are admitted in Spanish or English. The publication is under the responsibility of the Editorial Commission (CE), who channels all the processes leading to the production of the Bulletin.

The content of the Bulletin is divided into two groups:

Technical papers, these can come from members of the Academy and from other professionals. All papers will be peer reviewed.

Life of the Academy, that includes speeches of solemn acts; declarations, pronouncements and opinions issued by the Corporation itself or by other Academies; memorials or any other academic issues approved by the Board of Directors.

LENGTH

The maximum length allowed is 50 total pages. In the event that an author considers a greater extension necessary, he may send a reasoned request to the CE.

GENERAL FORMAT

Papers sent to the CE must be submitted in Microsoft Word and PDF format. Garamond 10 points, all margins 2.5 cm, normal style and single line spacing. After each paragraph add a blank line. Avoid bullets and do no indent text to the right of the page edge. If you use a tabulator, adjust it to 0.5 cm. Regarding the use of uppercase and lowercase letters, follow the criteria of the *Style Manual of El Nacional.*

CONTENT

All the works that are presented must be organized in the conventional way of:

Title: It has to be brief and informative as possible, with its translation into Spanish. Maximum 80 characters.

Authors: Full names of the authors. Indicate their highest academic or professional qualification. Professional affiliation with address. Email.

Abstracts: All papers must include an abstract of up to 300 words, both in Spanish and English (on the importance of the Abstract, it is suggested to read the following paper: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-53072007000100001>

Keywords: Add 4 to 6 words that describe the content, avoid repeating words found in the title.

The main text will follow the conventional structure of technical articles:

Introduction, must be written with a clear indication of the justification or context of the research that gave rise to the work. It is suggested that the final paragraphs of the introduction clearly indicate the objectives.

Materials and methods (when applicable), with a description of the procedures used.

Development of the topic, an analytical description of the work carried out.

Results and discussions can be presented separately or integrated, avoiding the unnecessary repetition of numerical data that have been presented in tables.

Conclusions, generated from the research, which should not be a repetition of the results.

Recommendations, or practical implications if necessary (optional), thanks (optional).

Bibliographic references or cited literature.

Attachments, if required.

Discussions on published works will be accepted, with a maximum length of six pages, which will be published with the reply of the original author, if any.

FIGURES

All illustrative materials (graphs, maps, photographs, sketches, etc.) will be called "Figures" and will carry consecutive numbers. They must have a resolution of 300 dpi or higher, have legible labels and not exceed the full size of the page. All figures must be cited in the text and inserted in the document after their first citation. At the bottom of each figure should appear a legend indicating its source. Avoid titles or explanatory texts within the figures likewise avoid texts in capital letters. The figures must correspond to single high-resolution files, without text boxes or other superimposed elements.

TABLES

The presentation of numerical data, tables and charts, will be cited in the text as "Tables" with consecutive numbering. A short and explanatory legend should appear at the top, but other additional information and sources can be placed at the bottom of it. Tables should be inserted into the document after their first citation. Within the tables, the use of texts in sustained capital letters or in bold should be avoided.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

The list must appear at the end of the article in alphabetical order according to the surname of the first author and with hanging indentation, as observed in the following examples according to their different types:

Papers in serial publications

ROMERO A. M. 2007. El ingeniero venezolano del 2020. *Boletín Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, 14: 68-102.<https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/BOLETIN_14.pdf>

Books

NWEIHED K. G. y A. J. ROSALES. 1973. *La vigencia del mar. Las leyes internacionales emanadas de las naciones Unidas*. Caracas: Ed Equinoccio, Universidad Simón Bolívar, 435 pp. <https://usb.ve/Biblioteca/abc/123a/AAAHggsEdfA.phs>

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. 1992. *Standard methods for examination of water and wastewater*. Washington, D. C.: American Publications Health Association, 255 pp.

Dissertations and technical reports

MÉNDEZ F. J., B. A. RODRÍGUEZ, N. D. MENÉNDEZ y J. L. ROMERO. 1998. *Contribución al estudio sobre el uso de aguas residuales con fines de riego*. Maracay: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Tesis de Maestría. 128 pp. <http://saber.ucv.ve/handle/123456/1822>

Digital sources

Personal or corporate author. Year of elaboration. Qualification. Institution that publishes. Url address

All the works included in the bibliographical references must be cited in the main text or in the captions of figures or tables. Bibliographic citations in the text will be made with the author (last name of the personal author, or corporate author) and the year, as follows: eg: "...according to ROMERO (2007), the conditions..." or " ...the conditions were established according to each type of procedure (ROMERO 2007)".

In the case of two authors, separate with the conjunction "and": GUTIÉRREZ and GUERRERO (1999) or (GUTIÉRREZ and GUERRERO 1999), as the case may be. For three or more authors use et al.: RODRÍGUEZ *et al.* (1986) or (RODRÍGUEZ *et al.* 1986). Quotes from the same author, but from different years, can be written together (eg PÉREZ 1986, 2000, 2005). To distinguish between various works by the same author or authors published in the same year, use the letters (a, b, c, etc): RAMÍREZ and GÓMEZ (1995a, 1995b). If several works are cited successively, place them in chronological order with a

comma to separate them (eg MOLINA 1979, SÁNCHEZ and LÓPEZ 1986, MARÍN *et al.* 2000).

OTHER CONSIDERATIONS

Authors who wish to add footnotes they should place them at the bottom of each page.

For the units of measure or their abbreviations, the International System will be followed, although they may be supplemented with other commonly used units.

Each manuscript will be reviewed. The CE reserves the right to make minor adjustments to the articles or to the Abstracts.

The contents of the papers are the sole responsibility of the authors and do not necessarily mean or reveal those of the ANIH. Likewise, the authors are solely responsible for managing the possible copyright of figures, tables or texts that may be included in their works.

By submitting a work for publication in the Bulletin, the author acknowledges that he transfers the Copyright to the ANIH, but the Academy allows the free dissemination of the works as long as the source is cited.

Otros documentos referentes al *Boletín* de la ANIH:

Consideraciones sobre la política de publicaciones de la ANIH
https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/CONSIDERACIONES_SOBRE_LA_POLITICIA_DE_PUBLICACIONES.pdf

Normas para el proceso de arbitraje
https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/NORMAS_PARA_EL_PROCESO_DE_ARBITRAJE.pdf

Políticas sobre plagio
https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/Politicas_sobre_Plagio_del_Boletin_ANIH.pdf

Formato de declaración Jurada
https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/Declaracion_Jurada_Boletin_ANIH_Plantilla_modelo-1.docx

Índice general del Boletín, Nos. 1 al 53
https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/INDICE_BANIH.pdf

SUPLEMENTOS ESPECIALES

D+S

Cuadernos de
Desarrollo Sostenible

Vol. 1 | Nº 1 | 2026

Academia Nacional
de la Ingeniería y el Hábitat

Comisión de Desarrollo Sostenible Local

1

Vol. 1 | N° 1 | 2026

Formación y consolidación de viveros ecosistémicos

ARK: https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/139
ISSN: 1317-6781

Cuadernos de Desarrollo Sostenible

Publicación digital de la Comisión de Desarrollo Sostenible Local de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

Vol. I | Nº 1 | 2026

Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

Presidente
Acad. José Ochoa Iturbe

Vicepresidente
Acad. Joaquín Benítez Maal

Secretario
Acad. Alfredo Avella Guevara

Comisión de Desarrollo Sostenible Local

Presidente
Acad. Oscar Grauer

Secretaria
Mag. Arq. María Teresa Guzmán

Comisionados 2026
Urb. Belén Black
Dra. Carla Urbina
Dr. Carlos Itriago
Mag. Arq. Daniel Belandria
Mag. Arq. David Gouverneur
Mag. Arq. Dulce Naime
Acad. Gustavo Nouel-Borges
Arq. María Inés Pocaterra
Mag. Arq. María Gabriela Diez
Mag. Arq. María Graciela Flores
Mag. Arq. María Teresa Guzmán
Dr. Ricardo Cuberos
Mag. Arq. Zulay Briceño

ARK: https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/139

D+S Cuadernos de Desarrollo Sostenible es una iniciativa editorial de la Comisión de Desarrollo Sostenible Local de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela, encartada en el Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, ISSN: 1317-6781.

Edición: Daniel Belandria. Diseño y diagramación: Andrea Castro y Daniel Belandria. Revisión de textos: Carla Urbina, Daniel Belandria, David Gouverneur, Henrique Limaverde y Oscar Grauer.

Palacio de las Academias, Av. Universidad, con esquina La Bolsa a San Francisco, Zona Postal 1012, Caracas, Venezuela.
Teléfono: (0058) 0414 378 4441
Correo electrónico (ANIH): acadingven@gmail.com
Correo electrónico (ANIH-CDSL): anih.cdsl@gmail.com

Para la transcripción de las conferencias, la elaboración preliminar de los resúmenes, la traducción de los textos al inglés y portugués, y la optimización de imágenes, se contó con el apoyo de las plataformas de inteligencia artificial ChatGPT, DeepL y Gemini. Todo el contenido generado fue posteriormente revisado, editado y verificado por los autores y editores responsables de la publicación, quienes asumen plena responsabilidad sobre la versión final del material presentado.

Las opiniones expresadas en los artículos, entrevistas y reseñas son de responsabilidad exclusiva de sus autores.

Las imágenes incluidas en esta publicación han sido extraídas de las presentaciones realizadas por los conferencistas y talleristas participantes. Los créditos de dicho material corresponden a sus respectivos autores.

La presente publicación es distribuida de forma gratuita.

La reproducción y/o transcripción total o parcial de esta publicación, con fines académicos o informativos, solo es permitida siempre que sea citada la fuente.

La publicación está disponible bajo la licencia Creative Commons 4.0 atribución no comercial.

De la presente edición:

Viveros Ecosistémicos

Coordinadora
Carla Urbina

Moderadores
Argenis Toyo
Carla Urbina
Daniel Cooper
David Gouverneur
Oscar Grauer

Gestión de plataformas digitales
Ricardo Cuberos

Diseño gráfico de material promocional
Claudio Ordoñez

Fotografía y videos
Ambar Inciarte
Omar Ávila
Omer Ávila

Instituciones aliadas (talleres y seminario)

Arboleda Maracaibo
Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia
Fundación El Zulia Recicla
Jardín Botánico de Maracaibo
PROURB/UFRJ

Miembros de la Red de Viveros Ecosistémicos

Vivero universitario de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Maracaibo)
Vivero y centro hortícola del Jardín Botánico de Maracaibo (Maracaibo)
Proyecto Chururú, adopta un árbol (San Cristobal)
Vivero BioRecursos (Valencia)
Vivero PDVSA-INTEVEP (Los Teques)
Vivero universitario del Proyecto Ávila UNIMET (Caracas)

ÍNDICE

Presentación

Primera edición de nuestro cuaderno

Oscar Grauer

Introducción

Importancia de la iniciativa de la Red de Viveros Ecosistémicos para la biodiversidad del paisaje en asentamientos humanos

Carla Urbina

Talleres

Viveros ecosistémicos

Ecosistemas de la cuenca del Lago de Maracaibo 7

Gisela Rivero

Planificación y gestión de viveros ecosistémicos 11

Gisela Rivero y Guillermo Sthormes

Conferencias

Seminario formación y consolidación de viveros ecosistémicos.

Ecosistemas de la cuenca del Lago de Maracaibo 16

Carlos Portillo y Miguel Ángel Pietrangeli

Viveros y producción agrícola sostenible en el ámbito urbano 20

David Gouverneur

Importancia de los viveros en la planificación del paisaje 24

Carla Urbina

Colecta y producción de plantas tropicales 28

Marisa Furtado, Pedro Lobão y Beatríz Emilião Araújo

Planificación y gestión de viveros ecosistémicos 32

Leonardo Soto

PRESENTACIÓN

Primera edición de nuestro cuaderno

Oscar Grauer

Cuando escribía mi disertación doctoral, entre las múltiples lecturas, me topé con el siguiente pensamiento "Nosotros no deseamos nada porque sea bueno, pero es bueno porque lo deseamos" (Spinoza, 1677).[1] Me hizo tomar una pausa. No sabía por qué me llamó tanto la atención, además de lo hermoso que es, me pregunté que había allí que me penetró de tal manera, a escudriñarme por dentro ¿Esa pausa me hizo preguntarme por qué estaba haciendo lo que estaba haciendo? ¿qué me mantenía o me motivaba a seguir escribiendo? ¿Pasión, dolor o porque me parecía bueno? No lo puedo expresar en palabras, pero creo que era un poco de todo. Probablemente porque lo deseaba.

Pienso que el mayor legado de un doctorado es que uno aprende a pensar. Si quisiéramos adjetivarlo lo escribiría "a pensar de otra manera". Pienso que no hace falta adjetivarlo. Llegué a esa conclusión como resultado de ese proceso de introspección al cual me llevó esa pausa.

No suelo escribir en primera persona, es más, no recuerdo si lo he hecho. Pues que sea este el caso.

Luego de la pausa, entre muchas otras cosas, pensé dedicarle mi tesis doctoral "...a *mi* Venezuela", y así lo hice. Justamente, el *mi* en letras cursivas. Pensar, no es un proceso lineal, es un ir y venir entre cerebro, corazón, experiencias acumuladas, sentimientos, errores y aciertos, en fin, quien eres y lo que llevas dentro y has aprendido.

¿Y por qué digo lo que estoy escribiendo? Porque, así como yo llevo algo adentro que representa a mi Venezuela, todos nosotros lo llevamos. Tanto lo bueno como lo malo. Nada es perfecto, menos mal. Pero sí quisiera indicar que aprecio, respeto y admiro lo bueno de esta nación, mas no lo que no es o ha sido lo malo. Como lo definiera el ilustre Juan Pablo Pérez Alfonso al referirse al petróleo como el excremento del diablo. Pues eso nos cambió nuestra idiosincrasia y manera de actuar. Del respeto y orgullo por el trabajo pasamos a adaptar una sociedad cuya idiosincrasia rentista que la desmoronó. "No me den, pónganme donde haiga" fue tan solo una de las máximas de uno de los comediantes venezolanos. Menos mal que los comediantes actuales son mucho más serios, aunque suene contradictorio. Ya este cambio indica que estamos encaminados, aunque falta mucho trecho para llegar a donde debemos y queremos.

Sin estar totalmente consciente o quizás sí, no lo sé, he dedicado buena parte de mi vida profesional y personal a disfrutar lo bueno e intentar mejorar lo malo de nuestra patria. Nación es más que un territorio, es sentimiento, raigambre, sentido de pertenencia y deseo de mejorar con lo que puedas. ¿Será que ese pensamiento, que llevó a esa pausa y que me llevó a dedicarle mi tesis doctoral a *mi* Venezuela, (que por cierto yo no estaba en el territorio venezolano cuando lo hice), ha sido mi *leitmotiv* de vida profesional? No lo sé, pero intuyo que sí, en buena parte y que transmito a esta comisión.

Cuando emprendo un viaje o trayectoria, evito predefinir en detalle el itinerario o recorrido. Prefiero dejar abiertas opciones para descubrir lo que no puedo prever. En otras palabras, creo tener un norte claro, pero no el camino para llegar a él. Ni tampoco controlo ni quiero controlar ni siquiera algunos de los detalles de la trayectoria. Pero si creo dominar el proceso de cómo poder llegar al destino. Algo dentro de mí me lo dice.

Es por eso, que la Comisión de Desarrollo Sostenible Local de la ANIH se aboca a definir pasos tangibles hoy, involucrando a quienes lo necesitan, aportando y empoderando a corto plazo con la mira siempre al largo. Deseamos contribuir a mejorar en el más amplio sentido de la palabra, con acciones que nos digan y nos propongan maneras de llegar a nuestro destino. Lo importante es hacer, intentarlo sin descanso, si lo logramos maravilloso. Si no, siempre hay espacio para corregir dedicados con nuestras destrezas, conocimientos y habilidades. Aspiro, deseo y trabajaremos con empeño para contribuir a replicar esta estructura a la nación venezolana.

Me enorgullece y me siento ampliamente complacido y satisfecho de pertenecer a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela (ANIH) y aún más, por ser parte de un grupo de compañeros, amigos, respetables, inteligentes, compenetrados y proactivos (y me dejo de adjetivar) miembros de la Comisión de Desarrollo Sostenible Local (CDSL) de esta academia. La diversidad de opiniones, puntos de vista, en ocasiones encontradas, nos acercan aún más e infunden el respeto entre todos. Mil gracias por ser quienes son y por poner alma en nuestra trayectoria. Pienso que esta debe ser nuestra prioridad para con Venezuela tanto desde la CDSL como de la ANIH; nuestro desafío.

En tan sólo cerca de cuatro años, hemos logrado mucho. Y mucho será lo que lograremos en los años por venir. No pretendemos resolver todos los problemas de la nación, pero si aquellos en los que podemos incidir con

Oscar Grauer

Dr. MgSc. Arq. Individuo de Número, Sillón II,
Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela.
Presidente de la Comisión de Desarrollo Sostenible Local.

nuestras fortalezas y conocimientos. Paso a paso nos dedicamos a alcanzar nuestros nuevos horizontes y metas ya iniciadas y por venir.

Gracias a la dedicación y pasión del Arq. Daniel Belandria, miembro de nuestra comisión, al liderizar la ejecución de este primer volumen de Cuadernos de la Comisión de Desarrollo Sostenible Local de la ANIH dedicado a lo que fue nuestro inicial proyecto de investigación y puesta en práctica de la "Red de viveros ecosistémicos", en el año 2022. Es en el seno de nuestra comisión que surge la iniciativa de producir un mecanismo de divulgación ágil y expedito que pueda compartirse y alcanzar voluntades clave. Se titula: Formación y consolidación de viveros ecosistémicos. Fue la Dra. Carla Urbina, miembro de nuestro equipo, quien lo propuso y coordinó. Iniciamos una serie de actividades en la ciudad de Maracaibo como un componente del Estado Zulia. Ciudades no están aisladas de su territorio, son parte de ellos y así lo vemos, como un todo indisoluble. Al poco tiempo se unieron viveros de otros estados. Hemos crecido y esperamos seguir creciendo y aportando. Seguirán más cuadernos.

PD: No utilicé Inteligencia Artificial para perfeccionar este escrito. Como dice el dicho: lo perfecto es enemigo de lo bueno y lo imperfecto me parece bueno porque lo deseo... y tal vez me inspira ■

Referencias

1. Spinoza, Baruch (1677). *The Ethics*. Texto original: "We desire nothing because it is good, but it is good only because we desire it". Traducción propia.

INTRODUCCIÓN

Importancia de la iniciativa de la Red de Viveros Ecosistémicos para la biodiversidad del paisaje en asentamientos humanos

Carla Urbina

El inicio de nuevos ciclos siempre emociona. Me honra ser parte de esta primera edición del Cuaderno de la Comisión de Desarrollo Sostenible Local (CDSL), concebido como una publicación periódica dedicada, en esta ocasión, a divulgar los primeros recursos didácticos del programa de Viveros Ecosistémicos.

Los "viveros ecosistémicos" surgen como una investigación personal orientada a plantear estrategias para la propagación de especies nativas o exóticas adaptadas, con el fin de ampliar la paleta botánica utilizada en planes y proyectos paisajísticos que valoricen la biodiversidad. Esta investigación se convierte en uno de los primeros programas de la CDSL de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH). Bajo la presidencia de Oscar Grauer, y gracias a su apoyo, confianza y al de los colegas miembros de la comisión durante el primer año de labores, se logró iniciar la fase de programas académicos para la formación de la Red de Viveros Ecosistémicos.

¿Qué es la Red de Viveros Ecosistémicos?

Es una red de viveros locales encargados de propagar especies vegetales tropicales con el objetivo de restaurar ecosistemas y aumentar la biodiversidad en planes y proyectos de paisajismo en espacios abiertos de asentamientos humanos, tanto en paisajes rurales como urbanos.

Esta iniciativa responde a una problemática que enfrentan los paisajistas en Venezuela: la dificultad de encontrar una oferta amplia y diversa de vegetación nativa o adaptada a las condiciones ambientales locales para la planificación y ejecución de proyectos de paisajismo ecosistémico con visión holística.

La situación actual se caracteriza por una oferta limitada de material vegetal, pocos incentivos para la investigación y exploración botánica, falta de recursos para la propagación en viveros municipales, estadales o privados, escasa información sobre inventarios de viveros y material didáctico, así como la degradación física de viveros existentes debido a la carencia de infraestructura, agua, electricidad o capacidad de mantenimiento.

Una paleta botánica adecuada permite maximizar los beneficios para las comunidades que conviven con estos paisajes, así como aumentar la calidad y diversidad de los programas y proyectos.

Con el propósito de demostrar que los sistemas de espacios públicos en los asentamientos humanos cumplen una función biocultural orientada a la restauración ecológica, se propone que los viveros ecosistémicos, además de ser núcleos de propagación, cumplan diversas funciones, tales como: capacitar personal en viverismo, horticultura, jardinería y paisajismo; realizar expediciones para la colecta de semillas y plántulas en distintos hábitats; y promover la propagación de especies propias de cada región para la reforestación de zonas vulnerables y la ejecución de proyectos paisajísticos.

Se proponen tres tipos de viveros ecosistémicos: viveros base, reservas activas y viveros escuela (ver información ampliada en el curso 4 de esta publicación).

Primeras acciones

Para activar el primer tipo, los "viveros base", fue necesario aproximarse a viveros existentes. Los pioneros fueron el vivero del Jardín Botánico de Maracaibo y el de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia.

La estrategia de trabajo consistió en detectar y aprovechar situaciones favorables. Las primeras acciones se desarrollaron a partir de tres elementos fundamentales: la programación académica propuesta por la CDSL, la amplia colección botánica del Bosque Seco Tropical del Jardín Botánico de Maracaibo (JBM), utilizada como centro de plantas madre, y la experticia profesional de los profesores de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ).

Material didáctico y otros recursos

Se realizaron los primeros talleres teórico-prácticos: el taller de colecta de semillas y el taller de estaquillado de especies. Estos fueron ejecutados con participación presencial, además de ser grabados y difundidos públicamente. Esto permitió adelantar las primeras actividades de formación (102 participantes) y generar materiales audiovisuales disponibles en YouTube.

El material teórico y las imágenes de campo han sido de gran utilidad para la formación de viveristas, ya que contienen información técnica sobre selección de semillas, normas de colecta, secado, almacenamiento, siembra, germinación, trasplante, acondicionamiento de sustratos, tipos de estacas (tallos, hojas y raíces), así como sus tratamientos y requerimientos según su naturaleza (herbáceas, semi-leñosas y leñosas). También incluyen prácticas como el acodo y el acodo aéreo. Este material busca establecer metodologías, intercambiar conocimientos y mejorar procesos.

Además, se obtuvieron semillas que fueron distribuidas entre viveros y participantes para su propagación. En el JBM se colectaron especies como:

Dr. Arq. Carla Urbina

Dra. MgSc. Arquitecta.
Comisión de Desarrollo Sostenible Local,
Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela.
Coordinadora del Proyecto Viveros Ecosistémicos.

Adansonia digitata (baobab), *Caesalpinia pulcherrima* (clavellina), *Capparis indica* (olivo macho), *Cassia fistula* (lluvia de oro), *Coccoloba uvifera* (uva de playa), *Cordia alba* (caujaro), *Crescentia cujete* (taparo), *Croton gossypifolius* (dragón), *Delonix regia* (flamboyán), *Leucaena leucocephala* (leucaena), *Melicoccus bijugatus* (mamón), *Peltogyne purpurea* (nazareno), *Peltophorum pterocarpus* (San Francisco), *Platymiscium diadelphum* (roble), *Prosopis juliflora* (cují), *Sterculia apetala* (cacaito), *Tectona grandis* (teca), *Terminalia catappa* (almendrón), *Caryota urens* (cola de pescado), *Copernicia tectorum* (palma llanera), *Roystonea oleracea* (chaguaramo) y *Abrus precatorius* (peonía).

Este proyecto comenzó con el estudio de la ciudad de Maracaibo; sin embargo, la difusión del material audiovisual despertó el interés de personas e instituciones en otras regiones de Venezuela y de Latinoamérica.

En 2023 se realizó el seminario virtual Formación y consolidación de Viveros Ecosistémicos, cuyo contenido también está disponible en el canal de YouTube del programa. En este espacio participaron viveristas, arquitectos, biólogos, agrónomos, paisajistas, jardineros, estudiantes, profesores y consultores ambientales, entre otros. Su objetivo fue compartir conocimientos sobre ecología, viverismo y gestión de viveros, así como asesorar proyectos en proceso de consolidación.

Al finalizar el seminario se presentaron diversos proyectos, entre ellos: el vivero de la Facultad de Agronomía de LUZ (Maracaibo), el vivero del Jardín Botánico de Maracaibo, el Proyecto Chururú "Adopta un árbol" (San Cristóbal), el vivero BioRecursos (Valencia) y el vivero PDVSA-INTEVEP (Los Teques). Estas iniciativas se integraron a la Red de Viveros Ecosistémicos.

Entre los logros más destacados se encuentran la reactivación de viveros en riesgo de cierre, la creación de redes de intercambio de conocimientos y recursos, la diversificación de especies en el paisaje urbano y el fortalecimiento de la sostenibilidad económica de estos espacios. Esto permitirá, a futuro, una mayor accesibilidad a especies vegetales tanto para instituciones públicas como privadas y comunidades, facilitando la ejecución de proyectos de paisajismo urbano.

Agradecemos a los profesores y conferencistas que han participado en estas actividades: Gisela Rivero, Guillermo Sthormes, Juan Marrufo, Betulio Sánchez, Carlos Portillo, Miguel Ángel Pietrangeli, David Gouverneur, Marisa Furtado, Pedro Lobão, Beatriz Araújo y Leonardo Soto. Sus aportes han permitido abordar temas de ecología, horticultura, paisajismo, diseño urbano y gestión de viveros como estructura de negocio.

Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a todos los participantes y equipos de viveros que hacen posible este programa. Son ustedes quienes permitirán que estas semillas y plántulas crezcan y, eventualmente, pasen de los viveros a los ecosistemas, a las calles, paseos, jardines y parques, contribuyendo a la construcción de ciudades más biodiversas ■

TALLERES

Viveros ecosistémicos

Colecta, selección, preservación y propagación de semillas de especies tropicales

Collection, Selection, Preservation, and Propagation of Seeds of Tropical Species

Coleta, seleção, preservação e propagação de sementes de espécies tropicais

Gisela Rivero

Colecta, selección, preservación y propagación de semillas de especies tropicales

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Gisela Rivero

Doctora en Biotecnología Agrícola. Especialista en Botánica Estructural y Propagación de Plantas. Jefa del Departamento de Botánica de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Venezuela).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4914-8650

Taller dictado con la colaboración de los instructores de práctica Guillermo Sthormes, Juan Marrufo y Betulio Sánchez, en el Jardín Botánico de Maracaibo (Zulia, Venezuela), el 09 de julio de 2022 y transmitido en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Rivero, G.; Sthormes, G., Marrufo, J.; Sánchez, B.; Urbina, C.; Grauer, D.; & Gouverneur, D. (Viveros ecosistémicos). (2022, julio 9). *Taller: Colecta, selección, preservación y propagación de semillas de especies tropicales* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=p2EJDKIctBY

Resumen

El taller aborda los fundamentos teóricos y prácticos para la colecta, manejo y propagación de semillas de especies tropicales, destacando su importancia en los procesos de restauración ecológica y producción vegetal en viveros. La actividad se estructura como una experiencia integral que combina formación conceptual con prácticas de campo, orientadas a fortalecer capacidades técnicas en participantes provenientes de distintos ámbitos vinculados al viverismo y la gestión ambiental.

Entre los temas desarrollados, se enfatiza sobre los métodos adecuados de recolección de semillas; aspectos como la identificación de la especie vegetal, de su estado de madurez, la aplicación de técnicas para garantizar su viabilidad no solo durante el almacenamiento, sino en su posterior siembra, y el conocimiento sobre la estructura de la semilla, resaltando ofrecer al embrión condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura, son aspectos clave para una eficiente propagación de las mismas.

Es por ello que el taller incluyó nociones sobre tratamientos pre-germinativos y prácticas de siembra en sustratos adecuados, tanto orgánicos como inorgánicos, promoviendo métodos sostenibles y accesibles que minimizan el uso de insumos químicos.

Como punto central se destaca el valor de los árboles como especies clave para la restauración de ecosistemas, debido a su capacidad de mejorar suelos, regular el ciclo hídrico y favorecer la biodiversidad.

Como propósito fundamental, la actividad resalta la necesidad de articular conocimiento técnico y acción práctica, promoviendo la formación de redes de viveros ecosistémicos y el rol de los participantes como multiplicadores de estas prácticas en sus comunidades.

Palabras clave: colecta de semillas, propagación vegetal, viveros ecosistémicos, restauración ecológica, especies tropicales, germinación, sostenibilidad.

Collection, Selection, Preservation, and Propagation of Seeds of Tropical Species

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Gisela Rivero

Doctora en Biotecnología Agrícola. Especialista en Botánica Estructural y Propagación de Plantas. Jefa del Departamento de Botánica de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Venezuela).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4914-8650

Taller dictado con la colaboración de los instructores de práctica Guillermo Sthormes, Juan Marrufo y Betulio Sánchez, en el Jardín Botánico de Maracaibo (Zulia, Venezuela), el 09 de julio de 2022 y transmitido en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Rivero, G.; Sthormes, G., Marrufo, J.; Sánchez, B.; Urbina, C.; Grauer, D.; & Gouverneur, D. (Viveros ecosistémicos). (2022, julio 9). *Taller: Colecta, selección, preservación y propagación de semillas de especies tropicales* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=p2EJDKIctBY

CC BY NC

Abstract

The workshop covers the theoretical and practical fundamentals of collecting, handling, and propagating seeds from tropical species, highlighting their importance in ecological restoration and plant production in nurseries. It is designed as a comprehensive experience that combines theoretical training with hands-on fieldwork, aimed at strengthening the technical skills of participants from various fields related to nursery and environmental management.

Among the topics addressed, special emphasis is placed on proper seed collection methods. Key aspects include plant species identification, assessment of seed maturity, and the application of techniques to ensure optimal seed performance during storage and subsequent sowing. Additionally, understanding seed structure—particularly the need to provide the embryo with adequate moisture, oxygen, and temperature—is an essential aspect for efficient propagation.

The workshop also includes concepts related to pre-germination treatments and sowing practices using appropriate substrates, both organic and inorganic, promoting sustainable and accessible methods that minimize the use of chemical inputs.

A central focus is the recognition of trees as key species for ecosystem restoration, given their capacity to improve soil quality, regulate the water cycle, and support biodiversity.

The primary objective of this initiative is to emphasize the value of integrating technical knowledge with practical action, promoting the development of ecosystem nursery networks, and encouraging participants to act as advocates for these practices within their communities.

Keywords: seed collection, plant propagation, ecosystem nurseries, ecological restoration, tropical species, germination, sustainability.

Coleta, seleção, preservação e propagação de sementes de espécies tropicais

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Gisela Rivero

Doctora en Biotecnología Agrícola. Especialista en Botánica Estructural y Propagación de Plantas. Jefa del Departamento de Botánica de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Venezuela).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4914-8650

Taller dictado con la colaboración de los instructores de práctica Guillermo Sthormes, Juan Marrufo y Betulio Sánchez, en el Jardín Botánico de Maracaibo (Zulia, Venezuela), el 09 de julio de 2022 y transmitido en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Rivero, G.; Sthormes, G., Marrufo, J.; Sánchez, B.; Urbina, C.; Grauer, D.; & Gouverneur, D. (Viveros ecosistémicos). (2022, julio 9). *Taller: Colecta, selección, preservación y propagación de semillas de especies tropicales* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=p2EJDKIctBY

CC BY NC

Resumo

A oficina aborda os fundamentos teóricos e práticos para a coleta, manejo e propagação de sementes de espécies tropicais, destacando sua importância nos processos de restauração ecológica e produção vegetal em viveiros. A atividade é estruturada como uma experiência integral que combina formação conceitual com práticas de campo, voltadas para o fortalecimento das capacidades técnicas dos participantes provenientes de diferentes áreas relacionadas ao viveirismo e à gestão ambiental.

Entre os temas abordados, destaca-se a ênfase nos métodos adequados de coleta de sementes; aspectos como a identificação da espécie vegetal, seu estado de maturação, a aplicação de técnicas para garantir sua viabilidade não apenas durante o armazenamento, mas também no plantio posterior, e o conhecimento sobre a estrutura da semente, resaltando que oferecer ao embrião condições adequadas de umidade, oxigênio e temperatura são aspectos-chave para uma propagação eficiente das mesmas.

É por isso que o workshop incluiu noções sobre tratamentos pré-germinativos e práticas de plantio em substratos adequados, tanto orgânicos quanto inorgânicos, promovendo métodos sustentáveis e acessíveis que minimizam o uso de insumos químicos.

Como ponto central, destaca-se o valor das árvores como espécies-chave para a restauração de ecossistemas, devido à sua capacidade de melhorar os solos, regular o ciclo hídrico e favorecer a biodiversidade.

Como objetivo fundamental, a atividade destaca a necessidade de articular conhecimento técnico e ação prática, promovendo a formação de redes de viveiros ecossistêmicos e o papel dos participantes como multiplicadores dessas práticas em suas comunidades.

Palavras-chave: coleta de sementes, propagação vegetal, viveiros ecossistêmicos, restauração ecológica, espécies tropicais, germinação, sustentabilidade.

Estaquillado de especies ornamentales tropicales

Cutting Propagation of Tropical Ornamental Species

Estaquia de espécies ornamentais tropicais

Gisela Rivero y Guillermo Sthormes

Estaquillado de especies ornamentales tropicales

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Gisela Rivero

Doctora en Biotecnología Agrícola. Especialista en Botánica Estructural y Propagación de Plantas. Jefa del Departamento de Botánica de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Venezuela).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4914-8650

Guillermo Sthormes

Biólogo. Profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Venezuela).

Taller dictado en el vivero universitario de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Zulia, Venezuela), el 11 de noviembre de 2022 y transmitido en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Rivero G.; Sthormes, G.; Urbina, C.; Grauer, D.; & Gouverneur, D. [Viveros ecosistémicos]. (2022, noviembre 11). *Taller: Estaquillado de especies ornamentales tropicales* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=4J-SGRzBBAs

Resumen

El taller aborda la propagación vegetativa por estacas o esquejes como una técnica fundamental para la multiplicación de especies ornamentales tropicales, destacando su valor en la producción eficiente de plantas con características genéticas idénticas a la planta madre. La actividad combina fundamentos teóricos con ejercicios prácticos, orientados a fortalecer competencias en viverismo y manejo vegetal.

Entre los contenidos desarrollados, se explica el principio fisiológico de la formación de raíces adventicias; la influencia de factores intrínsecos tales como el tipo de estaca, principalmente el grado de lignificación (herbáceas, semileñosas y leñosas) y las técnicas que se aplican de acuerdo con dicha naturaleza, así como también el efecto de las condiciones ambientales requeridas para la rizogénesis.

Se hizo referencia a recomendaciones importantes para un estaquillado eficiente, como la adecuada selección de plantas madre, el uso de sustratos con buenas propiedades fisicoquímicas, así como la aplicación de enraizadores para especies recalcitrantes.

Finalmente, se proponen técnicas para los cuidados posteriores al establecimiento de los esquejes, como el control fitosanitario y la aclimatación progresiva de las plantas una vez enraizadas.

Como conclusión, los profesores Ribero y Sthormes subrayan que el éxito del estaquillado depende de la comprensión de las particularidades de cada especie y de la experimentación constante. Se resalta además su potencial como técnica de propagación accesible para la producción local, la diversificación vegetal y el fortalecimiento de viveros ecosistémicos en contextos urbanos y comunitarios.

Palabras clave: estaquillado, propagación vegetativa, especies ornamentales, viveros ecosistémicos, enraizamiento, sustratos.

Cutting Propagation of Tropical Ornamental Species

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Gisela Rivero

Doctora en Biotecnología Agrícola. Especialista en Botánica Estructural y Propagación de Plantas. Jefa del Departamento de Botánica de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Venezuela).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4914-8650

Guillermo Sthormes

Biólogo. Profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Venezuela).

Taller dictado en el vivero universitario de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Zulia, Venezuela), el 11 de noviembre de 2022 y transmitido en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Rivero G.; Sthormes, G.; Urbina, C.; Grauer, D.; & Gouverneur, D. [Viveros ecosistémicos]. (2022, noviembre 11). *Taller: Estaquillado de especies ornamentales tropicales* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=4J-SGRzBBAs

Abstract

The workshop addresses vegetative reproduction through cutting methods as a fundamental technique for propagating tropical ornamental species, using stems or roots, and highlights its value for the efficient reproduction of plants with genetic characteristics identical to those of the parent plant. The workshop combines theoretical foundations with practical exercises designed to strengthen skills in nursery management and plant care.

Among the topics covered are the physiological principles of adventitious root formation, including the influence of intrinsic factors such as the type of cutting—particularly the degree of lignification (herbaceous, semi-woody, and woody)—and the appropriate techniques based on these characteristics. It also examines the environmental conditions required for rhizogenesis.

The workshop also provides important recommendations for efficient propagation, such as the proper selection of mother plants, the use of substrates with suitable physical and chemical properties, and the application of rooting agents for recalcitrant species.

Finally, techniques for post-establishment care of cuttings are presented, including pest and disease control and the gradual acclimatization of plants after rooting.

In conclusion, Professors Ribero and Sthormes emphasized that the success of propagation depends on understanding the specific characteristics of each species and on continuous experimentation. The method is also highlighted for its potential as an accessible technique for local production, plant diversification, and the strengthening of ecosystem-based nurseries in urban and community settings.

Keywords: cutting propagation, vegetative propagation, ornamental species, ecosystem nurseries, rooting, substrates.

Estaquia de espécies ornamentais tropicais

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Gisela Rivero

Doctora en Biotecnología Agrícola. Especialista en Botánica Estructural y Propagación de Plantas. Jefa del Departamento de Botánica de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Venezuela).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4914-8650

Guillermo Sthormes

Biólogo. Profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Venezuela).

Taller dictado en el vivero universitario de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Zulia, Venezuela), el 11 de noviembre de 2022 y transmitido en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Rivero G.; Sthormes, G.; Urbina, C.; Grauer, D.; & Gouverneur, D. [Viveros ecosistémicos]. (2022, noviembre 11). *Taller: Estaquillado de especies ornamentales tropicales* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=4J-SGRzBBAs

Resumo

A oficina aborda a propagação vegetativa por estacas como uma técnica fundamental para a multiplicação de espécies ornamentais tropicais, destacando sua importância na produção eficiente de plantas com características genéticas idênticas às da planta-mãe. A atividade combina fundamentos teóricos com exercícios práticos, voltados para o fortalecimento de competências em viveirismo e manejo vegetal.

Entre os conteúdos abordados, explica-se o princípio fisiológico da formação de raízes adventícias; a influência de fatores intrínsecos, tais como o tipo de estaca, principalmente o grau de lignificação (herbáceas, semilignosas e lenhosas), e as técnicas aplicadas de acordo com essa natureza, bem como o efeito das condições ambientais necessárias para a rizogênese.

Foram mencionadas recomendações importantes para uma estacagem eficiente, como a seleção adequada de plantas-mãe, o uso de substratos com boas propriedades físico-químicas, bem como a aplicação de enraizadores para espécies recalcitrantes.

Por fim, são propostas técnicas para os cuidados posteriores ao estabelecimento das estacas, como o controle fitossanitário e a aclimatação progressiva das plantas uma vez enraizadas.

Como conclusão, os professores Ribero e Sthormes destacam que o sucesso da propagação por estacas depende da compreensão das particularidades de cada espécie e da experimentação constante. Destaca-se ainda seu potencial como técnica de propagação acessível para a produção local, a diversificação vegetal e o fortalecimento de viveiros ecossistêmicos em contextos urbanos e comunitários.

Palavras-chave: estaquia, propagação vegetativa, espécies ornamentais, viveiros ecossistêmicos, enraizamento, substratos.

CONFERENCIAS

Seminario formación y consolidación de viveros ecosistémicos.

Ecosistemas de la cuenca del Lago de Maracaibo

Ecosystems of the Lake Maracaibo Basin

Ecossistemas da bacia do Lago de Maracaibo

Carlos Portillo y Miguel Ángel Pietrangeli

Ecosistemas de la cuenca del Lago de Maracaibo

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Carlos Portillo

Biólogo de la Universidad del Zulia (Venezuela). Profesor asistente de tecnologías geoespaciales en el departamento de gestión de recursos naturales en Texas TechUniversity (Estados Unidos).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2222-1467

Miguel Ángel Pietrangeli

Biólogo. Profesor emérito de la Universidad del Zulia (Venezuela), Profesor visitante voluntario del Jardín Botánico de Kew (Inglaterra) en el departamento de nominación e identificación.

Conferencia dictada el 26 de enero de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Portillo, C.; Pietrangeli, M. Á.; Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. (Viveros ecosistémicos). (2023, enero 26). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso I: Ecosistemas de la cuenca del Lago de Maracaibo* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos-Reino Unido. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=3lFPDlarfI0

CC BY NC

Resumen

La conferencia aborda la complejidad ecológica de la cuenca del Lago de Maracaibo, destacando su carácter como un sistema ambiental diverso, determinado por la interacción entre factores climáticos, geográficos y biológicos. Los ponentes explican cómo la radiación solar, los patrones de viento y la topografía generan un gradiente de humedad que da lugar a una amplia variedad de ecosistemas, desde zonas áridas en el norte hasta áreas de alta precipitación en el sur.

Entre los principales ecosistemas descritos se encuentran los bosques secos, matorrales xerófitos, bosques húmedos montanos y premontanos, humedales, manglares y páramos, cada uno con especies adaptadas a condiciones específicas de temperatura, humedad y suelos. Esta diversidad convierte a la cuenca en un espacio de alta biodiversidad, donde las interacciones entre flora y fauna sostienen procesos esenciales como la polinización, la dispersión de semillas y la regulación hídrica.

Asimismo, se enfatiza la relevancia de estos ecosistemas en la conservación del agua y en el mantenimiento de equilibrios ecológicos fundamentales, especialmente en zonas como los humedales del sur del lago y los sistemas de manglares. Sin embargo, se advierte sobre las amenazas derivadas de la actividad humana, incluyendo la deforestación, la expansión urbana y la explotación de recursos naturales.

Como conclusión, Portillo y Pietrangeli subrayan la necesidad de comprender estos ecosistemas como base para la planificación del paisaje y la restauración ambiental. En este sentido, destacan el papel de los viveros ecosistémicos como herramientas para la propagación de especies nativas y la recuperación de entornos degradados, promoviendo una gestión sostenible del territorio.

Palabras clave: cuenca del Lago de Maracaibo, biodiversidad, ecosistemas tropicales, conservación del agua, restauración ecológica, especies nativas, viveros ecosistémicos.

Ecosystems of the Lake Maracaibo Basin

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Carlos Portillo

Biólogo de la Universidad del Zulia (Venezuela). Profesor asistente de tecnologías geoespaciales en el departamento de gestión de recursos naturales en Texas TechUniversity (Estados Unidos).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2222-1467

Miguel Ángel Pietrangeli

Biólogo. Profesor emérito de la Universidad del Zulia (Venezuela), Profesor visitante voluntario del Jardín Botánico de Kew (Inglaterra) en el departamento de nominación e identificación.

Conferencia dictada el 26 de enero de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Portillo, C.; Pietrangeli, M. Á.; Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. [Viveros ecosistémicos]. (2023, enero 26). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso I: Ecosistemas de la cuenca del Lago de Maracaibo* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos-Reino Unido. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=3IFPDIarfI0

CC BY NC

Abstract

The lecture addresses the ecological complexity of the Lake Maracaibo basin, highlighting its character as a diverse environmental system shaped by the interaction of climatic, geographic, and biological factors. The speakers explain how solar radiation, wind patterns, and topography create a humidity gradient that gives rise to a wide variety of ecosystems, ranging from arid zones in the north to high-precipitation areas in the south.

Among the main ecosystems described are dry forests, xerophytic shrublands, montane and premontane humid forests, wetlands, mangroves, and páramos, each hosting species adapted to specific conditions of temperature, humidity, and soil. This diversity makes the basin a highly biodiverse region, where interactions between flora and fauna sustain essential processes such as pollination, seed dispersal, and water regulation.

The lecture also emphasizes the importance of these ecosystems for water conservation and the maintenance of ecological balance, particularly in southern wetlands and mangrove systems. However, it also warns of threats arising from human activities, including deforestation, urban expansion, and resource exploitation.

In conclusion, Portillo and Pietrangeli underscore the need to understand these ecosystems as a foundation for landscape planning and environmental restoration. In this context, they highlight the role of ecosystem nurseries as tools for propagating native species and restoring degraded environments, thereby promoting sustainable land management.

Keywords: Lake Maracaibo basin, biodiversity, tropical ecosystems, water conservation, ecological restoration, native species, ecosystem nurseries.

Ecossistemas da bacia do Lago de Maracaibo

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Carlos Portillo

Biólogo de la Universidad del Zulia (Venezuela). Profesor asistente de tecnologías geoespaciales en el departamento de gestión de recursos naturales en Texas TechUniversity (Estados Unidos).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2222-1467

Miguel Ángel Pietrangeli

Biólogo. Profesor emérito de la Universidad del Zulia (Venezuela), Profesor visitante voluntario del Jardín Botánico de Kew (Inglaterra) en el departamento de nominación e identificación.

Conferencia dictada el 26 de enero de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Portillo, C.; Pietrangeli, M. Á.; Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. (Viveros ecosistémicos). (2023, enero 26). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso I: Ecosistemas de la cuenca del Lago de Maracaibo* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos-Reino Unido. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=3IFPDIarfI0

CC BY NC

Resumo

A conferência aborda a complexidade ecológica da bacia do Lago de Maracaibo, destacando seu caráter como um sistema ambiental diverso, determinado pela interação entre fatores climáticos, geográficos e biológicos. Os palestrantes explicam como a radiação solar, os padrões de vento e a topografia geram um gradiente de umidade que dá origem a uma ampla variedade de ecossistemas, desde zonas áridas no norte até áreas de alta precipitação no sul.

Entre os principais ecossistemas descritos encontram-se florestas secas, matagais xerófitos, florestas úmidas montanas e premontanas, áreas úmidas, manguezais e páramos, cada um com espécies adaptadas a condições específicas de temperatura, umidade e solo. Essa diversidade torna a bacia um espaço de alta biodiversidade, onde as interações entre flora e fauna sustentam processos essenciais como polinização, dispersão de sementes e regulação hídrica.

Destaca-se também a relevância desses ecossistemas na conservação da água e na manutenção de equilíbrios ecológicos fundamentais, especialmente em áreas como as zonas úmidas do sul do lago e os sistemas de manguezais. No entanto, adverte-se sobre as ameaças decorrentes da atividade humana, incluindo desmatamento, expansão urbana e exploração de recursos naturais.

Como conclusão, Portillo e Pietrangeli ressaltam a necessidade de compreender esses ecossistemas como base para o planejamento da paisagem e a restauração ambiental. Nesse sentido, destacam o papel dos viveiros ecossistêmicos como ferramentas para a propagação de espécies nativas e a recuperação de ambientes degradados, promovendo uma gestão sustentável do território.

Palavras-chave: bacia do Lago de Maracaibo, biodiversidade, ecossistemas tropicais, conservação da água, restauração ecológica, espécies nativas, viveiros ecossistêmicos.

Viveros y producción agrícola sostenible en el ámbito urbano

Nurseries and Sustainable Agricultural Production in Urban Environments

Viveiros e produção agrícola sustentável no âmbito urbano

David Gouverneur

Viveros y producción agrícola sostenible en el ámbito urbano

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

David Gouverneur

Arquitecto egresado de la Universidad Simón Bolívar (Venezuela). Diseñador urbano de la Universidad de Harvard (Estados Unidos). Profesor emérito de la Universidad Rafael Urdaneta (Venezuela). Actualmente es profesor asociado del departamento de arquitectura del paisaje de la Universidad de Pensilvania (Estados Unidos).

Conferencia dictada el 23 de febrero de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Gouverneur, D.; Urbina, C.; & Grauer, O. [Viveros ecosistémicos]. (2023, marzo 30). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 3: Importancia de los viveros en la planificación del paisaje* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=li2sEIU-mes

CC BY NC

Resumen

En la transformación de los entornos urbanos hacia modelos más sostenibles, Gouverneur propone un cambio de paradigma en la planificación urbana en el cual la producción agrícola, la sostenibilidad ambiental y el espacio público se integran como componentes fundamentales.

La conferencia ilustra cómo la agricultura urbana y los viveros contribuyen no solo a la producción de alimentos y a la generación de materiales para la autoconstrucción, sino también a la mejora de los espacios públicos y a la recuperación de áreas vacantes o subutilizadas. Asimismo, estas estrategias mejoran la calidad ambiental, apoyan la restauración de corredores ecológicos, promueven la depuración de cuerpos de agua, contribuyen a la estabilización de taludes y reducen el riesgo de inundaciones y el efecto de isla de calor urbana, entre otros beneficios.

Los enfoques de diseño también ayudan a evitar la expansión urbana hacia áreas de alto valor agrícola y fragilidad ambiental. Además, proponen la integración de huertos vecinales, viveros de base ecológica y agroparques dentro del tejido urbano, convirtiéndolos en una parte esencial de la experiencia de la ciudad. Estos proyectos integrales pueden fomentar la participación comunitaria, fortaleciendo el sentido de pertenencia y promoviendo la organización colectiva, la cohesión social y la educación ambiental. En este sentido, los viveros se presentan como sitios para la experimentación, el aprendizaje, la propagación de especies adecuadas para las condiciones locales (como suelos, clima, disponibilidad de agua) y para el paisaje urbano.

A través de talleres académicos enfocados en ciudades de diversos países en desarrollo, el diseño —en múltiples escalas— se identifica como una herramienta clave para lograr estos objetivos, adaptando las estrategias a las condiciones locales.

Palabras clave: agricultura urbana, viveros ecológicos, sostenibilidad urbana, espacio público, cohesión social, biodiversidad, planificación urbana.

Nurseries and Sustainable Agricultural Production in Urban Environments

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

David Gouverneur

Arquitecto egresado de la Universidad Simón Bolívar (Venezuela). Diseñador urbano de la Universidad de Harvard (Estados Unidos). Profesor emérito de la Universidad Rafael Urdaneta (Venezuela). Actualmente es profesor asociado del departamento de arquitectura del paisaje de la Universidad de Pensilvania (Estados Unidos).

Conferencia dictada el 23 de febrero de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Gouverneur, D.; Urbina, C.; & Grauer, O. (Viveros ecosistémicos). (2023, marzo 30). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 3: Importancia de los viveros en la planificación del paisaje* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=li2sEIU-mes

CC BY NC

Abstract

In the transformation of urban environments toward more sustainable models, Gouverneur proposes a paradigm shift in urban planning in which agricultural production, environmental sustainability, and public space are integrated as fundamental components.

The lecture illustrates how urban agriculture and nurseries contribute not only to food production and the generation of materials for self-construction, but also to the improvement of public spaces and the recovery of vacant or underutilized areas. Likewise, these strategies enhance environmental quality, support the restoration of ecological corridors, promote the purification of waterways, contribute to slope stabilization, and reduce flood risk and the urban heat island effect, among other benefits.

Design approaches also help prevent urban sprawl into areas of high agricultural value and environmental fragility. In addition, they propose the integration of neighborhood gardens, ecosystem-based nurseries, and agro-parks within the urban fabric, making them an essential part of the urban experience. These holistic projects can foster community participation, strengthening a sense of belonging and promoting collective organization, social cohesion, and environmental education. In this context, nurseries become spaces for experimentation, learning, the propagation of species suitable to local conditions (such as soils, climate, and availability of water), and for urban landscapes.

Through academic workshops focused on cities in various developing countries, design—at multiple scales—is identified as a key tool for effectively achieving these objectives while adapting strategies to local conditions.

Keywords: urban agriculture, ecosystem nurseries, urban sustainability, public space, social cohesion, biodiversity, urban planning.

Viveiros e produção agrícola sustentável no âmbito urbano

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

David Gouverneur

Arquitecto egresado de la Universidad Simón Bolívar (Venezuela). Diseñador urbano de la Universidad de Harvard (Estados Unidos). Profesor emérito de la Universidad Rafael Urdaneta (Venezuela). Actualmente es profesor asociado del departamento de arquitectura del paisaje de la Universidad de Pensilvania (Estados Unidos).

Conferencia dictada el 23 de febrero de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Gouverneur, D.; Urbina, C.; & Grauer, O. [Viveros ecosistémicos]. (2023, marzo 30). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 3: Importancia de los viveros en la planificación del paisaje* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=li2sEIU-mes

CC BY NC

Resumo

Na transformação dos ambientes urbanos em direção a modelos mais sustentáveis, Gouverneur propõe uma mudança de paradigma no planejamento urbano, na qual a produção agrícola, a sustentabilidade ambiental e o espaço público se integram como componentes fundamentais.

A palestra ilustra como a agricultura urbana e os viveiros contribuem não apenas para a produção de alimentos e a geração de materiais para a autoconstrução, mas também para a melhoria dos espaços públicos e a recuperação de áreas vagas ou subutilizadas. Além disso, essas estratégias melhoram a qualidade ambiental, apoiam a restauração de corredores ecológicos, promovem a depuração de corpos d'água, contribuem para a estabilização de taludes e reduzem o risco de inundações e o efeito de ilha de calor urbana, entre outros benefícios.

As abordagens de projeto também ajudam a evitar a expansão urbana para áreas de alto valor agrícola e fragilidade ambiental. Além disso, propõem a integração de hortas comunitárias, viveiros de base ecológica e agroparques no tecido urbano, transformando-os em parte essencial da experiência da cidade. Esses projetos integrais podem fomentar a participação comunitária, fortalecendo o senso de pertencimento e promovendo a organização coletiva, a coesão social e a educação ambiental. Nesse sentido, os viveiros se apresentam como locais para a experimentação, a aprendizagem e a propagação de espécies adequadas às condições locais (como solos, clima e disponibilidade de água) e à paisagem urbana.

Por meio de ateliês acadêmicos focados em cidades de diversos países em desenvolvimento, o projeto — em múltiplas escalas — é identificado como uma ferramenta fundamental para alcançar esses objetivos, adaptando as estratégias às condições locais.

Palavras-chave: agricultura urbana, viveiros ecológicos, sustentabilidade urbana, espaço público, coesão social, biodiversidade, planejamento urbano.

Importancia de los viveros en la planificación del paisaje

The Importance of Nurseries in Landscape Planning

Importância dos viveiros no planejamento da paisagem

Carla Urbina

Importancia de los viveros en la planificación del paisaje

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Carla Urbina

Doctora en Urbanismo (Brasil), Especialista en recuperación de jardines históricos y paisajes culturales (España), Magister en Diseño Urbano, Arquitecta (Venezuela). Profesora de la Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro (Brasil).

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0370-0072

Conferencia dictada el 30 de marzo de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. (Viveros ecosistémicos). (2023, 30 de marzo de 2023). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 3: Importancia de los viveros en la planificación del paisaje* [video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=tkSxeuHSya4

CC BY NC

Resumen

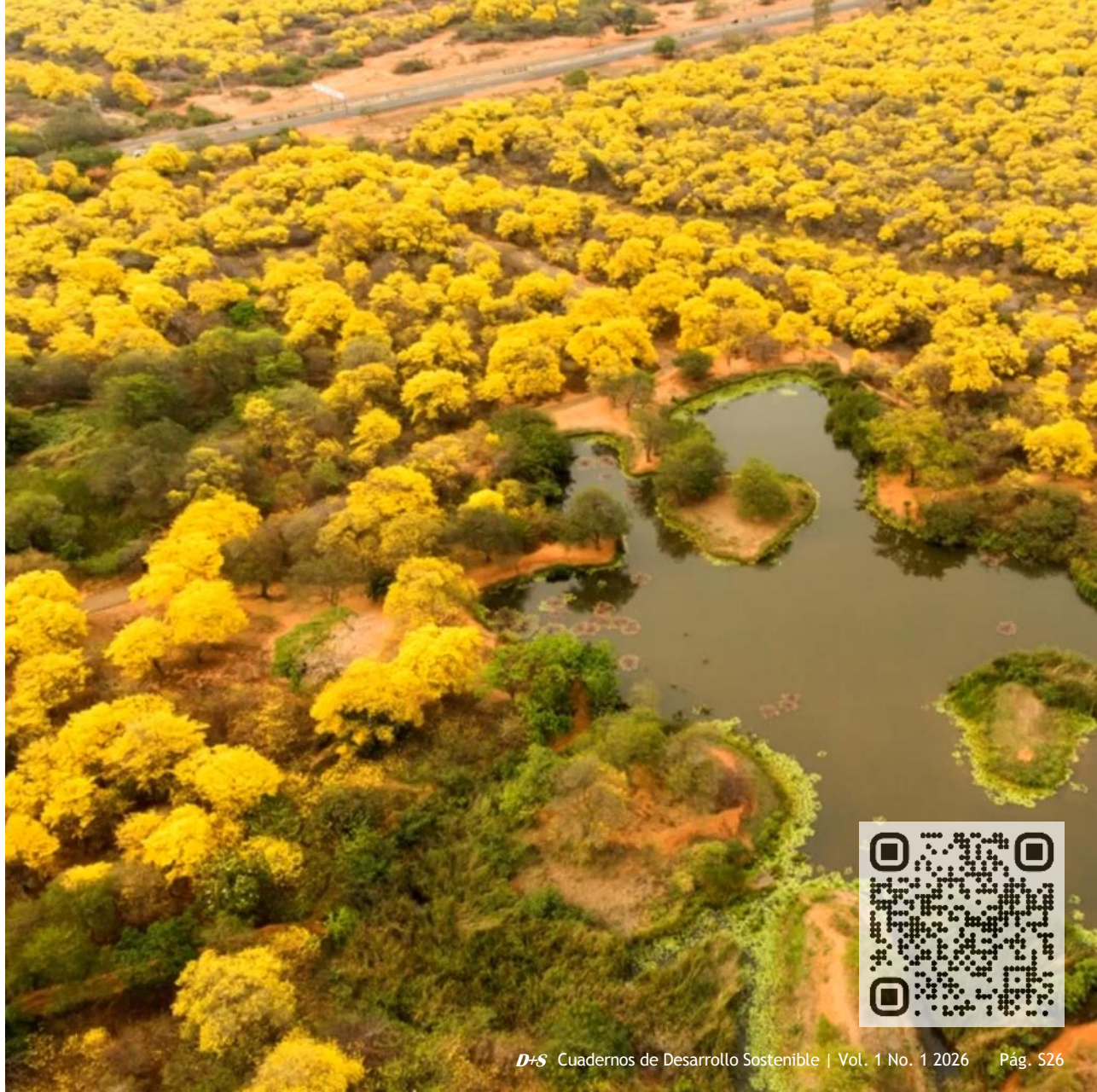
La conferencia examina el papel de los viveros en la planificación del paisaje desde una perspectiva histórica, ecológica y operativa, destacando su evolución desde espacios de experimentación botánica hasta infraestructuras clave en la configuración de sistemas de paisaje urbano biodiverso. Urbina plantea que los viveros, junto con huertos y jardines botánicos, han sido fundamentales como fuentes de material vegetal y como componentes activos dentro de la red de espacios públicos de las ciudades, presentando ejemplos em Lisboa, Madrid, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Caracas y Maracaibo.

Entre los temas desarrollados, se resalta la importancia de comprender los viveros como espacios multifuncionales que integran investigación, producción, educación y gestión ambiental. Se subraya su papel en la propagación de especies vegetales para su incorporación en proyectos paisajísticos, así como su contribución a la restauración ecológica y a la diversificación del paisaje urbano.

Asimismo, la conferencia enfatiza la necesidad de abordar el paisaje como un sistema dinámico, donde las especies vegetales responden a procesos naturales y no deben ser entendidas únicamente desde criterios estéticos. En este sentido, se propone una aproximación que prioriza el conocimiento del comportamiento de las especies y su adaptación al contexto local, favoreciendo procesos ecológicos como la sucesión vegetal y la regeneración del suelo.

Urbina destaca que los viveros constituyen herramientas estratégicas para articular la planificación del paisaje a diferentes escalas, desde lo doméstico hasta lo urbano y territorial. Su integración en redes colaborativas permite generar continuidad ecológica y fortalecer la resiliencia de los ecosistemas urbanos, consolidando una visión del paisaje como sistema vivo en constante transformación.

Palabras clave: viveros ecosistémicos, planificación del paisaje, especies nativas, restauración ecológica, infraestructura verde, paisaje urbano, biodiversidad.



The Importance of Nurseries in Landscape Planning

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Carla Urbina

Doctora en Urbanismo (Brasil), Especialista en recuperación de jardines históricos y paisajes culturales (España), Magister en Diseño Urbano, Arquitecta (Venezuela). Profesora de la Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro (Brasil).

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0370-0072

Conferencia dictada el 30 de marzo de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. (Viveros ecosistémicos). (2023, 30 de marzo de 2023). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 3: Importancia de los viveros en la planificación del paisaje* [video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=tkSxeuHSya4

CC BY NC

Abstract

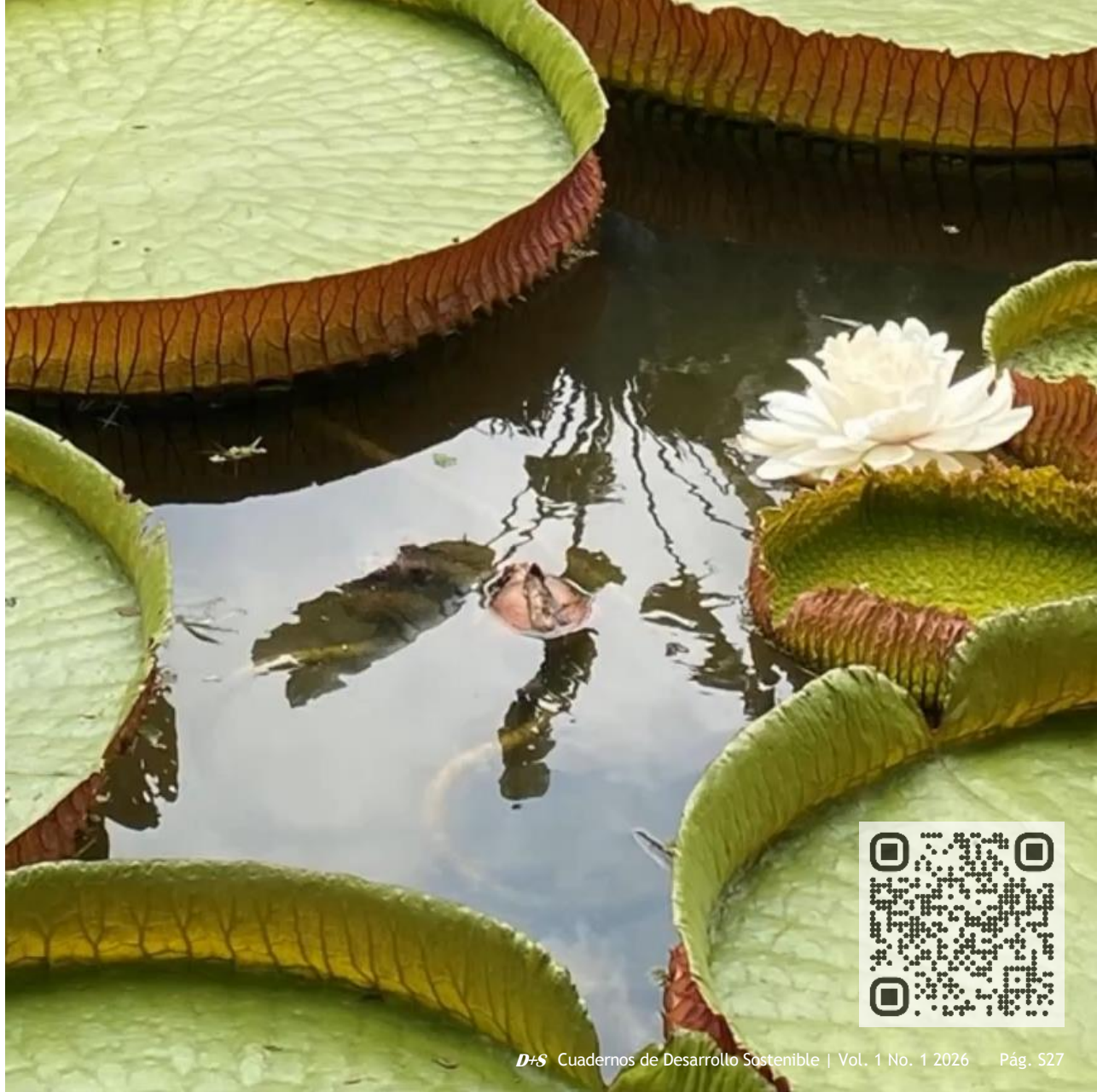
The lecture examines the role of nurseries in landscape planning from a historical, ecological, and operational perspective, highlighting their evolution from spaces of botanical experimentation to key infrastructures in the configuration of sustainable urban systems. Urbina states that nurseries, along with orchards and botanical gardens, have been fundamental as sources of plant material and as active components within the network of public spaces in cities, presenting examples in Lisbon, Madrid, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Caracas, and Maracaibo.

Among the topics discussed, the importance of understanding nurseries as multifunctional spaces that integrate research, production, education, and environmental management is emphasized. She highlights their role in the propagation of plant species—preferably native—and their incorporation into landscape projects, as well as their contribution to ecological restoration and the diversification of the urban landscape.

The lecture also highlights the need to approach landscape as a dynamic system, where plant species respond to natural processes and should not be understood solely through aesthetic criteria. In this regard, she proposes an approach that prioritizes knowledge of species behavior and their adaptation to local contexts, favoring ecological processes such as plant succession and soil regeneration.

Urbina emphasizes that nurseries constitute strategic tools to articulate landscape planning at different scales, from domestic to urban and territorial. Their integration into collaborative networks enables ecological continuity and strengthens the resilience of urban ecosystems, consolidating a vision of landscape as a living system in constant transformation.

Keywords: ecosystem nurseries, landscape planning, native species, ecological restoration, green infrastructure, urban landscape, biodiversity.



Importância dos viveiros no planejamento da paisagem

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Carla Urbina

Doctora en Urbanismo (Brasil), Especialista en recuperación de jardines históricos y paisajes culturales (España), Magister en Diseño Urbano, Arquitecta (Venezuela). Profesora de la Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro (Brasil).

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0370-0072

Conferencia dictada el 30 de marzo de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. (Viveros ecosistémicos). (2023, 30 de marzo de 2023). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 3: Importancia de los viveros en la planificación del paisaje* [video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=tkSxeuHSya4

CC BY NC

Resumo

A conferência examina o papel dos viveiros no planejamento da paisagem a partir de uma perspectiva histórica, ecológica e operacional, destacando sua evolução de espaços de experimentação botânica para infraestruturas-chave na configuração de sistemas urbanos sustentáveis. Urbina afirma que viveiros, juntamente com hortos e jardins botânicos, têm sido fundamentais como fontes de material vegetal e como componentes ativos dentro da rede de espaços públicos nas cidades, apresentando exemplos em Lisboa, Madri, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Caracas e Maracaibo.

Entre os temas desenvolvidos, destaca-se a importância de compreender os viveiros como espaços multifuncionais que integram pesquisa, produção, educação e gestão ambiental. Ressalta-se seu papel na propagação de espécies vegetais — preferencialmente nativas— para sua incorporação em projetos paisagísticos, bem como sua contribuição para a restauração ecológica e a diversificação da paisagem urbana.

A conferência também enfatiza a necessidade de abordar a paisagem como um sistema dinâmico, no qual as espécies vegetais respondem a processos naturais e não devem ser entendidas apenas sob critérios estéticos. Nesse sentido, propõe-se uma abordagem que prioriza o conhecimento do comportamento das espécies e sua adaptação ao contexto local, favorecendo processos ecológicos como a sucessão vegetal e a regeneração do solo.

Urbina destaca que os viveiros constituem ferramentas estratégicas para articular o planejamento da paisagem em diferentes escalas, do doméstico ao urbano e territorial. Sua integração em redes colaborativas permite gerar continuidade ecológica e fortalecer a resiliência dos ecossistemas urbanos, consolidando uma visão da paisagem como sistema vivo em constante transformação.

Palavras-chave: viveiros ecossistêmicos, planejamento da paisagem, espécies nativas, restauração ecológica, infraestrutura verde, paisagem urbana, biodiversidade.

Colecta y producción de plantas tropicales

Collection and Production of Tropical Plants

Coleta e produção de plantas tropicais

Beatríz Emilião Araújo

Colecta y producción de plantas tropicales

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Marisa Furtado

Directora Ejecutiva del Instituto Mão na Jaca. Documentarista. Brasil.

Pedro Lobão

Director del Instituto Mão na Jaca. Arquitecto, Magister en Arquitectura Paisajística y doctorando en urbanismo PROURB-UFRJ.

Beatríz Emilião Araújo

Licenciada en Composición Paisajística, Magister en Arquitectura Paisajística PROURB/FAU. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Brasil.

Conferencia dictada el 27 de abril de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Furtado, M.; Lobão, P.; Araújo, B.; Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. [Viveros ecosistémicos]. (2023, abril 27). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 4: Colecta y producción de plantas tropicales* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=3ZEYZWE6v3o

CC BY NC

Resumen

Las conferencias abordan la colecta y producción de plantas tropicales desde una perspectiva que integra dimensiones ecológicas, sociales y productivas, destacando su relevancia en la construcción de paisajes sostenibles. Los ponentes presentan experiencias complementarias que evidencian cómo el aprovechamiento de especies vegetales contribuye tanto a la restauración ambiental como a la generación de vínculos comunitarios y oportunidades económicas.

En una primera aproximación, se expone la colecta urbana de especies comestibles como una práctica que revaloriza el conocimiento local y promueve nuevas formas de relación entre la ciudad y la naturaleza. A través de iniciativas como el proyecto Mão na Jaca, orientado al aprovechamiento del fruto de la jaca (Artocarpus heterophyllus), se argumenta que la identificación, recolección y uso de recursos vegetales disponibles en el entorno urbano activan procesos culturales, sociales, educativos y productivos, y fomentan la seguridad alimentaria.

Por otra parte, se desarrolla el rol de los viveros institucionales, como el huerto universitario de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, como espacios estratégicos para la producción vegetal, la investigación aplicada y la formación técnica. Se destacan aspectos como la planificación de la producción, la selección de especies nativas, la importancia de la infraestructura, y el manejo de sustratos para garantizar la calidad y viabilidad de las plantas.

Las experiencias presentadas subrayan que la colecta y producción de plantas tropicales constituyen procesos fundamentales para la planificación del paisaje, al facilitar la incorporación de especies adaptadas al contexto local y promover una relación más equilibrada entre naturaleza y ciudad. Asimismo, enfatizan el valor de las iniciativas colaborativas y del conocimiento compartido como motores de sostenibilidad y desarrollo local.

Palabras clave: colecta de especies, plantas tropicales, viveros, biodiversidad, producción vegetal, paisaje urbano, desarrollo local.

Collection and Production of Tropical Plants

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Marisa Furtado

Directora Ejecutiva del Instituto Mão na Jaca. Documentarista. Brasil.

Pedro Lobão

Director del Instituto Mão na Jaca. Arquitecto, Magister en Arquitectura Paisajística y doctorando en urbanismo PROURB-UFRJ.

Beatríz Emilião Araújo

Licenciada en Composición Paisajística, Magister en Arquitectura Paisajística PROURB/FAU. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Brasil.

Conferencia dictada el 27 de abril de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Furtado, M.; Lobão, P.; Araújo, B.; Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. [Viveros ecosistémicos]. (2023, abril 27). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 4: Colecta y producción de plantas tropicales* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=3ZEYZWE6v3o

CC BY NC

Abstract

The lectures address the harvest and production of tropical plants from a perspective that integrates ecological, social, and productive dimensions, highlighting their relevance in the development of sustainable landscapes. The speakers present diverse experiences that demonstrate how the use of plant species contributes both to environmental restoration and to the creation of community bonds and economic opportunities.

Initially, they address the urban harvesting of edible species as a practice that revalues local knowledge and promotes new relationships between cities and nature. Through initiatives such as the Mão na Jaca project, which focuses on the use of jackfruit (Artocarpus heterophyllus), it is argued that the identification, collection, and use of plant resources available in urban environments activate cultural, social, educational, and productive processes, while also fostering food security.

Furthermore, the role of institutional nurseries, such as the university garden of the Federal University of Rio de Janeiro, is emphasized as a strategic space for plant production, applied research, and technical training. Aspects such as production planning, the selection of native species, infrastructure requirements, and substrate management are highlighted as essential to ensure plant quality and viability.

In conclusion, the experiences presented highlight that the harvest and production of tropical plants represent fundamental processes for landscape planning, as they facilitate the incorporation of species adapted to local contexts and promote a more balanced relationship between nature and the city. Likewise, they emphasize the value of collaborative initiatives and shared knowledge as drivers of sustainability and local development.

Keywords: species collection, tropical plants, nurseries, biodiversity, plant production, urban landscape, local development.

Coleta e produção de plantas tropicais

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Marisa Furtado

Directora Ejecutiva del Instituto Mão na Jaca. Documentarista. Brasil.

Pedro Lobão

Director del Instituto Mão na Jaca. Arquitecto, Magister en Arquitectura Paisajística y doctorando en urbanismo PROURB-UFRJ.

Beatríz Emilião Araújo

Licenciada en Composición Paisajística, Magister en Arquitectura Paisajística PROURB/FAU. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Brasil.

Conferencia dictada el 27 de abril de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Furtado, M.; Lobão, P.; Araújo, B.; Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. [Viveros ecosistémicos]. (2023, abril 27). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 4: Colecta y producción de plantas tropicales* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=3ZEYZWE6v3o

CC BY NC

Resumo

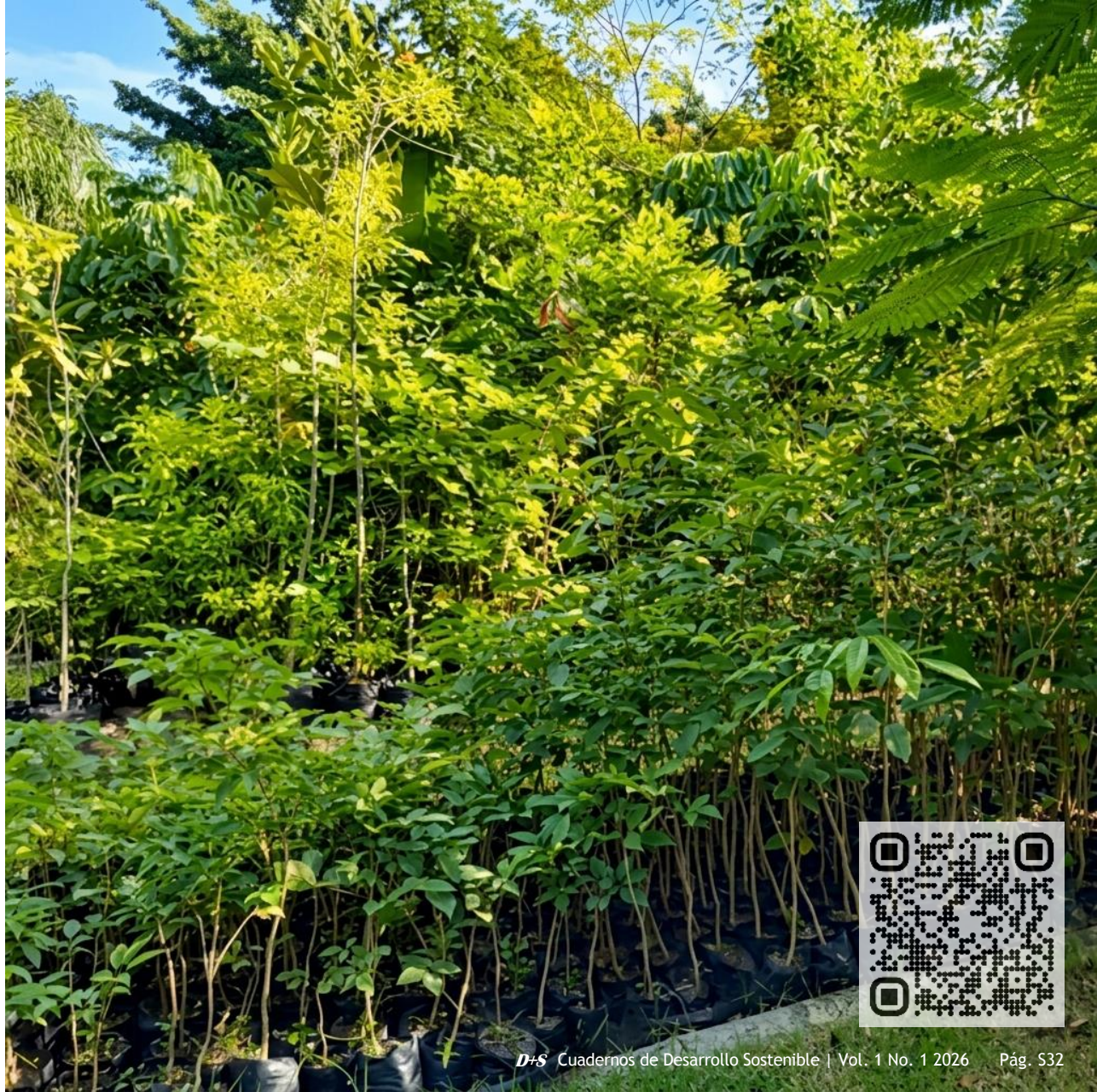
As conferências abordam a coleta e a produção de plantas tropicais a partir de uma perspectiva que integra dimensões ecológicas, sociais e produtivas, destacando sua relevância na construção de paisagens sustentáveis. Os palestrantes apresentam experiências complementares que evidenciam como o aproveitamento de espécies vegetais contribui tanto para a restauração ambiental quanto para a geração de vínculos comunitários e oportunidades econômicas.

Em uma primeira abordagem, expõe-se a coleta urbana de espécies comestíveis como uma prática que revaloriza o conhecimento local e promove novas formas de relação entre a cidade e a natureza. Por meio de iniciativas como o projeto Mão na Jaca, voltado ao aproveitamento do fruto da jaca (Artocarpus heterophyllus), argumenta-se que a identificação, coleta e uso de recursos vegetais disponíveis no ambiente urbano ativam processos culturais, sociais, educativos e produtivos, além de fomentarem a segurança alimentar.

Por outro lado, desenvolve-se o papel dos viveiros institucionais, como o horto universitário da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como espaços estratégicos para a produção vegetal, a pesquisa aplicada e a formação técnica. Destacam-se aspectos como o planejamento da produção, a seleção de espécies nativas, a importância da infraestrutura e o manejo de substratos para garantir a qualidade e a viabilidade das plantas.

Como conclusão, as experiências apresentadas enfatizam que a coleta e a produção de plantas tropicais constituem processos fundamentais para o planejamento da paisagem, ao facilitar a incorporação de espécies adaptadas ao contexto local e promover uma relação mais equilibrada entre a natureza e a cidade. Da mesma forma, enfatizam o valor das iniciativas colaborativas e do conhecimento compartilhado como motores de sustentabilidade e desenvolvimento local.

Palavras-chave: coleta de espécies, plantas tropicais, viveiros, biodiversidade, produção vegetal, paisagem urbana, desenvolvimento local.



Planificación y gestión de viveros ecosistémicos

Planning and Management of Ecosystem Nurseries

Planejamento e gestão de viveiros ecossistêmicos

Leonardo Soto

Planificación y gestión de viveros ecosistémicos

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Leonardo Soto

Economista egresado de la Universidad del Zulia /Venezuela). Magister en Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo. Doctor en Ciencias, mención Gerencia en la Universidad Rafael Belloso Chacín (Venezuela). Presidente de Integral Consultores Group.

Conferencia dictada el 25 de mayo de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Soto, L. ; Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. (Viveros ecosistémicos). (2023, mayo 25). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 5: Planificación y gestión de viveros ecosistémicos* (Video). Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=UdWzSC_BDaY

Resumen

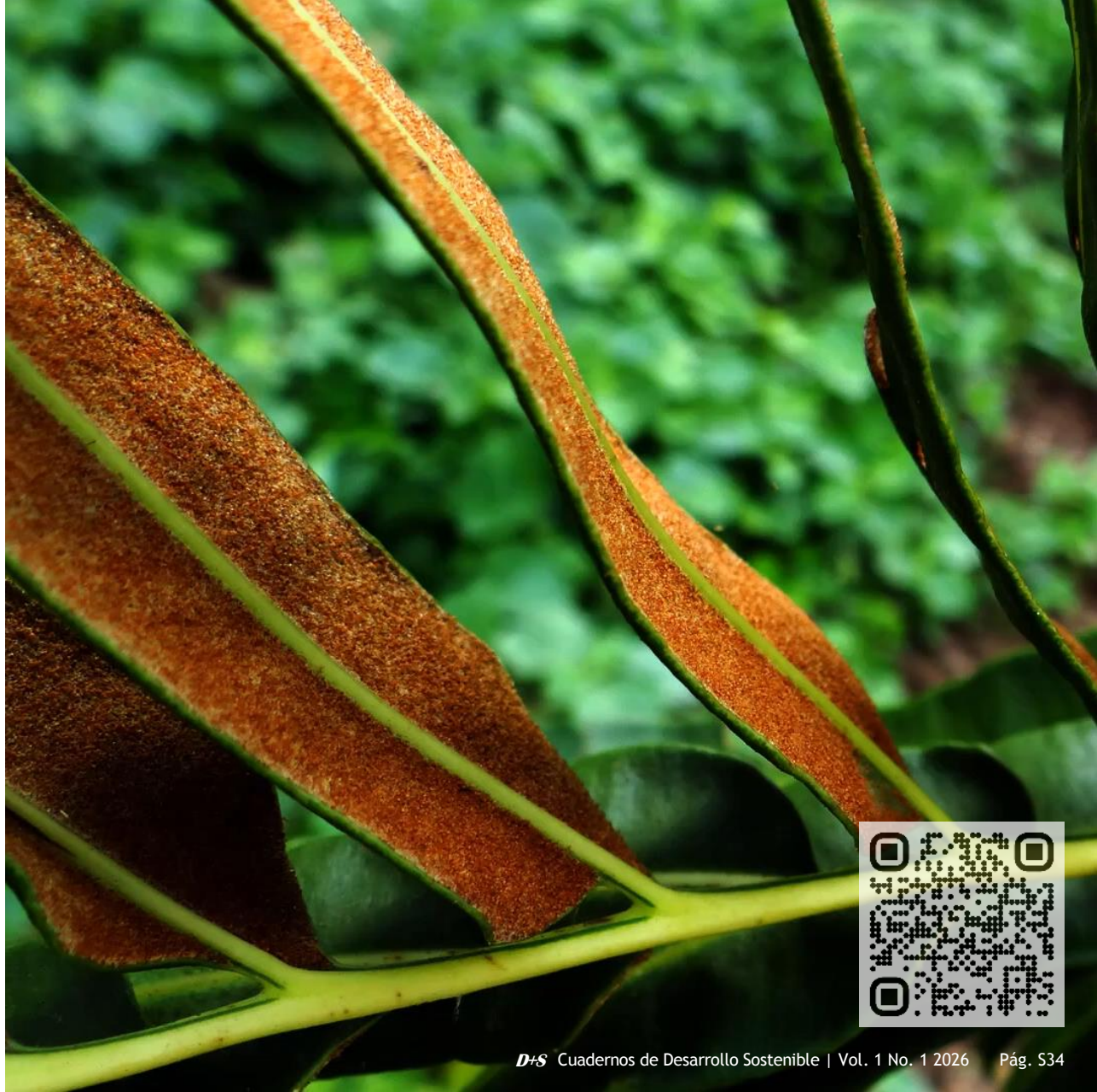
La conferencia aborda la planificación y gestión de viveros ecosistémicos desde una perspectiva integral que articula dimensiones técnicas, organizativas y económicas. El ponente plantea que estos viveros deben entenderse como unidades productivas complejas, cuya sostenibilidad depende de una adecuada planificación estratégica, la optimización de recursos y la articulación con redes institucionales y comunitarias.

Entre los temas desarrollados, se destaca la importancia de estructurar los viveros a partir de objetivos claros, vinculados tanto a la restauración ecológica como a la generación de valor social y económico. Se enfatiza la necesidad de diseñar modelos de gestión que contemplen la diversificación de especies, la eficiencia en los procesos productivos y la capacidad de adaptación a contextos cambiantes. Asimismo, se abordan aspectos relacionados con la organización del trabajo, la formación de capacidades técnicas y la incorporación de criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones.

Se resalta también el papel de la planificación como herramienta para garantizar la viabilidad a mediano y largo plazo de los viveros, integrando variables ambientales, financieras y operativas. En este sentido, se subraya la relevancia de establecer alianzas estratégicas, redes de colaboración y mecanismos de seguimiento que permitan evaluar el desempeño y mejorar continuamente los procesos.

Soto destaca que los viveros ecosistémicos constituyen plataformas clave para la restauración del paisaje y el desarrollo local, siempre que su gestión se base en principios de planificación integral, innovación y participación. Su consolidación requiere una visión sistémica que articule conocimiento técnico, sostenibilidad económica y compromiso social.

Palabras clave: planificación estratégica, gestión de viveros, viveros ecosistémicos, sostenibilidad, desarrollo local, eficiencia productiva, redes de colaboración.



Planning and Management of Ecosystem Nurseries

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Leonardo Soto

Economista egresado de la Universidad del Zulia /Venezuela). Magister en Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo. Doctor en Ciencias, mención Gerencia en la Universidad Rafael Belloso Chacín (Venezuela). Presidente de Integral Consultores Group.

Conferencia dictada el 25 de mayo de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Soto, L. ; Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. [Viveros ecosistémicos]. (2023, mayo 25). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 5: Planificación y gestión de viveros ecosistémicos* [Video]. Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=UdWzSC_BDaY

CC BY NC

Abstract

The lecture addresses the planning and management of ecosystem nurseries from an integrated perspective that articulates technical, organizational, and economic dimensions. The speaker argues that these nurseries should be understood as complex productive units whose sustainability depends on proper strategic planning, resource optimization, and articulation with institutional and community networks.

Among the topics discussed, the importance of structuring nurseries based on clear objectives linked to both ecological restoration and the generation of social and economic value is highlighted. Furthermore, Soto emphasizes the needs to design management models that consider species diversification, efficiency in production processes, and adaptability to changing contexts. The lecture also addresses aspects related to work organization, capacity building, and the incorporation of sustainability criteria in decision-making processes.

The lecture further highlights the role of planning as a tool to ensure the medium- and long-term viability of nurseries, integrating environmental, financial, and operational variables. In this regard, the importance of establishing strategic alliances, collaborative networks, and monitoring mechanisms to evaluate performance and continuously improve processes is emphasized.

Finally, Soto highlights that ecosystem nurseries are key platforms for landscape restoration and local development, provided that their management is based on principles of integrated planning, innovation, and participation. Their consolidation requires a systemic vision that articulates technical knowledge, economic sustainability, and social commitment.

Keywords: strategic planning, nursery management, ecosystem nurseries, sustainability, local development, productive efficiency, collaborative networks.

Planejamento e gestão de viveiros ecossistêmicos

ARK: https://doi.org/00.00000/abc.2023.03.30000

Leonardo Soto

Economista egresado de la Universidad del Zulia /Venezuela). Magister en Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo. Doctor en Ciencias, mención Gerencia en la Universidad Rafael Belloso Chacín (Venezuela). Presidente de Integral Consultores Group.

Conferencia dictada el 25 de mayo de 2023 y transmitida en vivo vía Zoom y YouTube Live.

Cómo citar: Soto, L. ; Urbina, C.; Grauer, O.; & Gouverneur, D. (Viveros ecosistémicos). (2023, mayo 25). Seminario: Formación y conformación de viveros ecosistémicos. *Curso 5: Planificación y gestión de viveros ecosistémicos* (Video). Venezuela-Brasil-Estados Unidos. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=UdWzSC_BDaY

Resumo

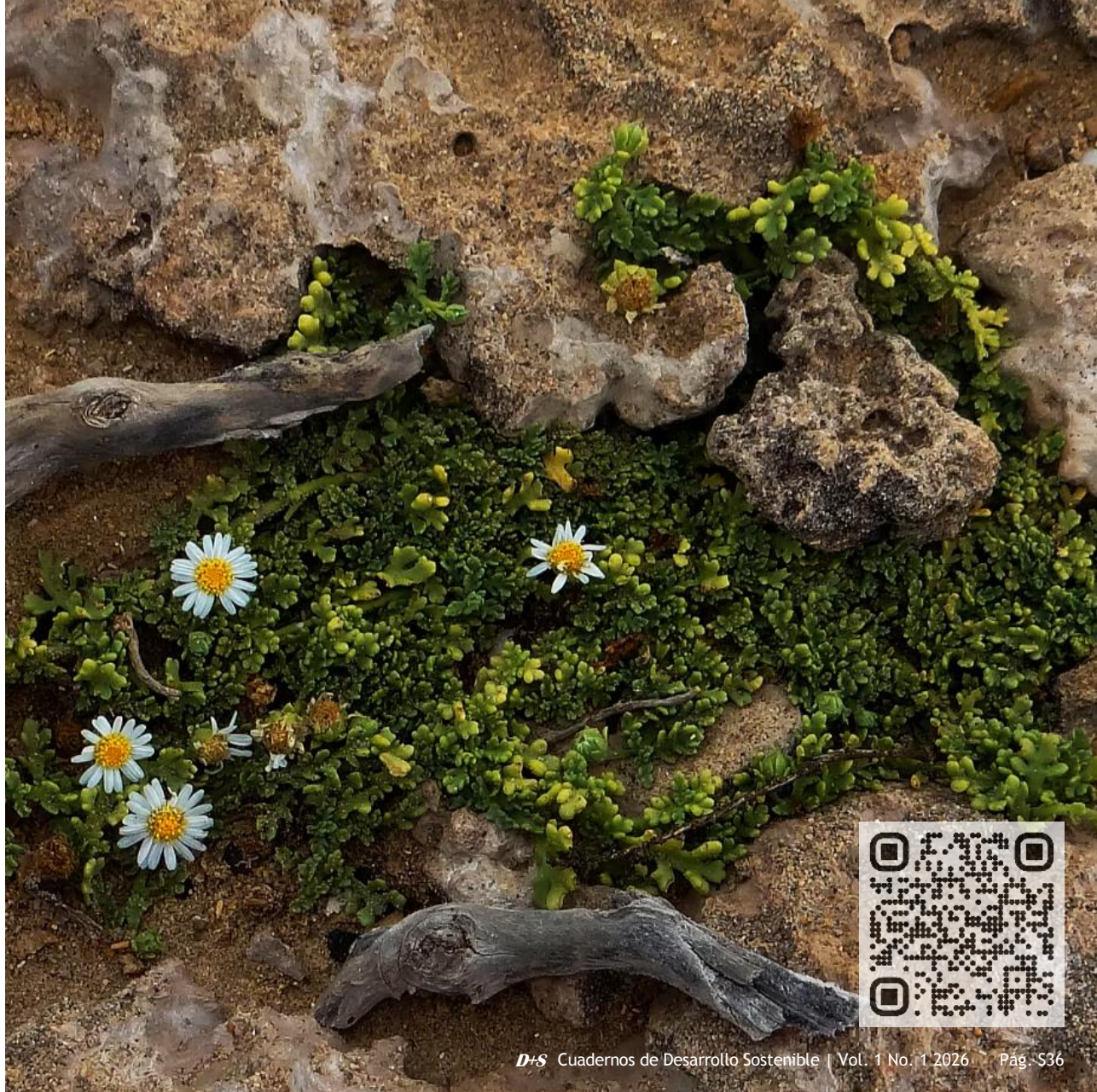
A conferência aborda o planejamento e a gestão de viveiros ecossistêmicos a partir de uma perspectiva integrada que articula dimensões técnicas, organizacionais e econômicas. O palestrante afirma que esses viveiros devem ser entendidos como unidades produtivas complexas, cuja sustentabilidade depende de um adequado planejamento estratégico, da otimização de recursos e da articulação com redes institucionais e comunitárias.

Entre os temas desenvolvidos, destaca-se a importância de estruturar os viveiros a partir de objetivos claros, vinculados tanto à restauração ecológica quanto à geração de valor social e econômico. Enfatiza-se a necessidade de desenvolver modelos de gestão que considerem a diversificação de espécies, a eficiência dos processos produtivos e a capacidade de adaptação a contextos em mudança.

Destaca-se o papel do planejamento como ferramenta para garantir a viabilidade de médio e longo prazo dos viveiros, integrando variáveis ambientais, financeiras e operacionais. Nesse sentido, ressalta-se a importância de estabelecer alianças estratégicas, redes de colaboração e mecanismos de monitoramento que permitam avaliar o desempenho e melhorar continuamente os processos.

Para Soto os viveiros ecossistêmicos constituem plataformas-chave para a restauração da paisagem e o desenvolvimento local, desde que sua gestão se baseie em princípios de planejamento integrado, inovação e participação.

Palavras-chave: planejamento estratégico, gestão de viveiros, viveiros ecossistêmicos, sustentabilidade, desenvolvimento local, eficiência produtiva, redes de colaboração.



AGRADECIMIENTOS

La Comisión de Desarrollo Sostenible Local expresa su agradecimiento a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela y a la Comisión Editorial por el valioso apoyo brindado en la revisión, corrección y publicación de la presente iniciativa. Su acompañamiento ha sido fundamental para garantizar la calidad y adecuada difusión de este trabajo.

Asimismo, la Comisión extiende su reconocimiento a las personas, grupos, instituciones y organizaciones, que, con su colaboración y compromiso, hicieron posible la realización del seminario y los talleres aquí reseñados. Su aporte ha sido clave para el desarrollo de los contenidos y para el fortalecimiento de las capacidades locales en torno a la gestión sostenible del paisaje y el territorio:

Ana María Colina, Betulio Sánchez, David Morales, Dianela López, Francois Galletti, Grisel Mercadante, Juan Marrufo, Julia Martínez, Lúcia Maria Sá Antunes Costa, María Alejandrina Faria, María Rossell (†), Pedro Romero, Arboleda Maracaibo, Coordinación de perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior CAPES-Brasil, Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, Fundación El Zulia Recicla, Fundación Jardín Botánico de Maracaibo, PROURB - Universidad Federal de Río de Janeiro, Proyecto Chururú, Adopta un árbol (San Cristobal), Vivero BioRecursos (Valencia), Vivero y centro hortícola del Jardín Botánico de Maracaibo (Maracaibo), Vivero PDVSA-INTEVEP (Los Teques), Vivero universitario de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (Maracaibo) y Vivero universitario del Proyecto Ávila UNIMET (Caracas).

Comisión de Desarrollo Sostenible Local
Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela
https://acading.org.ve/

Junio de 2026

Creative Commons 4.0 atribución no comercial.

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/140

Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

Comisión Editora

Catálogo de Libros Publicados 2021–2025

Caracas-Venezuela, 2026

Catálogo de Libros

La ANIH, en concordancia con sus objetivos de promover, investigar, difundir y asesorar en ciencias de la ingeniería y el hábitat, para incrementar la cooperación en el desarrollo de infraestructura, colaborar en la educación superior y asesorar en materia legal de interés público, pone a disposición de la comunidad los libros publicados en el portal de la ANIH desde 2021 hasta 2025, organizados en **8 áreas temáticas**, accesibles de forma gratuita desde su portal web.

ÍNDICE

N°	Área Temática	N° Libros
I	Educación y Perspectivas	5
II	La Diáspora Venezolana	3
III	Geografía e Historia	5
IV	Innovación y Tecnología	5
V	Agricultura y Ganadería	4
VI	Geología y Geofísica	4
VII	Medio Ambiente e Ingeniería	6
VIII	Energía e Industria	3

Acceso libre y gratuito a todos los títulos disponibles:

Portal ANIH · acading.org.ve

ÁREA TEMÁTICA I

Educación y Perspectivas

Cinco obras que analizan el porvenir de Venezuela, la educación superior en ingeniería y la memoria académica universitaria.

Venezuela frente al futuro: Modelo de un nuevo país

Gonzalo Morales · 2021

Descargar →

Rostros de la ausencia

Germán Pacheco Troconis · 2021

Descargar →

Aportes investigación y postgrado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo al desarrollo en ciencia y tecnología de Venezuela

Edilberto Guevara Pérez · 2022

Descargar →

Recuperación y transformación de las ingenierías en la educación superior universitaria: Hidrocarburos, petroquímica y química

Alexis Mercado · 2025

Descargar →

Historias nilóticas en la Escuela de Ingeniería y la Universidad central: sobre tres primigenias tesis egiptológicas venezolanas

Bernardo Urbani · 2025

Descargar →

Volver al índice

ÁREA TEMÁTICA II

La Diáspora Venezolana

Tres libros que documentan y analizan el fenómeno migratorio de profesionales venezolanos, sus características y su gran potencial como red de talentos.

1

Diáspora de talentos venezolanos: Características de una migración de alta calificación

José Manuel Martínez · 2021 ·
Descargar →

2

De fuga de cerebros a red de talentos: la diáspora venezolana: análisis y propuestas

Lafuente & Genatios · 2021 ·
Descargar →

3

Los ingenieros venezolanos en España: características y expectativas

José Manuel Martínez · 2022 ·
Descargar →

Volver al índice

ÁREA TEMÁTICA III

Geografía e Historia

Cinco obras que exploran el territorio, la infraestructura y los episodios históricos que han definido a Venezuela.

La construcción de un territorio. Venezuela: 1500–2003

Rosa Estaba · 2021 · Descargar →

Infraestructura petrolera y comunicaciones, siglos XIX y XX

Cilento & Martín Frechilla · 2022 · Descargar →

Tres episodios de la historia petrolera venezolana: Pedernales, Escuque y Perijá

Franco Urbani Patat · 2022 · Descargar →

Americae Sub Terra: crónicas sobre cavernas americanas en los siglos XV y XVI

Franco & Bernardo Urbani · 2024 · Descargar →

Cómo construir una no ciudad

Víctor Artís · 2023 · Descargar →

Volver al índice

ÁREA TEMÁTICA IV

Innovación y Tecnología

Cinco publicaciones del autor José Manuel Martínez que trazan rutas para el desarrollo innovador de Venezuela, con mirada comparada entre España y América Latina.

Una brújula para el desarrollo innovador de Venezuela
2025 · Descargar →

La chispa de la innovación: un viaje creativo a través de la creatividad e la teoría de la innovación
2025 · Descargar →

Nuevo desarrollo científico, tecnológico e innovador para Venezuela
2025 · Descargar →

Los caminos a la innovación: un viaje de reconocimiento en España y en Venezuela
2025 · Descargar →

Viaje histórico a la innovación española
2025 · Descargar →

Volver al índice

ÁREA TEMÁTICA V

Agricultura y Ganadería

Cuatro obras sobre las ciencias agrícolas venezolanas, desde los pioneros históricos hasta propuestas de ganadería sostenible con sistemas silvopastoriles.

Pioneros de las Ciencias Agrícolas y de la Agricultura Venezolana (1830–1980)

Germán Pacheco Troconis · 2021 · Descargar →

Lagunas de estabilización en el medio rural venezolano

Carlos Espinosa Jiménez · 2021 · Descargar →

La guayaba y otras mirtáceas en Venezuela

Leal, Avilan & Áñez · 2022 · Descargar →

Red venezolana de producción ganadera sostenible

Gustavo Nouel Borges · 2025 · Descargar →

Volver al índice

ÁREA TEMÁTICA VI

Geología y Geofísica

Cuatro títulos que abordan la tectónica del Caribe, la geología regional de Lara y Yaracuy, y los métodos gravimétrico y magnético de exploración.

1

Gravimetría y Tectónica de las márgenes de la Placa del Caribe

Antonio Ughi · 2021 · Descargar →

2

Geología del norte de los estados Lara y Yaracuy · Vol. 1

Franco Urbani Patat (editor) · 2021 · Descargar →

3

Principios y aplicaciones de los métodos gravimétrico y magnético

Víctor Graterol · 2022 · Descargar →

4

Geología del norte de los estados Lara y Yaracuy · Vol. 2: Atlas Geológico

Franco Urbani Patat y Alí Ricardo Gómez · 2025 · Descargar →

Volver al índice

ÁREA TEMÁTICA VII

Medio Ambiente e Ingeniería

Seis obras que cubren desde la ingeniería ambiental y el diseño de pavimentos hasta la crisis climática y los aludes torrenciales de 1999.

Introducción a la Ingeniería

Guevara, Buroz, Torres & Romero · 2024 · Descargar →

Fundamentos de Ingeniería Ambiental Vol. II

Ferrara, Machado-Allison et al. · 2025 · Descargar →

Los aludes torrenciales de 1999 en Venezuela: 20 años después

José Luis López (ed.) · 2021 · Descargar →

Diseño estructural de pavimentos flexibles y rígidos

Herbert Lynch Blackman · 2022 · Descargar →

La encrucijada climática

Maragno, Genatios & Lafuente · 2025 · Descargar →

El Laboratorio de Telecomunicaciones I+D+i en una empresa de América Latina. Posibilidades y límites del emprendimiento

José Manuel Martínez · 2025 · *Próximamente disponible en web*

Volver al índice

ÁREA TEMÁTICA VIII

Energía e Industria

Tres obras dedicadas a la energía hidroeléctrica, la eficiencia energética y la competitividad agroindustrial venezolana.

Guía metodológica para elaborar proyectos de minicentrales hidroeléctricas

Espinosa & Jegat Nicolo · 2021 · Descargar →

Importancia y valor de la eficiencia energética

José Manuel Martínez · 2025 · *Próximamente disponible en web*

Competitividad y distritos industriales: Enfoque agroindustrial venezolano

Andrew Torres · 2025 · Descargar →

Volver al índice

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/141

Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH)
Trabajo de Incorporación Académica (TIA)

Michael Schmitz[1]
(Candidato a Miembro Correspondiente Extranjero)

Aportes de la Microzonificación Sísmica para la Mitigación del Riesgo Sísmico en Venezuela – Avances y Desafíos[2]

Resumen

Se reportan los avances de los estudios de microzonificación sísmica en Venezuela y se discuten los aportes que pueden dar dichos estudios para la mitigación del riesgo sísmico en el país. Un alto porcentaje de la población venezolana se encuentra asentada en zonas de alta amenaza sísmica, como se evidenció en los terremotos de Caracas de 1967 y Cariaco 1997, donde se observaron daños por efectos de sitio (amplificación de las ondas sísmicas) y efectos inducidos (efectos geológicos como licuación del suelo, deslizamientos o ruptura de falla en superficie). Los estudios de microzonificación sísmica permiten identificar zonas de respuesta similar al movimiento sísmico con el fin de poder ajustar el diseño sísmico de los edificios a los diferentes escenarios dentro de las ciudades y tomar decisiones más acertadas sobre las edificaciones existentes, así como sobre el uso de la tierra para la planificación urbana.

En Venezuela se realizaron estudios de microzonificación sísmica en diferentes ciudades del país con variable estado de avance. Si bien en las áreas metropolitanas de Caracas y Barquisimeto, así como en Carora, se finalizaron los estudios, se encontraron dificultades al momento de la aprobación de ordenanzas municipales en complemento de las indicaciones de la norma de Construcciones Sismorresistentes COVENIN 1756-1 (COVENIN, 2019). Aun cuando dichas ordenanzas estén disponibles para todos los municipios, una eficiente mitigación de los efectos de los terremotos requiere de la puesta en práctica de sus indicaciones a través de planes municipales de gestión del riesgo sísmico.

Otras ciudades, como las áreas metropolitanas de Cumaná, Barcelona, Guarenas-Guatire, Maracay, Valencia y Mérida, entre otras, cuentan con estudios avanzados de la configuración del subsuelo, pero no se han finalizado las evaluaciones de la respuesta sísmica en superficie de las diferentes microzonas sísmicas identificadas. Esto dificulta el uso eficiente de esta información, por lo cual se enfatiza en la necesidad de su finalización y posterior implementación en ordenanzas municipales y planes de gestión del riesgo.

---

1 Profesor e investigador, Universidad Simón Bolívar - USB, Universidad Central de Venezuela – UCV, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas – FUNVISIS (jubilado), Caracas, Venezuela. E-mail: schmitzschutt@gmail.com
2 Trabajo de Incorporación Académica (TIA) ante la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), como requisito parcial para optar a su incorporación como Miembro Correspondiente Extranjero.

Dedicatoria

Le dedico este trabajo a la memoria del Ing. Enrique Gajardo, quien me ha impulsado hacia la aplicación de la microzonificación sísmica en Venezuela, así como a la memoria de mi gran amigo Dr. Jesús Delgado, quien me ha acompañado en las evaluaciones de los edificios e interacciones con las alcaldías.

Un agradecimiento muy especial va al Ing. Julio J. Hernández, quien ha diseñado la metodología utilizada en los proyectos de microzonificación sísmica y quien ha participado ampliamente en su ejecución.

Por último, quiero agradecer al grupo grande de profesionales y estudiantes de los equipos de trabajo de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) y de varias universidades nacionales e internacionales – sin ellos no hubiera sido posible realizar los proyectos.

Índice

Contenido **Página**

1 INTRODUCCIÓN 547

1.1 JUSTIFICACIÓN 547
1.2 MOTIVACIÓN 547
1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS 550
1.4 METODOLOGÍA EMPLEADA 550
1.4.1 Fase I: Revisión y Documentación de la Microzonificación Sísmica 550
1.4.2 Fase II: Evaluación de la Implementación e Impacto en la Mitigación del Riesgo 551
1.4.3 Fase III: Identificación de Desafíos y Limitaciones 551
1.4.4 Fase IV: Conclusiones 551

2 FUNDAMENTOS DE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA 551

2.1 DEFINICIÓN Y PROPÓSITO 551
2.2 METODOLOGÍA 553
2.2.1 Amenaza sísmica en roca 553
2.2.2 Evaluación geológica y geomorfológica 554
2.2.3 Evaluación geotécnica 555
2.2.4 Evaluación geofísica somera 555
2.2.5 Evaluación geofísica profunda 556
2.2.6 Espectros de respuesta 557
2.2.7 Determinación de microzonas sísmicas 559
2.2.8 Aplicación en la gestión del riesgo 560

3 AMENAZA SÍSMICA EN VENEZUELA 561

3.1 CARACTERÍSTICAS TECTÓNICAS DEL PAÍS 561
3.2 SISMICIDAD 563
3.3 AMENAZA SÍSMICA 564

4 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL 566

4.1 NORMATIVAS Y POLÍTICAS DE GESTIÓN DEL RIESGO 566
4.2 ORGANISMOS RESPONSABLES 567
4.3 INTEGRACIÓN DE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL ENTORNO NORMATIVO Y EN LA PLANIFICACIÓN URBANA . 567

5 AVANCES DE PROYECTOS DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA 568

5.1 ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS 568
5.2 ÁREA METROPOLITANA DE BARQUISIMETO -CABUDARE 572
5.3 CARORA Y OTRAS CIUDADES EN EL ESTADO LARA (EL TOCUYO, QUÍBOR, DUACA) 579
5.4 CUMANÁ Y CIUDADES EN EL ESTADO SUCRE (CARÚPANO, CARIACO) 587
5.5 CIUDADES EN EL MARCO DEL PROYECTO GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO EN ESPACIOS URBANOS 595
5.5.1 Área Metropolitana de Valencia 596
5.5.2 Área Metropolitana de Maracay 598
5.5.3 Área Metropolitana de Barcelona 601
5.5.4 Área Metropolitana de Mérida (más San Juan y Lagunillas) 604
5.5.5 Valle de la Pascua 607
5.5.6 Ciudades en el estado Trujillo (Valera, Trujillo, Boconó) 608

5.5.7 Ciudades en el estado Táchira (San Cristóbal, San Antonio del Táchira, Ureña, Michelena, Lobatera y Rubio) *612*
5.5.8 La Guaira y Ciudad Caribia *615*
5.5.9 Guarenas-Guatire *618*

6 DESAFÍOS Y LIMITACIONES 621

6.1 FINALIZACIÓN O ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS 621
6.2 RETOS EN LA IMPLEMENTACIÓN NORMATIVA 621
6.3 RESULTADOS Y APLICACIONES PRÁCTICAS 622
6.4 TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA 623

7 IMPACTO EN LA MITIGACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO 624

7.1 CONTENIDO DE LAS ORDENANZAS MUNICIPALES 624
7.2 EVALUACIÓN SÍSMICA Y PROPUESTAS DE MITIGACIÓN 625
7.3 PARTICIPACIÓN COMUNITARIA Y EDUCACIÓN SÍSMICA 627

8 CONCLUSIONES 628

8.1 APORTES CLAVE DE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA 628
8.2 REFLEXIÓN FINAL SOBRE LOS AVANCES Y DESAFÍOS 628

9 REFERENCIAS 629

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

Por su ubicación en el límite de las placas del Caribe y de Suramérica, gran parte del norte de Venezuela está sujeto a una moderada a alta amenaza sísmica, proveniente de las fallas tectónicas y la sismicidad asociada, la cual se ve reflejada en los mapas de zonificación sísmica de la norma COVENIN 1756-1 vigente (COVENIN, 2019). Los referidos mapas representan los movimientos sísmicos en roca; sin embargo, las ondas sísmicas pueden sufrir modificaciones importantes en amplitud, duración y contenido de frecuencias cuando llegan a la superficie, en especial si se trata de cuencas sedimentarias, situación en la cual se ubican la mayoría de las ciudades en Venezuela y otras partes del mundo.

La metodología aplicada en los proyectos de microzonificación sísmica contempla la evaluación del peligro sísmico en roca y la respuesta en superficie. En estos estudios se integra la información existente del subsuelo con los resultados de nuevas mediciones geofísicas y evaluaciones geológicas y geotécnicas en campo. Para la respuesta en superficie de las diferentes situaciones evaluadas se desarrollan perfiles para el cálculo de la respuesta dinámica mediante análisis lineal equivalente, tomando en cuenta la calidad del suelo somero (Vs30) y del espesor de los sedimentos hasta el basamento sísmico (H); con esta información se definen las microzonas de similar respuesta sísmica (Hernández et al., 2006). Dependiendo de las condiciones locales se estudia además el peligro de deslizamiento de laderas provocado por el terremoto, el peligro de licuación del suelo y las deformaciones permanentes asociados a la ruptura de fallas en superficie. Los resultados finales de los estudios de microzonificación sísmica se implementan en ordenanzas municipales y planes de gestión del riesgo sísmico para su mitigación.

El análisis de la amenaza sísmica con efectos de sitio y análisis de recurrencia de intensidades en Caracas, que sugiere que un futuro sismo de probable ocurrencia tendría intensidad entre VII y VIII en la escala macrosísmica europea (EMS-98; Grünthal, 2003) y podría ocurrir entre 2024 y 2060 con expectación hacia 2045 (Hernández y Schmitz, 2023), evidenció la necesidad de emprender un esfuerzo de mitigación del riesgo sísmico que bien puede durar dos décadas. Para ello deben priorizarse el tipo de construcciones y las zonas a atender, tal como se indican en dicho estudio. La potencial cercanía en tiempo de un terremoto destructor para Caracas – y en otras partes del país la situación podrá ser similar – requiere tomar acciones que permitan la mitigación del riesgo sísmico. La Microzonificación sísmica es una de las herramientas que impulsan, a través de la implementación de sus resultados, dicha mitigación

1.2 Motivación

Sitios con espesores grandes de suelo, como cuencas sedimentarias en las cuales se asientan muchas ciudades, son sujetos a amplificación del movimiento del terreno en comparación con los sitios en roca (e.g. Aki, 1993). Estas modificaciones de las ondas sísmicas por las condiciones geológicas se ven influenciadas por la forma y el contenido de las cuencas sedimentarias, es decir, el espesor sedimentario, las velocidades de propagación de las ondas sísmicas (sobre todo las ondas de corte), tanto en la parte somera (e.g. Boore, 2004), como profunda. Para estimar las características de las cuencas, y con ello los efectos de sitio, se

pueden utilizar diferentes métodos geofísicos, entre los cuales destacan los métodos sísmicos, gravimétricos y métodos que aprovechan las vibraciones ambientales o microtremores (e.g. Nakamura, 1989; Bard, 1999; Louie, 2001).

El espesor de los sedimentos cuaternarios (H) y sus parámetros (velocidades de onda de corte - Vs), así como como la calidad del suelo somero (Vs30 - la velocidad promedio de las ondas de corte en los primeros 30 m), que afecta significativamente la respuesta sísmica, son la base para la evaluación de las respuestas sísmicas en superficie y la construcción de espectros de diseño, mediante análisis de sitio, ajustados a las diferentes microzonas sísmicas de una ciudad.

Como precursores de la microzonificación sísmica en Venezuela pueden considerarse los estudios realizados posteriores al terremoto de 1967 debido a la concentración de los daños en la cuenca (Los Palos Grandes-Altamira y San Bernardino en Caracas, al igual que Caraballeda en el Litoral). Mediante investigaciones sísmicas posteriores al sismo se pudo determinar la profundidad de los sedimentos en el valle de Caracas con 300 m en Los Palos Grandes y 120 m en San Bernardino (Murphy et al., 1969). Se determinó la importancia de la relación entre la altura de los edificios y los períodos fundamentales de suelos, que alcanzan 1.6 en la parte más profunda del valle, afectando edificios de más de 14 pisos (Seed et al., 1970; Seed y Alonso, 1974), derivando en una primera microzonificación sísmica de Caracas (Alonso, 1975; Alonso y Larotta, 1977), de Mérida (Alonso, 1976) y de Caraballeda (1978).

Estudios piloto de microzonificación sísmica se realizaron entre 1992 y 1994 en la Costa Oriental del Lago de Maracaibo (COLM) en colaboración entre FUNVISIS, PDVSA-INTEVEP y el CETE-Méditerranée de Nice (Francia) (e.g. CETE Méditerranée, 1993; Duval et al., 1995). Estos estudios se centraron en áreas como Tía Juana y Lagunillas y tuvieron como objetivo principal calibrar un método experimental para evaluar la respuesta dinámica del suelo frente a terremotos, además de localizar los riesgos sísmicos. El propósito principal fue validar un nuevo método experimental (método de Nakamura) y de modelajes numéricos de los efectos locales para la microzonificación sísmica e identificar los riesgos derivados de terremotos, incluyendo efectos de sitio y secundarios.

A raíz del Seminario para conmemorar el 30 aniversario del terremoto de Caracas de 1967 llegaron en 1997 investigadores de Francia y del Japón a Venezuela y realizaron mediciones de ruido ambiental. Para Caracas determinaron que los periodos más largos coincidían con las zonas de mayor acumulación de sedimentos (1-1,6 s en Los Palos Grandes), mientras los periodos bajaron a 0,2 s en roca (Abeki et al., 1998a; Duval et al., 1998), aunque los valores de máxima amplificación no coinciden directamente con los periodos máximos, fenómeno atribuido a la influencia de la geometría del basamento.

En Cumaná se realizaron posterior al sismo de Cariaco de 1997 mediciones de ruido ambiental (Abeki et al., 1998b), pudiendo correlacionarse los periodos predominantes mayores a 1 s con los sedimentos deltaicos del río Manzanares y los depósitos marinos costeros. Debido al gran volumen de daños se realizaron en Cariaco mediciones de ruido ambiental (Masaki et al., 1999); los períodos predominantes reportados varían desde valores de 0,1 s en la parte rocosa hasta valores de 0,4 s en la parte norte de la cuenca. Mediante mediciones sísmicas de refracción se determinó un espesor mínimo de sedimentos blandos

del orden de 45 m en Cariaco (González et al., 1999) y espesores de sedimentos de 2500 m en Cariaco, disminuyendo hacia Casanay al este (e.g. Schmitz et al., 2005). Mediante 12 perforaciones geotécnicas hasta 22 m de profundidad se determinó la naturaleza del subsuelo como suelos blandos degradables sísmicamente saturados con alto potencial de licuación (De Santis y Hernández, 1999); estos estudios fueron referidos en Audemard et al. (2000a) como aportes de FUNVISIS a la evaluación de la amenaza sísmica.

Posteriormente, en Venezuela se realizaron estudios de microzonificación sísmica en varias ciudades, de los cuales destacan los siguientes: en los años 2005-2010 se realizó el "Proyecto de Microzonificación Sísmica en las Ciudades Caracas y Barquisimeto", cuyos resultados finales han sido implementados en ordenanzas municipales en Caracas y Barquisimeto (Rodríguez et al., 2005; Reinoza et al., 2011; Schmitz et al., 2009a, 2009b, 2020a; 2020b; 2023a). En la región centro-occidental se adelantaron además estudios en las ciudades Carora, El Tocuyo, Quíbor y Duaca en el marco del proyecto de microzonificación sísmica en el estado Lara (Ávila et al., 2014; Schmitz et al., 2023b). En el año 2006 se inició el proyecto Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos en las áreas metropolitanas de Mérida, Valencia, Maracay y Barcelona, así como en Valle de La Pascua. Los resultados parciales han sido utilizados en la planificación urbana y se espera terminar el desarrollo de los espectros en superficie refinados en comparación con los normativos, que conducen a una más precisa estimación de los efectos esperados, y por tanto una confiable herramienta para la mitigación del riesgo sísmico (Schmitz et al., 2015).

En Cumaná se realizaron desde el año 2008 estudios en el marco del Proyecto de Microzonificación Sísmica de la ciudad de Cumaná (Aray et al., 2015) y en Guarenas-Guatire desde el mismo año en el marco de los proyectos de microzonificación sísmica de la Cooperación Cuba-Venezuela (González et al., 2009). Desde el año 2011 se realizan estudios en Trujillo, Valera y Boconó en el marco del Proyecto de Microzonificación Sísmica del estado Trujillo (Mazuera et al., 2015). Además, se lograron avances en las ciudades Carúpano (Acosta et al., 2021), Cariaco (González et al., 2004), Lagunillas (Guillen, 2016) y San Juan (Rodríguez y Sánchez, 2016) en el estado Mérida, San Cristóbal (Durán, 2015), Rubio (Cárdenas et al., 2015), Lobatera y Michelena (Molina, 2016), San Antonio y Ureña (Molina et al., 2015) en el estado Táchira.

Los resultados de los proyectos de microzonificación sísmica podrían contribuir considerablemente a la mitigación del riesgo sísmico si son tomados en cuentas en el diseño de nuevas construcciones y su ubicación dentro de la ciudad (planificación urbana), así como en la evaluación y eventual reforzamiento sismorresistente de edificaciones existentes. Para ello, se requiere por un lado su finalización con espectros de diseño en las diferentes microzonas (existen varios proyectos en Venezuela a la espera de esta última fase), así como su implementación en ordenanzas municipales en complemento de las indicaciones de la norma de Construcciones Sismorresistentes COVENIN 1756-1 (COVENIN, 2019). Hasta la fecha se han aprobado ordenanzas en los municipios Iribarren y Palavecino del Área Metropolitana de Barquisimeto, así como Libertador, El Hatillo y Sucre del Área Metropolitana de Caracas. La eficiente mitigación de los efectos de los terremotos se lograría con la puesta en marcha de planes de gestión del riesgo sísmico que se basan en los detalles de la microzonificación sísmica y permitirían la definición de planes de evaluación y eventual reforzamiento sismorresistente de las edificaciones existentes.

1.3 Objetivos generales y específicos

El objetivo general del trabajo es la evaluación de los avances de los estudios de microzonificación sísmica realizados en Venezuela y su contribución a la mitigación del riesgo sísmico a nivel nacional, analizando los avances logrados en su implementación y los desafíos pendientes para su aplicación efectiva y extensión a otras ciudades.

Para lograr este objetivo, se debe revisar y documentar la metodología y los resultados clave de los principales estudios de microzonificación sísmica realizados en áreas urbanas venezolanas de alta amenaza sísmica e identificar los mecanismos y normativas a través de los cuales los resultados de la microzonificación sísmica han sido incorporados en los planes de ordenación territorial, ordenanzas municipales y en las estrategias de gestión del riesgo en Venezuela.

Asociado a ello se deben revisar los mecanismos para la generación de planes de gestión del riesgo que se basan en los estudios de microzonificación sísmica realizados. Existe un cúmulo de información sobre la vulnerabilidad de edificaciones con sus respectivos planes de reforzamiento sismorresistente, en específico edificaciones escolares, cuyo reforzamiento sismorresistente podría gestionarse en el marco de la aplicación de los resultados de la microzonificación sísmica.

Para poder evaluar el éxito de los programas, se debe determinar el impacto percibido de la aplicación de la microzonificación sísmica en la reducción de la vulnerabilidad estructural y el riesgo en las zonas estudiadas y analizar los obstáculos técnicos, económicos, institucionales, políticos y sociales que limitan la ejecución, actualización y ampliación de los estudios de microzonificación sísmica a otras áreas críticas del país.

Se deberán proponer recomendaciones estratégicas para superar los desafíos identificados, buscando fortalecer el rol de la microzonificación sísmica como herramienta fundamental en la mitigación del riesgo sísmico en Venezuela.

1.4 Metodología empleada

La metodología empleada consiste en un análisis, estructurado en cuatro fases interrelacionadas de: 1) Revisión y documentación de la microzonificación sísmica, 2) Evaluación de la Implementación e Impacto en la Mitigación del Riesgo, 3) Identificación de Desafíos y Limitaciones, 4) Conclusiones.

1.4.1 Fase I: Revisión y Documentación de la Microzonificación Sísmica

Esta fase se centra en la recopilación de la información sobre los estudios de microzonificación sísmica realizados en Venezuela, liderados por FUNVISIS, las universidades nacionales y otras instituciones. Se identifican los estudios realizados, sus alcances en la ejecución y los productos generados. Se realiza un análisis detallado de la

metodología aplicada en cada estudio (geofísica, geotécnica, determinación de Vs30, uso de H/V), los mapas de zonificación generados (isoperíodos, aceleraciones) y sus principales resultados (espectros). En los productos se revisan los informes, tesis, publicaciones, entre otros.

1.4.2 Fase II: Evaluación de la Implementación e Impacto en la Mitigación del Riesgo

En esta fase se analiza cómo los resultados de la microzonificación han sido integrados en la práctica de la gestión del riesgo sísmico y su impacto. Se revisa la norma de Construcciones Sismorresistentes COVENIN 1756-1 (COVENIN, 2019) con las implicaciones respecto al uso de la microzonificación sísmica con sus implicaciones jurídicas. Se indaga sobre la aplicación real de la microzonificación en el diseño de proyectos y en la toma de decisiones de ordenamiento urbano, reforzamiento estructural (por ejemplo: edificaciones escolares; López et al., 2015) y otras edificaciones (López y Coronel, 2024) en el marco de la gestión del riesgo.

1.4.3 Fase III: Identificación de Desafíos y Limitaciones

Esta fase busca determinar los obstáculos que impiden la aplicación efectiva de los resultados y la realización de estudios de la microzonificación sísmica en otras ciudades a nivel nacional. Se comparan los logros en la implementación de los resultados de los estudios de microzonificación sísmica con lo alcanzado en otros países de la región.

1.4.4 Fase IV: Conclusiones

Basado en la síntesis de la información se formulan las conclusiones y las recomendaciones, con propuestas concretas y viables, dirigidas a fortalecer la actualización, financiación e implementación de estudios de microzonificación sísmica en el marco de la Gestión del Riesgo Sísmico en Venezuela.

2 FUNDAMENTOS DE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

2.1 Definición y propósito

Los estudios de microzonificación sísmica son una herramienta fundamental en la mitigación del riesgo sísmico en áreas urbanas o zonas metropolitanas. Es el proceso de dividir un área geográfica, en zonas más pequeñas (microzonas) que presentan un comportamiento similar ante la ocurrencia de un sismo. El propósito principal es proporcionar información detallada y validada mediante modelos científicos para reducir la vulnerabilidad y mitigar el riesgo sísmico considerando la planificación y el diseño sismorresistente de las construcciones.

Se basa en estudios multidisciplinarios que combinan la geología, la geofísica, la sismología y la ingeniería geotécnica y sismorresistente para caracterizar el subsuelo y su respuesta sísmica en caso de un terremoto. El primer paso es la evaluación de la amenaza sísmica en roca en la zona de estudio. Para poder definir cuánto se amplificaría la vibración del suelo en

cada sector específico de la ciudad en comparación con el estrato rocoso (lo que se llama los "efectos de sitio") se debe estudiar la geología y geomorfología, la topografía, investigar el subsuelo mediante la aplicación de perforaciones geotécnicas y estudios geofísicos, y modelar el comportamiento de las ondas sísmicas para obtener la respuesta en superficie de cada zona específica determinada durante el estudio. Adicionalmente, se determinan los efectos geológicos o inducidos (licuación del suelo, deslizamientos o ruptura de falla en superficie) basados en la amenaza sísmica local.

De esta manera, se puede proveer los parámetros de diseño específicos para cada microzona (espectros de respuesta de aceleración de diseño, factor de amplificación). Esto permite a los ingenieros diseñar estructuras que no entren en resonancia con el período predominante del suelo, lo cual es vital para su seguridad.

Esta información puede ser usada en la planificación urbana y la ordenación territorial (Figura 1) al suministrar información crítica para establecer restricciones de uso del suelo o exigir requisitos de construcción más rigurosos en las microzonas de mayor peligro (donde la amplificación es alta). Igualmente se puede guiar la ubicación de infraestructura vital (hospitales, escuelas, etc.) en las zonas de mejor comportamiento sísmico.

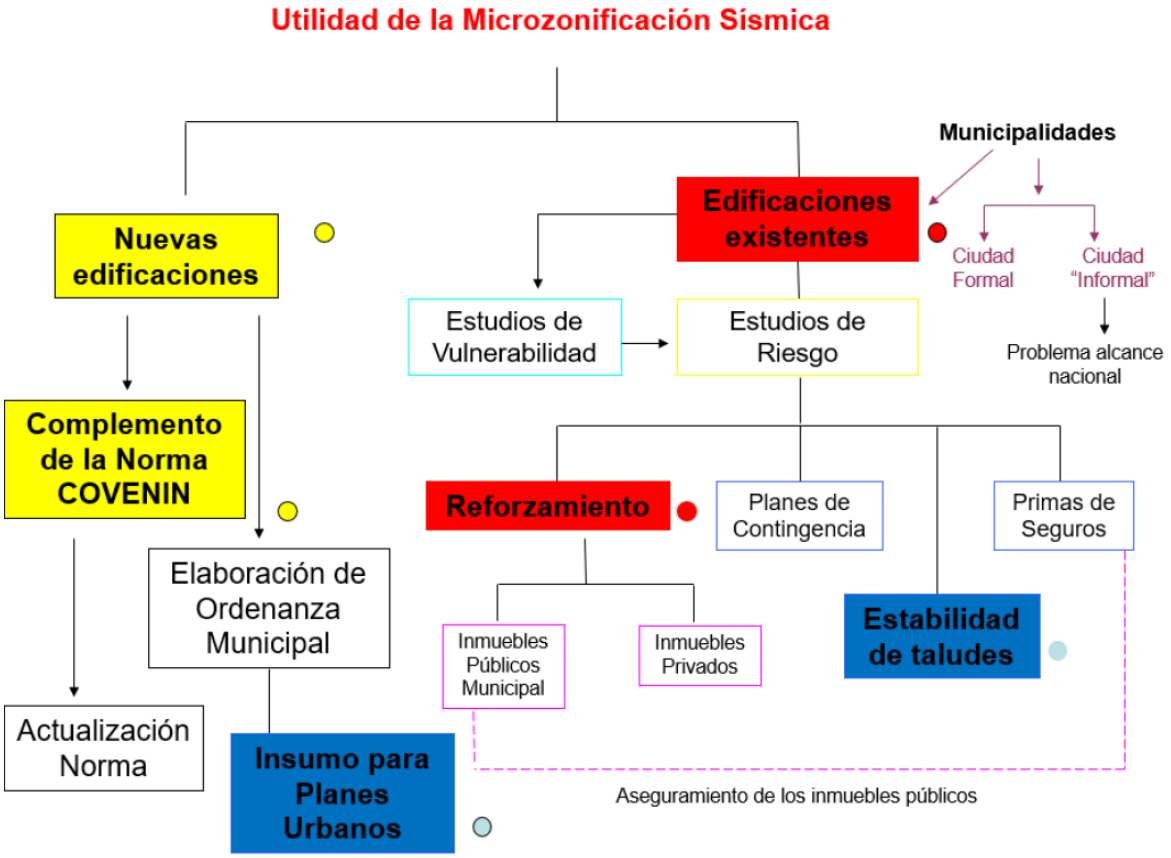


Figura 1. Esquema de uso de los resultados de estudios de microzonificación sísmica para la mitigación del riesgo sísmico (Schmitz et al., 2020a).

Los resultados de la microzonificación sísmica pueden ser utilizados en la preparación para emergencias como insumo fundamental para la evaluación del riesgo sísmico (cálculo de pérdidas humanas y materiales) en una ciudad. Permiten la elaboración de escenarios de daños (mapas de intensidad y daños probables) necesarios para la planificación de la respuesta a desastres y los planes de evacuación.

Los resultados se presentan en mapas que muestran la respuesta sísmica esperada y el potencial de la ocurrencia de efectos inducidos en las diferentes zonas de la ciudad. Para las diferentes microzonas sísmicas se elaboran las recomendaciones para el diseño.

Aunque la nomenclatura exacta puede variar ligeramente entre países y normativas, la guía elaborada por las regiones y provincias autónomas de Italia (Bramerini et al., 2015 – en su versión en italiano de 2008), impulsado por una ley nacional posterior al terremoto de los Abruzos en 2009, puede servir de orientación.

2.2 Metodología

La metodología utilizada en los estudios de microzonificación sísmica se refiere a las diferentes partes de los estudios, tales como la evaluación de la amenaza sísmica en roca, las características del suelo desde el punto de vista geológico, geofísico y geotécnico (lo que incide en las características de las vibraciones en superficie, su potencial amplificación de las vibraciones por efectos de sitio y la ocurrencia de efectos inducidos como licuación del suelo o deslizamientos) y la metodología para evaluar la respuesta sísmica en superficie y su delimitación en microzonas de similar respuesta sísmica. En líneas generales, los estudios de microzonificación sísmica realizados en Venezuela recientemente han seguido la metodología propuesta por Hernández et al. (2006) para los estudios en las ciudades de Caracas y Barquisimeto, en la cual se hace énfasis también en el uso de la información para la gestión del riesgo y el refuerzo estructural. A continuación, se identifican los detalles para cada parte de los estudios con ejemplos de los estudios realizados en Caracas, resumidos en Schmitz y Singer (2015).

2.2.1 Amenaza sísmica en roca

La amenaza sísmica en roca se establece comúnmente mediante un estudio probabilístico de amenaza sísmica (PSHA - Probabilistic Seismic Hazard Assessment) siguiendo las indicaciones de Esteva (1967) y Cornell (1968). Para ello se analizan las fuentes sísmicas y se condensa la información en un modelo sismogénico (Hernández, 2009a), basado en evaluaciones neotectónicas y paleosísmicas para las fallas activas y un análisis espacio-temporal de la sismicidad, incluyendo sismos históricos e instrumentales (registrados con equipos sismológicos desde 1900).

Una vez determinadas las fuentes sísmicas, se evalúan los patrones de atenuación de las ondas sísmicas desde la fuente hasta el sitio. Como resultado se obtienen estimados de las tasas de ocurrencias de diversos eventos sísmicos (en términos de aceleraciones pico y aceleraciones espectrales) con valores del período medio de retorno (PMR) asociados a las acciones de diseño y el tipo de construcción aplicando programas como EZFRISK (RISK ENGINEERING, 1998) o EASP (Hernández, 2007).

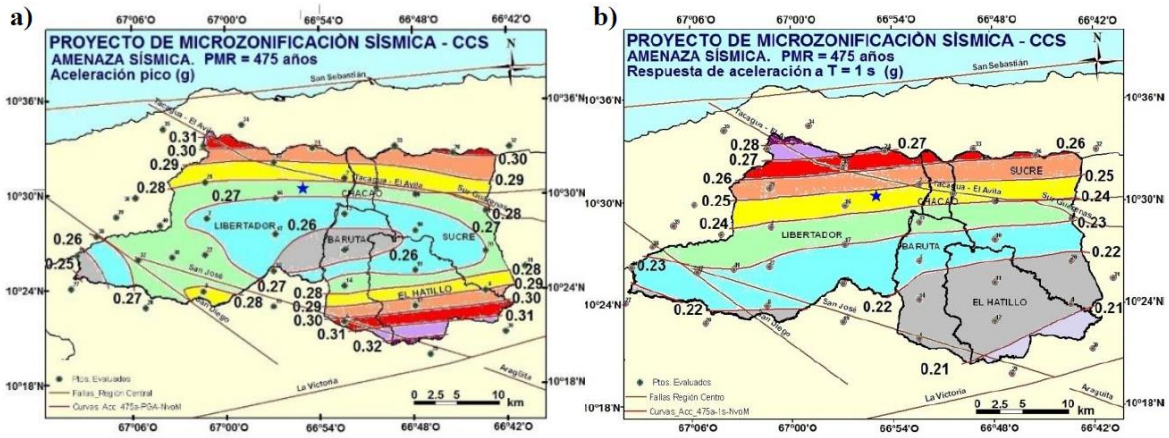
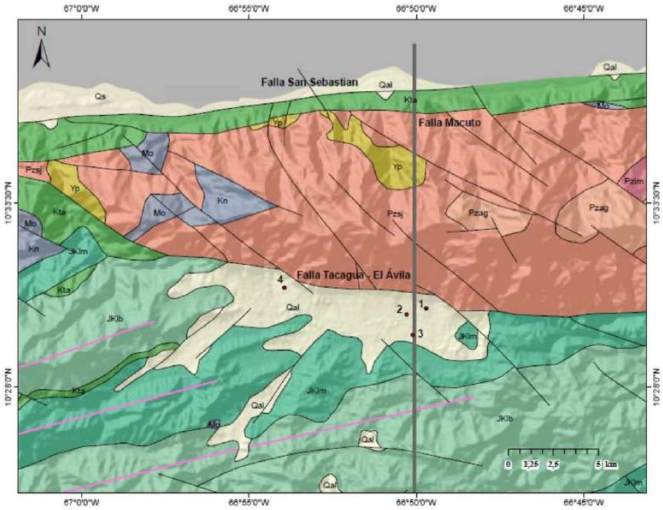


Figura 2. Amenaza sísmica en roca, PMR = 475 años, para Caracas: a) A0; b) A1. Los círculos indican los lugares de la evaluación. La estrella azul representa el centro de Caracas (Hernández y Schmitz, 2023).

Partiendo del mapa de amenaza sísmica realizado para la norma COVENIN 1756 (COVENIN, 2001), en el marco del proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas se calculó la amenaza sísmica regional (Hernández et al., 2009), la cual fue actualizada aplicando un nuevo modelo sismogénico y modernas relaciones de atenuación (Hernández y Schmitz, 2023). En la Figura 2 se muestra la amenaza sísmica en roca de Caracas para PMR = 475 años, correspondientes a A0 y A1.

2.2.2 Evaluación geológica y geomorfológica

El primer paso de evaluación del subsuelo en la microzonificación es el estudio de la geología y geomorfología del lugar, siendo en muchos casos la diferencia entre la roca y los sedimentos cuaternarios de primer orden para la respuesta sísmica. En Caracas se han realizado evaluaciones de la geología desde los primeros mapas (e.g. Dengo, 1951) hasta los más recientes (Figura 3).



Unidades geológicas (de joven a viejo): Qal = Pleistoceno a Holoceno; sedimentos aluviales, Qs = sedimentos del Pleistoceno, Kn = complejo Nirgua, Kta = esquisto de Tacagua y mármol Antímano, JKlm = esquisto de Las Mercedes, JKlb = esquisto de Las Brisas, Mo = rocas ultramáficas, Pzsj = complejo San Julián, Pzag = asociación metamórfica de Ávila, rocas metagraníticas, Pzim = asociación metamórfica de Ávila, intermedia a rocas metaplutónicas máficas, Yp = Asociación metamórfica de Ávila, Peña de Mora augengneiss.

Figura 3. Mapa geológico del valle aluvial de Caracas, rodeado de afloramientos de rocas metamórficas (Schmitz et al., 2020a; modificado de Hackley et al., 2006).

Para el valle aluvional de Caracas se elaboró un mapa con las unidades geológicas y fallas cuaternarias a escala 1:25.000 basado en evaluaciones fotogeológicas de misiones de los años 1936-1938, así como observaciones de campo efectuadas en unas 250 excavaciones sobre las características depositacionales. Se utilizó la información litoestratigráfica del banco de datos geotécnicos (Feliziani et al., 2004) para mayor diferenciación de los diferentes cuerpos sedimentarios identificados (Singer et al., 2007; 2023; Figura 4). Esta definición de las diferentes unidades sedimentológicas ha sido utilizada para la delimitación detallada de las microzonas sísmicas, basada en los valores de Vs30.

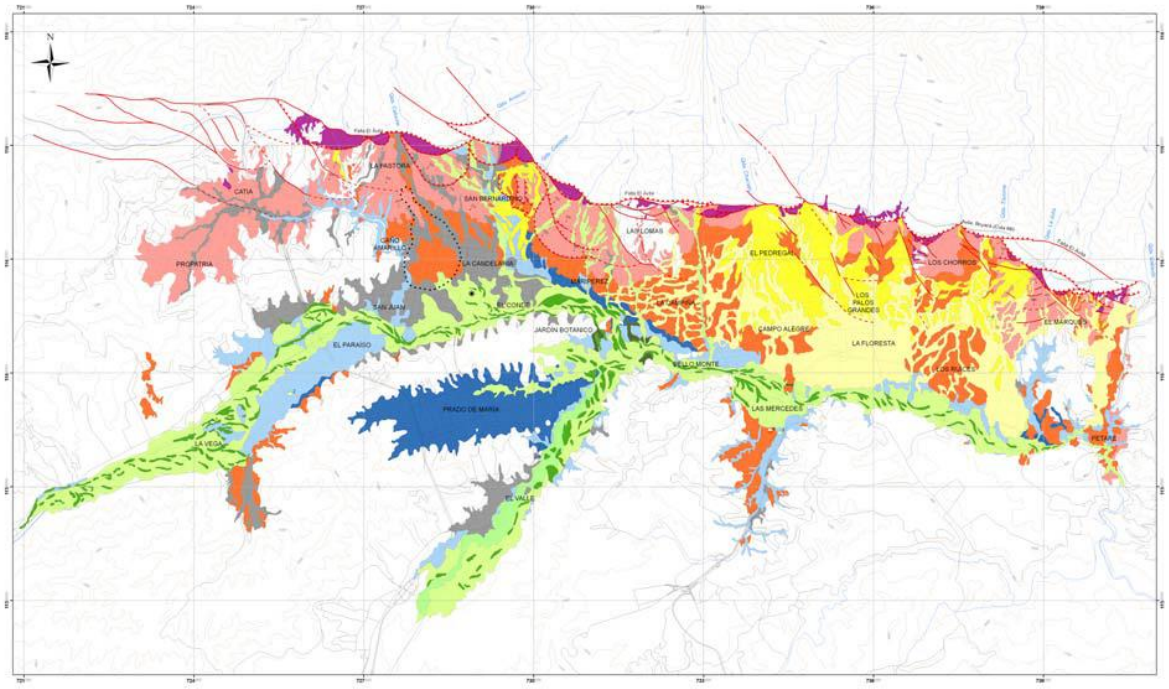


Figura 4. Unidades geológicas y fallas cuaternarias del valle de Caracas (leyenda ver: Singer et al., 2007).

2.2.3 Evaluación geotécnica

La información del banco de datos geotécnicos (Feliziani et al., 2004) fue utilizada en Caracas para la evaluación de los valores Vs30 dentro del valle aluvional. Con el fin de generar un mapa de velocidades de ondas de corte en los primeros 30 m (Vs30) se aplicó la ecuación de ajuste de la NEHRP (BSSC, 2003; fórmula 1), que convierte los de número de golpes (SPT) de los ensayos geotécnicos a valores Vs, a unas 1000 perforaciones geotécnicas.

$$Vs = 37.86 * N^{0.5757} \quad (1)$$

Los valores obtenidos mediante la conversión de SPT a VS fueron calibrados con mediciones geofísicas.

2.2.4 Evaluación geofísica somera

Para las calibraciones de Vs30 se aplicaron 21 mediciones de refracción sísmica, 16 análisis de ondas superficiales tipo de SASW y 13 mediciones sísmicas de pozos con crosshole y downhole (Kantak et al. 2005; Campos et al., 2004; Morales, 2006; García et al., 2006;

Flores, 2006). Para incluir las zonas de laderas, se utilizó una aproximación del valor Vs30 según los valores de la pendiente topográfica (Allen y Wald, 2009), a la cual se aplicó un ajuste (Morales et al., 2011). Los valores Vs30 se ubican en un rango de 185-325 m/s en gran parte del valle, con valores superiores a 325 m/s en el oeste y en partes del este del valle, así como en las zonas de ladera (Figura 5).

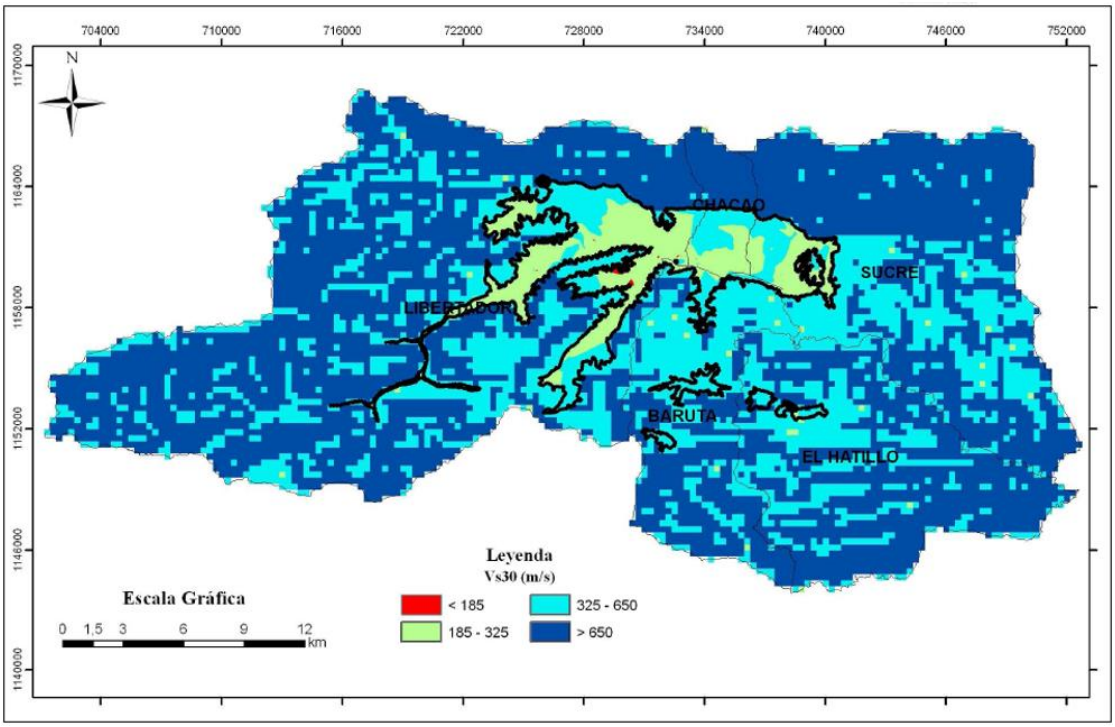


Figura 5. Mapa de Vs30 de Caracas (Morales et al., 2011); la línea negra delimita el área de sedimentos aluvionales.

2.2.5 Evaluación geofísica profunda

Los primeros estudios que permitieron estimar los espesores de sedimentos fueron los estudios sísmicos realizados posterior al terremoto de Caracas de 1967 (Murphy et al., 1969). Kantak (2001) analizó estos datos junto con la recopilación de pozos de agua para determinar los espesores de sedimentos. En el año 2001 se realizaron mediciones sísmicas de gran ángulo para la determinación del espesor de sedimentos (Sánchez et al., 2005a).

Esta información de complementó con unas 2000 mediciones de ruido ambiental en una malla de 250 m aproximadamente para determinar los períodos predominantes del suelo (Rocabado et al., 2006; Figura 6). Los valores de Vs hasta el basamento se corroboraron con mediciones de arreglos de microtremores en 5 sitios en el valle (Cornou et al., 2011).

Con el fin de tener una visión 3D de la profundidad al basamento se realizaron unas 1500 mediciones gravimétricas que fueron analizadas mediante un modelado 3D para un mapa integrado de los espesores de sedimentos (Amarís et al., 2011a; Schmitz et al., 2023c; Figura 7).

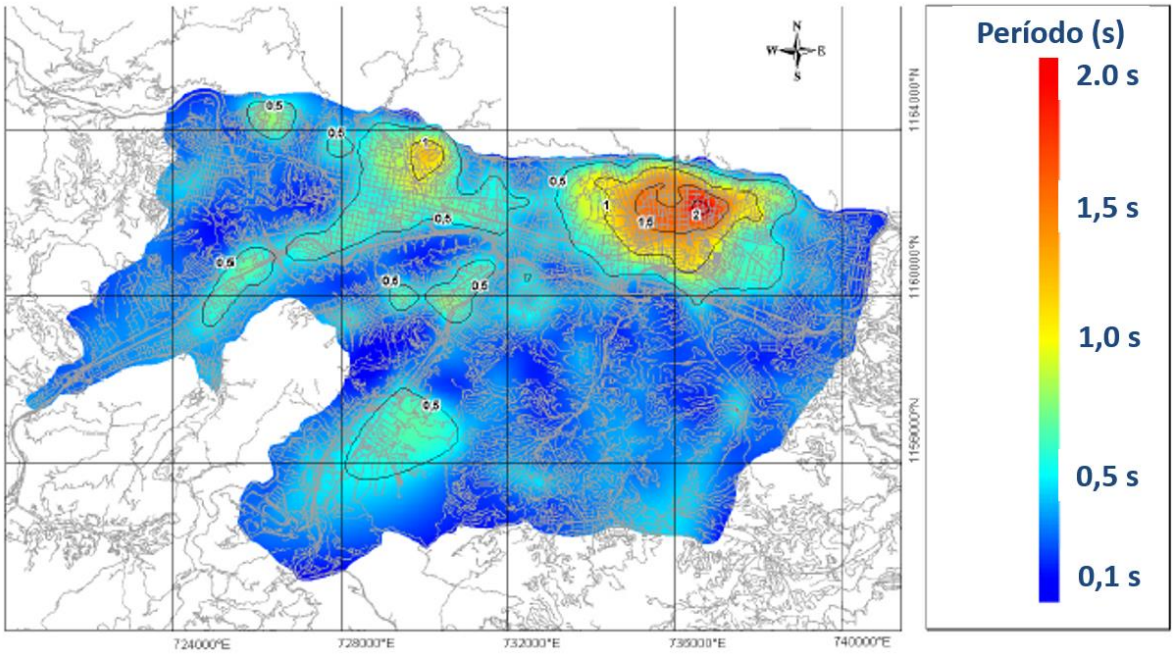


Figura 6. Períodos fundamentales del suelo en Caracas (Rocabado et al., 2006).

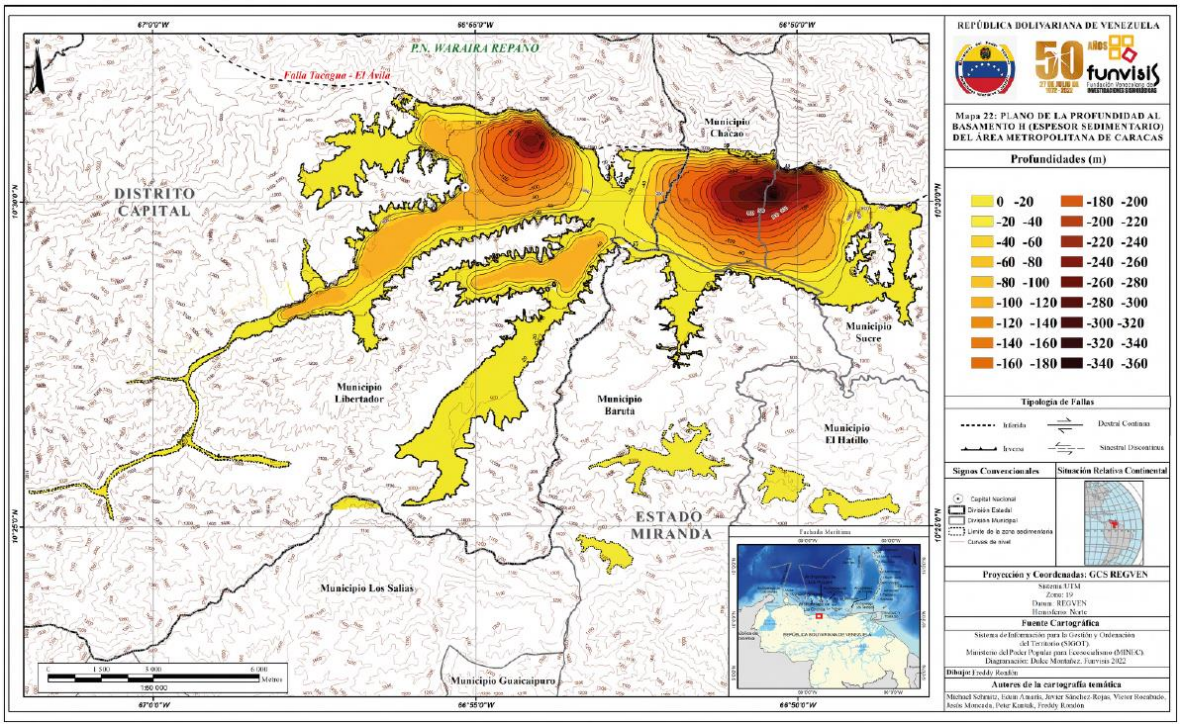
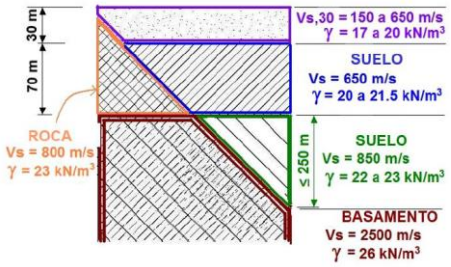


Figura 7. Espesores de sedimentos en Caracas (Schmitz et al., 2019; 2023c).

2.2.6 Espectros de respuesta

Para obtener los espectros de respuesta en superficie se realizó un estudio paramétrico de respuesta dinámica 1D usando análisis equivalente lineal con el programa SHAKE (Schnabel *et al*. 1972), variando el espesor de sedimentos (entre 10 y 350 m) y la velocidad promedio

de ondas de corte de los primeros 30 m (Vs30 entre 150 y 650 m/s), los cuales se agruparon dentro de 12 clases (Figura 8) de acuerdo con su comportamiento típico.



H, deposit (m)	$V_{S,30}$ (m/s)		
	≤185	185–325	>325
<60	GP-01/3-3	GP-02/n-2	GP-03/n-1
60–120	GP-04/no	GP-05/4-2	GP-06/4-1
120–220	GP-07/no	GP-08/5	GP-09/5
>220	GP-10/no	GP-11/6	GP-12/6

Figura 8. Esquema de velocidades de ondas de corte y peso unitario para el modelo geofísico/geotécnico utilizado para el estudio paramétrico de respuesta dinámica 1-D (izquierda) y grupos de perfiles de suelo genéricos (derecha) utilizados para la respuesta dinámica de sedimentos y las microzonas resultantes asociadas (Schmitz et al., 2020a).

Adicionalmente, se toman en cuenta los efectos 2D y 3D de la cuenca, un factor determinante en la distribución de los daños del terremoto de Caracas de 1967. Utilizando los espectros obtenidos por Papageorgiou & Kim (1991) para la zona de Los Palos Grandes, se obtuvieron amplificaciones 2D respecto a 1D hasta un período de 2 s, con una ampliación del rango hasta 4 s con los resultados de un modelado 3D de la respuesta sísmica (Delavaud, 2007). Los espectros resultantes se grafican respecto a los espectros correspondientes de la norma COVENIN 1756 (2001) para los diferentes tipos de suelo (en la figura 9 se muestran ejemplos de los espectros de los grupos de perfiles de mayor profundidad de sedimentos). Detalles del procedimiento, incluyendo los efectos de topografía, se indican en Hernández et al. (2011) y en Schmitz et al. (2011).

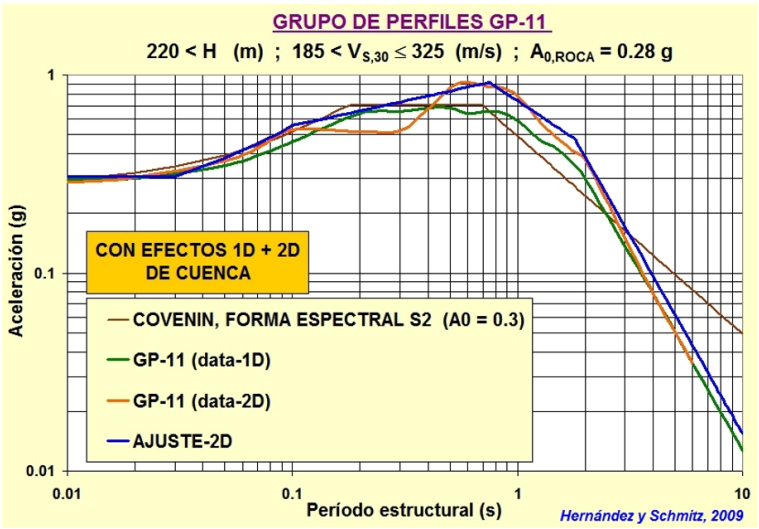


Figura 9. Ejemplo de espectros de respuesta elástica (ξ = 5%) para microzonas con espesor de sedimentos > 220 m (derecha), para VS, 30> 325 m / s (Hernández et al., 2011; Schmitz et al., 2011).

2.2.7 Determinación de microzonas sísmicas

Con el fin de ubicar las respectivas microzonas sísmicas se agruparon los mapas de Vs30 (Figura 5) y de espesores de sedimentos (Figura 10) según los grupos de perfiles en la Figura 8. Para la definición de las microzonas de respuesta sísmica similar se añadieron varias fuentes de información, como el análisis geomorfológico, geológico y geofísico de los sedimentos en el valle, el análisis de las rocas expuestas en laderas, la evaluación de la topografía y el análisis de los daños reportados durante el terremoto de Caracas de 1967.

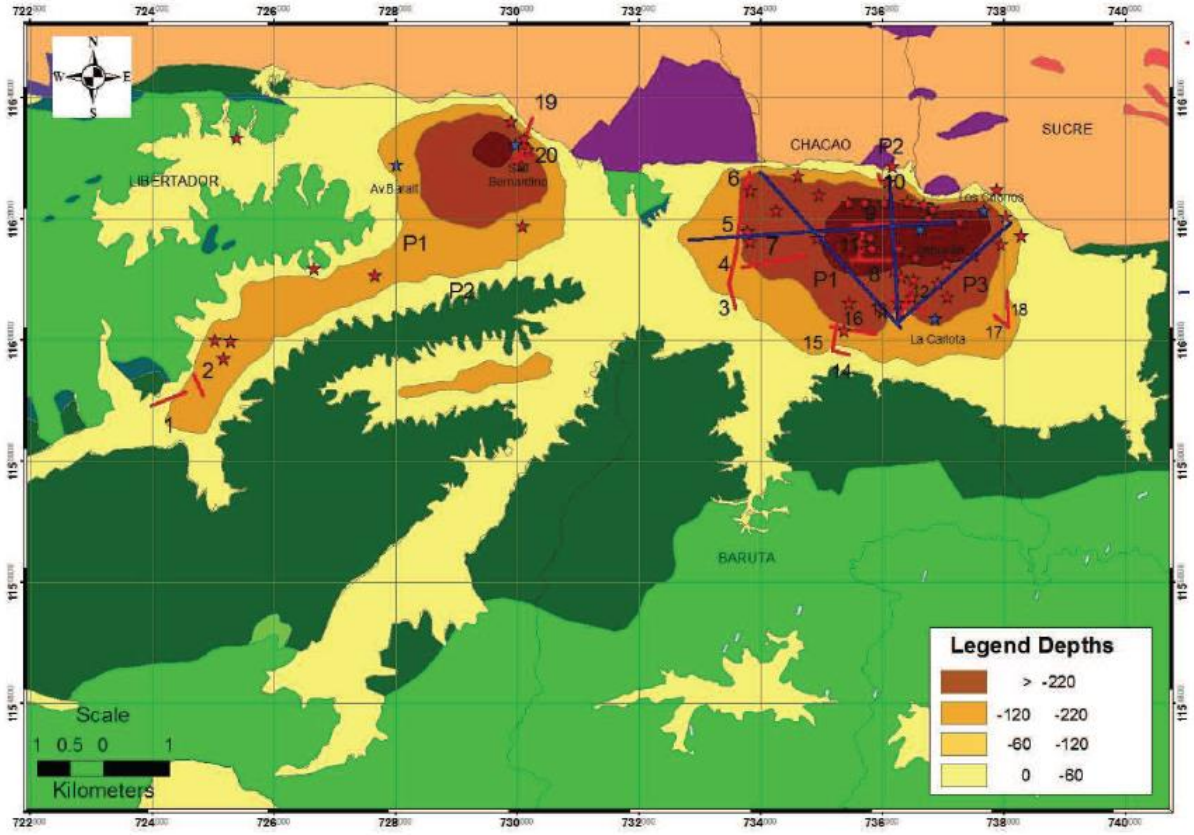


Figura 10. Espesores de sedimentos distribuidos en 4 clases para la definición de microzonas en Caracas (Amarís et al., 2011a).

En la Figura 11 se muestra el mapa final de microzonas con similar respuesta sísmica obtenido para el Área Metropolitana de Caracas (AMC). A cada microzona delimitada se le asigna un espectro de diseño según su clase de sitio (Figura 8). Esta distribución de microzonas se calibró a través de diferentes variables, tales como perfiles de suelos "reales" de pozos profundos, períodos predominantes de H/V y funciones de transferencia experimental.

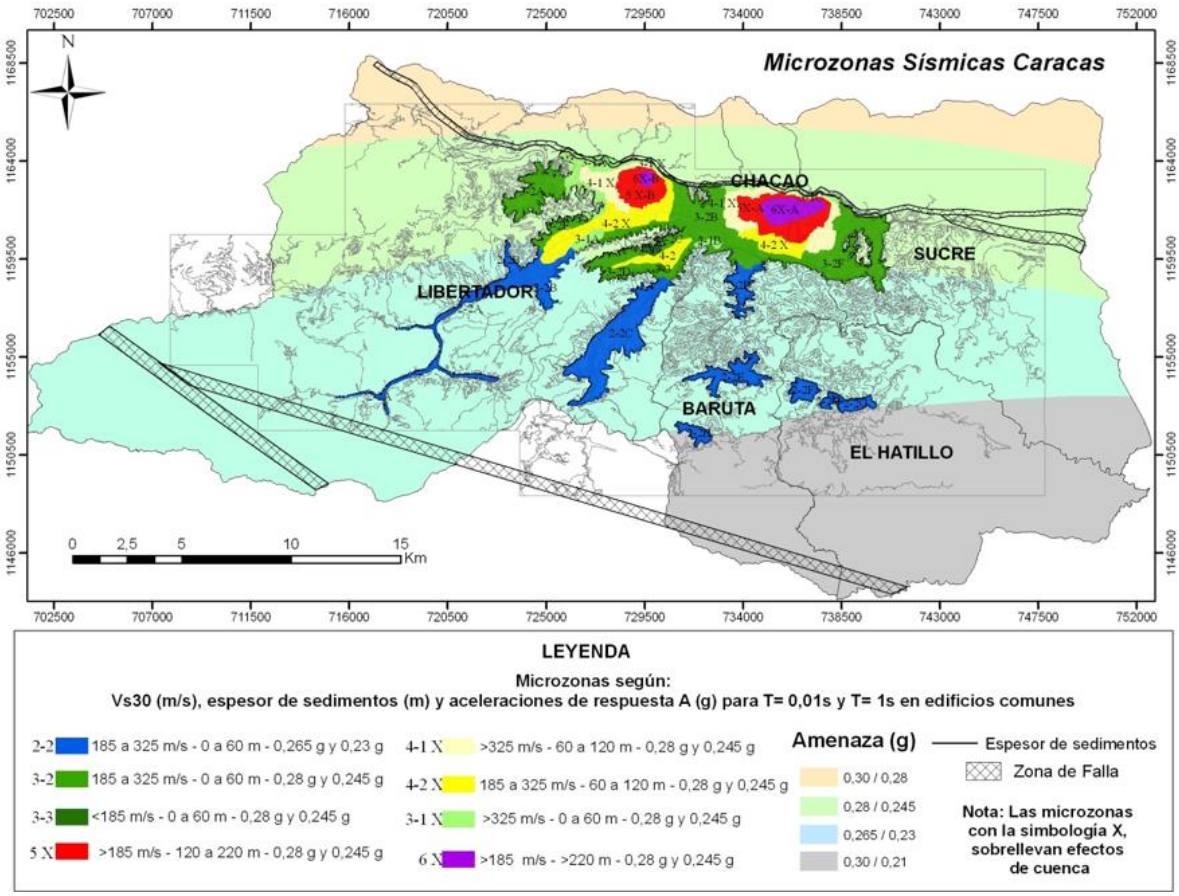


Figura 11. Zonificación de la amenaza sísmica en afloramientos de roca (macrozonas) y microzonas de comportamiento sísmico similar en el AMC (Schmitz et al., 2011).

2.2.8 Aplicación en la gestión del riesgo

Fuera de las áreas sedimentarias, el peligro de movimientos en masa activados por terremotos ha sido evaluado usando información geológica, geotécnica, geomorfológica, de pendientes y modificaciones antrópicas, mediante índices cuantitativos (detalles ver Hernández et al., 2008; 2023). Los resultados (Figura 12) permiten identificar las áreas de mayor prioridad para intervención y para la planificación urbana (ver Figura 1).

Para la toma de decisiones sobre potenciales intervenciones para la mitigación del riesgo sísmico se incluyó la evaluación de edificaciones existentes respecto a su comportamiento estructural típico, orientada a establecer prioridades para su reforzamiento según su localización en las diferentes microzonas (Hernández y Domínguez, 2009). Esta información ha sido incorporada en un Sistema de Información Geográfica (SIG), el cual permitirá la interacción con las instituciones locales y planificadores urbanos para la rápida implementación de las recomendaciones, así como la interacción con las comunidades locales.

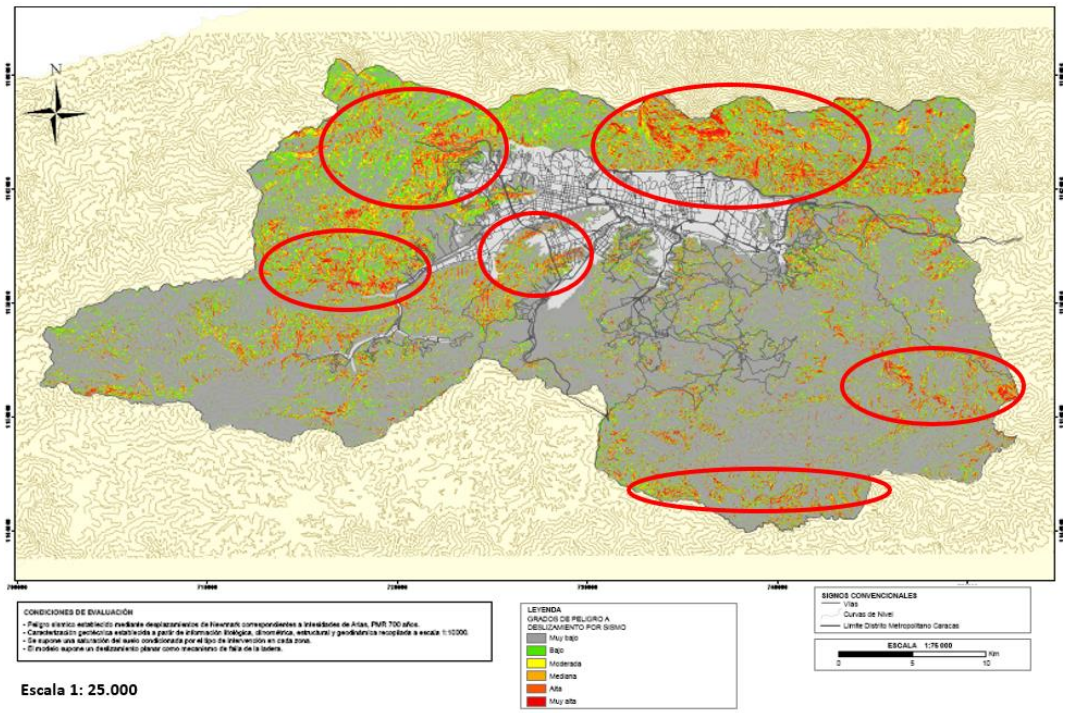


Figura 12. Peligro de deslizamientos por sismos en el AMC (Hernández et al., 2008); las zonas identificadas en rojo presentan regiones de mayor peligro.

3 AMENAZA SÍSMICA EN VENEZUELA

3.1 Características tectónicas del país

La geodinámica de Venezuela está caracterizada por la interacción de las placas del Caribe y Sudamérica, lo que ha dado lugar a la formación de cordilleras y cuencas asociadas. Con base en el trabajo de Hackley et al. (2006) y Urbani (2018) se identifican las provincias geológicas y las principales fallas activas (Audemard et al., 2000b) en la Figura 13.

La placa del Caribe se mueve con una velocidad de ∼19,6 ± 2 mm/año hacia el este con respecto a la placa Sudamericana (e.g. Weber et al., 2001), con una distribución compleja del movimiento que genera una triple unión Caribe-Andina en el norte de Sudamérica (Figura 14).

Las estructuras de las diferentes placas han sido evaluadas por métodos sísmicos (Schmitz et al., 2021), gravimétricos (Sánchez et al., 2010) y diferentes métodos sismológicos como funciones receptoras (Niu et al., 2007) y tomográficas (Bezada et al., 2010; Cornthwaite et al., 2021). El espesor de la corteza aumenta de 25 km en el Caribe a 45 km en el Escudo de Guayana, con mayores espesores a 50 km en la Cuenca Oriental y en los Andes de Mérida (Schmitz et al., 2021; Niu et al., 2007). La placa del Caribe subduce debajo de la placa Sudamericana con una gran complejidad (Cornthwaite et al., 2021; Sun et al., 2022).

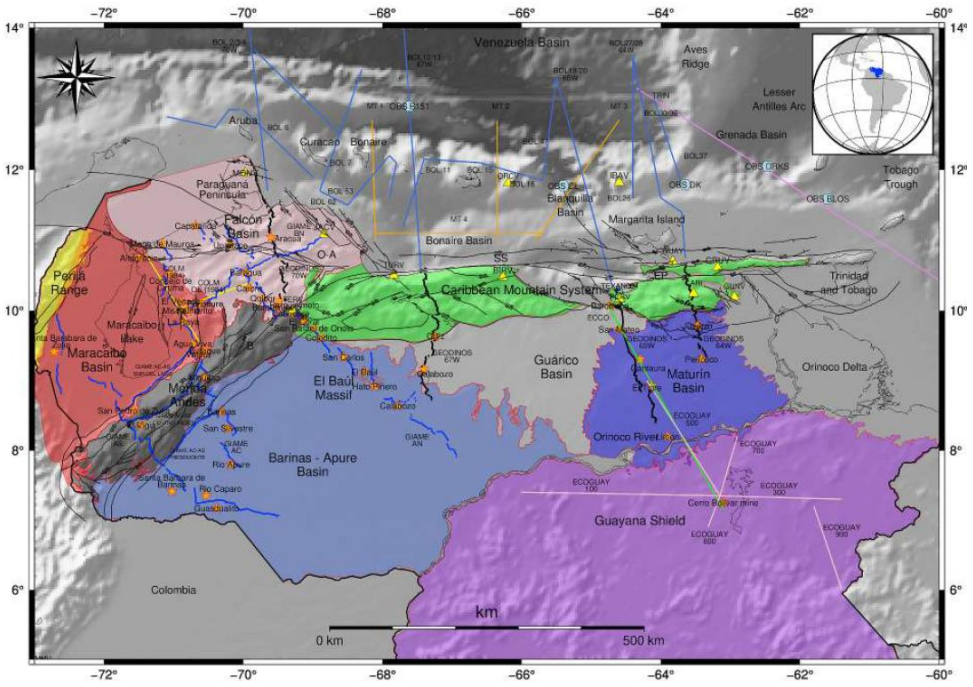


Figura 13. Principales provincias geológicas de Venezuela, según la geología de Hackley et al. (2006) y siguiendo la clasificación de Urbani (2018), así como fallas activas (líneas negras; Audemard et al., 2000b) y líneas sísmicas de gran ángulo (Schmitz et al., 2021). Los principales sistemas de fallas de rumbo (líneas negras) son Oca-Ancón (O-A), Boconó (B), San Sebastián (SS) y El Pilar (EP).

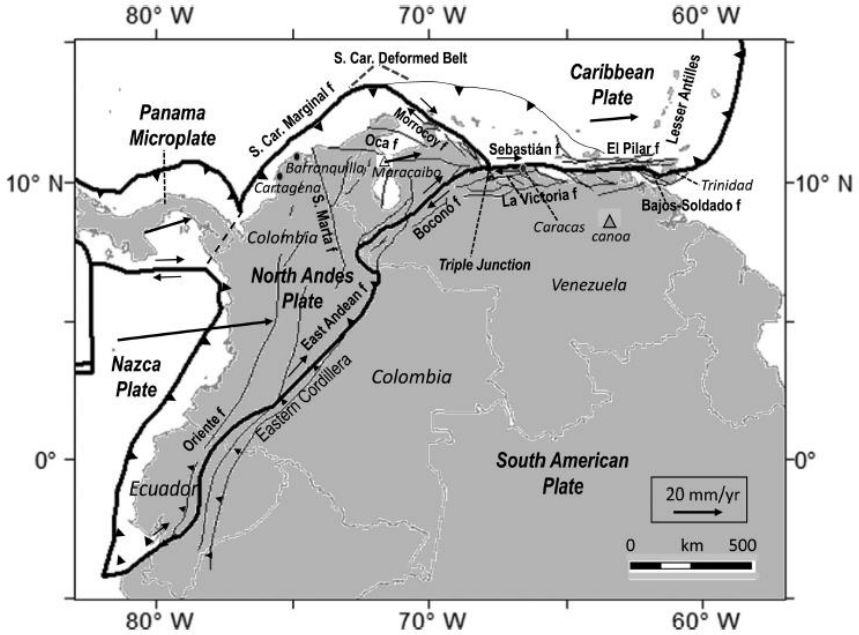


Figura 14. Configuración tectónica del sur de la placa del Caribe y del norte de la placa Suramericana (Pérez et al., 2018). El bloque Norandino (placa Norandina según estos autores) es importante para la dinámica en el noroeste de Venezuela.

3.2 Sismicidad

La sismicidad en Venezuela coincide con las zonas de fallas activas y fajas de deformación (Figuras 13 y 15). La mayor parte de la sismicidad es somera en los primeros 20 km (Figura 15), asociada a la ubicación de las fallas activas, con mayor actividad en el Oriente del país y en los Andes de Mérida.

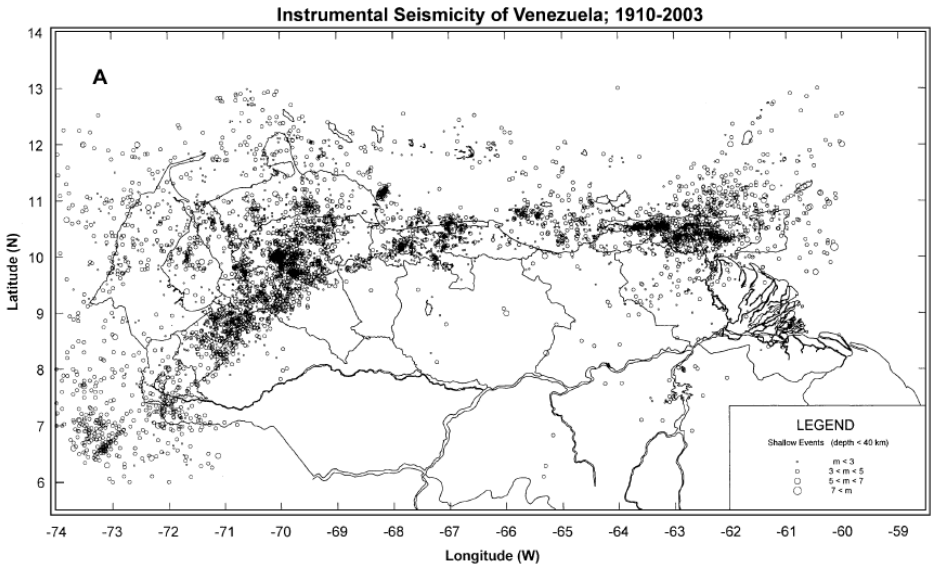


Figura 15. Sismicidad (fuente: catálogo de FUNVISIS) de eventos someros (menos de 40 km de profundidad) en Venezuela (Audemard et al., 2005).

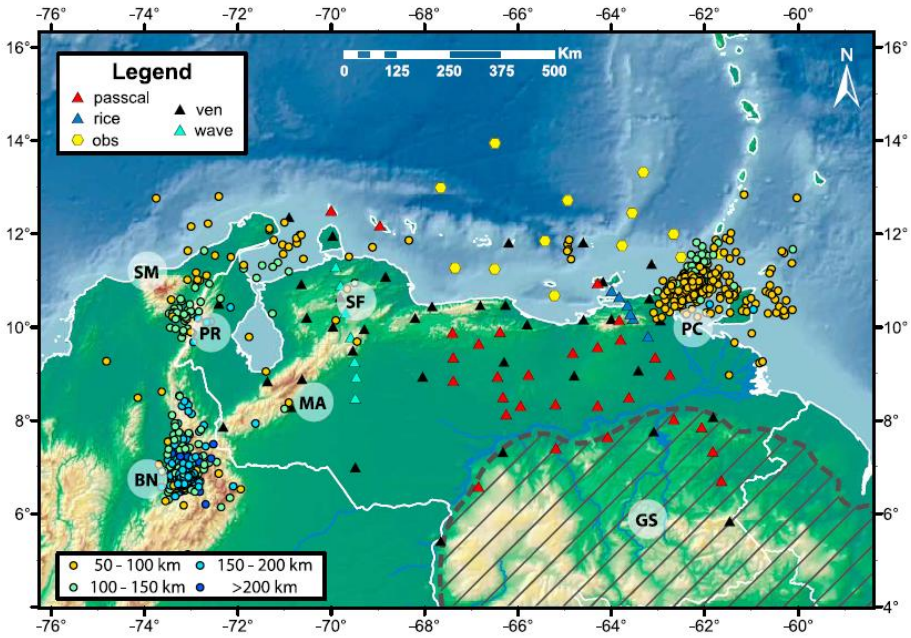


Figura 16. Sismicidad profunda (más de 50 km de profundidad) en Venezuela (fuente: catálogo de FUNVISIS); BN, Nido de Bucaramanga; PC, Paria Cluster; MA, Andes de Mérida; PR, Cordillera de Perijá; SM, Macizo de Santa Marta; SF, Serranía de Falcón; GS, Escudo de Guayana (Bezada et al., 2010).

En la imagen de la sismicidad profunda destacan dos zonas de elevada sismicidad, en el oeste el Nido de Bucaramanga con sismicidad a una profundidad alrededor de 150 km y en el este el llamado "Paria Cluster" a una profundidad de unos 70 km (Figura 16). Ambas zonas han sido estudiadas ampliamente por muchos autores. Si bien el origen del Nido de Bucaramanga ha sido asociado tanto a la placa de Nazca como a la placa del Caribe, Sun et al. (2022) lo ubican dentro de la Placa del Caribe y que coincide con la flexión de la losa en dos planos, donde tanto el rumbo como la inclinación de la losa cambian. Audemard et al. (2025) asocian la actividad del "Paria Cluster" a un desgarre litosférico de la losa oceánica atlántica adherida al continente sudamericano, también llamado STEP – "Subduction-Transform Edge Propagator" (e.g. Arnaiz-Rodríguez et al., 2026). Otra zona de sismicidad intermedia-profunda entre 50 y 150 km de profundidad está asociada a la subducción de la placa del Caribe debajo del noroeste de Sudamérica, analizada por Van der Hilst y Mann (1994) y Malavé y Suárez (1995).

3.3 Amenaza sísmica

Los mapas de amenaza sísmica constituyen la base para las normas sísmicas; se desarrollan en el tiempo debido al avance en el conocimiento de las fuentes sismogénicas y en la metodología de su evaluación. Las dos normas más recientes, la Norma Venezolana de Edificaciones Sismorresistentes (COVENIN 1756, 2001) y de la actualmente vigente Norma Venezolana de Construcciones Sismorresistentes (COVENIN 1756, 2019) expresan la amenaza sísmica en roca (Figuras 17 y 18).

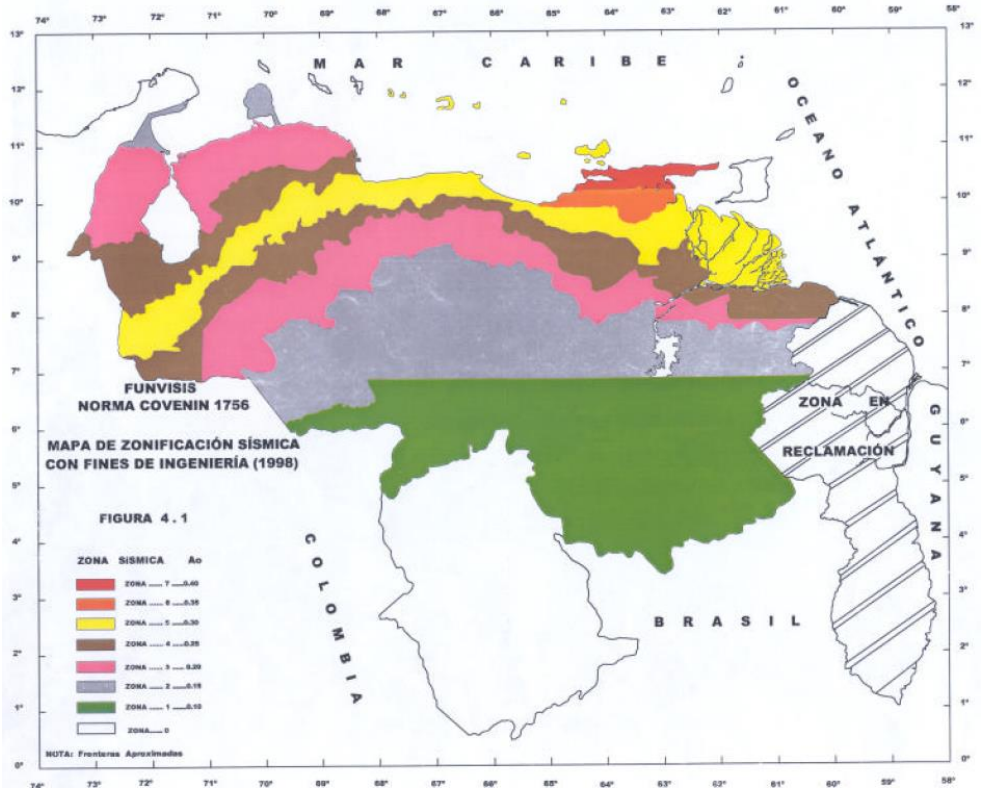


Figura 17. Mapa de zonificación sísmica de la norma COVENIN 1756 (2001).

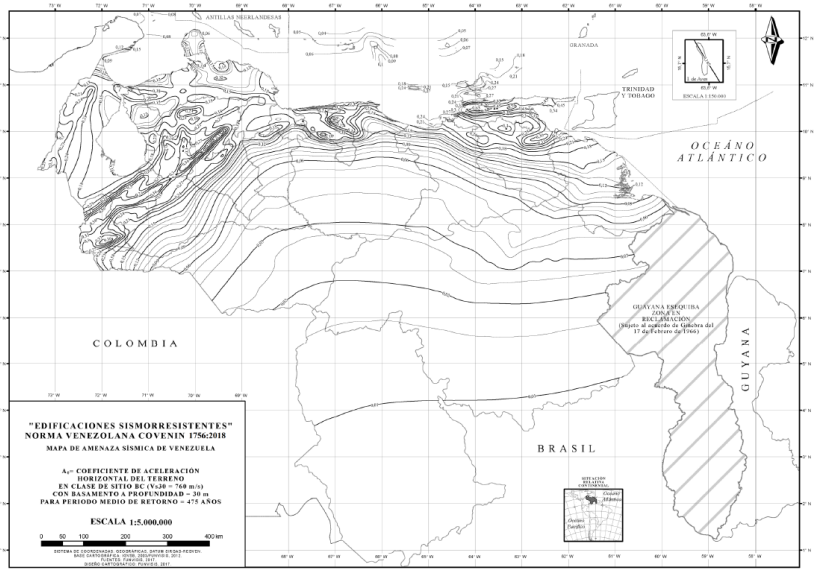


Figura 18. Mapa del parámetro A0 de la norma COVENIN 1756 (2019).

En la norma COVENIN 1756 (2019) se define A0 como el coeficiente de la aceleración horizontal del terreno en la clase de sitio referencial para un periodo medio de retorno de 475 años. La clase de sitio referencial es la clase de sitio BC con Vs30 de 760 m/s en condición topográfica leve, lo que corresponde a un sitio clasificado como roca sin efectos topográficos. Además, se definen dos mapas con los coeficientes A1 y el período de transición TL (Figura 19). A1 es el coeficiente de aceleración espectral horizontal para periodo estructural de 1 segundo en la clase de sitio referencial, para coeficiente de amortiguamiento de 5% y un periodo medio de retorno de 475 años, y TL es el período de transición entre periodos intermedios y periodos largos del espectro elástico de respuesta horizontal, en la clase de sitio referencial para coeficiente de amortiguamiento de 5% y un periodo medio de retorno de 475 años. Para cada parámetro sísmico básico, en el lugar geográfico del proyecto se seleccionará el mayor valor dado por las curvas adyacentes al lugar en el mapa correspondiente o bien se interpolará entre ellas.

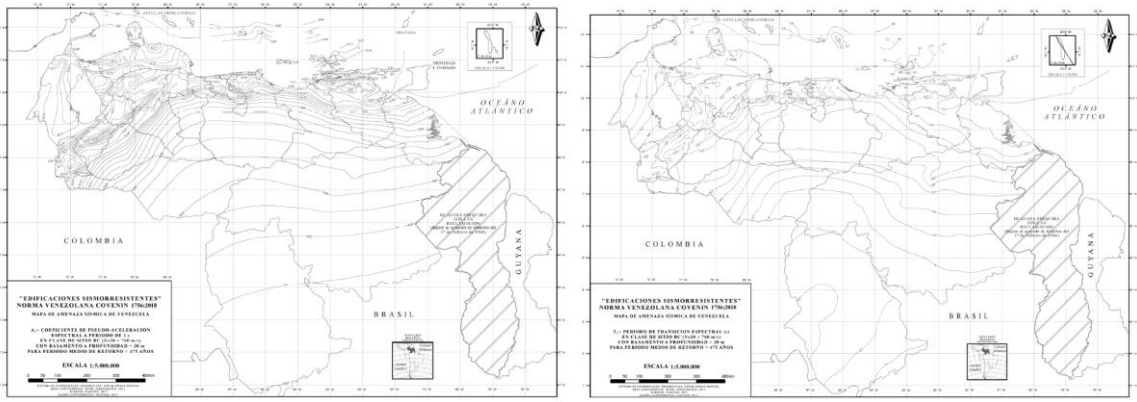


Figura 19. Mapa del parámetro A1 (izquierda) y TL (derecha) de la norma COVENIN 1756 (2019).

El análisis de la amenaza sísmica se basa en un modelo sismogénico que identifica las fuentes sísmicas como un catálogo sismológico instrumental (Rendón et al., 2014), en terremotos históricos ocurridos en el país (Hernández, 2009b) y una base de datos de fallas tectónicas (Paolini et al., 2012); véanse detalles en Hernández y Schmitz (2019). Estas características quedan plasmadas en un conjunto de parámetros sismogénicos que describen la sismicidad esperada y derivan en las curvas de isoaceleraciones del nuevo mapa, las cuales expresan la variación del grado de actividad sísmica de norte a sur y la influencia de la cercanía a las fallas, junto con las relaciones de atenuación que estiman la intensidad que produce la actividad sísmica a diversas distancias de las fuentes siguiendo la metodología propuesta por Esteva (1967) y Cornell (1968) y siguiendo las recomendaciones mundiales del "Global Earthquake Model" (GEM) (Stewart et al., 2013). Los valores indicados en las figuras 18 y 19 son válidos para construcciones comunes; para todas las construcciones, las acciones sísmicas se determinan a partir de un periodo medio de retorno (PMR) (o probabilidad de excedencia) asociado al desempeño deseado en función de su importancia y tipo de respuesta mediante la definición de factores de importancia asociados.

Los sitios de ubicación de las construcciones deben clasificarse de acuerdo con las características del terreno y se deben emplear los factores de sitio indicados en la norma COVENIN 1756 (2019) a los fines de la construcción de los espectros de respuesta para el diseño de las edificaciones. El sitio quedará definido por uno o varios perfiles geotécnicos, dependiendo de la extensión del sitio y se caracterizará por su clase de sitio (descripción del perfil de suelo y Vs30), su condición topográfica y la profundidad al basamento rocoso. En caso de pendientes superiores al 40% en el sitio o en sus cercanías, debe evaluarse el peligro de deslizamientos. Según las características del lugar se decide la eventual necesidad de evaluar el potencial de licuación y se revisará la posible ruptura de fallas cercanas.

4 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

4.1 Normativas y políticas de gestión del riesgo

La Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos (2009) establece el marco general de las políticas públicas en materia de gestión de riesgos. Como obligaciones del estado define 1) garantizar que las acciones propias de la ordenación del territorio y de la planificación del desarrollo a todos los niveles de gestión, eviten potenciar o incrementar las condiciones de vulnerabilidad o de amenazas en el país, 2) propiciar la ejecución de acciones orientadas a la reducción de la vulnerabilidad existente y 3) fortalecer las actividades de prevención, mitigación y preparación en todas las instancias de gobierno, así como en la población, con el propósito de reducir los riesgos socionaturales y tecnológicos. Para su funcionamiento ordena la creación de consejos y gabinetes de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos a nivel nacional, estadal y municipal. Dentro de las acciones se plantea la creación del Registro Nacional de Información para la Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos.

El marco legal para fortalecer las capacidades institucionales requeridas para las labores de reconstrucción ante la ocurrencia de desastres en el territorio nacional está dado por la Ley

de la Organización Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres (2001), que regula la organización y funcionamiento de la Organización de Protección Civil y Administración de Desastres en el ámbito nacional, estadal y municipal.

En la Norma Venezolana de Construcciones Sismorresistentes (COVENIN 1756, 2019) se establecen los criterios y procedimientos mínimos para el análisis, diseño y evaluación de edificaciones tipificadas sujetas a la acción de movimientos sísmicos, así como las acciones sísmicas que deben ser aplicadas a todo tipo de construcciones según su desempeño esperado. En el capítulo Amenaza Sísmica se presentan los mapas con los parámetros a ser aplicados en cada sitio de Venezuela.

4.2 Organismos responsables

El organismo rector en la materia es la Dirección Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres (Protección Civil), así como sus direcciones estadales y municipales. En el Sistema Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres están integradas las instituciones Protección Civil, los Bomberos, la Fuerza Armada Nacional Bolivariana (FANB) y la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). Protección Civil, Bomberos y la FANB se enfocan en las actividades preventivas, comunitarias y en la respuesta y coordinación de emergencias, trabajando articuladamente ante eventos sísmicos. FUNVISIS es la institución oficial encargada de la investigación científica en sismología e ingeniería sísmica y opera la Red Sismológica Nacional para monitorear y reportar la actividad sísmica; además, participa en la divulgación de los conocimientos.

La permisología de construcción es fundamentalmente responsabilidad de las Alcaldías (Oficinas de Urbanismo y de Ingeniería Municipal) para permisos locales como uso de suelo y licencias de obra. Para los estudios ambientales el responsable es el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y para la infraestructura vial asociada a las construcciones el Ministerio del Poder Popular para Obras Públicas. Toda la normativa, tal como la norma COVENIN 1756, sigue los estándares establecidos por la Comisión Nacional de Normas Industriales.

4.3 Integración de la microzonificación sísmica en el entorno normativo y en la planificación urbana

Las leyes que rigen la planificación territorial son la Ley Orgánica para la Planificación y Gestión de la Ordenación del Territorio (LOOT) (1983) (posteriormente modificada en los años 2005 y 2006 y derogadas las modificaciones en el año 2007) y la Ley Orgánica de Ordenación Urbanística (LOOU) (1987) junto con normativas posteriores como la Ley de Tierras Urbanas (2009) y el Decreto de Regularización Integral de la Tenencia de la Tierra de los Asentamientos Urbanos o Periurbanos (2011) que complementan su aplicación en temas específicos sobre todo en asentamientos informales, siendo el Reglamento de la LOOU (1991) una pieza clave para su ejecución. En este reglamento se define qué se considera variable urbana fundamental para urbanizaciones y edificaciones, como uso, densidad

poblacional, espacios viales, retiros, alturas y restricciones ambientales o de seguridad. Establece normas técnicas y disposiciones que regulan la subdivisión de terrenos, lotificación, urbanización y construcción y complementa los instrumentos de planificación territorial, lo cual lo convierte en un documento fundamental para la aplicación práctica de la legislación urbanística en Venezuela.

La Norma Venezolana de Construcciones Sismorresistentes (COVENIN 1756, 2019) establece criterios y procedimientos mínimos para el análisis, diseño y evaluación de edificaciones tipificadas sujetas a la acción de movimientos sísmicos y especifica acciones sísmicas para aplicación a todo tipo de construcciones según su desempeño esperado. Está dirigida a edificaciones de vivienda, oficinas, comercios, industriales, escuelas, hospitales, entre otras, de comportamiento tipificable, construidas con los materiales permitidos y empleando las normas de diseño respectivas. Se basa en la LOOU (1987), el Reglamento de la LOOU (1991) y en la Ley Orgánica del Sistema Venezolano para la Calidad (2002). Para la revisión de proyectos estructurales y las variables urbanas se remite a los organismos municipales con los procedimientos indicados en las leyes previamente indicadas.

La norma COVENIN 1756 (2009) indica que las ciudades con más de 100.000 habitantes deberán disponer de un estudio de microzonificación sísmica en su territorio y, en caso de existir una microzonificación sísmica avalada por la autoridad competente (en este caso FUNVISIS), los valores de amenaza y los espectros elásticos deben sustituirse por los dados en ésta. En específico, deben aplicarse los resultados de las microzonificaciones sísmicas del Área Metropolitana de Caracas y de los Municipios Iribarren y Palavecino del Estado Lara; en el futuro deberán emplearse otras microzonificaciones sísmicas avaladas que lleguen a generarse. Las autoridades municipales deben apoyar a las autoridades nacionales en el desarrollo de las microzonificaciones sísmicas que se planteen en su ámbito territorial, particularmente suministrando toda la información geológica y geotécnica existente en él y velar por la implementación de los resultados de las microzonificaciones sísmicas en decretos u ordenanzas municipales.

5 AVANCES DE PROYECTOS DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

5.1 Área Metropolitana de Caracas

Durante el terremoto de Caracas/Litoral en el año 1967 hubo una concentración de los daños en las cuencas (Los Palos Grandes-Altamira y San Bernardino y Caraballeda) para edificaciones altas, lo que motivó al desarrollo de los primeros estudios de la relación espesores de sedimentos – altura de edificios versus daños (Seed et al., 1970; Seed y Alonso, 1974). Murphy et al. (1969) realizaron estudios sísmicos, estimando una profundidad de los sedimentos con 300 m en Los Palos Grandes y 120 m en San Bernardino. Mediante análisis de mediciones de ruido ambiental mediante H/V se determinaron periodos de vibración del suelo entre 0,2 s en roca y 1-1,6 s en Los Palos Grandes (Abeki et al., 1998a; Duval et al., 1998). Mediciones sísmicas realizadas en el año 2001 permitieron corroborar los espesores de sedimentos propuestos por Murphy et al. (1969) (cuyos datos originales nunca se

publicaron) con definiciones detalladas de las velocidades de propagación de las ondas P y S (Sánchez et al., 2005a).

Se contó también con la información recopilada por el Proyecto Ávila (liderado por el IGVSB/MARNR en los años 2000 y 2003) y por el Estudio sobre el Plan Básico de Prevención de Desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en los años 2003-2005 (con el financiamiento de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón, JICA). Durante este proyecto se estudiaron varios escenarios para desastres originados por terremotos (Yamazaki et al., 2005). Sin embargo, como no se pudo explicar la concentración de daños en la cuenca, se solicitó financiamiento en el marco del programa FONACIT- BID II 200400738 para el estudio de microzonificación sísmica de Caracas y Barquisimeto en los años 2005-2009. Para su ejecución, así como para los demás proyectos de microzonificación sísmica desarrollados, se siguió la metodología propuesta por Hernández et al. (2006), la cual se detalla en el Capítulo 2 "Fundamentos de la Microzonificación Sísmica" con los respectivos resultados, los cuales se exponen en detalle en Schmitz et al. (2009a; 2011; 2020a; 2023c) y en Schmitz y Singer (2015).

Para la implementación de los resultados se iniciaron conversaciones con las direcciones municipales de Ingeniería Municipal, Planificación Urbana y Protección Civil de los 5 municipios del Área Metropolitana de Caracas en el año 2010. Después de definir el contenido de la ordenanza municipal, se sometió la ordenanza del municipio Libertador al concejo municipal en el año 2015. Después de su discusión en el concejo municipal, la primera ordenanza fue publicada en el año 2018 (Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio Bolivariano Libertador del Distrito Capital, 2018), basándose los espectros elásticos en la norma COVENIN 1756 (2001).

En el mismo año se reimpulsaron las conversaciones en los demás municipios del Área Metropolitana de Caracas. Los espectros elásticos y demás artículos en las ordenanzas municipales se ajustaron a las indicaciones de la norma COVENIN 1756 (2019). En el año 2021 se publicaron las respectivas ordenanzas en los municipios El Hatillo (Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio El Hatillo del Estado Bolivariano de Miranda, 2021) y Sucre (Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio Sucre del Estado Miranda, 2021). Dada la vigencia de la nueva norma COVENIN 1756 (2019), la ordenanza del Municipio Libertador fue actualizada a las indicaciones de esta norma actualizada (Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio Bolivariano Libertador del Distrito Capital, 2024). En los municipios Chacao y Baruta se iniciaron conversaciones sobre la publicación de las respectivas ordenanzas municipales, sin embargo, aún no han sido discutidas en concejo municipal. En las ordenanzas municipales, los mapas de microzonificación sísmica se delimitan al territorio de los respectivos municipios (Figuras 20 y 21).

A cada microzona sísmica se asocia un espectro elástico (por ejemplo: Municipio Libertador; Figura 22) con sus respectivos parámetros. Para la construcción de los espectros de respuesta se toma en consideración el Período Medio de Retorno (PMR = 475 años para edificaciones comunes) de acuerdo con la microzona respectiva. Se emplean los factores de importancia para el grupo de importancia y el PMR del proyecto. Se definen factores de reducción de respuesta R, factores de amplificación de desplazamiento, factores de sobrerresistencia, factores de irregularidad y factores de redundancia en cada dirección de acción sísmica en

cada dirección de la acción sísmica, acorde a las características particulares del proyecto (tipos estructurales, materiales y nivel de diseño), según los previstos en la norma COVENIN 1756 (2019). Ejemplos de los espectros de respuesta resultantes en el municipio Libertador se presentan en la Figura 23.

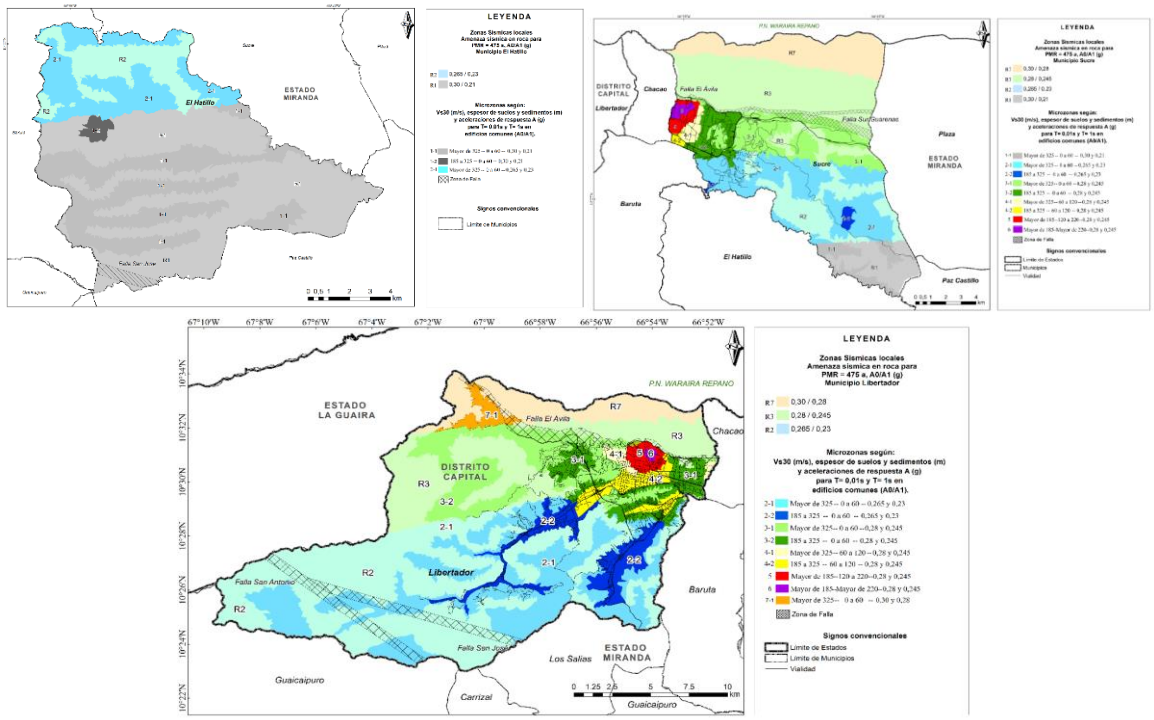


Figura 20. Planos de microzonas sísmicas y fallas tectónicas activas de los municipios El Hatillo (arriba, izquierda), Sucre (arriba, derecha) y Libertador (abajo).

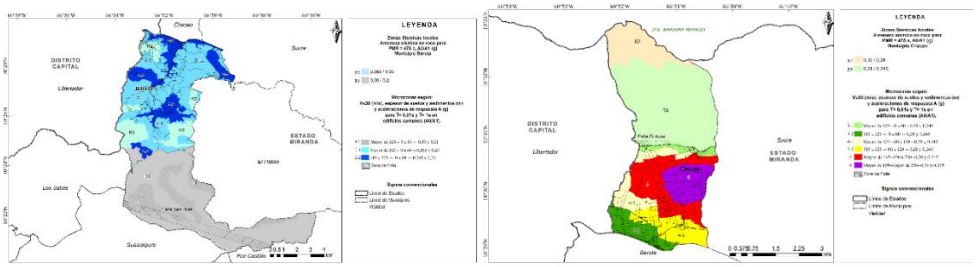


Figura 21. Planos de microzonas sísmicas y fallas tectónicas activas de los municipios Baruta (izquierda) y Chacao (derecha) de los respectivos proyectos de ordenanza municipal.

Las ordenanzas municipales para edificaciones sismorresistentes contemplan la puesta en marcha de planes de gestión del riesgo sísmico, el reforzamiento estructural y sismorresistente. Dentro de estos planes toman un rol importante los mapas de peligro de deslizamientos (ver Figura 12), así como el reforzamiento estructural según la evaluación de vulnerabilidad en las diferentes microzonas de los municipios. En las ordenanzas se indica el orden de revisión (priorización general) para los estudios de vulnerabilidad de edificaciones con el fin de definir las edificaciones de mayor urgencia para la realización de estudios de vulnerabilidad y su respectivo reforzamiento estructural, si amerita.

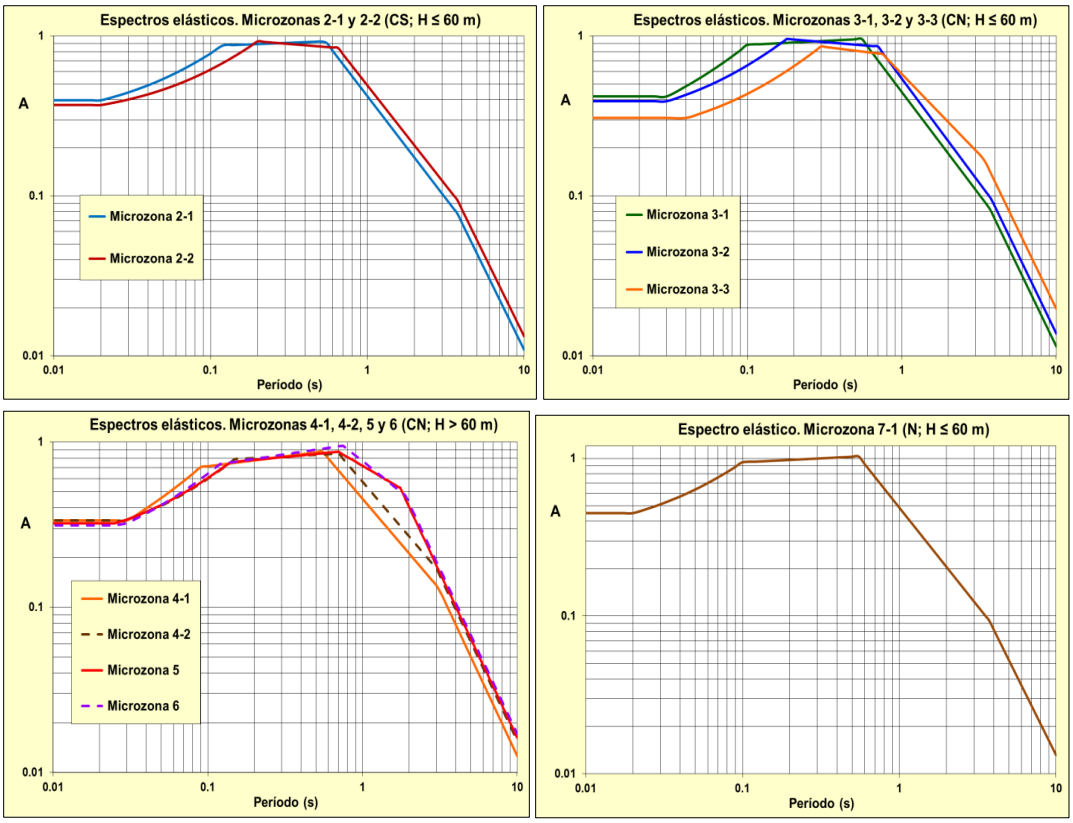


Figura 22. Espectros elásticos en las microzonas sobre roca meteorizada y depósitos sedimentarios para PMR = 475 años del Municipio Libertador; microzonas 2-1 y 2-2 (arriba a la izquierda), microzonas 3-1, 3-2 y 3-3 (arriba a la derecha), microzonas 4-1, 4-2, 5 y 6 (abajo a la izquierda) y microzona 7-1 (abajo a la derecha; Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio Bolivariano Libertador del Distrito Capital, 2024).

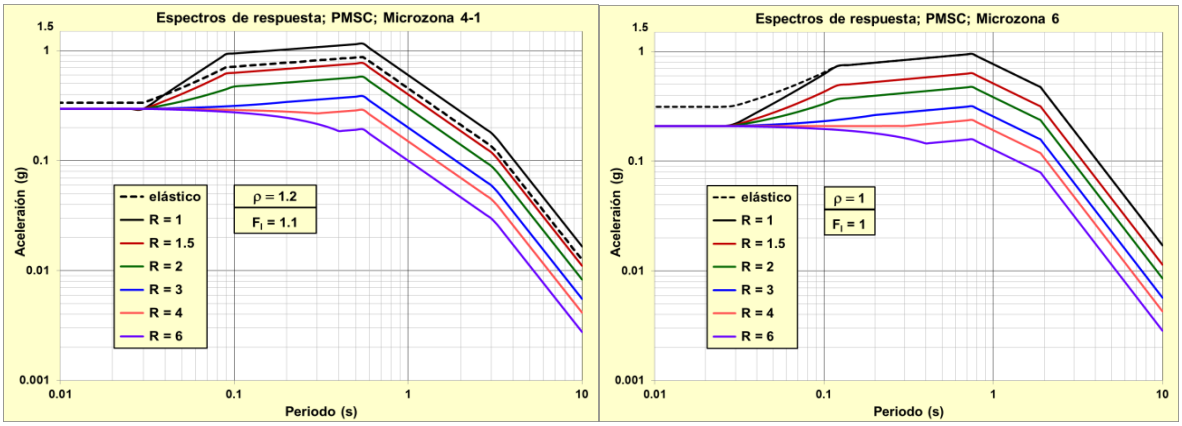


Figura 23. Ejemplos de espectros de respuesta para varios factores de reducción de respuesta R, con determinados factores de redundancia e irregularidad; grupo de importancia B2; PMR = 475 años, para las microzonas 4-1 (izquierda) y 6 (derecha; Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio Bolivariano Libertador del Distrito Capital, 2024).

5.2 Área Metropolitana de Barquisimeto -Cabudare

El proyecto de Microzonificación sísmica del Área Metropolitana de Barquisimeto - Cabudare se inició en el marco del programa FONACIT- BID II 200400738 para el estudio de microzonificación sísmica de Caracas y Barquisimeto. Barquisimeto había sido afectado por terremotos destructivos en varias oportunidades, entre ellas 1812 y en el terremoto de El Tocuyo 1950 (Grases et al., 1999). La información técnica elaborada en las ciudades Barquisimeto y Cabudare ha sido presentada en Schmitz et al. (2009b) y se resume en Schmitz y Morales (2016) y Schmitz et al. (2020b)

La evaluación de la amenaza sísmica se efectuó en términos probabilísticos, establecida como la frecuencia de excedencia anual de respuestas de aceleraciones espectrales, de estructuras elásticas con un amortiguamiento igual a 5% del crítico, ubicadas sobre el basamento rocoso, considerando las incertidumbres asociadas a la fuente de generación sísmica y a la propagación de las ondas (Figura 24). Como valor promedio se consideró 0,28 g que corresponde a la zona característica de la terraza de Barquisimeto y de la cuenca de Cabudare. Además, este valor corresponde al valor expresado para la macrozona Centro-Norte de Caracas (Hernández y Schmitz, 2009; Morales et al., 2015) en el valle sedimentario y permite comparar los espectros resultantes para el Área Metropolitana de Barquisimeto-Cabudare.

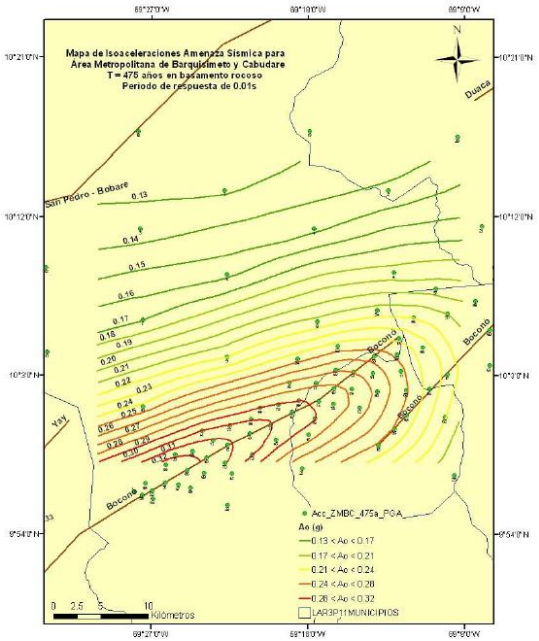


Figura 24. Mapa de amenaza sísmica para el Área Metropolitana de Barquisimeto – Cabudare para un PMR de 475 años con valores de aceleración pico del terreno en "g" para 0,01 s (Hernández et al., 2016).

Basado en trabajos de fotointerpretación realizados a partir de las misiones 020266 (escala 1:20.000) del año 1968 y la misión 0201106 (escala 1:50.000) del año 1975, completados con trabajos de campo, Bechtold (2004) logró mejorar la delimitación de las unidades cuaternarias (Figura 25).

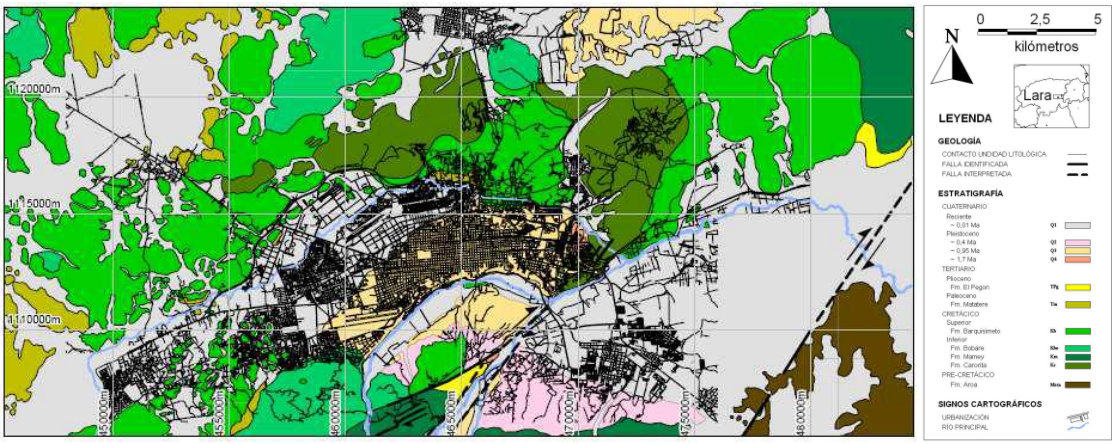


Figura 25. Mapa geológico digital de Barquisimeto y alrededores (Bechtold, 2004).

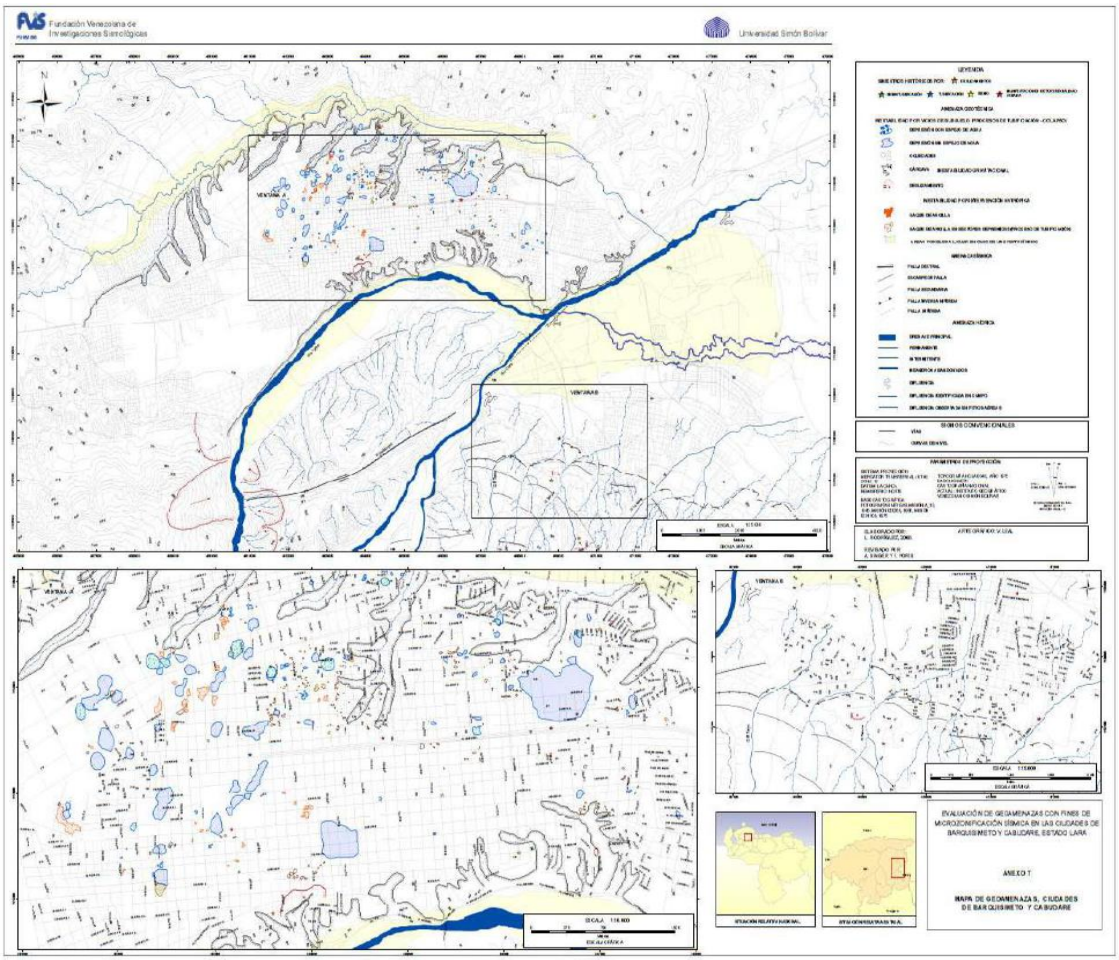


Figura 26. Mapa de geoamenazas sísmicas, geotécnicas e hídricas en las ciudades de Barquisimeto y Cabudare (Rodríguez y Singer, 2016).

Mediante el reconocimiento geomorfológico se identificaron las geoamenazas, siendo los vicios de suelo y subsuelo originados por procesos de tubificación – colapso en el tope de la terraza de Barquisimeto y de menor extensión en la planicie aluvial de los ríos Claro y Turbio

la principal amenaza (Figura 26). Además, se evaluaron las áreas posibles a ser afectadas por licuación de suelo y las inestabilidades por movimientos gravitacionales originados en el talud sur de la terraza de Barquisimeto (Timaure et al., 2016; Figura 27) y en las laderas adyacentes a Cabudare, así como las amenazas de origen hidrogeomorfológico (Rodríguez y Singer, 2016).

Figura 27. Mapa de susceptibilidad a movimientos de la terraza sur de Barquisimeto (Timaure et al., 2016),

Para la caracterización de los sedimentos se emplearon diversos métodos, tanto geofísicos como geotécnicos, apoyados en su ejecución por trabajos de campo e información existente. La caracterización somera se llevó a cabo mediante empleo de información geotécnica existente (más de 100 ensayos SPT), sísmica de pozos (*downhole*) en dos pozos al basamento sísmico e instrumentado con acelerógrafos (uno en Barquisimeto y uno en Cabudare), exploración geotécnica y análisis de topografía. Mediante los ensayos SPT existentes, suministrados por la Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado (UCLA), y mediante conversión de N° de golpes a Vs se generó un mapa de Vs30 (Figura 28).

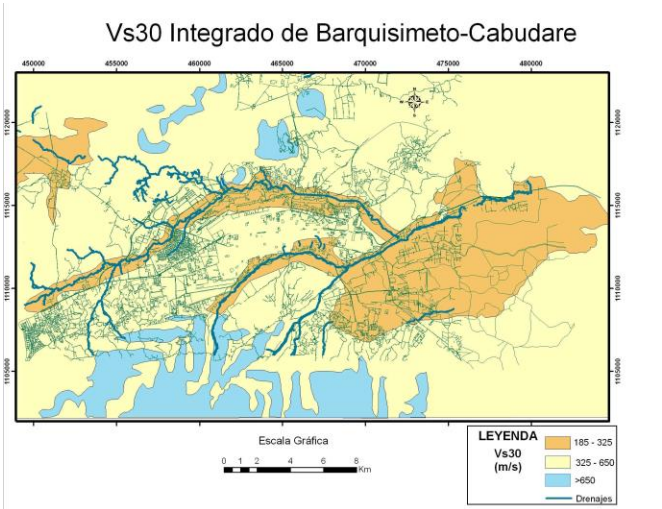


Figura 28. Mapa de Vs30 del Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare (García et al., 2016).

Para la determinación de los espesores y las características de los sedimentos profundos que suprayacen a rocas cretácicas de las formaciones Barquisimeto, Bobare y Mamey, se consideró la geología local, así como estudios geofísicos (método de Nakamura o H/V, mediciones gravimétricas, sísmica de refracción profunda) y los pozos perforados hasta roca con fines de instrumentación acelerográfica. Del análisis de unas 1200 mediciones de ruido ambiental con el método H/V resultan valores máximos del período fundamental del suelo de 0,8 s y 3,0 s en Barquisimeto y Cabudare, respectivamente, con menores valores hacia el norte y el oeste (Figura 29).

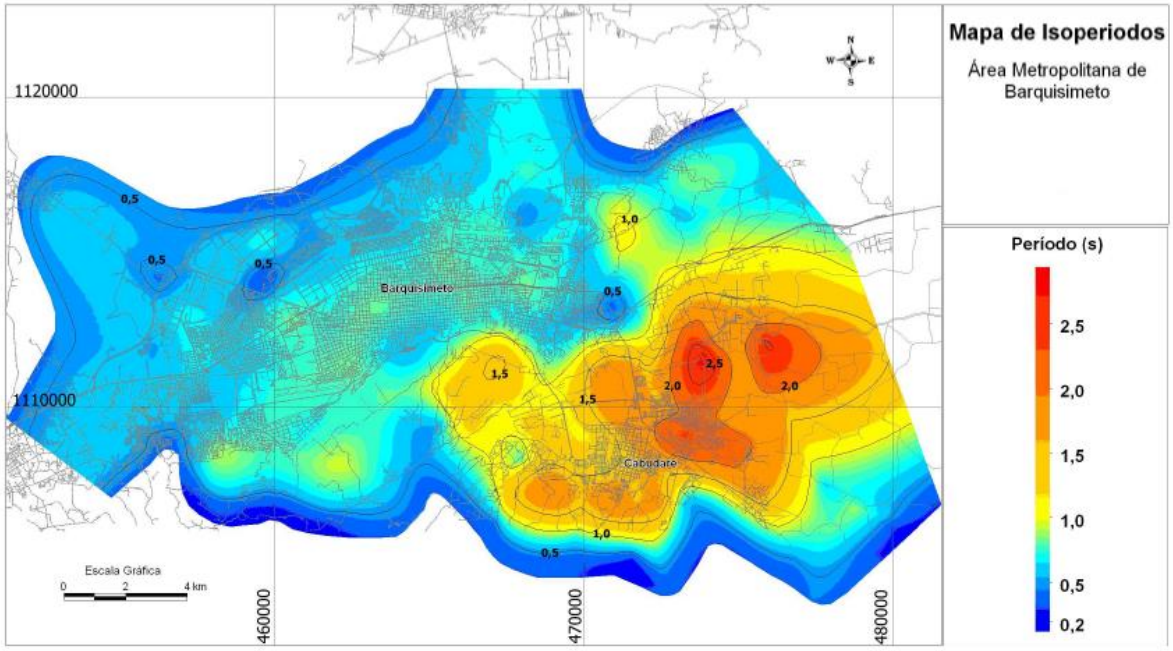


Figura 29. Mapa de períodos fundamentales del suelo del Área Metropolitana de Barquisimeto-Cabudare (Rocabado et al., 2007).

Para determinar la profundidad de los sedimentos se realizaron 5 perfiles sísmicos de hasta 3 km de longitud con explosivos como fuente, lo que permitió determinar las velocidades de propagación de las ondas P y S de los sedimentos y del basamento (Figura 30).

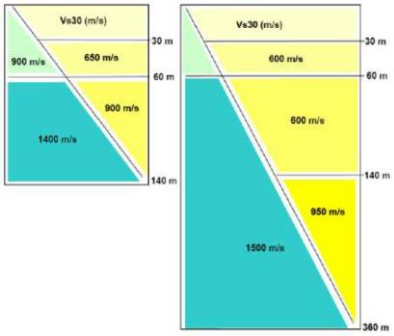


Figura 30. Modelo geológico/geofísico con velocidades Vs para los sedimentos de la terraza aluvial de Barquisimeto (izquierda) y para los sedimentos que rellenan la Cuenca de Tracción de Cabudare (derecha).

Como base para el modelado gravimétrico 3D sirvieron unas 670 mediciones gravimétricas, así como la información de profundidad proveniente de la conversión de períodos (Figura 29) a profundidad, las perforaciones geotécnicas profundas, así como los resultados de la sísmica como control. Se pudieron determinar profundidades del espesor de sedimentos de máximo 140 m en Barquisimeto y cercanas a 400 m en Cabudare (Figura 31).

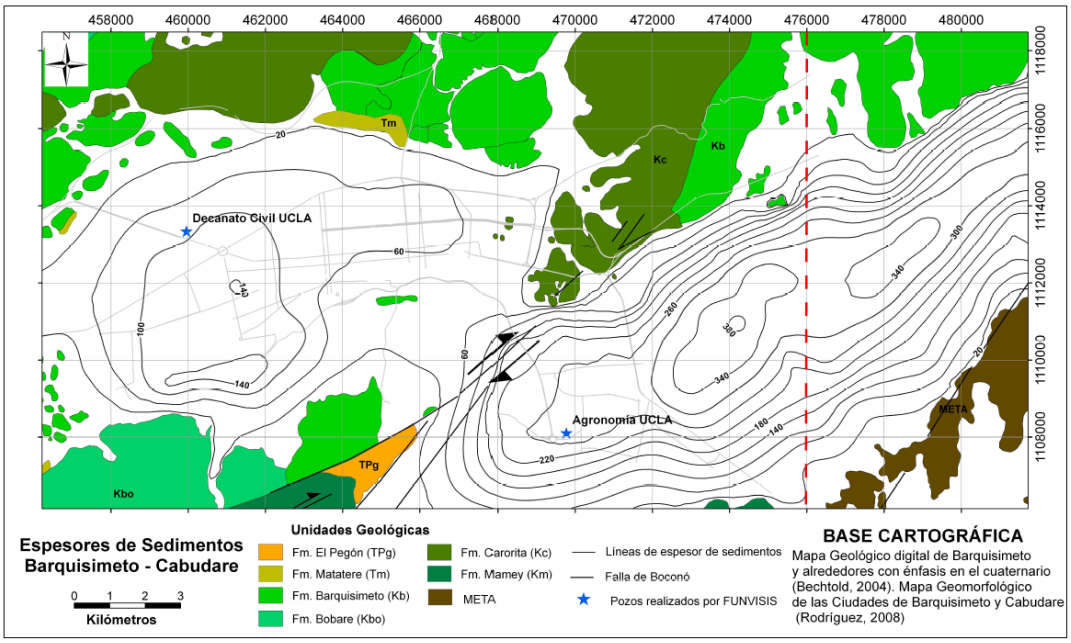


Figura 31. Mapa de espesor de sedimentos del Área Metropolitana de Barquisimeto-Cabudare (Reinoza et al., 2011; 2016; Schmitz et al., 2019).

Con la finalidad de estimar la respuesta sísmica de la ciudad de Barquisimeto en 2D se realizaron estudios de propagación de ondas con dos enfoques distintos: se aplicó el método de elementos espectrales (SEM) y se aplicó un método analítico conocido como suma modal con una técnica numérica: las diferencias finitas (Fäh, et al. 1993). Los resultados del análisis de esta información (Figura 32) permiten ajustar los espectros de respuesta derivados del análisis 1-D (Abreu et al., 2016). El Área Metropolitana de Barquisimeto-Cabudare tiene una respuesta de sitio alrededor de las frecuencias 2-3 Hz. en la terraza de Barquisimeto, de 0.5-3 Hz. en la planicie aluvial de río Turbio y de 0.1-4.5 Hz. en la cuenca de Cabudare; con amplificaciones relativas que alcanzan el factor de 10 en las tres componentes (sin tomar en cuenta la amortiguación de los sedimentos).

La selección de las microzonas de igual respuesta sísmica en sedimentos y laderas se basa en la respuesta sísmica proveniente del estudio paramétrico 1D, incorporando efectos de cuenca 2D mediante un análisis lineal-equivalente (Schnabel et al., 1972) según las características de los sedimentos (Figura 30) y su espesor (Figura 31). Para la definición de los espectros de cada microzona sísmica se emplearon los valores A0 = 0,28 g y A1 = 0,245 g de la macrozona Centro Norte de Caracas (Hernández y Schmitz, 2009).

La delimitación de las microzonas sísmicas se realizó en función de la calidad del suelo superficial (Vs30; Figura 28) y del espesor de sedimentos (Figura 31), con agrupación de 4 clases de espesores, definidos según los criterios del estudio de microzonificación sísmica

de Caracas (Schmitz *et al.*, 2011), ajustadas las microzonas a los límites catastrales. Mediante la calibración del modelo de subsuelo con estudios geofísicos y registros sísmicos en los observatorios acelerográficos en Barquisimeto y Cabudare se efectuaron comparaciones con los espectros de respuesta para estas microzonas (Morales et al., 2015). Los espectros (Figura 33) son asociados a cada microzona en el Área Metropolitana de Barquisimeto-Cabudare (Figura 34).

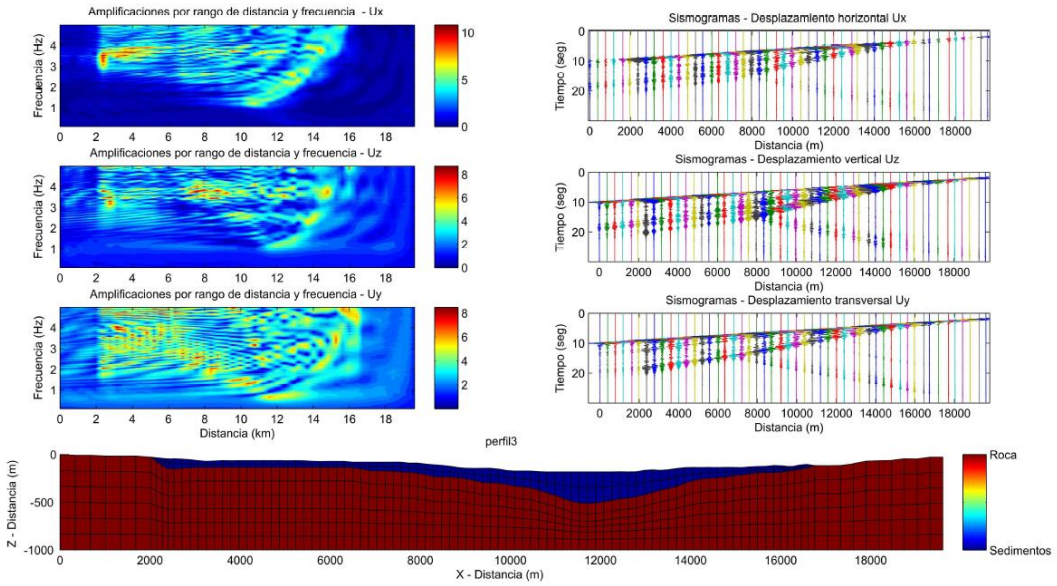
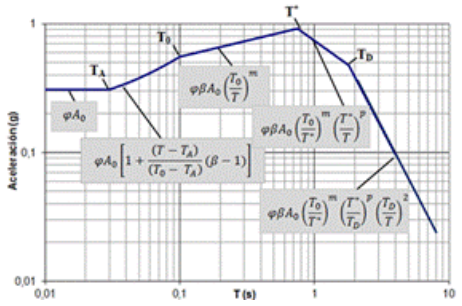


Figura 32. Amplificaciones y sismogramas sintéticos de las 3 componentes (Ux y Uy Horizontal, Uz vertical) de un perfil en dirección sureste – noroeste desde la terraza de Barquisimeto a la cuenca de Cabudare (Abreu et al., 2016).



MICRO-ZONA SÍSMICA	Vs30 (m/s)	H (m)	PARÁMETROS								
			A_0 (g)	φ	β	T_A (s)	T_0 (s)	T^* (s)	T_D (s)	m	p
1	>650	-	0.28	1	2.35	0.02	0.10	0.38	2.8	0	1
2	325 a 650	≤ 60	0.28	1.50	2.10	0.03	0.10	0.55	2.6	-0.05	1.40
3	185 a 325	≤ 60	0.28	1.40	2.45	0.03	0.18	0.70	2.0	0.08	1.30
4	<185	≤ 60	0.28	1.10	2.80	0.04	0.3	0.75	2.0	0.12	1.00
5	325 a 650	60 a 120	0.28	1.20	2.10	0.03	0.09	0.55	2.0	-0.12	1.10
6	185 a 325	60 a 120	0.28	1.20	2.35	0.03	0.18	0.70	1.9	-0.05	1.10
7	325 a 650	120 a 220	0.28	1.20	2.10	0.03	0.09	0.60	1.50	-0.10	0.55
8	185 a 325	120 a 220	0.28	1.15	1.80	0.03	0.10	0.70	1.5	-0.20	0.55
9	185 a 325	>220	0.28	1.10	1.80	0.03	0.10	0.75	1.80	-0.25	0.75

Figura 33. Espectro Elástico para el Área Metropolitana de Barquisimeto-Cabudare según Hernández et al. (2011) (izquierda) con los respectivos parámetros para su construcción (derecha).

Las ordenanzas municipales fueron preparadas junto con las respectivas alcaldías y concejos municipales (Schmitz et al., 2017) y publicadas en el año 2018 (Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes del Municipio Iribarren, 2018; Ordenanza de Microzonificación Sísmica del Municipio Palavecino, 2018). Dentro de las ordenanzas, la evaluación de vulnerabilidad de las edificaciones en las diferentes microzonas y su eventual reforzamiento estructural y sismorresistente dentro de los planes de gestión del riesgo toman un lugar importante. Se basan en gran parte en la distribución de las edificaciones en

Barquisimeto y Cabudare (Rojas et al., 2016; Figura 35) y en la evaluación de edificaciones tipificadas (Hernández y Domínguez, 2009) y se realizó la sectorización de las ciudades, siendo de mayor urgencia el reforzamiento de las edificaciones escolares (López et al., 2015).

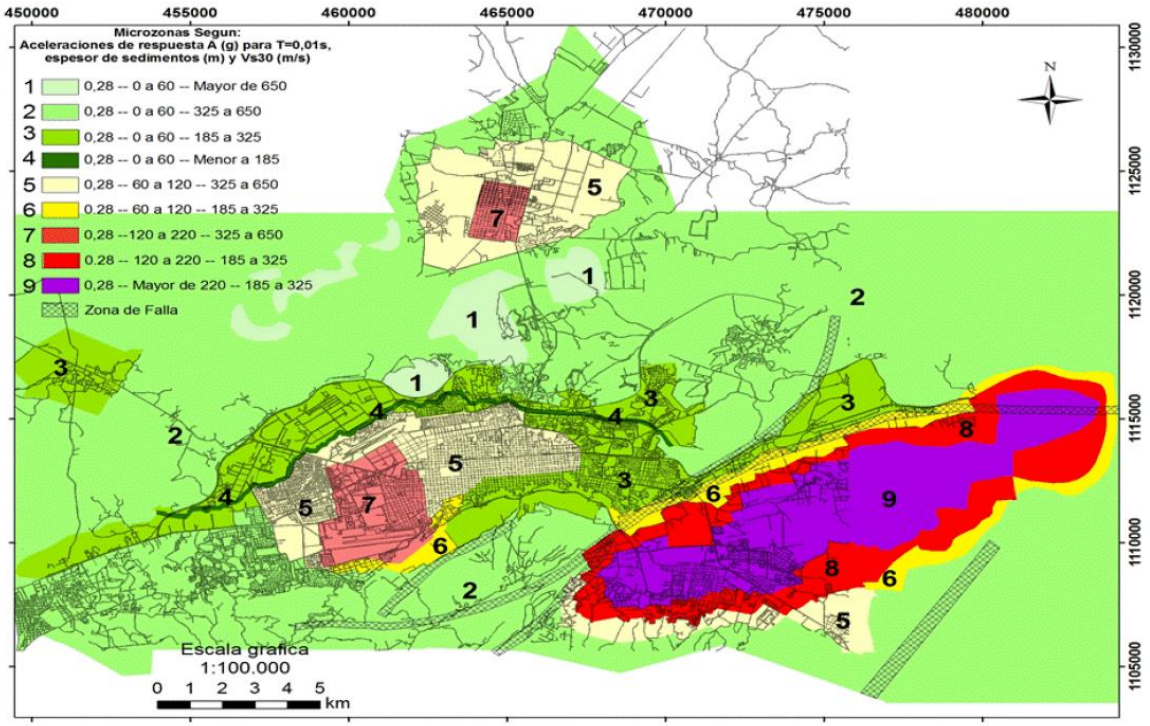


Figura 34. Mapa de microzonas sísmicas y fallas activas del Área Metropolitana de Barquisimeto-Cabudare (García et al., 2016).

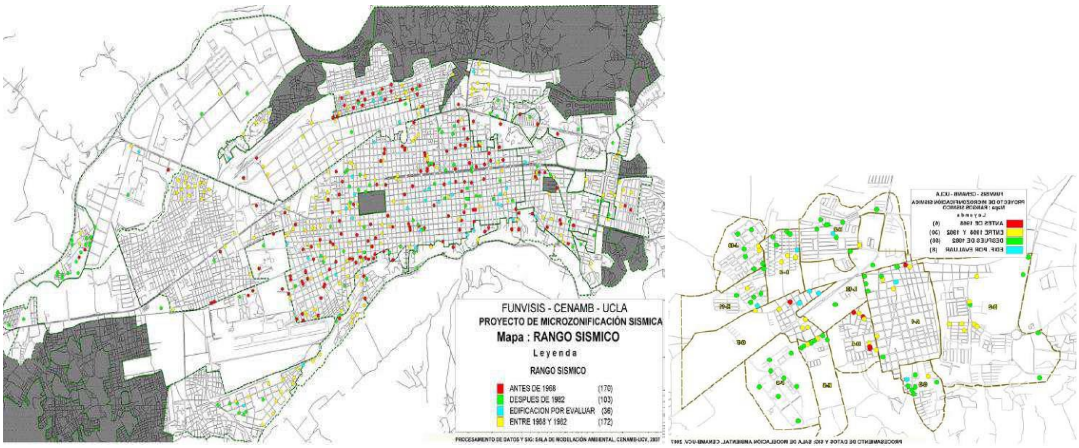


Figura 35. Mapa de ubicación de la información levantada en Barquisimeto (izquierda) y Cabudare (derecha) por año de construcción (Rojas et al., 2016).

Para la evaluación de las edificaciones existentes se requirió una interacción con las comunidades y alcaldías, a las cuales se impartieron cursos de sistemas de información geográfica (SIG) para el manejo de la información recopilada en el proyecto en el marco de los planes de gestión del riesgo.

5.3 Carora y otras ciudades en el Estado Lara (El Tocuyo, Quíbor, Duaca)

En el marco del Proyecto de Microzonificación Sísmica del Estado Lara iniciado en el año 2006, que contó con el apoyo económico de la Gobernación del Estado Lara y FUNVISIS, se realizaron estudios en las ciudades Carora, El Tocuyo, Quíbor y Duaca. La ciudad de Carora está ubicada en el borde suroriental de la cuenca con el mismo nombre, sobre sedimentos cuaternarios, depositados discordantemente sobre rocas de las formaciones Barquisimeto (Cretácico Superior) y Matatere (Paleoceno – Eoceno) (Figura 36) en una zona de moderada sismicidad con un valor A0 de 0,18 g (Hernández y Schmitz, 2019).

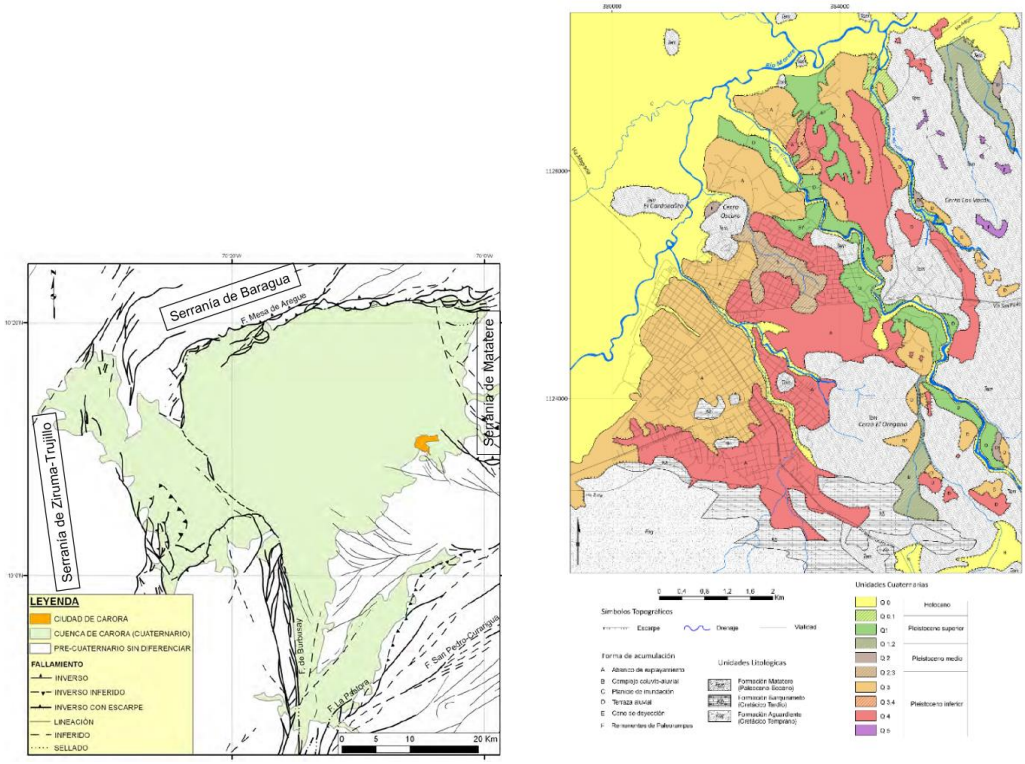


Figura 36. Ubicación de la ciudad de Carora respecto a la cuenca Sabana de Carora y su marco estructural (izquierda) y mapa geológico de Carora y alrededores (derecha) (Ávila et al., 2014, modificado de Oropeza, 2012).

La evaluación del subsuelo se inició con mediciones gravimétricas en el marco del proyecto Tupure-Carora (Cooperación FUNVISIS-PDVSA-INTEVEP), para el cual se procesaron 915 datos correspondientes a la cuenca Sabana de Carora; adicionalmente, se midieron 86 puntos en la ciudad de Carora con una distancia aproximada de 500 m entre puntos (Martínez, 2007). Se adquirieron 192 mediciones de ruido ambiental con una duración de 20 minutos y una distancia entre puntos de aproximadamente 250 m; resultaron valores de los períodos de vibración del suelo entre 0,6 y 1,7 s con valores menores a 0,6 s en el sur y oeste (Paolini, 2006). Mediante la adquisición de perfiles largos de refracción de microtremores (ReMi) se pudieron determinar profundidades a un basamento sísmico con Vs de 1600 m/s entre 75 y 135 m (Figura 37; Duque et al., 2011).

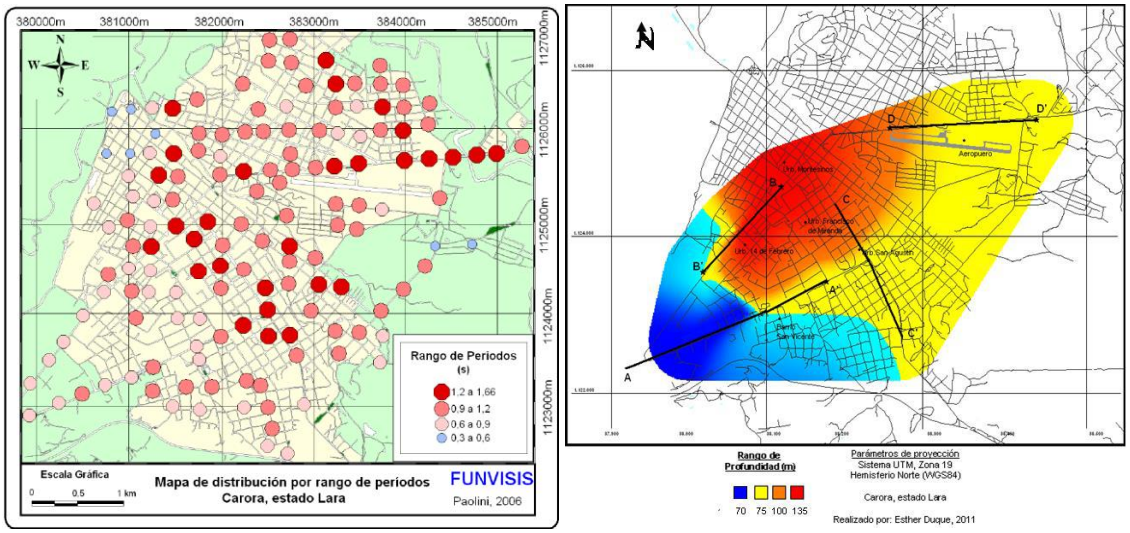


Figura 37. Períodos de vibración del suelo de Carora (izquierda; Paolini, 2006) y mapa de espesores obtenido mediante ReMi, considerando que la velocidad de ondas S del basamento es mayor a 1600 m/s (derecha; Duque et al., 2011).

Zerpa (2019) aplicó la técnica de decremento aleatorio (RayDec; Hobiger et al., 2009) para la inversión de las curvas de elipticidad de las ondas Rayleigh a los datos de Paolini (2006), lo que permitió desarrollar perfiles de Vs versus profundidad con espesores entre 30 y 230 para Vs del basamento entre 1250 m/s y 1550 m/s para la Formación Matatere (Centro, Norte y Este de Carora) y entre 1550 m/s y 1800 m/s para la Formación Barquisimeto (suroeste de Carora) con un valor promedio del basamento sísmico de Vs = 1400 m/s (Figura 38).

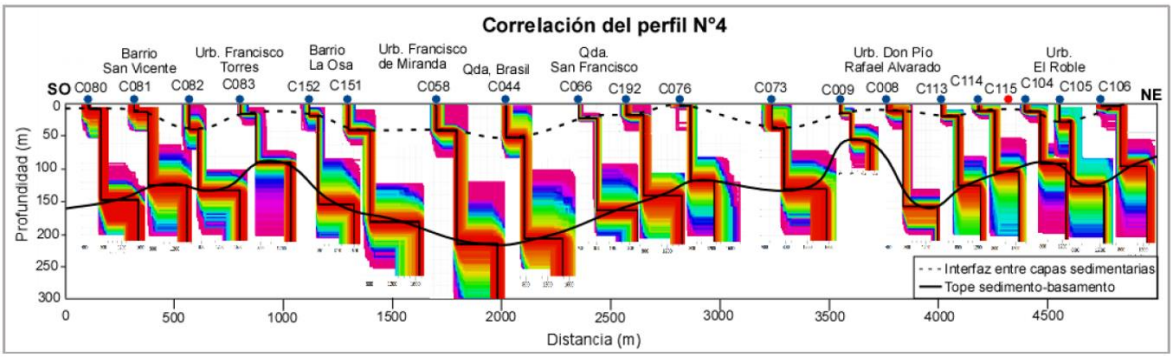


Figura 38. Perfiles 1-D de Vs/profundidad obtenidos con la técnica RayDec a lo largo de un perfil de orientación SO-NE en Carora (Zerpa, 2019).

Con la integración de la información disponible (gravimétrica, H/V, ReMi) y los perfiles Vs mediante la inversión RayDec (Figura 38), se elaboraron mapas de espesores de sedimentos de Carora clasificados en 3 rangos (30-80 m, 80-150 m y 150-230 m) y de Vs30 inferido desde el relieve (siguiendo la metodología de Allen y Wald, 2009) clasificado en 2 rangos, de 200-400 m/s y mayor a 400 m/s (Figura 39). Para estimar la respuesta sísmica en superficie se desarrollaron evaluaciones de la amenaza sísmica en roca y en los sitios sedimentarios mediante relaciones de atenuación apropiadas (Hernández et al., 2021). Basado en el análisis

de los resultados se distinguen dos microzonas sísmicas, una en sedimentos someros de hasta 80 m con Vs30 > 400 m/s, y otra con Vs30 de 200-400 m/s y profundidad del basamento sísmico mayor a 80 m (diferenciada para espesores menores y mayores de 110 m). Se especificaron los espectros de diseño asociados a cada una, para diferentes períodos de retorno (PMR = 225, 475, 689 y 975 años). Los espectros de respuestas (Figura 40; Schmitz et al., 2023b) deberán ser implementados a través de una ordenanza municipal que oriente las nuevas construcciones, así como la gestión del riesgo sísmico de las edificaciones existentes, tal como lo estipula la norma COVENIN 1756 (2019).

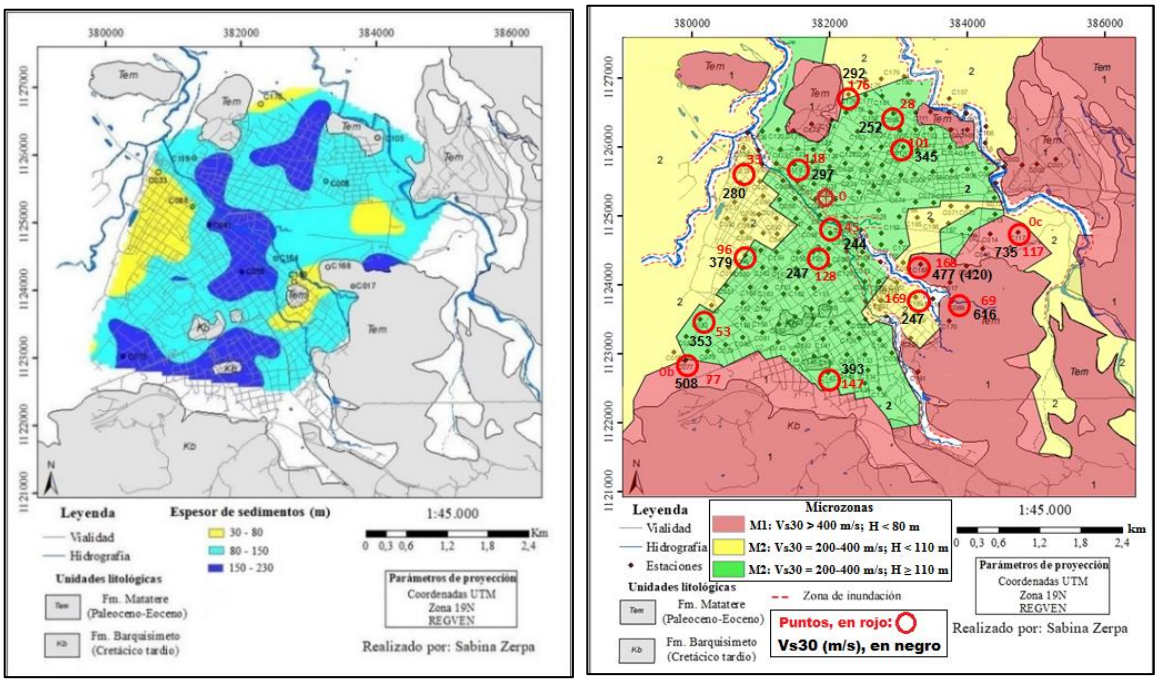


Figura 39. Mapa de espesores de sedimentos de Carora clasificado en 3 rangos en Carora (izquierda). Mapa de microzonas sísmicas de Carora; se muestran los sitios de evaluación de la respuesta sísmica indicando Vs30 (derecha; Zerpa, 2019).

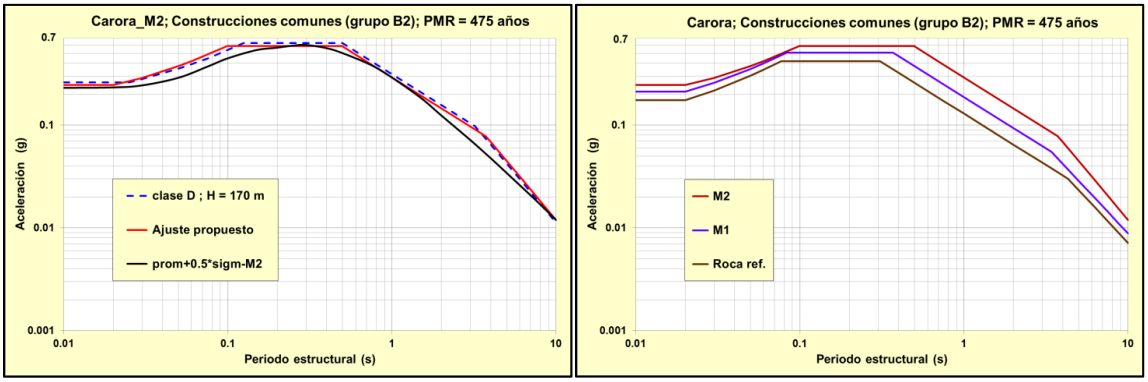


Figura 40. Espectro representativo, ajuste propuesto y normativo para la microzona M2 (izquierda) y espectros ajustados en roca y para las microzonas M1 y M2 (derecha) para PMR = 475 años (Schmitz et al., 2023b).

El Tocuyo se encuentra ubicado en la cercanía de importantes fallas, como es el sistema de fallas de Boconó, responsables de la elevada amenaza sísmica de A0=0,33 g (Hernández y Schmitz, 2019). Entre las fallas que podrían generar rupturas en superficie en El Tocuyo se presentan las fallas de Boconó, Río Tocuyo y Hato Viejo (a la cual se le atribuye el sismo del 3 de agosto de 1950; Figuras 41 y 42). El Tocuyo, ubicado en un valle cuaternario (Figura 41, izquierda), fue parcialmente destruida por el terremoto del 3 de agosto de 1950 con una magnitud de ~ 6,9 y una profundidad estimada de 27 km con una intensidad epicentral MCS de entre X y XI (Fiedler, 1961).

Los trabajos realizados en El Tocuyo comprendieron estudios geológicos (Colón, 2009) y geofísicos (Aray, 2008; Duque et al., 2011; Ávila et al., 2012; 2016) con el fin de determinar microzonas sísmicas preliminares basados en la integración de información del subsuelo y plantear espectros de respuesta asociados a ellas (Silva et al., 2023).

El mapa de Vs 30 (Figura 41, derecha) se desarrolló aplicando la metodología de Allen & Wald (2009) basada en el análisis de la topografía, integrado con resultados de mediciones sísmicas. La distribución de los resultados de Vs30 observados está relacionada con la geología de El Tocuyo, en su mayoría terrazas, las cuales fueron identificadas por zonas planas muy erosionadas, encontrándose éstas sobre rocas pertenecientes a la Formación Morán (Paleoceno-Eoceno), específicamente a su Miembro de Lutitas de El Tocuyo (Colón, 2009).

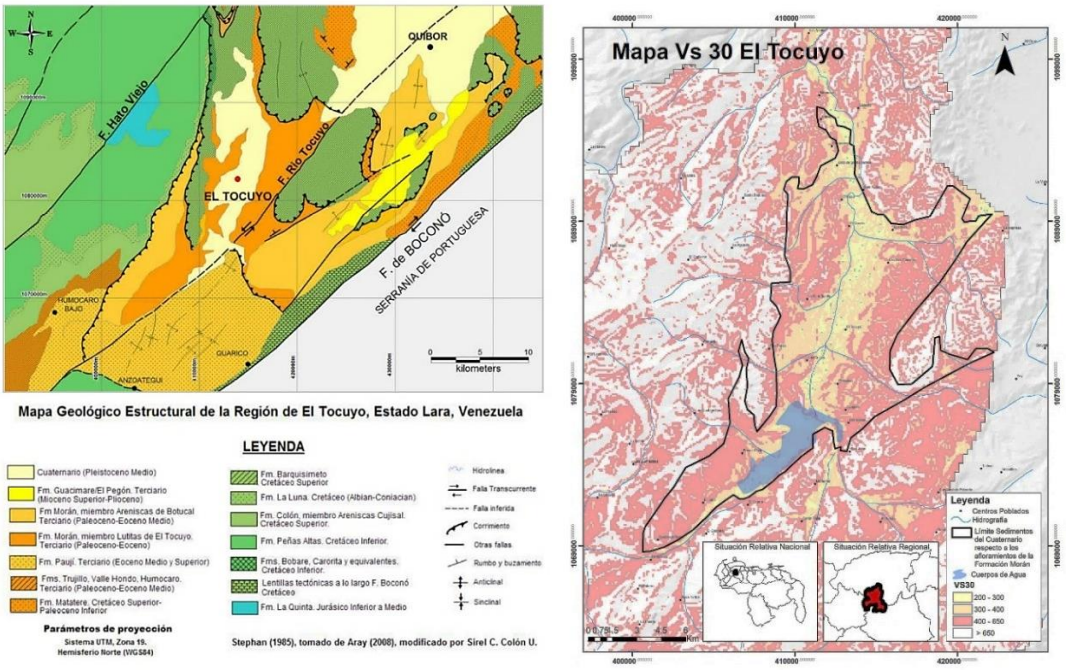


Figura 41. Mapa geológico estructural de la región El Tocuyo (izquierda; Silva et al. 2023; modificado de Stephan, 1985) y mapa de Vs30 por topografía (derecha; Silva et al. 2023)

Basado en los análisis de mediciones de ReMi se obtuvieron para los primeros 30m velocidades Vs entre 250m/s y 450m/s. Los sedimentos no consolidados poseen un espesor

promedio de 60m y están asociados a velocidades de 540m/s y los sedimentos consolidados están caracterizados por velocidades de 900m/s, cuyas capas tienen espesores promedios de 50m (Figura 42, izquierda). Se considera que la base de la cuenca sedimentaria del Cuaternario la forman tanto lutitas como areniscas, por lo cual la respuesta sísmica no necesariamente está dominada por el tope de las formaciones, sino por un estrato que supere un Vs de aproximadamente 1200 m/s que podría ubicarse a cierta profundidad dentro de las lutitas de la Formación Morán o en el tope de las formaciones Colón y Barquisimeto.

Para la realización del mapa de microzonas sísmicas se empleó el mapa de profundidad al basamento sísmico y el mapa de Vs30. Se establecieron perfiles de respuesta sísmica con variación de litología para una orientación general, teniendo como referencia información geotécnica. Se definieron para El Tocuyo 4 grupos de microzonas sísmicas preliminares (Figura 42, derecha), basado en los valores Vs30. Las bajas velocidades Vs30 de 200 - 300 m/s (grupo MS-4) se deben a los sedimentos aluvionales con un relieve bajo en el centro de la cuenca. Hacia los bordes de la cuenca se encuentran microzonas sísmicas correspondientes a los grupos MS-3 (con Vs30 de 300-400 m/s) y MS-2 (propiedades intermedias con Vs30 de 400-650 m/s), diferenciados por su profundidad al basamento (hasta 150 m o más de 150 m). En las zonas de alto relieve topográfico predomina los grupos MS-2 y MS-1 (roca). Las partes bajas de la cuenca (grupo de microzonas sísmicas MS-4) podrían ser propensos a fenómenos de licuación del suelo, mientras en la zona de alta topografía (grupos de MS-1 y MS-2) podría haber un peligro de deslizamientos.

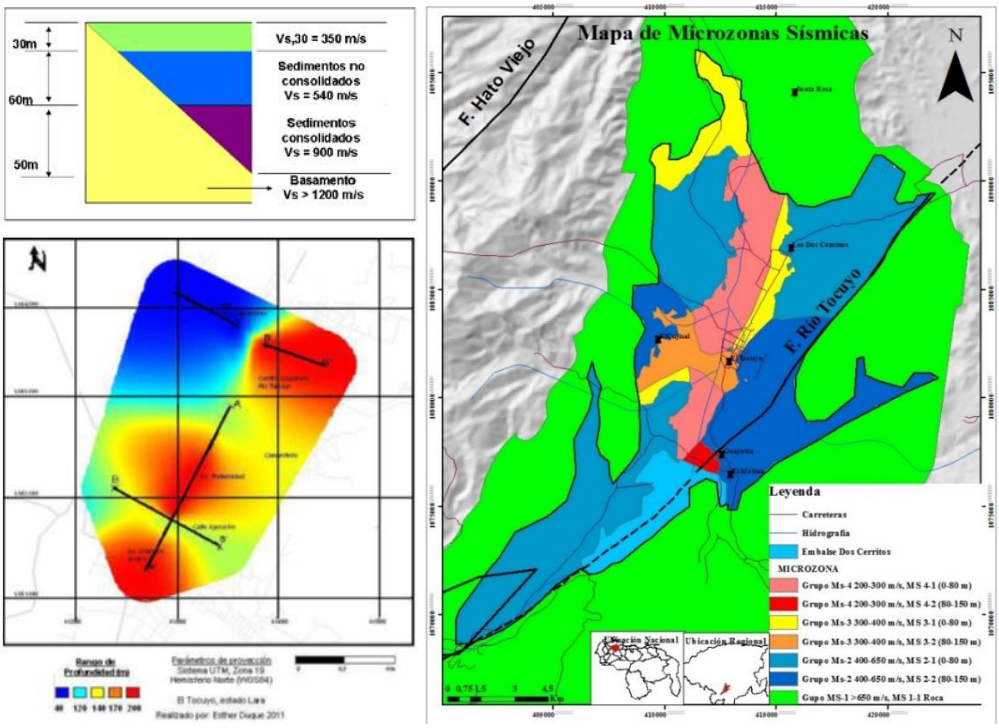


Figura 42. Izquierda: Esquema de velocidades de ondas de corte de El Tocuyo (arriba) basado en el análisis de perfiles ReMi (abajo; Duque et al., 2011). Derecha: Mapa de microzonas sísmicas preliminares para El Tocuyo (Silva et al., 2023).

La ciudad de Quíbor (Municipio Jiménez) se ubica al sur de la depresión del Valle de Quíbor (Figura 41, izquierda), una región fértil de gran producción agrícola. Se ubica cercano a la Falla Río Tocuyo; el valor de la amenaza sísmica A0 es 0,25 g (Hernández y Schmitz, 2019). Para la caracterización del subsuelo de la ciudad se realizaron investigaciones geológicas y geofísicas (Valls, 2008; Wurst, 2010; Duque et al., 2011; Ávila et al., 2012; 2016). Se midió el ruido ambiental en 158 sitios en la zona, obteniendo períodos predominantes entre 0,2 s en la cercanía de los afloramientos de la Formación Morán y 1,6 s en la zona más distante a los afloramientos (Figura 43).

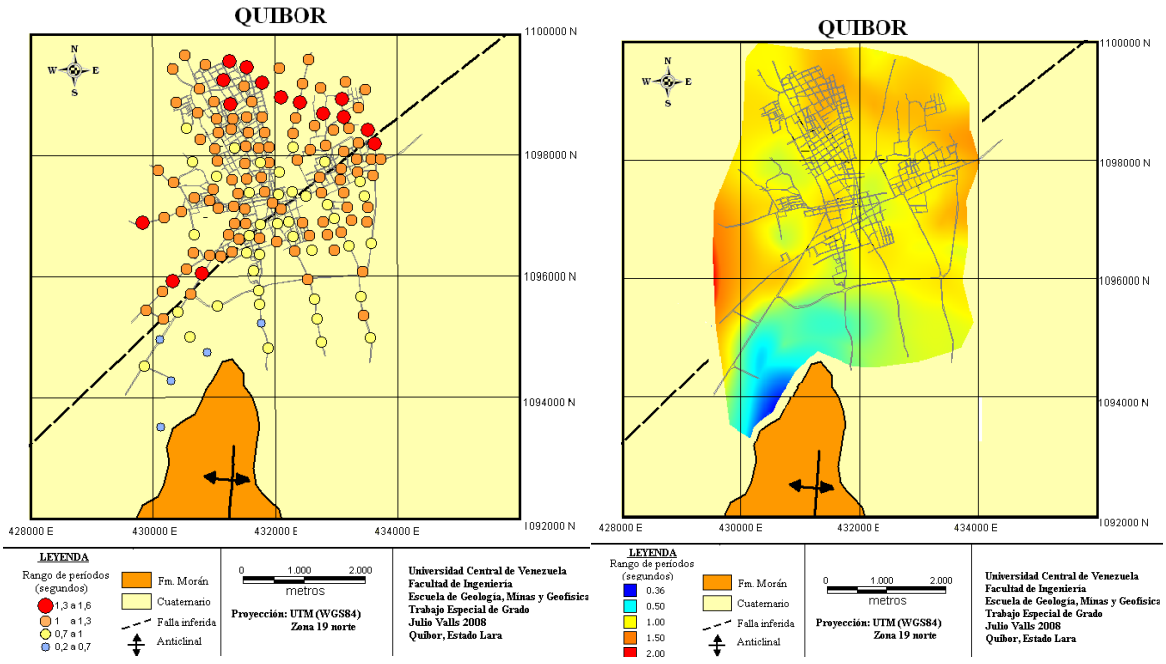


Figura 43. Ubicación de mediciones de ruido ambiental y los resultantes períodos predominantes de Quíbor (izquierda) y mapa con los valores interpolados de períodos predominantes del suelo (derecha) (Valls, 2008).

Basado en los resultados de perfiles ReMi se obtuvieron espesores de sedimentos de aproximadamente 200 m con Vs30 promedio de 350 m/s y velocidades Vs de 550 m/s hasta 110 m de profundidad y 840 m/s hasta el tope del basamento con 1300 m/s (Duque et al., 2011). Para el modelado 3D de los espesores de sedimentos se realizaron unas 200 mediciones gravimétricas distribuidas en la ciudad de Quíbor (Figura 44) y en toda la depresión del Valle de Quíbor (Figura 45). Tanto a nivel de la ciudad de Quíbor como en todo el valle se observan variaciones importantes en los espesores de sedimentos, que varían entre 250 y 400 m con una topografía importante del tope de roca (Formación Morán). En la parte montañosa del municipio Jiménez se activó en el año 2012 un deslizamiento que abarcó gran parte del pueblo de Cubiro. Se trata de deslizamientos fósiles reactivados por las filtraciones de nuevos desarrollos y falta de mantenimiento de quebradas, lo que requiere el reasentamiento de una parte de la población (Dasco et al., 2013).

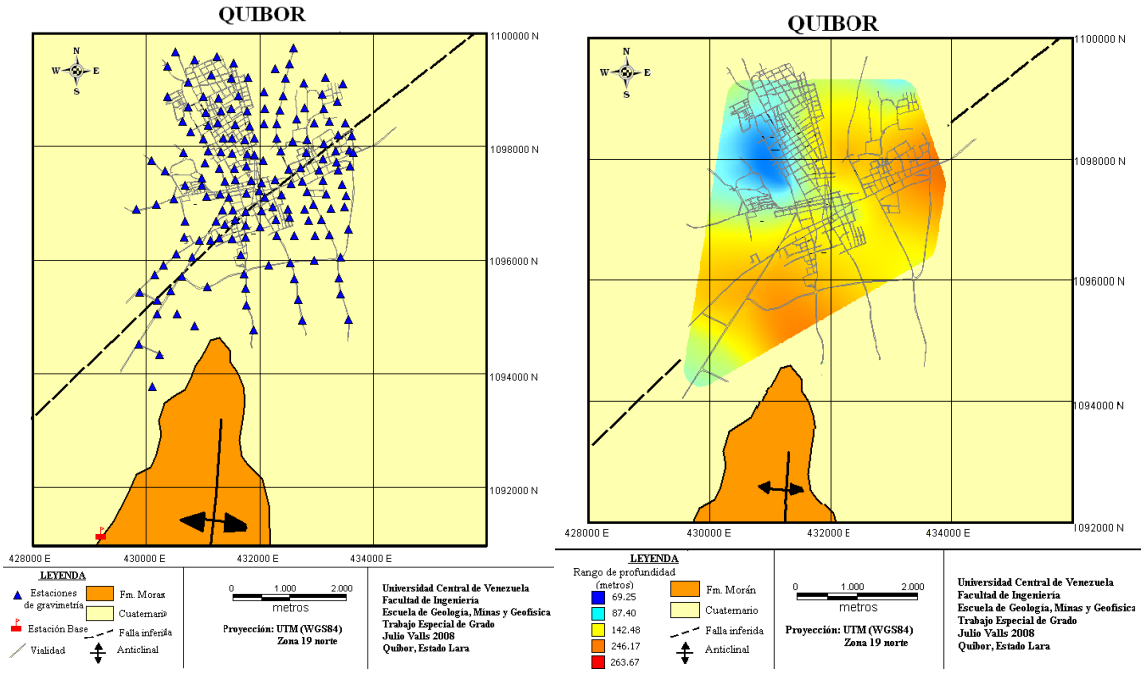


Figura 44. Ubicación de mediciones gravimétricos (izquierda) y espesores de sedimentos (derecha) en la cercanía de la ciudad de Quíbor (Valls, 2008).

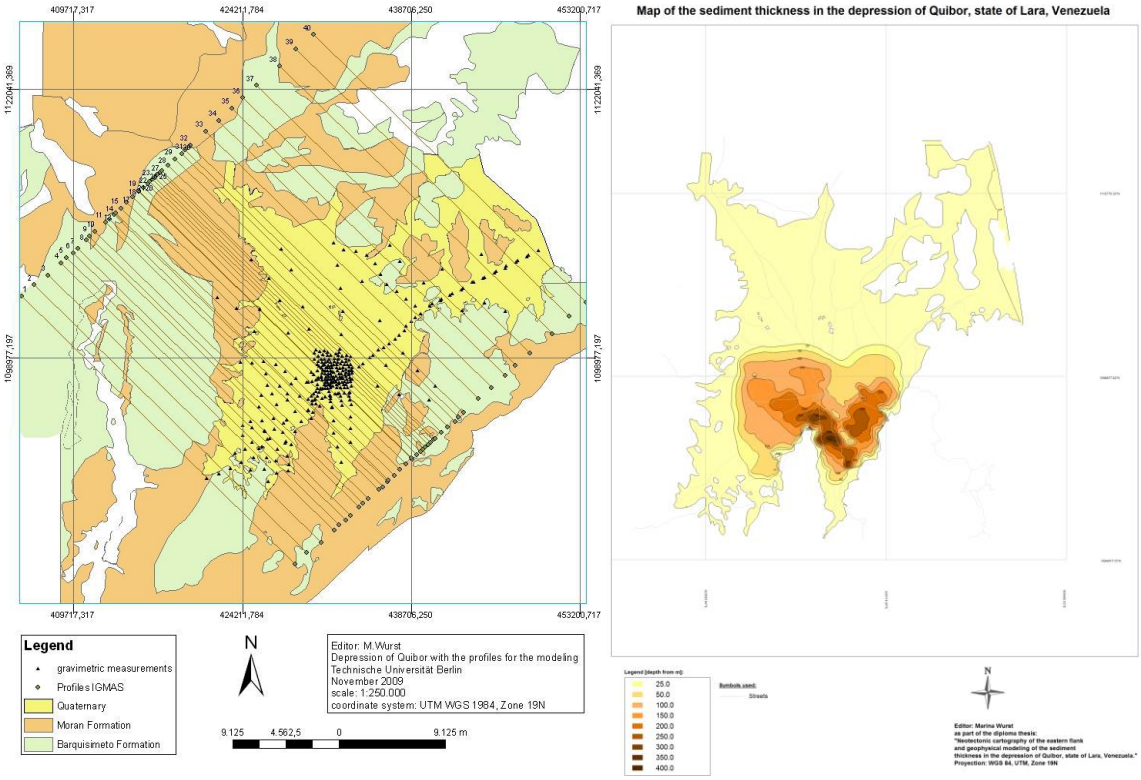


Figura 45. Mediciones gravimétricas (izquierda) y espesores de sedimentos (derecha) en la depresión de Quíbor (Wurst, 2010).

Duaca (Municipio Crespo) está ubicada unos 35 km al noreste de Barquisimeto en una meseta montañosa. Las investigaciones geofísicas incluyeron 48 mediciones de ruido ambiental y 106 mediciones gravimétricas (Hernández, 2008), así como 3 perfiles ReMi (Duque et al., 2011). Los períodos fundamentales resultantes varían entre 0,2 s sobre sitios en la Formación Bobare y 0,91 s en la parte central de Duaca (Figura 46; Hernández, 2008).

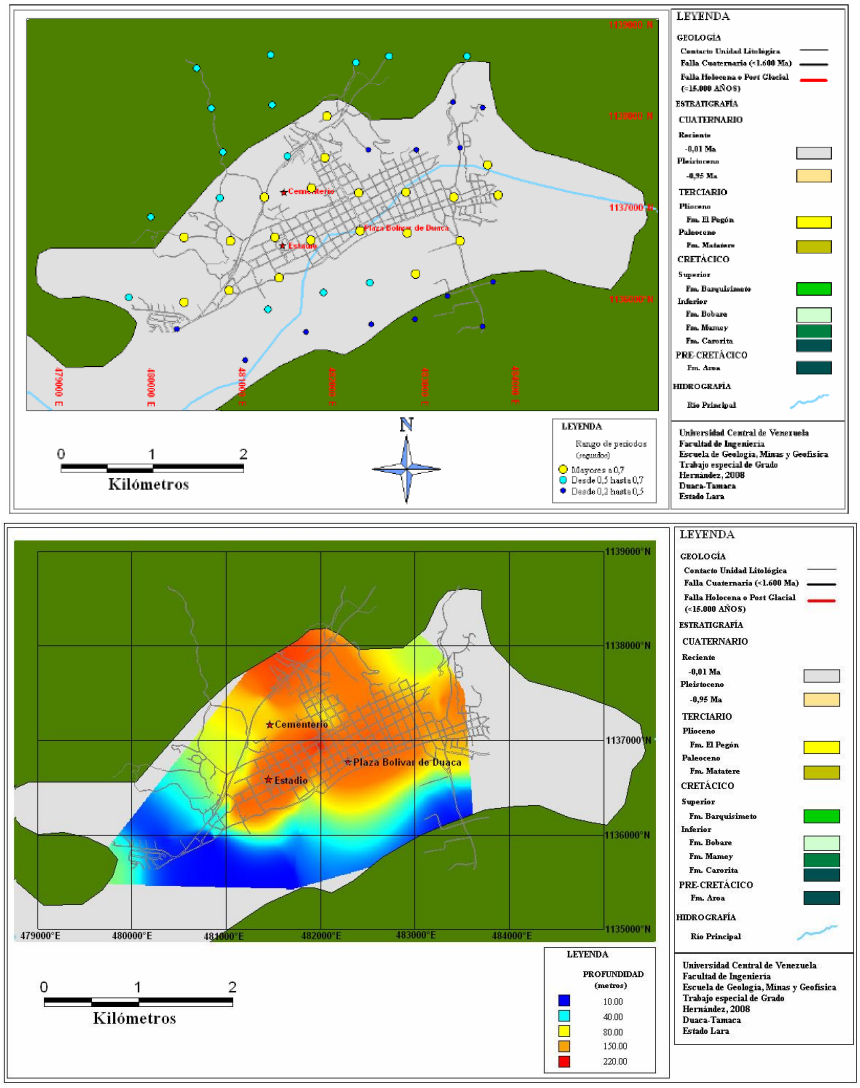


Figura 46. Mapa de períodos fundamentales (arriba) y mapa de espesores de sedimentos (abajo) de Duaca (Hernández, 2008; geología base de Bellizia y Rodríguez, 1968, modificado de Bechtold, 2004).

Los espesores de sedimentos (Figura 46, abajo) se determinaron mediante modelado gravimétrico 3D tomando como control los espesores obtenidos por perfiles ReMi (Duque et al., 2011). Los máximos espesores de 220 metros se ubican en el centro de Duaca con valores promedio de Vs30 de 400 m/s, seguido por sedimentos no consolidados con Vs de 700 m/s hasta unos 100 m de profundidad y en la parte baja sedimentos consolidados con Vs de 1170 m/s.

5.4 Cumaná y ciudades en el Estado Sucre (Carúpano, Cariaco)

Cumaná, ubicada en el extremo norte de la Serranía del Interior, se encuentra asentada sobre sedimentos fluvio-deltaicos del río Manzanares y de la llanura costera. La traza de la falla de El Pilar, que separa las placas del Caribe y de Sudamérica (al este de Venezuela), cruza la ciudad, por lo cual Cumaná es una de las ciudades venezolanas más afectadas por sismos destructores a lo largo de los años (1530, 1684, 1766, 1797, 1853, 1929 y 1997; Grases et al., 1999). Por ello, hay un gran número de estudios para la mitigación del riesgo sísmico.

A comienzos de los años 90, se evaluó la seguridad sísmica del hospital de Cumaná por estar ubicado muy cerca de la traza de la Falla El Pilar (e.g. OPS, 1995). Posterior al terremoto de Cariaco de 1997 se realizaron mediciones de ruido ambiental (Abeki et al., 1998b), pudiendo correlacionarse los periodos predominantes mayores a 1 s con los sedimentos deltaicos del río Manzanares y los depósitos marinos costeros (Figura 47). Grases et al. (2005), llevaron a cabo un proyecto de investigación sobre mitigación y prevención de amenazas naturales en la ciudad de Cumaná, para lo cual realizaron una amplia recopilación de información e identificaron cinco áreas con ciertas restricciones para el desarrollo urbano, considerando su geología, geomorfología, geotecnia y amenazas naturales. Theilen-Willige (2002) analizó los lineamientos al sur de Cumaná con miras hacia la amenaza sísmica y el peligro de deslizamientos. En el año 2001 se realizaron mediciones sísmicas en torno al hospital para precisar la ubicación de la Falla El Pilar (Schmitz et al., 2006) y en el año 2009 se inició el Proyecto de Microzonificación Sísmica de la ciudad de Cumaná (LOCTI) por FUNVISIS. El Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR, Mérida) gestionó con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) un proyecto de Microzonificación Sísmica en Cumaná con la Universidad de Oriente (años 2017-2018) y posteriormente con Total Energies proyectos para la socialización de las amenazas (EDURIESGO 3.0 y APPMENAZAS 1.0, años 2019-2020).

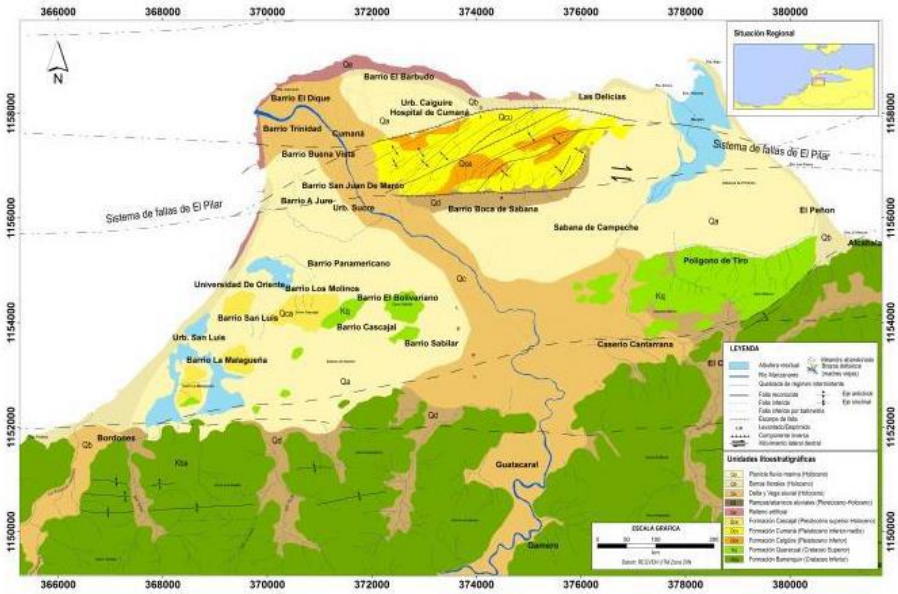


Figura 47. Geología de Cumaná, ubicada al norte de la Serranía Interior (Aray et al., 2015, basada en Viete, 2012).

La caracterización del subsuelo de la ciudad de Cumaná se realizó a través de la integración de estudios geofísicos de ruido sísmico ambiental (Aray et al., 2010; 2015), gravimetría (Cruces et al., 2008), sísmica de refracción (Schmitz et al., 2006; Román, 2011) e información de una perforación geotécnica (Oropeza, 2011), lo cual permitió obtener un mapa preliminar de microzonas de igual respuesta sísmica.

Se adquirieron más de 200 estaciones de ruido sísmico ambiental, con un espaciamiento entre ellas de 250 y 500 m, confirmando los resultados las observaciones de Abeki et al. (1998b) con valores encima de 1 s (1-1,4 s) al sur de la desembocadura del río Manzanares y en la zona costera, así como al este del Cerro de Caigüire entre el aeropuerto y la costa en el antiguo delta del río Manzanares (Figura 48, izquierda). Hacia los afloramientos de la Serranía del Interior en el sur, los valores bajan a 0,1 s. Se realizaron además análisis de las características de las curvas H/V con picos en diferentes rangos de períodos (F. Bonive, comunicación personal, 2018). La evaluación de las intensidades del sismo de Cariaco de 1997 realizada sobre todo en el centro de Cumaná, muestra la coincidencia de intensidades entre VI y VII con zonas de mayor período fundamental del suelo (Figura 48, derecha).

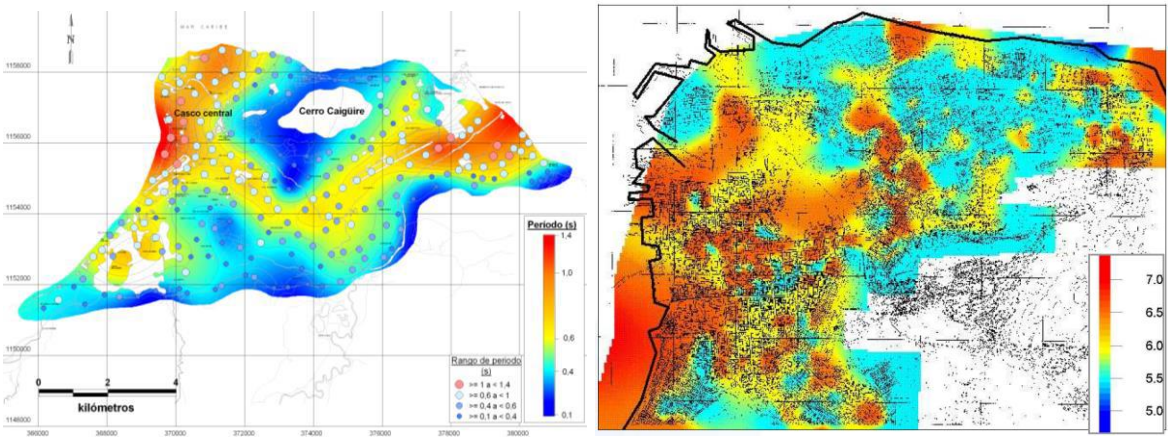


Figura 48. Izquierda: Mapa de períodos fundamentales de vibración del suelo de Cumaná (Aray et al., 2015). Derecha: Intensidades MMI del sismo de Cariaco de 1997 en Cumaná (Lang et al., 2004).

El mapa de Vs30 se obtuvo aplicando la metodología de Allen y Wald (2009) a la topografía (Figura 49, izquierda). Los valores obtenidos por García (2019) mediante el análisis de mediciones MASW coinciden en gran medida, mostrando valores menores con Vs30 entre 150 y 200 m/s en la barra litoral. Para determinar la profundidad de los sedimentos cuaternarios, así como de la profundidad al tope de los estratos cretácicos (formaciones Querecual y Barranquín) se analizaron aproximadamente 700 estaciones gravimétricas con un espaciamiento promedio de 250 m (Cruces, 2008) mediante un modelado 3D, usando como amarre los resultados de 4 perfiles sísmicos (Román, 2011; Schmitz et al., 2006), una perforación hasta 230 m de profundidad (Oropeza, 2011) y los períodos fundamentales del suelo (Aray et al., 2010). El comportamiento observado en los mapas de anomalías gravimétricas refleja un fuerte gradiente causado por una secuencia de altos y bajos valores de anomalías, orientados E-O, asociado con la estructura *pop-up* del Cerro Caigüire y el

sistema de fallas de El Pilar (J. Sánchez, comunicación personal, 2018). Estos factores estructurales condicionaron la acumulación de sedimentos en las zonas de interacción tectónica; se determinaron los mayores espesores de sedimentos cuaternarios en la zona de la actual desembocadura del río Manzanares en el centro con más de 60 m y en el antiguo delta del río Manzanares en el este con más de 300 m (Figura 49, derecha). Farías (2017) determinó profundidades al tope de los estratos cretácicos aún mayores (más de 800 m) mediante la inversión 1D de datos de ruido ambiental a lo largo de 2 perfiles. Indica velocidades Vs para los sedimentos cuaternarios de 200-700 m/s, de los sedimentos terciarios (Formación Caigüire) entre 1000 y 1300 m/s y del tope del Cretácico entre 1700 y 3200 m/s.

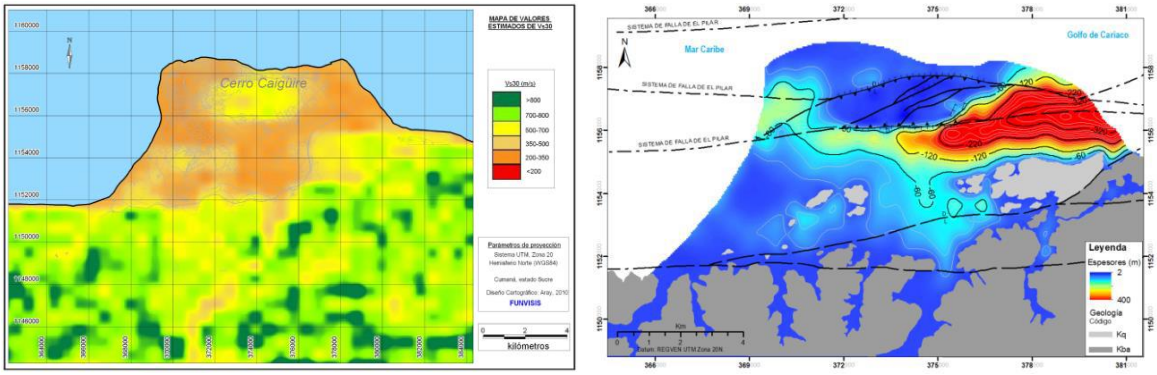


Figura 49. Izquierda: Mapa de Vs30 basado en el análisis de la topografía (Aray et al., 2010). Derecha: Mapa de espesores de sedimentos cuaternarios obtenidos a partir del modelado gravimétrico para la ciudad de Cumaná (Aray et al., 2015).

Considerando los efectos de licuación observados durante el terremoto de Cariaco de 1997, Olivier (2009) aplicó los procedimientos de Idriss y Boulanger (2004) y Cetin et al. (2001) a los datos provenientes de más de 100 perforaciones geotécnicas, calibrando los valores Vs con datos sísmicos. Las zonas cercanas a la costa y en la desembocadura del río Manzanares, así como una delgada franja en el sur, resultaron con alto a muy alto potencial de licuación (Figura 50). Para determinar las amplificaciones y su variabilidad frecuencial, se realizó un modelado de la respuesta sísmica de Cumaná para frecuencias de 0.5 y 1 Hz (Abreu y Schmitz, 2009). Las mayores amplificaciones se observaron para sismos lejanos para la frecuencia de 0,5 Hz y para sismos lejanos para 1 Hz. Basado en el valor de amenaza en roca de A0 = 0,54 g (COVENIN 1756 (2019) se elaboraron espectros preliminares para las microzonas (J.J. Hernández, comunicación personal, 2018). Sin embargo, estos no se finalizaron, ya que la prórroga prevista del proyecto BID del CIGIR no fue aprobada.

Mediante la integración de los estudios geológicos y geofísicos se generó un mapa de microzonas sísmicas preliminares donde se delimitaron aquellas regiones de igual respuesta sísmica (Figura 51). Del Cerro de Caigüire hacia la costa, así como en dos partes al sur, se presentan suelos duros o sedimentos terciarios (formaciones Caigüire y Cumaná) o cretácicos (Formación Querecual) aflorando, o ubicados a poca profundidad, en la Microzona 1-1 con Vs30 entre 325 y 650 m/s. Al norte de la desembocadura del río Manzanares y las zonas centro-sur de la ciudad se ubican en la Microzona 1-2 con espesores de sedimentos menores

a 60 m y Vs30 entre 185 y 325 m/s. Al sur, a lo largo del río Manzanares, los espesores de sedimentos aumentan a 60 a 120 m (predominantemente Microzona 2-2 con Vs30 entre 185 y 325 m/s). Los grupos de microzonas 3 y 4, con espesores de sedimentos de 120 a 220 m y mayores a 220 m, respectivamente, se ubican en el este de Cumaná.

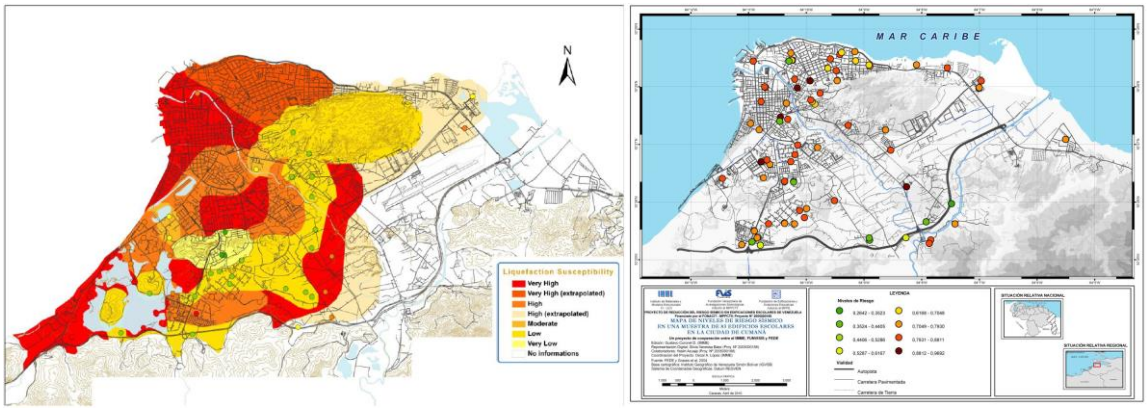


Figura 50. Izquierda: Mapa del peligro de licuación determinista de Cumaná para un sismo de magnitud 6.9 (Olivier, 2009). Derecha: Niveles de riesgo sísmico para 83 escuelas de Cumaná (Coronel y López, 2010).

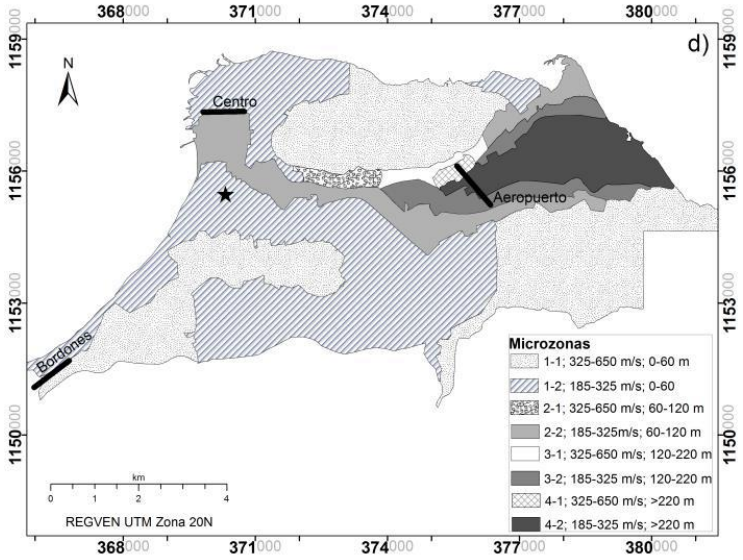


Figura 51. Mapa de microzonas sísmicas preliminares para la ciudad de Cumaná (Aray et al., 2015). La estrella indica la ubicación de la perforación geotécnica de Oropeza (2011). Las líneas negras indican la ubicación de los perfiles sísmicos de Román (2011).

Debido a los daños en las escuelas ocasionados durante el terremoto de Cariaco 1997 en el estado Sucre, se analizaron las edificaciones escolares en Venezuela (López et al., 2015). Coronel y López (2010) evaluaron el nivel del riesgo sísmico para las edificaciones escolares en el Estado Sucre y presentaron para Cumaná un mapa con el nivel de riesgo para 83 escuelas (Figura 50, derecha) para su priorización en planes de gestión del riesgo. Para varias edificaciones escolares ya se dispone de planes detallados para su reforzamiento. Es urgente

la finalización de la microzonificación sísmica de Cumaná con la elaboración de los espectros respectivos y su implementación en ordenanza municipal, así como la puesta en marcha del plan de gestión del riesgo con los respectivos reforzamientos para mitigar el riesgo sísmico.

En el marco de los proyectos en torno al Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA) se evaluó la amenaza sísmica en Carúpano, ubicado al norte de la península de Paria (Molina et al., 2008). La aceleración pico (A0) para PMR de 500 años fue evaluada en 0,41 g para el puerto de Carúpano, algo mayor que los 0,35 g según la norma COVENIN 1756 (2019). La ciudad está ubicada en un valle aluvional que suprayace a rocas de las formaciones Carúpano y Tunapui (Figura 52).

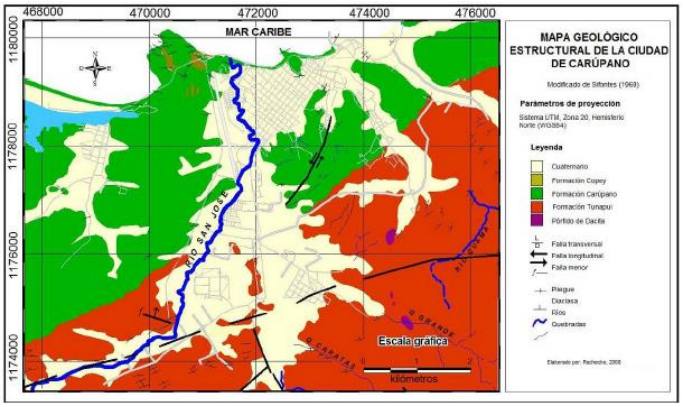


Figura 52. Ubicación de Carúpano sobre sedimentos cuaternarios (Molina et al., 2008).

Se realizaron mediciones de ruido ambiental y gravimetría para determinar los períodos predominantes del suelo y el espesor de los sedimentos (Pacheco, 2008; Paolini et al., 2009). Los máximos valores de períodos se observaron en el centro de Carúpano con 1.1s, disminuyendo hacia los bordes de la cuenca (Figura 53, izquierda). Los espesores de sedimentos determinados por el modelado gravimétrico 3D alcanzan valores hasta 60 m de profundidad (Figura 53, derecha), mientras que los espesores determinados por la inversión de las mediciones de ruido ambiental, aplicando los métodos de RayDec o campo difuso, superaron los 150 m (Hinojosa et al., 2021; Figura 54, izquierda).

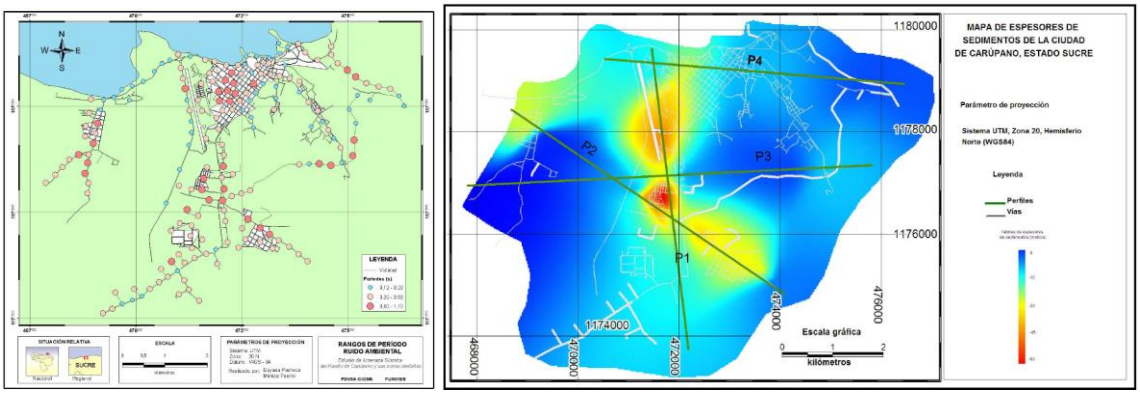


Figura 53. Izquierda: Períodos predominantes del suelo. Derecha: Espesores de sedimentos de Carúpano basados en el modelado gravimétrico (Molina et al., 2008).

Acosta et al. (2021) generaron un mapa de Vs30 de Carúpano aplicando la metodología de Allen y Wald (2009) al modelo digital del terreno (Figura 54, derecha). Los valores de Vs30 varían dentro del valle aluvional de Carúpano entre 200 y 400 m/s y aumentan hacia las laderas con los afloramientos de las formaciones Carúpano y Tunapui.

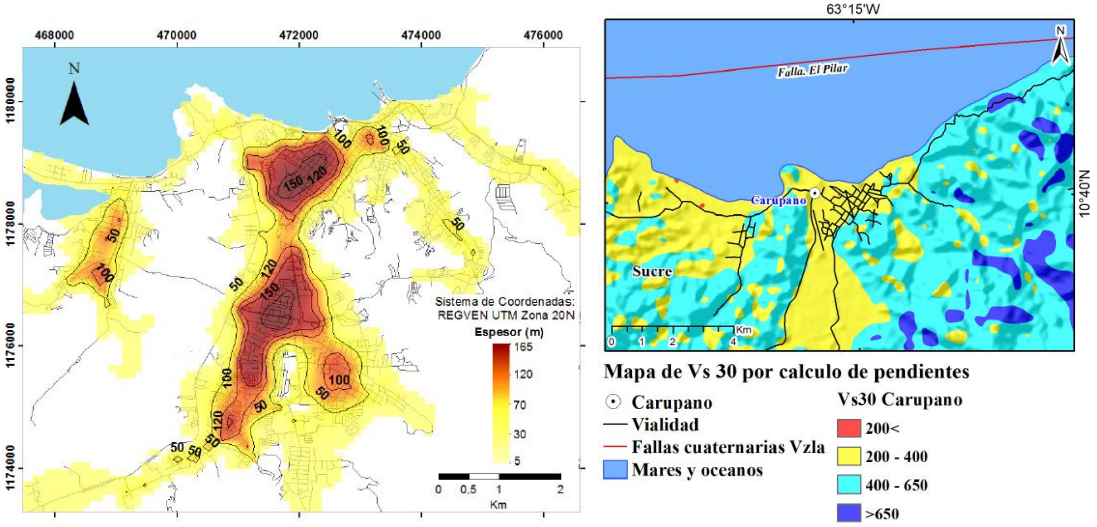


Figura 54. Izquierda: Mapa de espesores de sedimentos basado en la inversión de datos de mediciones de ruido ambiental (Hinojosa et al., 2021). Derecha: Mapa de Vs30 de Carúpano (Acosta et al., 2021).

La diferencia en el espesor de sedimentos entre los modelados de gravimetría y los espesores basados en mediciones de ruido ambiental podría resultar de la definición del basamento sísmico. En el perfil de velocidades Vs determinados por la inversión de las mediciones de ruido ambiental con el método RayDec (Hinojosa et al., 2021; figura 55), destaca el valor de Vs = 1.500 m/s como límite entre los sedimentos y el basamento, lo que resulta en espesores máximos de 150 m; los depocentros coinciden con las zonas de mayor período de vibración del suelo. A la profundidad indicada por los modelos gravimétricos (60 m), la velocidad del basamento sería de Vs = 1.100 m/s. Para la definición del basamento sísmico, al igual que para la definición de las microzonas sísmicas, deberían considerarse los resultados de la evaluación de la respuesta sísmica por realizarse.

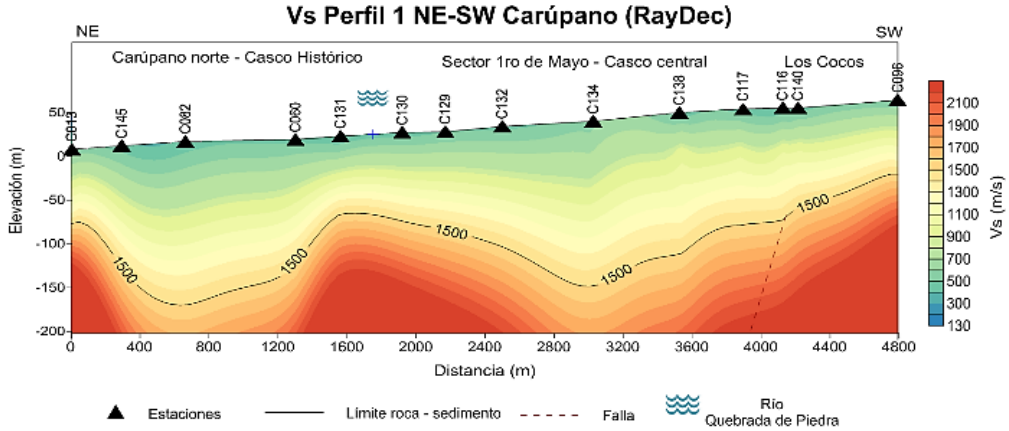


Figura 55. Perfil Vs en Carúpano en dirección NE-SW basado en la inversión de las curvas de elipticidad de las ondas de Rayleigh (Hinojosa et al., 2021) utilizando la metodología RayDec (Hobiger et al., 2009).

El terremoto de Cariaco de 1997, de magnitud 6,9, considerado el más destructivo en Venezuela desde el terremoto de Caracas de 1967, ocurrió a lo largo de la falla El Pilar, en el este de Venezuela. Causó 73 muertos y 531 heridos; los daños a las edificaciones se concentraron principalmente entre la ciudad de Cariaco, ubicada a 10 km del epicentro, y Cumaná, capital del estado Sucre, a unos 70 km al oeste (e.g. FUNVISIS et al., 1997). En Cariaco se produjo el colapso de dos escuelas, daños en un banco y un hotel en construcción, así como la destrucción de una parte importante de las casas de bahareque locales. Los edificios escolares estaban ubicados sobre suelo de baja capacidad portante y presentaban irregularidades estructurales; la aplicación de códigos antiguos y una estructura deficiente contribuyeron al colapso (López et al., 2015). Muchas de las casas de bahareque, así como una camaronera local, se vieron afectadas por la licuación y deslizamiento lateral (De Santis y Hernández, 1999; Figura 56). En la región, incluyendo los pueblos de Chiguana y Casanay, 2000 casas tuvieron que ser demolidas, 4000 sufrieron daños y una grave escasez de agua y electricidad. Dos tercios de los edificios escolares se vieron afectados (29 fueron demolidos), así como los hospitales de Cariaco y Cumaná. Se observó una ruptura en superficie de la Falla El Pilar de 0,4 – 1 m de desplazamiento a lo largo de 35 km. El valor A0 de la amenaza en roca es 0,54 g según la norma COVENIN 1756 (2019).

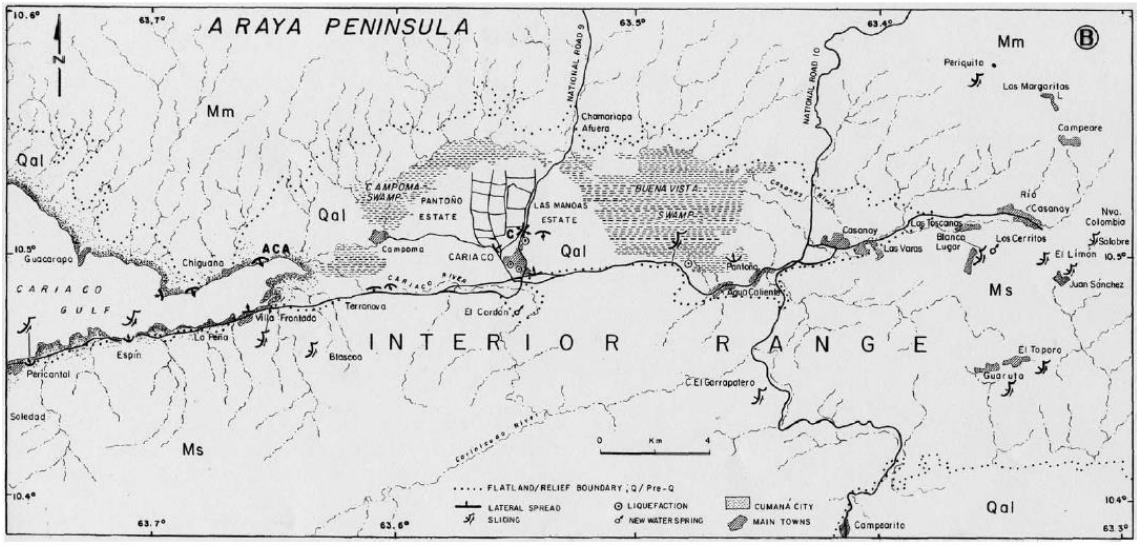


Figura 56. Efectos inducidos por el terremoto de Cariaco en la cuenca sedimentaria de Cariaco. Sitios con deslizamiento lateral: C = Carretera 9 (al norte de Cariaco), ACA = Aquacam C.A. Qal = Sedimentos aluviales cuaternarios, Ms = Rocas sedimentarias mesozoicas, Mm = Unidades metamórficas mesozoicas (González et al., 2004).

Se realizaron estudios geológicos, geotécnicos y geofísicos para caracterizar las condiciones del suelo en Cariaco y sus alrededores, incluyendo mediciones de microtremores en 64 sitios (Figura 57) y refracción sísmica enfocadas en suelos blandos (Masaki et al., 1999; González et al., 2004). Los períodos predominantes del suelo varían entre 0,6 y 1,2 s. De los estudios de sísmica de refracción se localizó una interfaz que separa los sedimentos con velocidades de ondas S inferiores a 700 m/s de los más rígidos, a una profundidad de 60 a 90 m en la zona sur de Cariaco, profundizándose hacia el norte. Se realizaron 12 perforaciones geotécnicas hasta 22 m de profundidad; predominan suelos degradables sísmicamente y saturados de agua, con alto potencial de licuación (De Santis y Hernández, 1999).

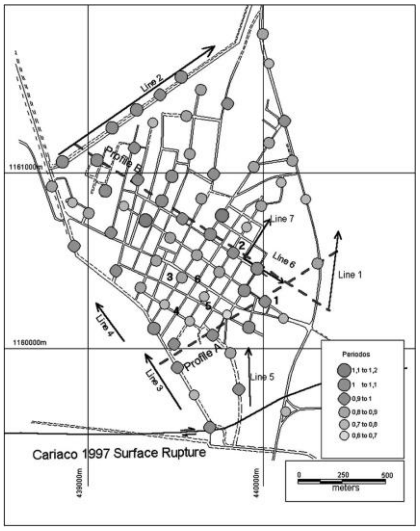


Figura 57. Mapa de períodos predominantes de Cariaco. Las areniscas y calizas del Cretácico afloran unos 500 m al sur de la ruptura de superficie, que separa el suelo blando al norte de los sedimentos más consolidados al sur. Los números indican la ubicación de las líneas de sísmica de refracción (González et al., 2004).

De un modelado gravimétrico, en el cual se identificaron rocas metamórficas de la cordillera Araya – Paria en el norte y rocas sedimentarias de la Serranía del Interior en el sur, se estimó la cobertura sedimentaria con una profundidad máxima de 270 m en el centro de la cuenca, con areniscas y calizas del Mio-Plioceno por debajo. Los espesores disminuyen hacia el sur, donde alcanzan 120 m en el contacto con la falla (Figura 58). A escala regional, la cuenca tiene un espesor de sedimentos de 1,5 km (Schmitz et al., 2005).

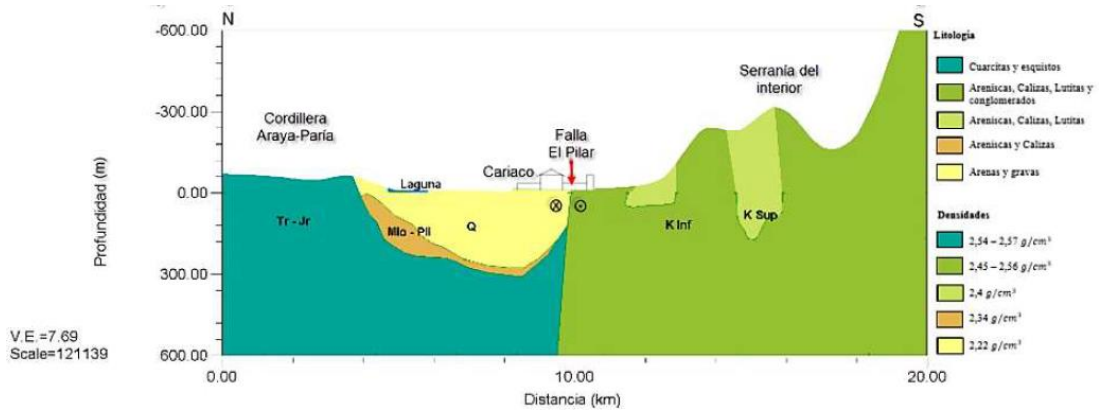


Figura 58. Modelo gravimétrico de Cariaco (Crasto et al., 2021).

El alto porcentaje de daños en el centro de Cariaco se puede atribuir a la mala calidad de las viviendas, combinada con la presencia de suelos poco consolidados de gran espesor y, en algunos casos particulares originados por fenómenos de licuación. Las obras de refuerzo sísmico constituyen una tarea urgente a realizar, ya que aún existen numerosos edificios escolares vulnerables en la región. La finalización de los estudios de microzonificación sísmica con el cálculo de la respuesta en superficie y el desarrollo de ordenanzas municipales proporcionarían a Cariaco herramientas para construir edificios más seguros en el futuro.

5.5 Ciudades en el marco del proyecto Gestión Integral del Riesgo en Espacios Urbanos

En el año 2008 se inició el proyecto Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos en las áreas metropolitanas de Mérida, Valencia, Maracay y Barcelona, así como en Valle de La Pascua (Figura 59; Garcés et al., 2009; Vernáez et al., 2011; Schmitz et al., 2015). Desde el punto de vista sísmico, la mayor amenaza está asociada a las zonas cercanas a los principales sistemas de fallas en el norte y la zona andina del país (*e.g.* Grases, 1999). Valle de La Pascua se seleccionó como ciudad con potencial crecimiento futuro en el Eje Norte Llanero. Se estudiaron aspectos relacionados con la presencia de las diferentes amenazas en las regiones tales como el peligro de inundaciones asociado a las quebradas que cruzan la ciudad y el peligro de deslizamientos tanto en las laderas como en el borde de la terraza de Mérida. En Valencia y Maracay se estudiaron las amenazas hidrometeorológicas asociadas a las cuencas del río Cabriales (Valencia), de los ríos El Limón y El Castaño (Maracay) y el Lago de Valencia, así como las amenazas tecnológicas de las zonas industriales. En el Área Metropolitana del Norte de Anzoátegui (Barcelona, Lechería, Puerto La Cruz y Guanta) destacan, aparte de la amenaza sísmica, el peligro de inundaciones por el río Neverí, la amenaza de deslizamientos, especialmente en el municipio Guanta, y la importante amenaza tecnológica por la refinería de Puerto La Cruz. No se ha logrado una integración de los diferentes riesgos; los resultados parciales de la amenaza sísmica han sido utilizados en la planificación urbana, faltando el desarrollo de los espectros en superficie para una mejor estimación de los efectos esperados, y por tanto una confiable herramienta para la mitigación del riesgo sísmico

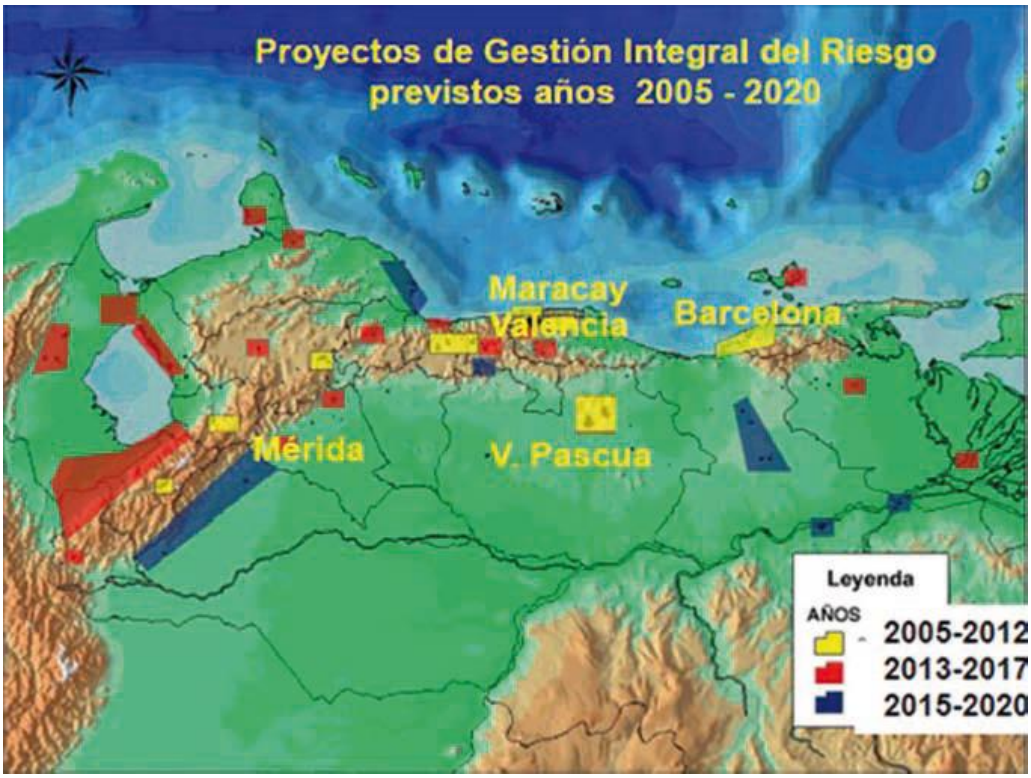


Figura 59. Ubicación de las ciudades del proyecto de gestión integral del riesgo y otros proyectos planteados a realizarse hasta el año 2020 (Schmitz et al., 2015).

5.5.1 Área Metropolitana de Valencia

La geología del Área Metropolitana de Valencia (AMV) está caracterizada por las unidades de la Asociación Metamórfica del Ávila; Complejo San Julián y esquistos Las Brisas y Las Mercedes al norte y el Complejo Tinaco y la Asociación meta-volcánica de Villa de Cura al sur. En el centro, la cuenca del Lago de Valencia tiene una geomorfología dominada por las planicies lacustrinas y aluviales cercano al lago y los valles aluviales y, en la transición a las rocas del Complejo San Julián aflorando, el piedemonte (Figura 60). El valor A0 de la amenaza en roca es 0,15 g según la norma COVENIN 1756 (2019), considerablemente menor que los 0,3 g de la norma anterior (COVENIN 1756, 2001).

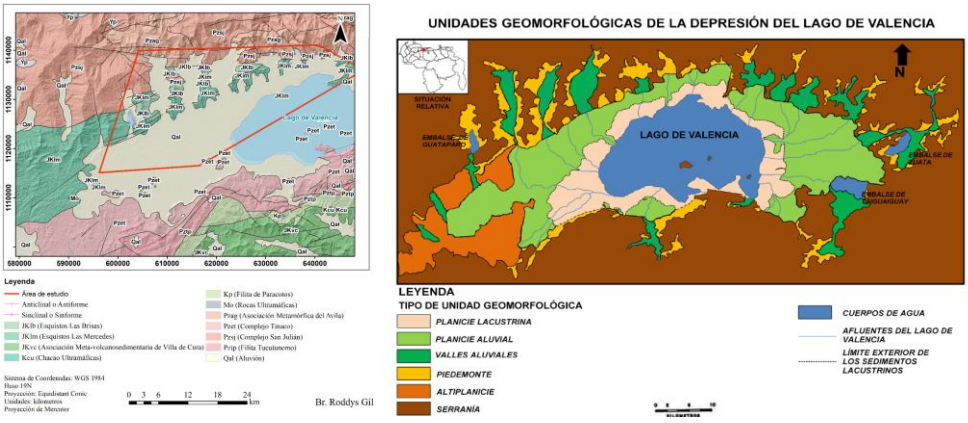


Figura 60. Izquierda: Mapa geológico de la zona de estudio en Valencia (modificado de Hackley et al., 2006). Derecha: Unidades geomorfológicas en la región de Valencia (tomado de Zinck, 1980) (Gil, 2021).

Mediante un modelado 3D gravimétrico, Romero (2017) evaluó los espesores de sedimentos en la cuenca del Lago de Valencia basado en la compilación de 580 datos terrestres y datos satelitales con datos sísmicos de amarre (Rocabado et al., 2011). Los valores máximos en la cuenca alcanzan unos 300 m en la parte oeste y 350 m en la parte este de la cuenca (Figura 61).

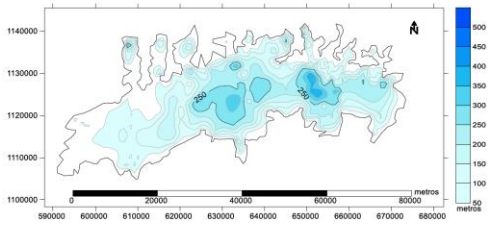


Figura 61. Mapa de espesores de sedimentos de la cuenca del Lago de Valencia (Romero, 2017).

Localmente, se alcanzaron grandes profundidades de sedimentos en los valles aluvionales con más de 300 m en el caso del valle de Valencia (Goitia, 2012), comprobados por una perforación de 240 m de profundidad (Schmitz et al., 2015). Sin embargo, los períodos predominantes del suelo, alrededor de 1,4 s en Valencia, no reflejan estos grandes espesores (Figura 62).

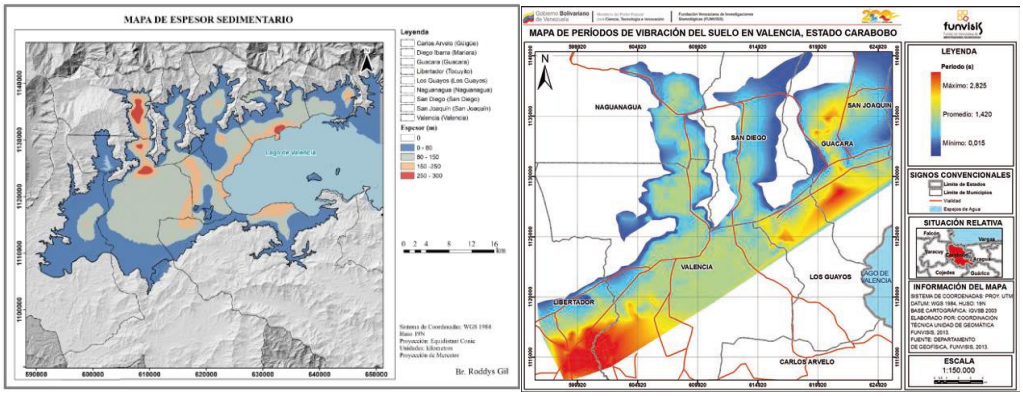


Figura 62. Izquierda: Mapa de espesor sedimentario integrado (Gil, 2021). Derecha: Mapa de períodos de vibración del suelo (Rocabado et al., 2011; Schmitz et al., 2015).

Para definir las microzonas sísmicas preliminares (Figura 63, derecha), se usaron los mapas de Vs30 (Figura 63, izquierda) y de espesores sedimentarios (Figura 62, izquierda). Para el mapa Vs30 se recopiló información proveniente de perforaciones geotécnicas, datos obtenidos por iMASW (interferometric Multichannel Analisys of Surface Waves) (Mijares et al., 2021) y por el análisis de la topografía (Parra et al., 2016). Las zonas cercanas al lago con litología predominante de arenas limosas y arcillosas muestran velocidades de Vs30 entre 200 y 300 m/s. En el mapa de microzonas sísmicas preliminares se integraron además el potencial de licuación, determinado mediante la aplicación de un procedimiento simplificado propuesto por Idriss y Boulanger (2004) (Pombo et al., 2014), y las fallas activas de la zona (Paolini et al., 2012; Singer et al., 2014).

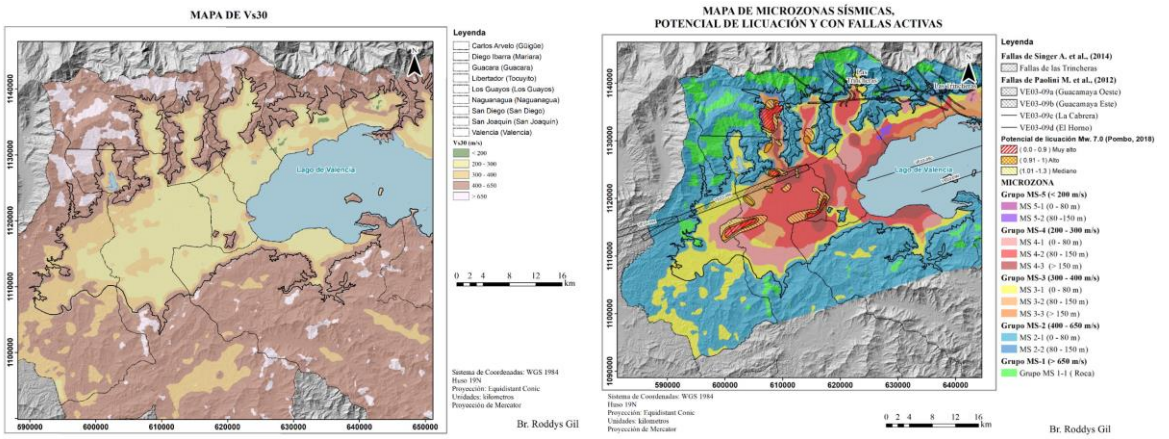


Figura 63. Izquierda: Mapa de Vs30 integrado. Derecha: Mapa de Microzonas sísmicas preliminares a partir de los datos de Vs30 integrado y el mapa de espesor sedimentario, así como el potencial de licuación y fallas activas (Gil, 2021).

Muchas edificaciones del AMV presentan un riesgo sísmico alto y requieren de revisiones especializadas para su adecuación estructural (Pombo, 2018). Si bien en la norma COVENIN 1756 (2019) los valores de la amenaza sísmica en roca disminuyeron, es importante considerar las amplificaciones por los espesores de sedimentos y los bajos valores de Vs30 y elaborar ordenanzas municipales y planes de prevención sísmica en los municipios del AMV.

5.5.2 Área Metropolitana de Maracay

El Área Metropolitana de Maracay (AMM) está delimitada en el norte por las unidades de la Asociación Metamórfica del Ávila, el Complejo San Julián y los esquistos Las Brisas y Las Mercedes (Figura 64) y en el sur por los sedimentos de la cuenca del Lago de Valencia con las planicies lacustrinas y aluviales cercano al lago y los valles aluviales (Figura 60). El valor A0 de la amenaza en roca es 0,18 g según la norma COVENIN 1756 (2019), considerablemente menor que los 0,3 g de la norma anterior (COVENIN 1756, 2001).

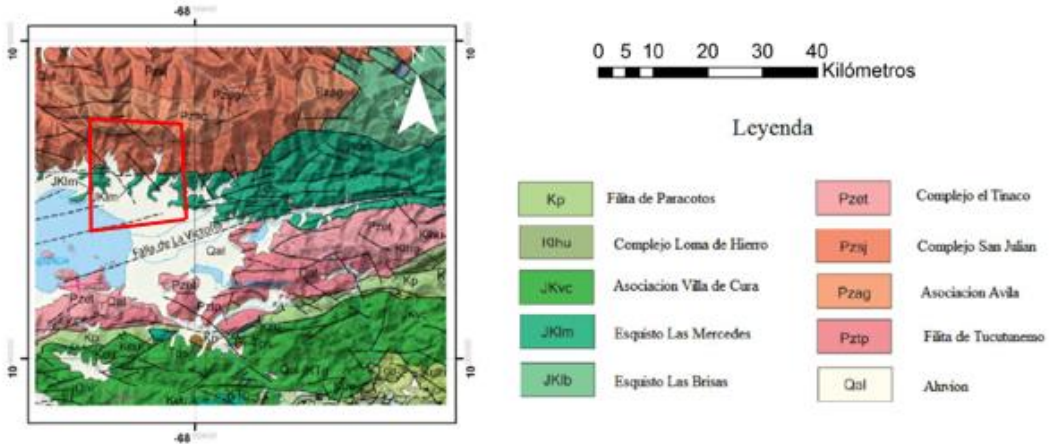


Figura 64. Mapa geológico de la zona de estudio en Maracay (modificado de Hackley et al., 2006) (Ali, 2021).

Las características de los sedimentos someros fueron evaluadas mediante diferentes metodologías (Schmitz et al., 2015). Parra et al. (2016) compararon los resultados de mediciones de ReMi (Casalena, 2011) con la evaluación por análisis de topografía. Escobar et al. (2023) usaron los datos adquiridos por Casalena (2011) para evaluar diferentes metodologías (ReMi, iMASW). López (2021) integró la información con datos provenientes de la conversión de valores SPT de perforaciones geotécnicas a Vs y del análisis de la topografía en un mapa Vs30 de Maracay según las clases de sitio de la norma COVENIN 1756 (2019) (Figura 65, izquierda).

Se observa una graduación de norte a sur con los afloramientos de roca con Vs30 > 650 m/s y roca meteorizada con Vs30 de 400 – 650 m/s en el norte, valores basados principalmente en los resultados obtenidos mediante el Vs30 de topografía. En la zona aluvional disminuyen los valores de Vs30 a 300m/s y 400m/s, abarcando parte del centro y norte de la ciudad. Acercándose al Lago de Valencia en el sur, los valores Vs30 en las planicies lacustrinas bajan a 200 – 300 m/s con valores menores a 200 m/s en una pequeña zona en el sur, relacionadas a sedimentos lacustrinos.

Para la evaluación del potencial de licuación se aplicó el método simplificado de Seed e Idriss (1971) usando las variables geotécnicas como: número de golpes de SPT, profundidad del nivel freático, porcentaje de partículas finas, peso unitario, etc., y la información geofísica, sobre todo Vs30 (Ali, 2021). Los sitios con moderado y alto potencial de licuación coinciden con las zonas de menores Vs30, un nivel freático menor a 5 metros de profundidad

y en muchos casos con suelos con la presencia de caracolillo (sedimento lacustre de origen diatomáceo). Las zonas con alto y moderado potencial de licuación se encuentran hacia el sur de Maracay cerca de la costa del Lago de Valencia; las zonas con bajo potencial de licuación se encuentran hacia el centro y norte de la ciudad (Figura 65, derecha).

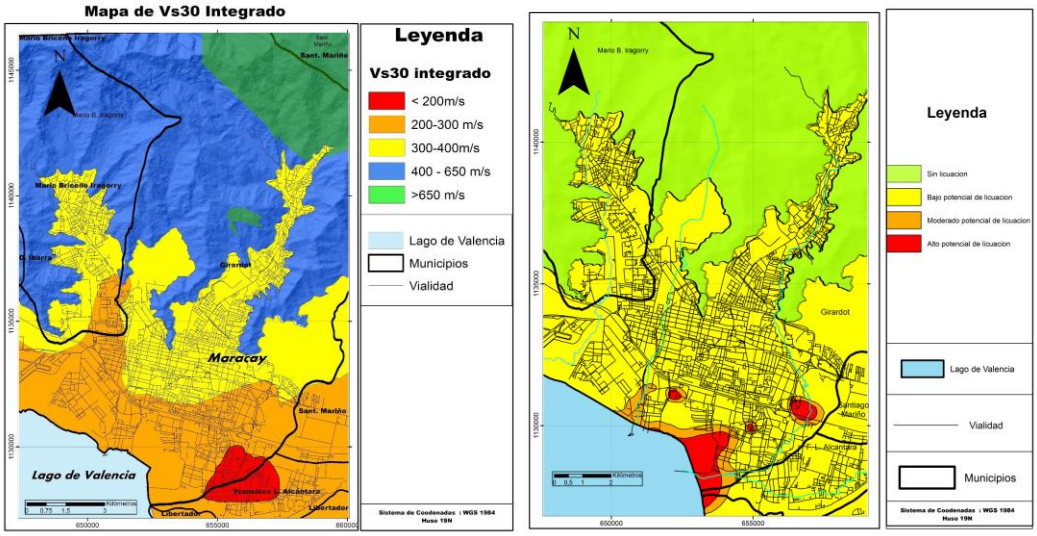


Figura 65. Izquierda: Mapa de Vs30 integrado (López, 2021). Derecha: Mapa del potencial de licuación de Maracay (Ali, 2021).

El espesor de los sedimentos fue evaluado utilizando 315 datos de ruido ambiental (Rojas, 2008), datos sísmicos (Rocabado et al., 2011), de inversión de datos de ruido ambiental (Ornelas, 2018) y gravimétricos (Romero, 2017), así como información de una perforación profunda hasta 300 m de profundidad (Schmitz et al., 2015). Los períodos fundamentales del suelo aumentan desde el norte, en sitios con roca, hacia el sur con valores máximos de 2,9 s (Figura 66, izquierda). Mediante la inversión de las curvas de elipticidad de las ondas Rayleigh con el método de campo difuso, se obtuvieron espesores máximos de sedimentos de 310 m al sur de Maracay con Vs entre 137 y 657 m/s. Un segundo estrato con Vs promedio de 1250 m/s puede asociarse a los esquistos Las Mercedes y Las Brisas (Ornelas, 2018).

La información de las evaluaciones sísmicas arriba mencionadas, así como los datos geotécnicos y geológicos de la zona fueron integrados con los resultados del modelado 3D gravimétrico de Romero (2017) con un espesor máximo en la zona de Maracay de 350 m, constatado mediante una perforación de 300 m de profundidad al norte de la Autopista Regional del Centro. El mapa de espesores sedimentarios integrado se realizó por intervalos, obteniendose finalmente 4 rangos de espesores de sedimentos ajustados a los rangos de la norma COVENIN 1756 (2019) (Figura 66, derecha). Los espesores aumentan desde la zona de roca en el norte a una zona con más de 250 m en la parte sur de Maracay.

Con el fin de proporcionar datos de entrada para los cálculos de la respuesta sísmica en superficie y para soporte en la delimitación de las microzonas sísmicas se desarrollaron 17 perfiles de suelo integrando la información geotécnica, las velocidades Vs, el período fundamental y el espesor de los sedimentos (López, 2021). Las microzonas sísmicas resultantes fueron ajustadas a la malla urbana y se ubican en el mapa (Figura 67) las fallas

activas (Paolini et al., 2012; Singer et al., 2014). Con base en la información recopilada deberán calcularse los espectros de respuesta en superficie y elaborarse las ordenanzas respectivas en los municipios del AMM.

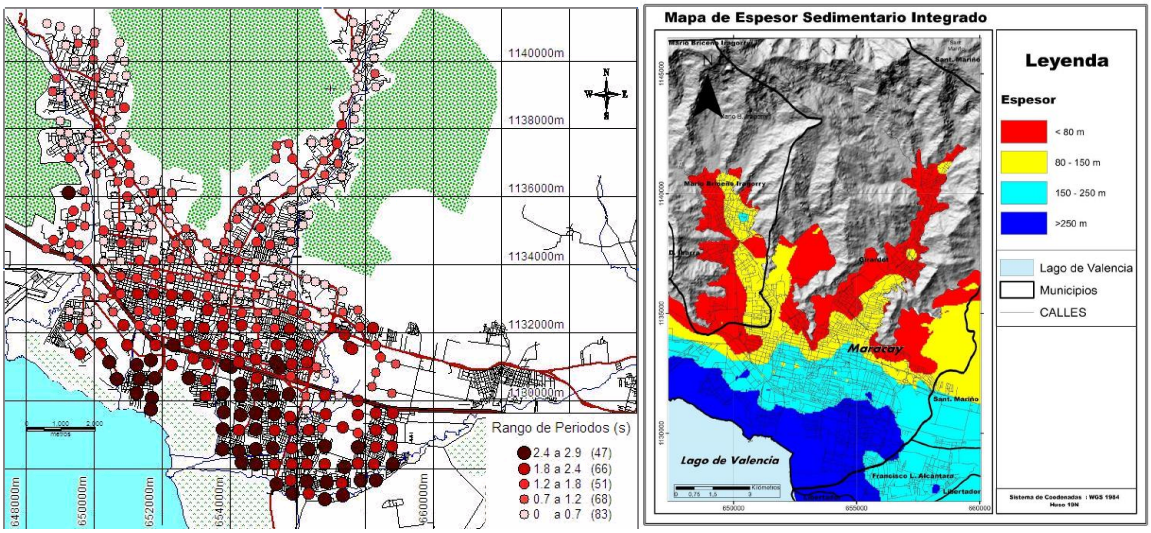


Figura 66. Izquierda: Mapa de períodos predominantes del suelo (Rojas, 2008). Derecha: espesor de sedimentos de Maracay (López, 2021).

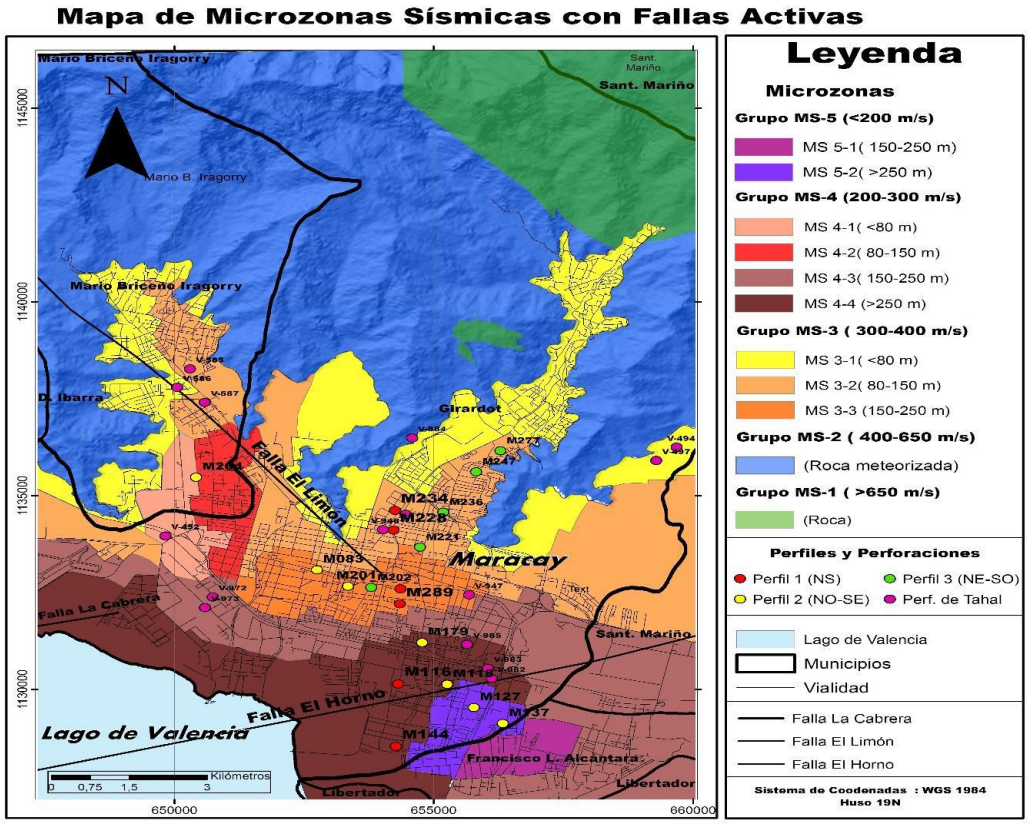


Figura 67. Mapa de Microzonas sísmicas preliminares y fallas activas de Maracay (López, 2021).

5.5.3 Área Metropolitana de Barcelona

El Área Metropolitana de Barcelona (AMB) en el norte del estado Anzoátegui está delimitada en el norte por el mar Caribe y se asienta sobre unidades cretácicas en el este, estratos terciarios en el oeste y sedimentos cuaternarios en la parte central (Figura 68). El valor A0 de la amenaza en roca se ubica entre 0,2 y 0,3 g según la norma COVENIN 1756 (2019), algo menor que los 0,3 y 0,35 g de la norma anterior (COVENIN 1756, 2001).

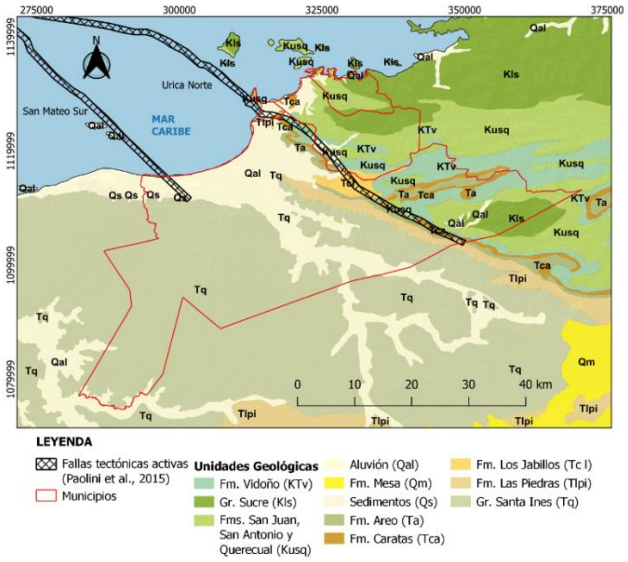


Figura 68. Geología del AMB (límites de municipios en rojo), modificado de Hackley et al. (2006) y fallas tectónicas activas (Paolini et al., 2012) (Alba, 2022).

Con base en información geológica, geomorfológica y geofísica existente se generó un mapa de microzonas sísmicas preliminares, definidas por el Vs30 y el espesor de sedimentos (Alba et al., 2023). Una base para la delimitación de las zonas de igual respuesta sísmica fue la evaluación geomorfológica considerando las amenazas asociadas para la sectorización (González, 2011; Figura 69).

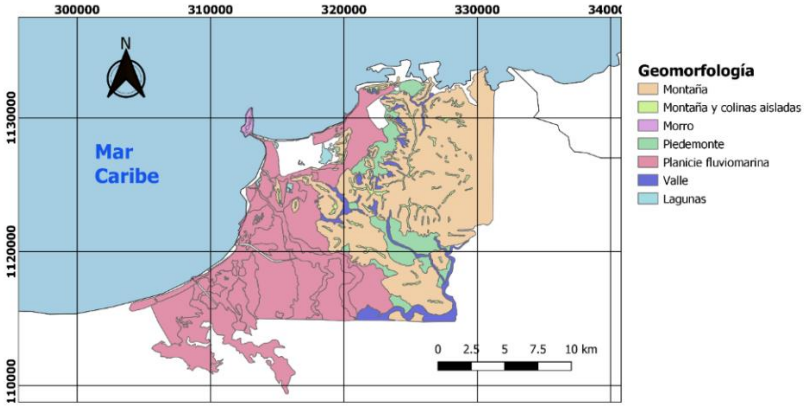


Figura 69. Unidades geomorfológicas en el AMB (Alba, 2022, modificado de González, 2011).

Para la generación del mapa de Vs30 (Figura 70) se usó como primera aproximación un método de Vs30 por topografía (Allen y Wald, 2009), luego se calibró con datos Vs30 provenientes de ReMi (Padrón, 2013; Rodríguez, 2013) y después se ajustó usando el mapa de geomorfología (Figura 69; González, 2011).

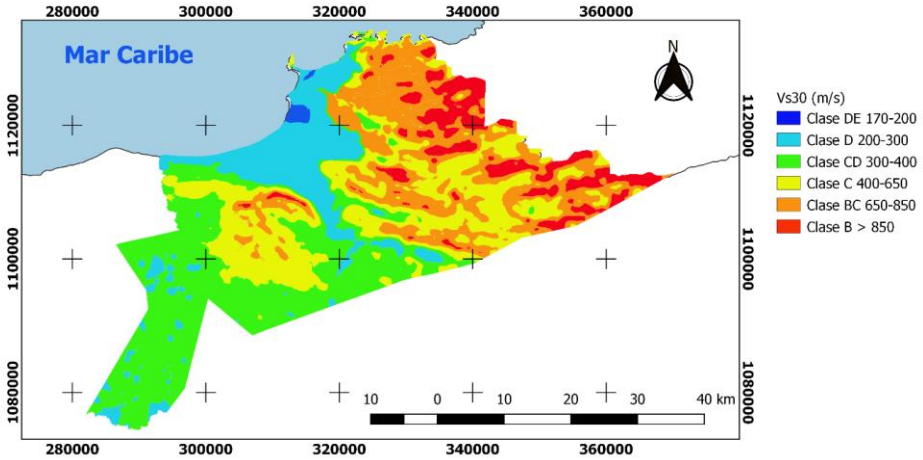


Figura 70. Mapa de Vs30 del AMB, basado en Vs30 por topografía, integrado con datos REMI y ajustado a la geomorfología (Alba, 2022).

Los espesores de sedimentos fueron evaluados utilizando datos sísmicos (Schmitz et al., 1999; Medina et al., 2016), de ReMi (Rodríguez, 2013), un total de 670 mediciones de ruido ambiental (Mendes, 2004; Gascón et al., 2009; Paolini y Schmitz, 2014; Alba, 2022) y modelado gravimétrico basado en más de 800 puntos de medición (Mendes, 2004; Ramírez-Lisboa et al., 2015). El análisis de las mediciones de ruido ambiental permite diferenciar el AMB con los menores períodos, menos de 0,5 s en el piedemonte de la Cordillera de la Costa hacia el este, con rocas del Cretácico aflorando de zonas con períodos de 1-1,5 s hacia el oeste. Además, destacan una zona con períodos de 1,5-1,7 s en Lechería, así como una zona con períodos mayores a 1,7 s en el extremo oeste de Barcelona (Figura 71, izquierda). Del análisis detallado de las curvas H/V se derivan tres patrones principales: picos claros (en la mitad de los sitios); picos anchos sin fácil identificación de picos o picos dobles (un 40 %) y curvas planas (un 10 %) que no muestran ningún pico en la curva H/V (lo que indica la presencia de una capa de sedimento muy compacto descansando sobre roca).

Se integraron los espesores derivados de la inversión de las curvas de H/V y de elipticidad utilizando los espesores del modelo gravimétrico 3D (Ramírez-Lisboa et al., 2015) identificando valores Vs aumentando de unos 125 m/s en los primeros 10 m a unos 800 m/s en la base de los sedimentos y con valores de Vs del basamento entre 1250-1690 m/s (Alba, 2022). Las profundidades máximas del modelado gravimétrico fueron observadas en el oeste de Barcelona con más de 600 m (Ramírez-Lisboa et al., 2015). En la zona de Puerto La Cruz se tuvieron que ajustar los espesores por diferencias con las inversiones de ruido y se clasificaron los espesores de sedimentos en 4 rangos con fines de microzonificación sísmica (Figura 71, derecha).

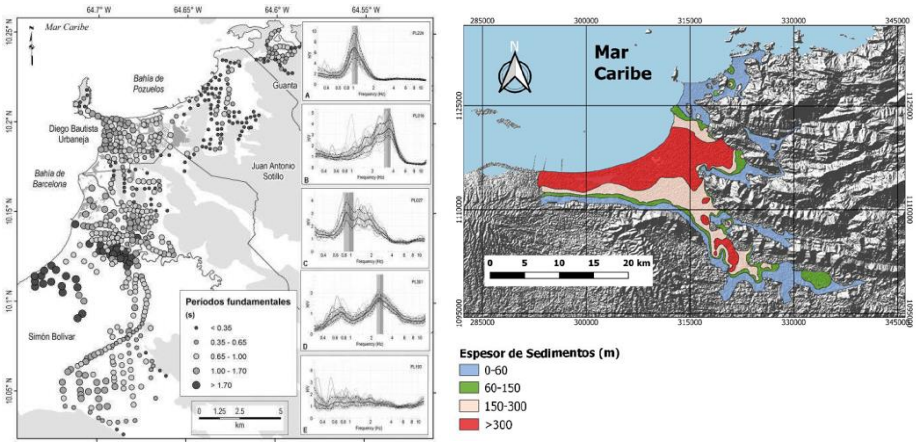


Figura 71. Izquierda: Períodos fundamentales del suelo en el AMB. Ejemplo de las curvas H/V observadas: picos claros (A) y (B), pico ancho (C), pico doble (D), y curva plana (E). (Paolini y Schmitz, 2014). Derecha: Espesores de sedimentos del AMB agrupados en cuatro rangos de profundidades (Alba, 2022).

Se generó el mapa de microzonas preliminares del AMB (Figura 72), en el cual se integraron el mapa de Vs30 (Figura 70) y el mapa de espesores de sedimentos (Figura 71), ajustando los límites de las microzonas sísmicas a los límites de las unidades geomorfológicas (Figura 69), evitando que resulten zonas muy pequeñas. Puerto la Cruz, Lechería y Barcelona están ubicadas en zonas de Vs30 de 170-300 m/s, perteneciendo a los grupos MS3 (200-300 m/s) y MS4 (170-200 m/s), una buena parte de Barcelona está en el Grupo MS4, es decir, suelos blandos. En una fase final, al considerar la respuesta sísmica en superficie en las diferentes microzonas sísmica, se recomienda ajustar los límites de las microzonas a la trama urbana. Durante el desarrollo de la investigación se mantuvo una intensa interacción con los funcionarios de las alcaldías del AMC, lo que resultó en un uso parcial de la información en la planificación urbana (Delgado et al., 2014).

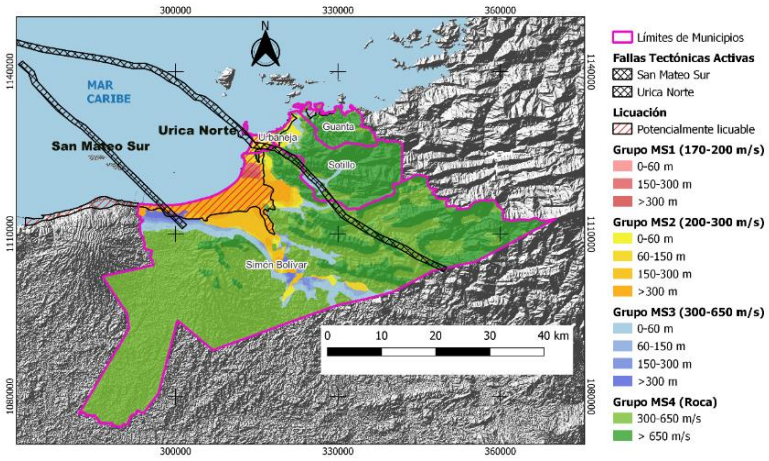


Figura 72. Mapa de microzonas sísmicas preliminares del AMB, incluyendo franjas con la ubicación de las fallas activas (Paolini et al., 2012) e información sobre zonas con alto potencial de licuación (Graffe, 2002) (Alba, 2022; Alba et al., 2023).

5.5.4 Área Metropolitana de Mérida (más San Juan y Lagunillas)

El Área Metropolitana de Mérida (AMM) en los Andes de Mérida es una conurbación elongada de tres municipios ubicados sobre terrazas del Pleistoceno del río Chama y afluentes y las laderas de estos ríos. Las rocas que afloran corresponden a la Asociación Sierra Nevada (Proterozoico Superior) en el sur y la Asociación Tostós (Paleozoico Tardío), la Formación Sabaneta (Carbonífero Superior-Pérmico Inferior), la Formación Palmarito (Carbonífero Superior-Pérmico Medio), la Formación La Quinta (Jurásico) y la Formación Mucujún (Mio-Plioceno) en el norte (Figura 73). El valor A0 de la amenaza sísmica en roca se ubica en 0,36 g según la norma COVENIN 1756 (2019).

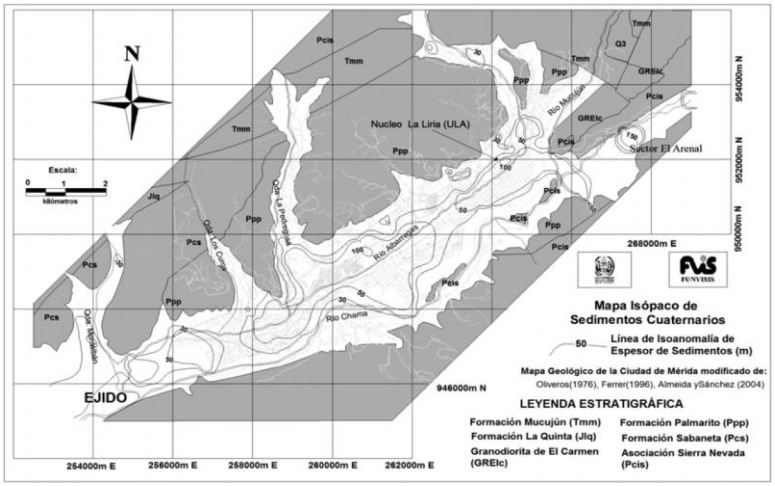


Figura 73. Geología del Área Metropolitana de Mérida y espesores de sedimentos en la terraza (Reinoza et al., 2006).

Para determinar las características del subsuelo se midieron 654 estaciones de ruido ambiental y 189 gravimétricas para determinar la profundidad de los sedimentos, así como 62 perfiles sísmicos someros para determinar el Vs30. Los periodos fundamentales del suelo varían entre 0,2 y 2 s, con los periodos bajos en la parte apical de los diferentes abanicos que se encuentran laterales a la terraza y cercanos a las diferentes formaciones rocosas aflorando (Figura 74, izquierda).

Los espesores máximos se ubican entre 100 y 130 m (Figura 73) en un área alargada en sentido noreste – suroeste (Cerrada et al., 2015). En el borde sur de la terraza se ubica el basamento rocoso en la perforación para el observatorio acelerográfico a 145 m de profundidad. En Tabay, los espesores sedimentarios no superan los 50 m, mientras en Ejido pueden alcanzar localmente 120 m. (Schmitz et al., 2015). Los valores de Vs30 en la terraza, la mayor parte de Mérida y Ejido, oscilan entre 350 y 650 m/s (Cerrada et al, 2015), lo que corresponde a la microzona sísmica 1-2 con espesores entre 0 y 60 m (Figura 74, derecha). Hacia las laderas se observan valores de Vs30 mayores a 650 m/s.

Rocabado et al. (2015) evaluaron los efectos de amplificación mediante registros en roca y en superficie del observatorio acelerográfico en el borde de la terraza. Las máximas amplificaciones se obtienen para períodos bajos, en el orden de 3 para las componentes vertical y este-oeste y un máximo de 8 para la componente norte-sur, amplificaciones entre

3 y 4 para períodos 0,4 a 0,5 s y en el orden de 1,5 a 2 para períodos de 1 s, lo que podría explicarse por los efectos de borde libre de la terraza. Esto es acorde con resultados de modelados 1D (Yegres et al., 2020), indicando una amplificación de 4 veces entre roca y superficie.

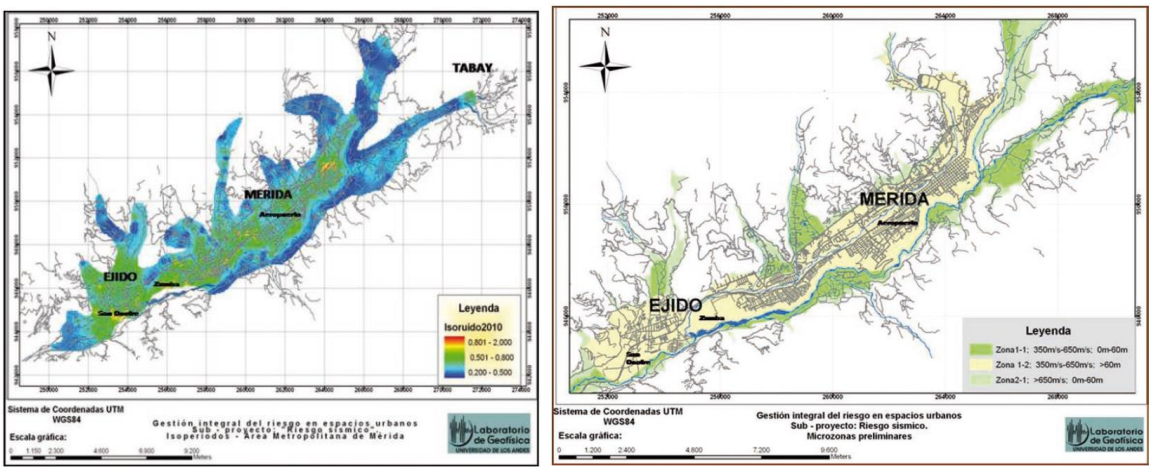


Figura 74. Períodos fundamentales del suelo (izquierda) y microzonas sísmicas preliminares (derecha) del AMM (Cerrada et al., 2015).

Con el propósito de diseñar mecanismos para promover una mayor integración de los estudios locales de zonificación de amenazas naturales en la gestión urbana del Municipio Libertador del estado Mérida, Aranguren (2018) realizó un diagnóstico de los avances y retos para integrar los estudios de amenazas de desastres de origen natural en la gestión urbana de la ciudad de Mérida. Entre los factores a tomar en cuenta está la susceptibilidad de las laderas a movimientos en masa (Figura 75). Sobre la base de estos análisis se proponen 3 aportes concretos para mejorar las capacidades de gestión municipal: El establecimiento de lineamientos internos para incorporar los estudios de amenazas locales en el quehacer de la alcaldía, el desarrollo de herramientas cartográficas digitales para la zonificación urbana de amenazas con fines de apoyo a la gestión urbana y el diseño de un programa de capacitación en gestión local de riesgos socionaturales dirigido específicamente a los funcionarios de esa alcaldía.

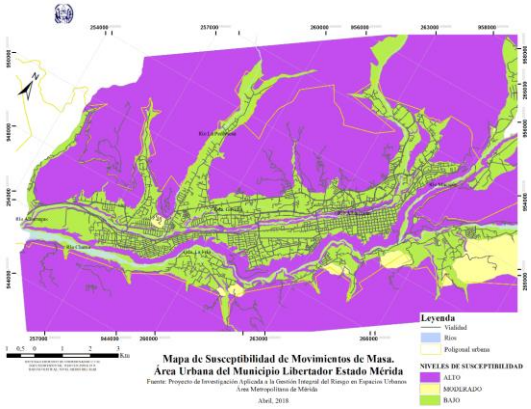


Figura 75. Mapa de susceptibilidad de movimientos de masa (Aranguren, 2018, tomado de Ramírez, 2014).

Fuera del AMM se realizaron evaluaciones geológicas y mediciones geofísicas para la determinación de las condiciones del subsuelo en las poblaciones de San Juan y Lagunillas, ubicadas unos 25 y 30 km al suroeste de Mérida, respectivamente, sobre terrazas sedimentarias cuaternarias al norte del rio Chama (Figura 76, derecha). Se realizaron mediciones de ruido ambiental para determinar el período fundamental del suelo (Figura 76, izquierda; Figura 77, izquierda), así como ReMi para determinar los valores de Vs30 (Figura 77, derecha) y la distribución de las velocidades Vs dentro de los sedimentos. Todos los valores Vs30 superan los 400 m/s y los períodos fundamentales alcanzan 2,8 s en la zona, indicativo para espesores de sedimentos mayores a 400 m. En noviembre 2015 se inició un enjambre sísmico asociado a los movimientos de la Falla de Boconó con una gran cantidad de sismos (Barrios et al., 2019). Estos movimientos enfatizan la necesidad de finalizar los estudios de microzonificación sísmica en la zona con la elaboración de espectros de respuesta en superficie para poder contribuir a la mitigación del riesgo sísmico en la zona.

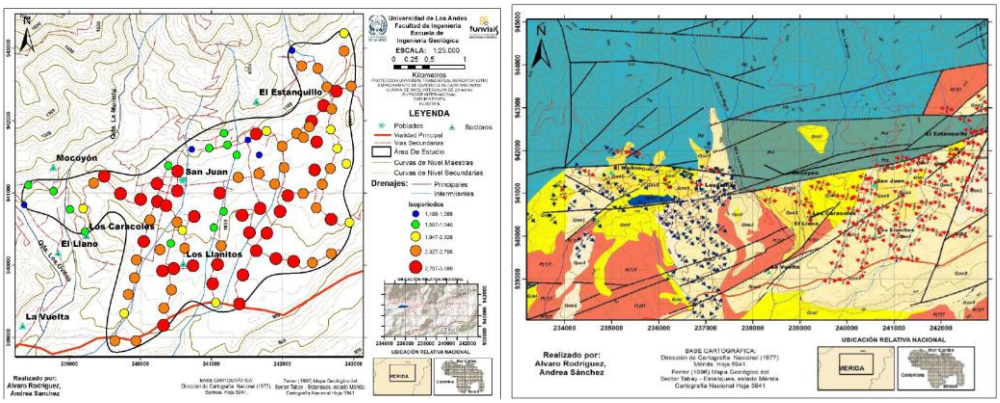


Figura 76. Izquierda: Períodos fundamentales del suelo en San Juan (Rodríguez y Sánchez, 2016). Derecha: Direcciones preferenciales de los períodos fundamentales, análisis H/V rotado-obtenidos por Rojas (2015) y Rodríguez y Sánchez (2016).

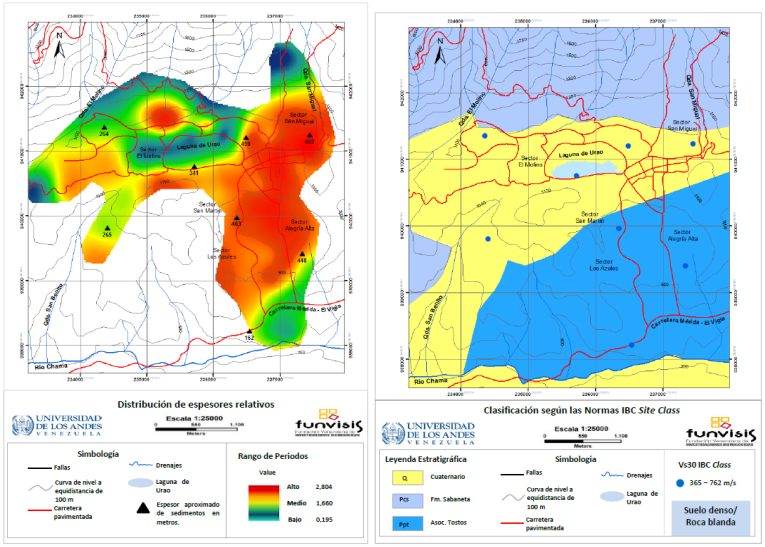


Figura 77. Izquierda: Períodos de vibración del suelo (Rojas, 2015) y distribución de Vs30 (derecha) de Lagunillas (Guillén, 2016).

5.5.5 Valle de la Pascua

Para evaluar la amenaza sísmica en superficie en una zona de menor amenaza en roca con A0 = 0,05g (COVENIN 1756, 2019) se seleccionó la ciudad Valle de la Pascua como ciudad con potencial crecimiento futuro en el Eje Norte Llanero (Garcés et al., 2009; Schmitz et al., 2015). La ciudad está ubicada en la zona de transición entre los Llanos Centrales y los Llanos Orientales y pertenece a la subcuenca de Guárico, la cual está asociada al frente de deformación del Sistema de fallas de Guárico. El basamento está compuesto de rocas cretácicas con diferentes ciclos de sedimentación en el Terciario Superior, pertenecientes a la Formación Quiamare. El área presenta diferentes unidades morfodinámicas como superficies aplanadas, ondulaciones, llanuras de inundación y lagunas. El análisis de 140 mediciones de ruido ambiental y 54 perfiles de ReMi permitió caracterizar de manera general los suelos de la ciudad como compactos con Vs30 oscilando entre 300 y 580 m/s (Figura 78) y períodos fundamentales del suelo entre 0,1 y 0,4 s (Figura 79) sin mucho potencial de amplificar la baja amenaza sísmica en la región (Acosta et al., 2018). Se identificó una velocidad de ondas de corte de aproximadamente 1200 a 1500 m/s como basamento sísmico, ubicado a 100 - 150 m de profundidad. La distribución de velocidades está, posiblemente, asociada a cambios litológicos de la Formación Quiamare, los cuales son secuencias de arcilitas con intercalaciones de areniscas y lutitas. Se sugiere prestar atención a potenciales problemas geotécnicos por la presencia de arcillas expansivas.

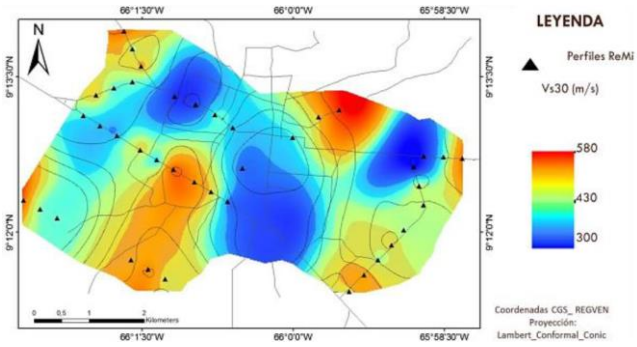


Figura 78. Mapa de distribución de velocidad Vs30 de Valle de la Pascua (Pastor, 2014).

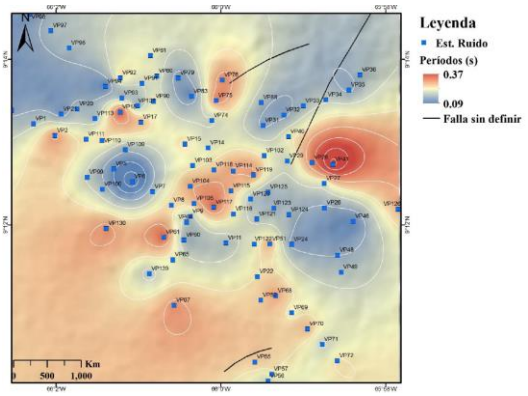


Figura 79. Mapa de períodos fundamentales del suelo de Valle de la Pascua (Acosta et al., 2018).

5.5.6 Ciudades en el estado Trujillo (Valera, Trujillo, Boconó)

Las ciudades Valera, Trujillo y Boconó, ubicadas en Los Andes de Mérida, se encuentran asentadas sobre terrazas sedimentarias, las cuales han generado múltiples problemas de inestabilidad. Están bajo influencia de la Falla de Boconó, lo cual deriva en una amenaza sísmica alta (Valera y Trujillo, A0 = 0,28 g; Boconó, A0 = 0,36 g) según la norma COVENIN 1756 (2019). En el año 2011 se inició el proyecto "Investigación aplicada a la gestión del riesgo sísmico en el estado Trujillo" (FONACIT N° 2011001400), en el marco del cual se llevan a cabo estudios geológicos y geotécnicos, mediciones de ruido sísmico ambiental, refracción de microtremores (ReMi) y gravimétricas para la caracterización del subsuelo en las ciudades (Mazuera et al., 2015; Schmitz et al., 2015).

En Valera, ubicada en las terrazas de los ríos Motatán, Momboy, Escuque y El Caño, se midieron 26 tendidos ReMi, 121 mediciones de ruido ambiental y 222 mediciones gravimétricas. De las mediciones ReMi se obtuvieron valores Vs30 de 330 – 385 m/s en el suroeste de Valera, aumentando a 400 - 513 m/s en la medida que se acerque a los sedimentos compactados en el centro de la terraza (Figura 80, izquierda). Los valores del período fundamental de vibración del suelo mediante el análisis H/V varían desde 0,2 s en la cercanía de los afloramientos rocosos (Complejo Iglesias – precámbrico, formaciones Río Momboy – carbonífera; La Luna – cretácica; Misoa – terciaria) hasta 1,3 s en las laderas de las terrazas de edad terciaria (Figura 80).

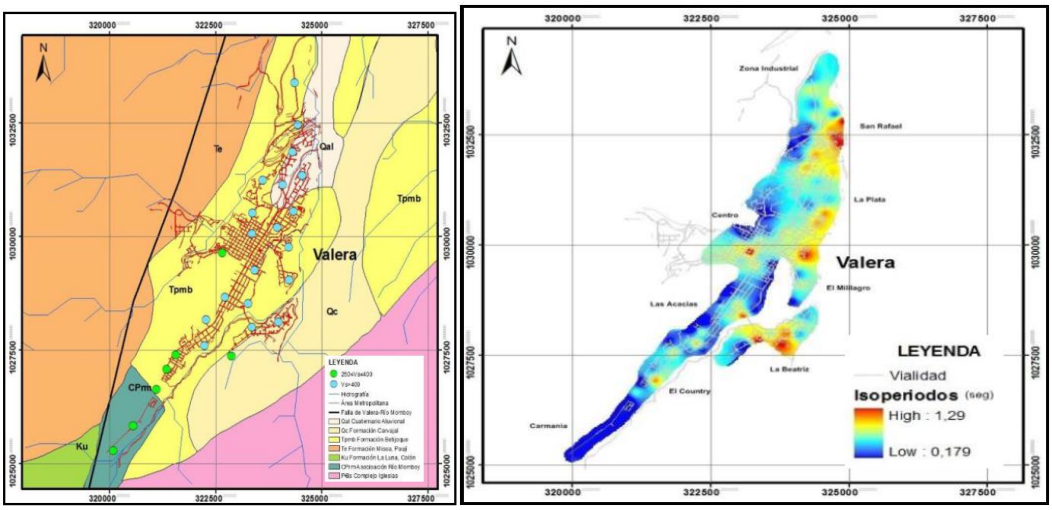


Figura 80. Izquierda: Vs30 de Valera sobre el mapa geológico de Hackley et al. (2006). Derecha: Períodos fundamentales del suelo de Valera (Mazuera et al., 2015).

A partir del análisis y modelado de los datos gravimétricos se puede concluir que las zonas que presentan mayores espesores de sedimentos corresponden a la zona del aeropuerto de Carvajal (al este de Valera), alcanzando un espesor de 200 metros, la zona ubicada entre "La Beatriz" y "El Milagro" en el sureste de Valera, alcanzando más de 300 metros de espesor de sedimentos (Figura 81). El control estructural juega un papel fundamental en la distribución de espesores de sedimentos que presenta la terraza de Valera. Por efectos

compresivos, se tiene un plegamiento de las formaciones geológicas subyacentes a la terraza (Figura 81, derecha). Los espesores menores, tienden a ubicarse adyacentes a los flancos de los pliegues anticlinales, y los espesores mayores, se encuentran suprayacentes a los ejes de los pliegues sinclinales.

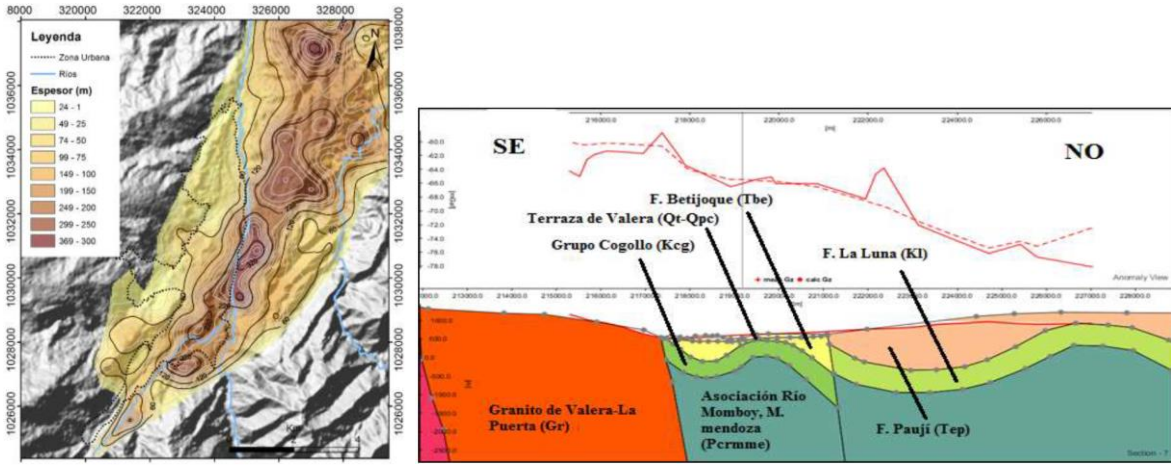


Figura 81. Espesores de sedimentos de Valera (izquierda) y sección 2D en dirección SE – SO del modelo gravimétrico 3D (Sánchez-Rojas et al., 2016).

Trujillo, capital del estado del mismo nombre, está ubicada sobre rocas de la Asociación Mucuchachí (Paleozoico Superior), así como hacia el sureste sobre rocas de edades cretácicas y jurásicas (Figura 82, izquierda). Los sedimentos cuaternarios de edad Pleistoceno Medio - Superior – Holoceno son drenados por los ríos Castán y Mocoy, Los valores de Vs30, obtenidos a partir de 23 tendidos de ReMi, van de 180 m/s en la parte sedimentaria hasta 760 m/s en roca meteorizada en el sur, con mayores valores en la zona rocosa.

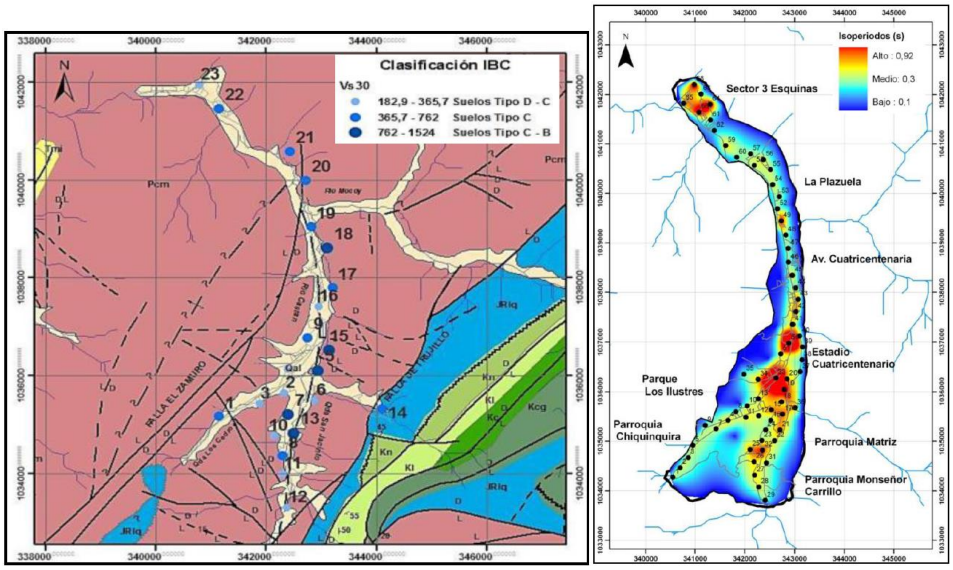


Figura 82. Izquierda: Vs30 de Trujillo sobre el mapa geológico de Hackley et al. (2006). Derecha: Períodos fundamentales del suelo (Mazuera et al., 2015).

De las 67 mediciones de ruido ambiental se obtuvieron valores de períodos fundamentales del suelo que oscilan entre 0,1 y 0,92 s, siendo los sectores de valores más altos Tres Esquinas y los alrededores del Estadio Cuatricentenario (Figura 82, derecha). A partir del modelado gravimétrico, basado en 148 puntos de medición, se determinó un máximo espesor sedimentario de 150 m en la zona central de la ciudad (Parroquia La Matriz y Estadio Cuatricentenario), y entre 50-100 m, en el sector Tres Esquinas (Figura 83). La sección ONO-ESE del modelo gravimétrico se encuentra ubicada en la zona central del área de estudio. Se observa que el espesor sedimentario es de unos 140 m distribuidos de manera uniforme a lo largo de su extensión.

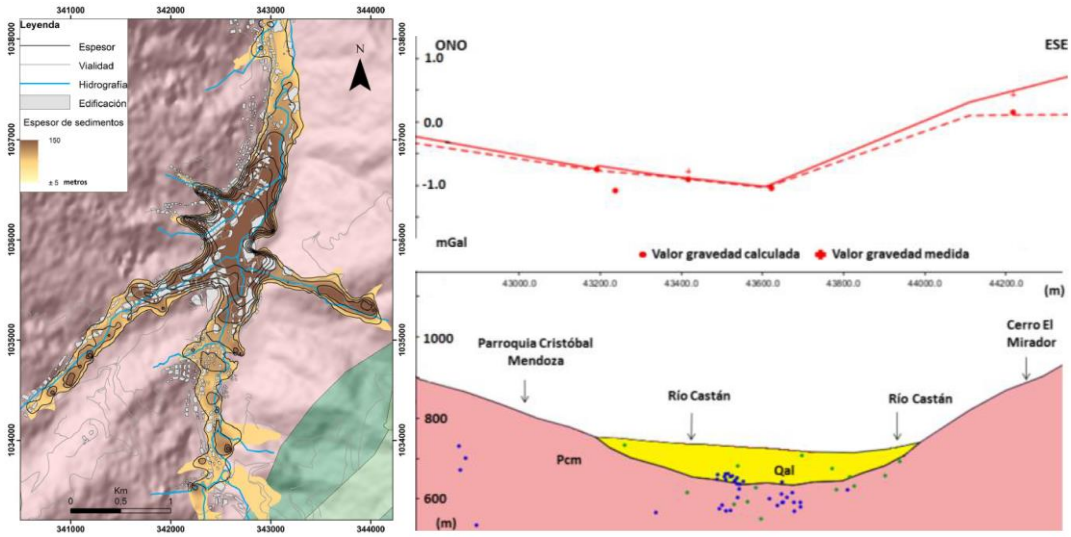


Figura 83. Mapa de espesor de sedimentos en Trujillo (izquierda). Sección ONO-ESE del modelo gravimétrico; puntos azules representan: soluciones de Euler obtenidas, puntos verdes: espesores del análisis de ruido ambiental (derecha) (García et al., 2015).

La ciudad de Boconó está ubicada en pleno eje de la falla que lleva su mismo nombre sobre abanicos aluviales (Qal) de los ríos Boconó y Burate, que suprayacen al Complejo Iglesias (Peis – Sierra Nevada), que es su basamento cristalino de edad precámbrica, en contacto discordante con la Formación Palmarito (Figura 84, izquierda). Basado en el modelado 3D de 183 mediciones gravimétricas, se obtuvo que el espesor sedimentario varía entre ~50 y 150 m (Figura 84, derecha); los menores espesores, se encuentran sobre el cauce de la Quebrada Segovia (Noreste); estos espesores aumentan gradualmente hacia el oeste, alcanzando el máximo observado en la región donde confluye dicha quebrada con el río Boconó.

Para determinar los valores Vs30 se midieron 20 líneas sísmicas tipo ReMi; hacia el este del abanico, se determinaron velocidades mayores a 760 m/s (suelos rígidos o roca). Velocidades de Vs30 entre 550 a 750 m/s se encontraron al noreste y suroeste de la ciudad y al oeste se observaron velocidades entre 330 y 640 m/s (Figura 85, izquierda).

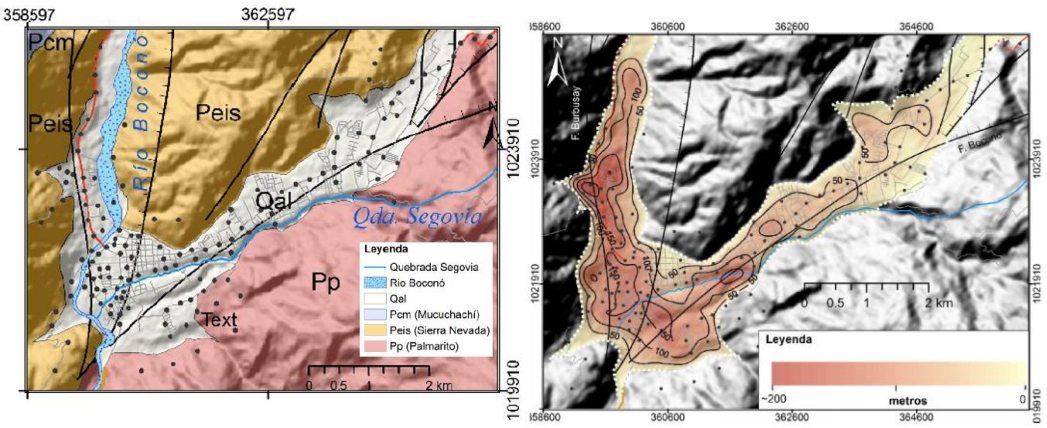


Figura 84. Geología y ubicación de los puntos de medición gravimétrica (izquierda) y espesores de sedimentos (derecha) de Boconó (León et al., 2015).

Basado en la medición de 106 estaciones de ruido ambiental, Boconó muestra valores de períodos fundamentales del suelo en un rango de 0,26 y 1,20 s (Figura 85, derecha); los mayores valores se observan en el área distal del abanico en donde se asienta el centro de la ciudad.

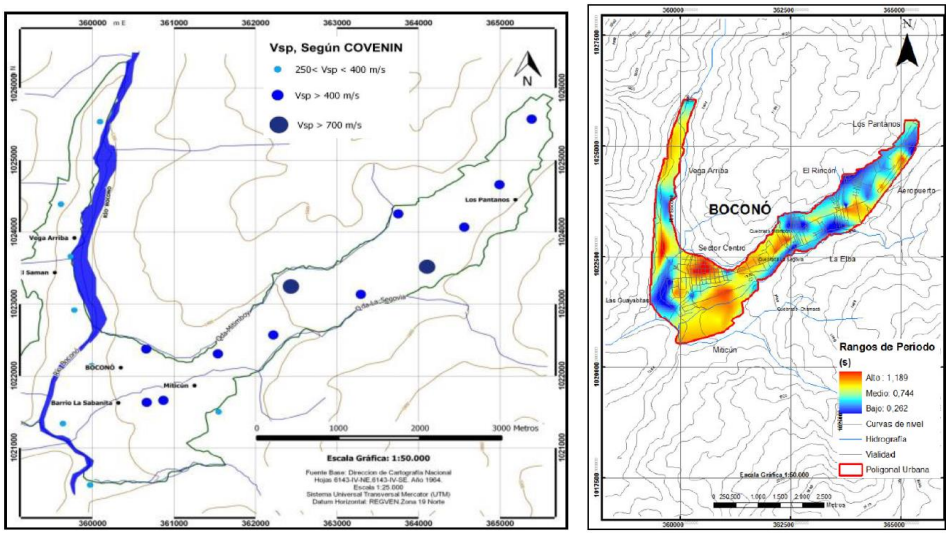


Figura 85. Vs30 (izquierda) y períodos fundamentales del suelo (derecha) de Boconó (Mazuera et al., 2015).

Linares et al. (2026) identificaron las evidencias geomorfológicas de deformación de los sistemas de fallas activas en torno a la Falla Boconó. Indican que muchos de los movimientos en masa (deslizamientos traslacionales, rotacionales, fallas de borde) están asociados a la debilidad y fracturamiento de la roca que están intrínsicamente relacionados con la Falla de Boconó. Deberán finalizarse los estudios en el estado Trujillo con la elaboración de espectros de respuesta en superficie, la elaboración de los mapas de microzonas sísmicas y su implementación en ordenanzas municipales, considerando los efectos inducidos sobre todo en los bordes de terraza en Valera.

5.5.7 Ciudades en el estado Táchira (San Cristóbal, San Antonio del Táchira, Ureña, Michelena, Lobatera y Rubio)

Con el fin de iniciar los estudios de microzonificación sísmica en el estado Táchira, que tiene una alta amenaza sísmica debido al sistema de fallas de Boconó, FUNVISIS, en colaboración con la especialidad de Geociencias del Instituto Universitario de Tecnología Agroindustrial (IUTAI) y la maestría de Geofísica Aplicada del convenio (MPPEUCT-CUJAE) desarrollaron trabajos geofísicos con el fin de caracterizar el subsuelo en las ciudades San Cristóbal, San Antonio del Táchira, Ureña, Lobatera, Michelena y Rubio. Las mediciones de campo se realizaron con el apoyo del Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos (Proyecto FONACIT 2007000939).

San Cristóbal, la capital del estado Táchira, está ubicada sobre terrazas de sedimentos cuaternarios del Pleistoceno (QT) y lutitas de la Formación Colón del Cretáceo Superior (KSC) (Figura 86, izquierda). La aceleración pico en roca es A0 = 0,32 g (COVENIN 1756, 2019). Se midió el ruido ambiental en 96 puntos, obteniéndose valores de periodos fundamentales del suelo 0,6 y 1,2 s (Figura 86, derecha). Los períodos con mayores valores, cercanos a 1 s, corresponden a una zona de sedimentos fluviales próximos a las quebradas La Machiri y La Bermeja.

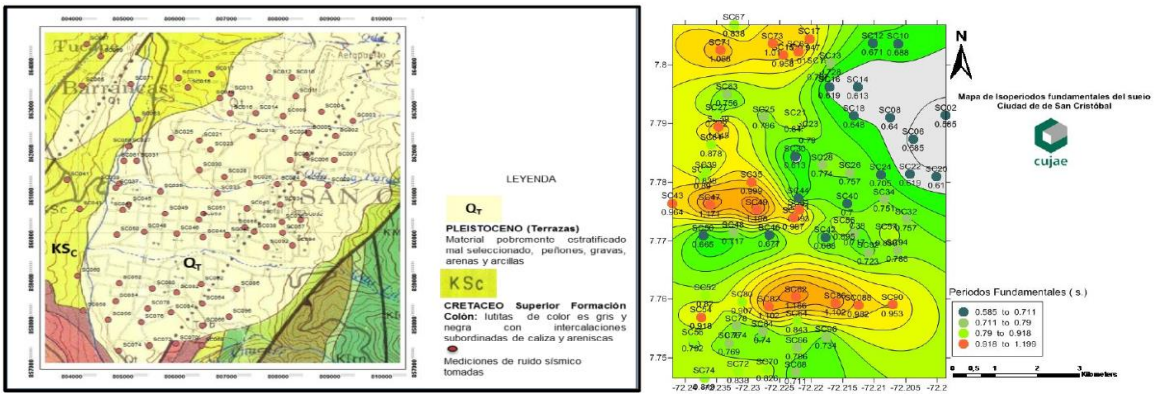


Figura 86. Geología y puntos de medición de ruido ambiental (izquierda) y mapa de períodos predominantes del suelo (derecha) de San Cristóbal (Durán, 2015).

San Antonio del Táchira y Ureña están ubicadas en la cercanía de la frontera con Colombia sobre rocas terciarias y cretácicas, con cobertura de sedimentos cuaternarios. La aceleración pico en roca es alta con A0 = 0,36 g (COVENIN 1756, 2019), por la cercanía del sistema de fallas de Boconó.

Los valores de Vs30 por topografía en San Antonio del Táchira, varían entre 300 m/s en el centro y hasta 760 m/s en la zona sureste. Los períodos fundamentales del suelo van desde 0,6 s en el centro norte y sur a más de 1 s hacia las zonas este y sureste de la ciudad (Figura 87). El estimado de los espesores de los sedimentos indica más de 100 m en los extremos (Molina et al., 2015).

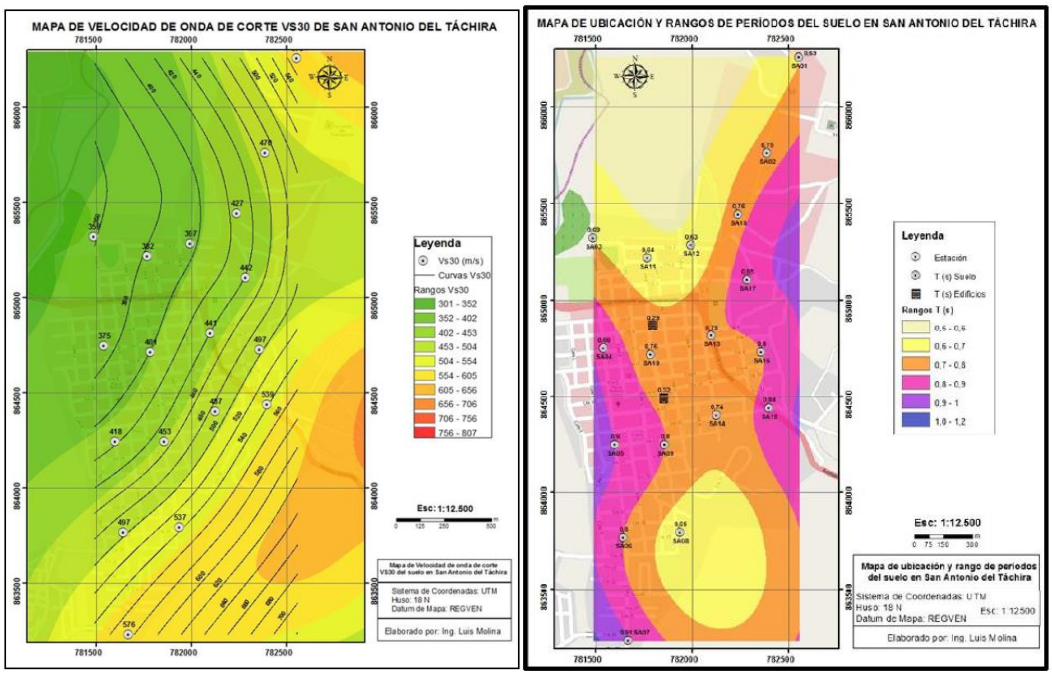


Figura 87. Mapa de Vs30 (izquierda) y mapa con la ubicación de los puntos de medición y los rangos de períodos fundamentales del suelo (derecha) en San Antonio del Táchira (Molina et al., 2015).

En Ureña los valores de Vs30 por topografía varían entre 360 m/s en el oeste y hasta más de 600 m/s en el este. La zona central presenta velocidades de Vs30 entre 425 y 500 m/s. Los períodos fundamentales del suelo van desde 0,2 s en el oeste y sureste y sur a 1,5 s en las zonas norte, sur y centro-este (Figura 88) con un estimado de los espesores de los sedimentos que superan los 200 m (Molina et al., 2015).

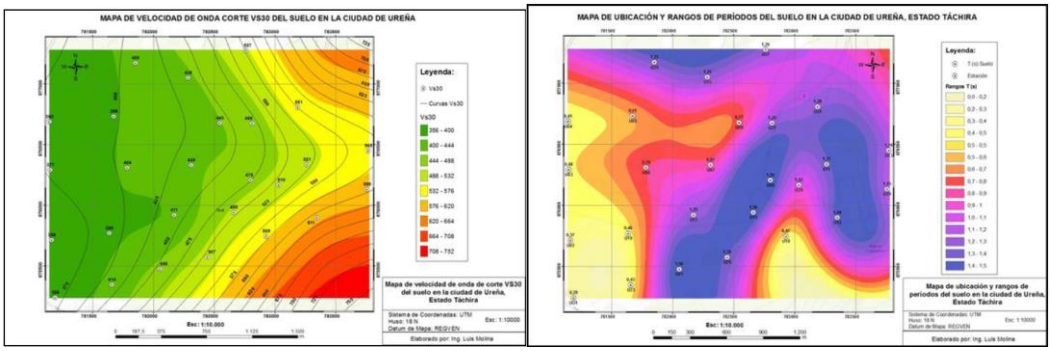


Figura 88. Mapa de Vs30 (izquierda) y mapa con la ubicación de los puntos de medición y los rangos de períodos fundamentales del suelo de Ureña (Molina et al., 2015).

Michelena se encuentra asentada sobre una terraza aluvional del Cuaternario (Qal), originadas por los depósitos de los sedimentos cretácicos provenientes del páramo El Zumbador, mientras que Lobatera se ubica sobre rocas de las formaciones Colón (KSc) y

Mito Juan (Kmj). La aceleración pico en roca es alta con A0 = 0,35 g (COVENIN 1756, 2019), por la cercanía del sistema de fallas de Boconó.

En Michelena los valores de Vs30 por topografía varían entre 590 m/s en el este y 760 m/s en el oeste. Para la determinación de los períodos fundamentales del suelo se adquirieron datos en 25 estaciones y los valores de períodos van de 0,23 s en el extremo este a 0,96 s en el noroeste (Figura 89) con la mayoría de los puntos alrededor de 0,6 s, lo que resulta en un estimado de los espesores de los sedimentos alrededor de 100 m (Molina, 2016).

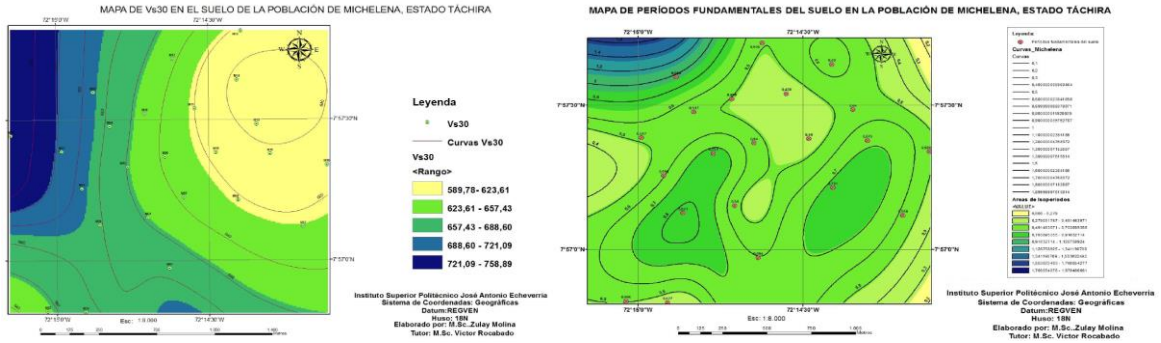


Figura 89. Mapa de Vs30 (izquierda) y mapa con la ubicación de los puntos de medición y los rangos de períodos fundamentales del suelo (derecha) en Michelena (Molina, 2016).

En Lobatera los valores de Vs30 por topografía se encuentran uniformemente entre 500 m/s y 550 m/s. Para la determinación de los períodos fundamentales del suelo se adquirieron datos en 11 estaciones y los valores de períodos van de 0,56 s en el suroeste a 1,1 s en el este (Figura 90), lo que resulta en un estimado de los espesores de los sedimentos encima de 100 m (Molina, 2016). Considerando que Lobatera está ubicada sobre rocas del Cretácico, y sin embargo muestra períodos más altos que en Michelena sobre una terraza del Cuaternario, debería haber un contraste de impedancia a ciertos niveles dentro de las rocas, posiblemente por niveles de areniscas.

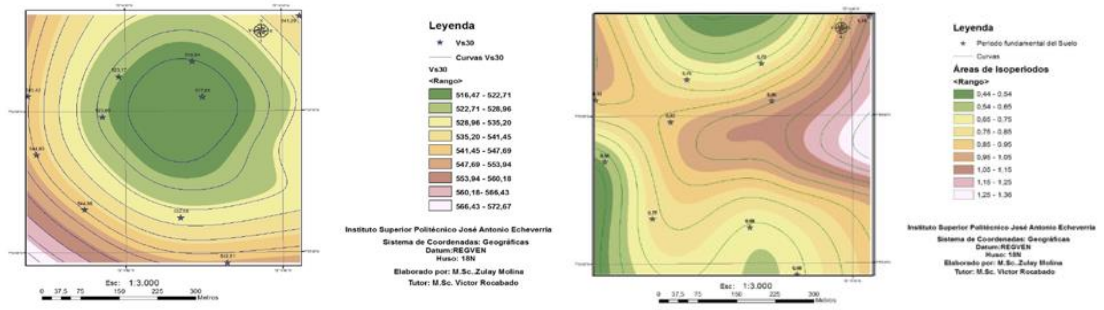


Figura 90. Mapa de Vs30 (izquierda) y mapa con la ubicación de los puntos de medición y los rangos de períodos fundamentales del suelo (derecha) en Lobatera (Molina, 2016).

La depresión de Rubio está dominada por sedimentos molásicos de edad Mio-Plioceno más una importante cobertura de terrazas Cuaternarias. La aceleración pico en roca es alta con A0 = 0,33 g (COVENIN 1756, 2019), por la cercanía del sistema de fallas de Boconó.

En Rubio los valores de Vs30 por topografía varían entre 350 y 460 m/s con los menores valores en el centro y hacia el este. Para la determinación de los períodos fundamentales del suelo se adquirieron datos en 33 estaciones y los valores de períodos varían entre 0,4 y 1,0 s con algunos valores por debajo de 0,4 s y uno de 1,3 s (Figura 91), lo que resulta en un estimado de los espesores de los sedimentos entre 100 y 150 m (Cárdenas et al., 2015). En el caso de Rubio, esta profundidad podría indicar el tope de las formaciones cretácicas.

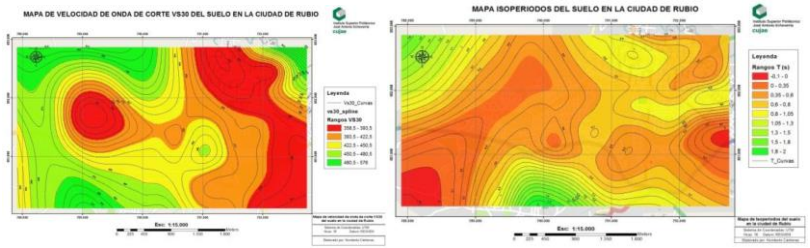


Figura 91. Mapa de Vs30 (izquierda) y mapa con la ubicación de los puntos de medición y los rangos de períodos fundamentales del suelo (derecha) en Rubio (Cárdenas et al., 2015).

Los trabajos realizados en el estado Táchira en el marco de la cooperación entre el Instituto Universitario de Tecnología Agroindustrial (IUTAI) y la maestría de Geofísica Aplicada del convenio (MPPEUCT-CUJAE) representan el primer paso en la microzonificación sísmica con la recopilación de la información geológica, topográfica y la medición de ruido ambiental con el apoyo de FUNVISIS. Los resultados indican la presencia de espesores de sedimentos que podrían amplificar las ondas sísmicas en caso de un terremoto en esta región con una alta amenaza sísmica. Por tales razones es necesario que se gestionen fondos para completar los respectivos estudios de microzonificación sísmica y su aplicación en ordenanzas municipales en complemento de la norma de construcciones sismorresistentes.

5.5.8 La Guaira y Ciudad Caribia

El estado La Guaira se ubica en una franja montañosa limitada por la costa del mar Caribe en el norte con asentamientos poblacionales que se concentran principalmente en los conos aluviales. En el suroeste, en terrenos pertenecientes tanto al estado La Guaira como al Distrito Capital, se ubica Ciudad Caribia en las colinas formadas por los Esquistos Las Brisas profundamente meteorizados. Es importante destacar que, debido a su cercanía a la interacción entre la Placa del Caribe y la Placa Sudamericana, La Guaira posee una elevada amenaza sísmica (con A0 = 0,3 g para La Guaira y algo menor, A0 = 0,27 g, para Ciudad Caribia; COVENIN 1756, 2019), donde la Falla San Sebastián marca la línea de costa. La Guaira ha sufrido varios terremotos con destrucciones importantes (Grases et al., 1999); el último, el terremoto de Caracas/Litoral de 1967, con daños en edificios de mediana altura en la zona de Caraballeda. Las primeras evaluaciones basadas en perfiles sísmicos estimaron un elevado espesor de sedimentos en esta zona (Murphy et al., 1969).

Posterior a los deslaves del año 1999, donde las zonas más afectadas fueron los conos aluviales entre las localidades de Catia La Mar y Camurí Grande, se desarrollaron estudios

geofísicos integrados para la caracterización de los suelos en el estado La Guaira (e.g. Romero et al., 2006). En los conos aluviales, el nivel freático se ubica entre 5-10 m de profundidad y las velocidades Vs30, basadas en los análisis de mediciones sísmicas en los diferentes conos, varían generalmente entre 300 y 650 m/s en los conos (con algunas zonas con sedimentos aluvionales poco consolidados con valores por debajo de 300 m/s) y valores mayores a 650 m/s en las laderas al sur (Figura 92). Esto está en congruencia con evaluaciones posteriores que incorporaron análisis de Vs30 por topografía para todo el estado La Guaira (García, 2023).

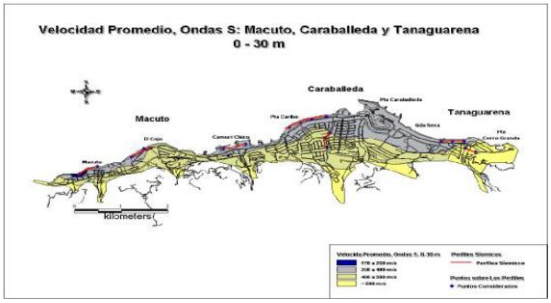


Figura 92. Mapa de Vs30 de La Guaira (Romero et al., 2006).

Basado en las mediciones de 130 estaciones de ruido ambiental en las zonas de Macuto, Caraballeda y Tanaguarena, Romero et al. (2006) determinaron valores del período fundamental del suelo entre 0,9-1,8 s con valores máximos hasta 2,7 s (Figura 93).

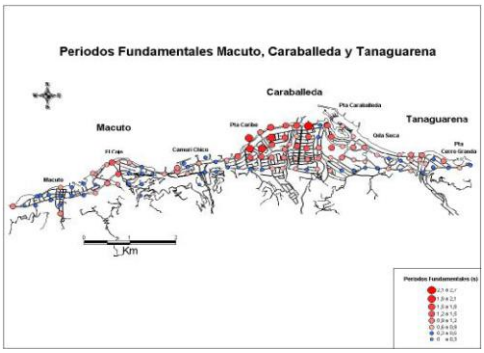


Figura 93. Mapa de períodos fundamentales del suelo de La Guaira (Romero et al., 2006).

Como base para el modelado gravimétrico, con el fin de determinar el espesor de los sedimentos cuaternarios, se realizaron mediciones gravimétricas en 348 sitios. Los mayores espesores se observan en el cono de Caraballeda con valores máximos cercanos a los 450 m hacia la línea de costa, mientras que en el cono de La Guaira se observan espesores máximos de 180 m. El cono de Macuto presenta espesores cercanos a 200 m en el lado oeste y a 290 m hacia el este en Punta El Cojo (Figura 94). El modelado gravimétrico realizado por García (2023) confirmó en gran medida estos valores con un máximo de 200 m hacia la línea de costa en el cono de La Guaira, un máximo de 480 m en el cono de Caraballeda y 280 m en el de Macuto.

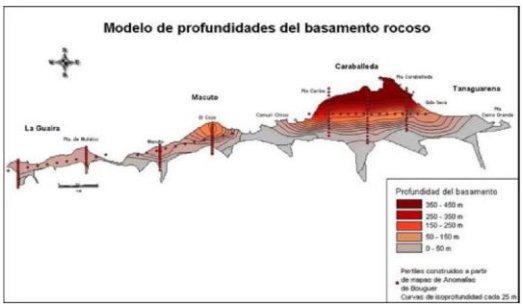


Figura 94. Mapa de espesores de sedimentos de La Guaira (Romero et al., 2006).

García (2023) integró los datos geofísicos existentes y generó un modelo gravimétrico 3D como base para la definición de microzonas sísmicas preliminares con los valores Vs30 y espesores de sedimentos. Destacan en la zona de Caraballeda microzonas con espesores mayores a 400 m (Figura 95) para las cuales deberán tomarse en cuenta efectos de cuenca para el cálculo de la respuesta en superficie.

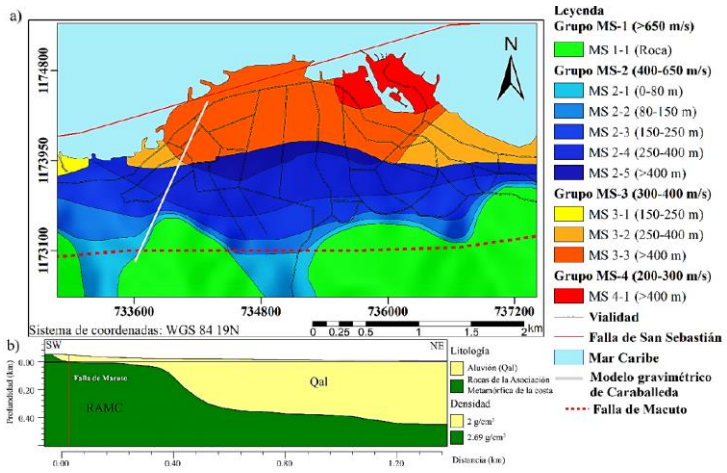


Figura 95. a) Microzonas sísmicas preliminares en el cono de Caraballeda. b) Detalle del perfil gravimétrico de Caraballeda (García et al., 2023).

En Ciudad Caribia se realizaron 246 mediciones de ruido ambiental y 325 mediciones gravimétricas; los períodos fundamentales están entre 0,2 y 0,85 s (Bueno et al., 2009), efecto de la profunda meteorización de los Esquistos Las Brisas. Del modelado gravimétrico se determinó un espesor máximo de meteorización de 45 m. A partir de la evaluación geomorfológica se identificaron superficies residuales en el área y se seleccionaron zonas con potencial de desarrollo urbanístico sin la presencia de movimientos de remoción en masa o procesos de tipo torrencial.

Para finalizar la microzonificación sísmica de La Guaira se deberían complementar las mediciones geofísicas para tener una base uniforme para toda la parte urbanizada del estado, calcular la respuesta sísmica en superficie y elaborar ordenanzas municipales.

5.5.9 Guarenas-Guatire

En Guarenas y Guatire, zona de expansión de Caracas ubicada unos 20 km al este, se realizaron estudios geofísicos (e.g. Sánchez et al., 2005b) que fueron complementados desde el año 2008 con estudios de microzonificación en el marco de los proyectos de microzonificación sísmica de la Cooperación Cuba-Venezuela (González et al., 2009; Schmitz et al., 2012). La cuenca de Guarenas-Guatire se encuentra ubicada en una depresión dentro de la Cordillera de la Costa, limitada al norte por el Macizo del Ávila con los Esquistos San Julián y al sur por el cerro Colorado (Urbani y Rodríguez, 2004) principalmente sobre los Esquistos Las Mercedes y en la cuenca la Formación Guatire (cementada y no cementada) del Plio – Pleistoceno (Figura 96). La cuenca está delimitada por la Falla Ávila en el norte y el sistema de fallas Guarenas al sur; la aceleración pico en roca es A0 = 0,27 g (COVENIN 1756, 2019).

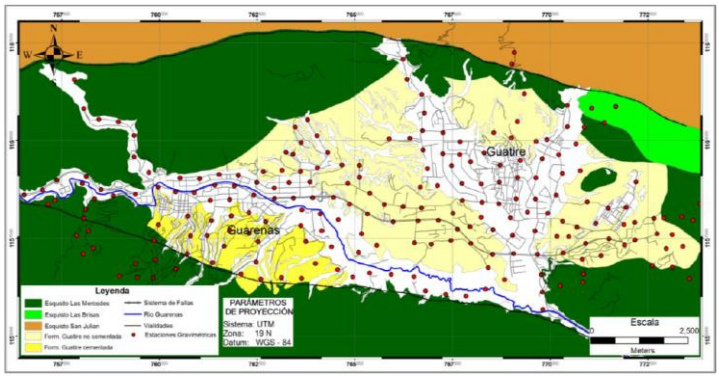


Figura 96. Geología (basada en Urbani y Rodríguez, 2004) y puntos de medición gravimétrica en Guarenas y Guatire (Amarís et al., 2011b).

En una primera fase se adquirieron 390 mediciones de ruido ambiental, 600 mediciones gravimétricas y 21 perfiles sísmicos. Los períodos predominantes del suelo varían entre 0,23 y 2,2 s (Figura 97).

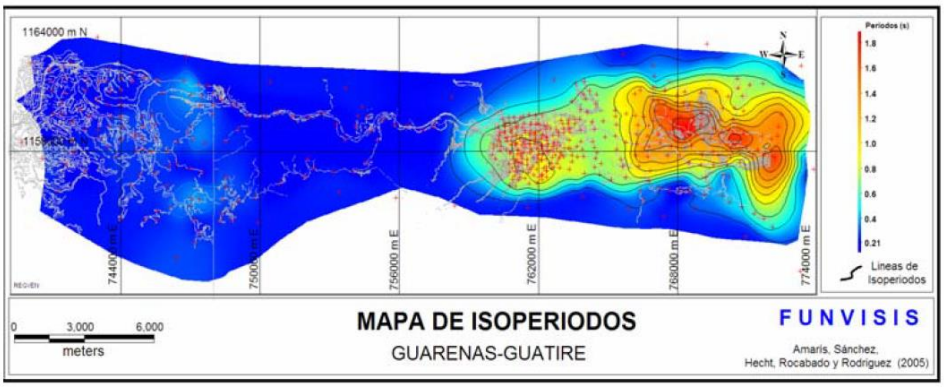


Figura 97. Mapa de períodos fundamentales del suelo de la cuenca Guarenas-Guatire (Sánchez et al., 2005b).

A partir del modelado 3D de los datos gravimétricos, Sánchez et al. (2005b) reportan espesores de sedimentos en la cuenca hasta 360 m en Guatire, mientras que Amarís et al. (2011b) indican un espesor máximo de 280 m (Figura 98).

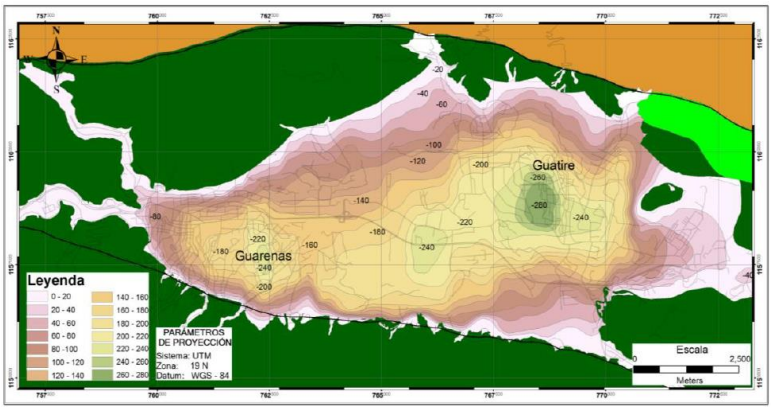


Figura 98. Mapa del espesor de sedimentos de la cuenca Guarenas-Guatire (Amarís et al., 2011b).

Para determinar las velocidades de ondas de corte de los sedimentos se desarrollaron mediciones sísmicas (Sánchez, 2015) y ReMi largos (García, 2012). En Guatire los promedios de Vs de los sedimentos someros son del orden de 420-500 m/s y de los sedimentos profundos (hasta 270 m de profundidad) 850-900 m/s y en Guarenas de 400 m/s y 1000 m/s (hasta 120 m de profundidad), respectivamente; la Vs del basamento está alrededor de 1600 m/s. Morfe et al. (2015) estimaron la respuesta sísmica 2D del suelo mediante una simulación de la propagación de las ondas sísmicas y la generación de sismogramas sintéticos con un método híbrido. En la zona profunda de Guatire los espectros de respuesta de aceleración horizontal para suelo blando son mayores para todos los períodos, lo que deberá tomarse en cuenta en el cálculo la respuesta del suelo en superficie. Singer et al. (2008) evaluaron los procesos geomorfológicos activos en la cuenca.

Guerrero et al. (2024) crearon un mapa de microzonas sísmicas preliminares de los municipios Plaza y Zamora, en función del parámetro Vs30 y el espesor sedimentario de la cuenca (Figura 99). Recopilaron la información de los trabajos previos en la zona y realizaron 166 mediciones sísmicas (Schmitz et al., 2020c; analizadas mediante el método iMASW) y de ruido ambiental para determinar las velocidades Vs30 y los períodos predominantes de vibración del suelo para su integración con los espesores de sedimentos. La microzona MS5, asociada a arcillas duras, aluviones recientes y sedimentos consolidados del Cuaternario con Vs30 de 200-400 m/s y espesores de sedimentos mayores a 250 m en Guatire, es considerada la de mayor potencial de amplificación. Queda pendiente el desarrollo de los espectros de respuesta en superficie y las respectivas ordenanzas municipales.

Se realizó un diagnóstico situacional con fines de gestión del riesgo considerando los estudios geológicos y geofísicos, el fondo habitacional, las líneas vitales y la fragilidad ambiental (Guasch et al., 2011). Los resultados fueron utilizados para una cartografía del riesgo sísmico detallada que permitió determinar las zonas de mayor riesgo sísmico (Morejón et al., 2014).

La totalidad de las edificaciones informales, así como la mitad de las edificaciones formales presentan una alta vulnerabilidad sísmica. Los edificios de muros de concreto armado en una sola dirección son muy vulnerables y se sugieren medidas urgentes de reforzamiento estructural para mejorar su comportamiento.

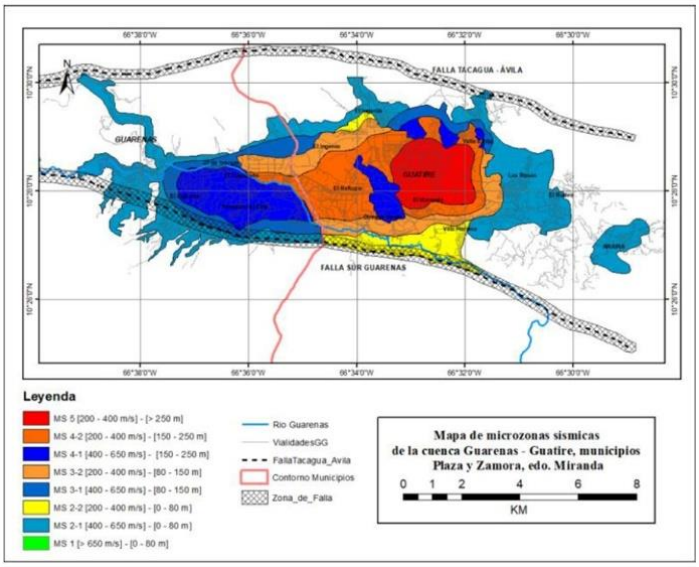


Figura 99. Mapa de microzonas sísmicas preliminares de la cuenca de Guarenas – Guatire (Guerrero et al., 2024; actualizado: Guerrero, com. pers. 2025).

En la Figura 100 se muestran los municipios venezolanos que cuentan con estudios de microzonificación sísmica y su estado de avance.

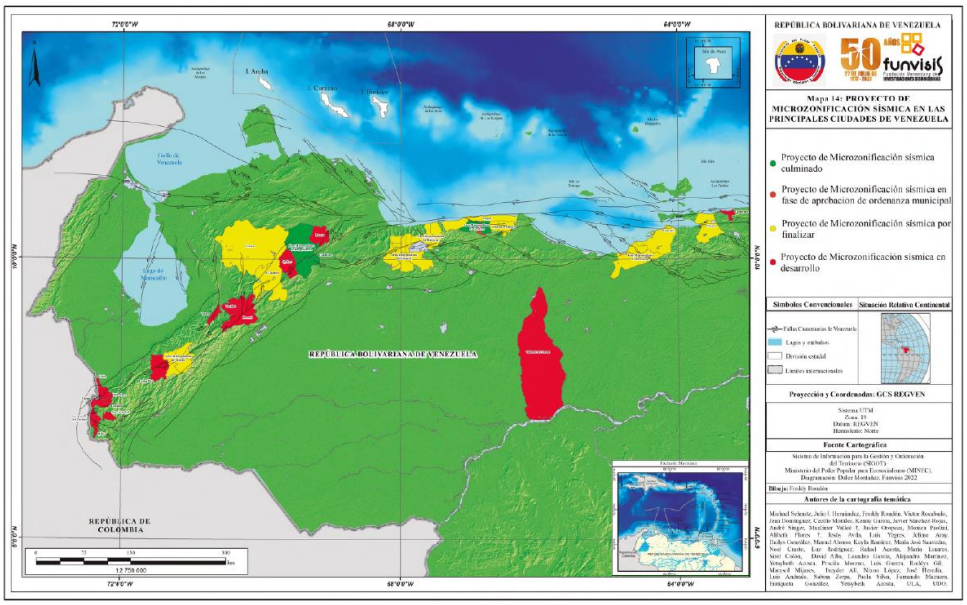


Figura 100. Avances de estudios de microzonificación sísmica en los municipios venezolanos (Schmitz et al., 2023a).

6 DESAFÍOS Y LIMITACIONES

6.1 Finalización o actualización de estudios

La revisión de los avances logrados en materia de microzonificación sísmica en las últimas dos décadas da constancia de un esfuerzo importante en el conocimiento del subsuelo en las zonas más sísmicas de Venezuela (ver Figura 100). En una gran parte de las ciudades se logró llegar a la definición de microzonas sísmicas preliminares, sin que se hayan definido espectros en superficie específicos para las diferentes microzonas sísmicas. Por ello, para poder llegar a la fase de implementación de los estudios, se debe realizar el cálculo de la respuesta sísmica en superficie para la definición de espectros en complemento de los espectros de la norma de Construcciones Sismorresistentes (COVENIN 1756, 2019).

En la mayoría de las ciudades no se ha hecho un énfasis sistemático en la definición de los efectos inducidos, con excepción de Caracas y Barquisimeto, dónde se ha definido el peligro de deslizamiento de laderas o del borde de la terraza, y de Cumaná, Valencia, Maracay y el Área Metropolitana de Barcelona, donde se han generado primeras evaluaciones del potencial de licuación. Estos esfuerzos deben sistematizarse ajustado al contexto geográfico de las respectivas ciudades, en el caso de las ciudades andinas y en montañas, donde el peligro de deslizamiento juega un rol importante y las ciudades costeras, muchas veces con un importante potencial de licuación.

Desde el punto de vista tecnológico se ha dado un salto importante en estos últimos 20 años; el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permite la integración de múltiples capas de información. En la parte de investigación geofísica se ha migrado del uso de sísmica activa al uso de diferentes metodologías de sismología pasiva, desde el análisis de mediciones o arreglos de ruido hasta perfiles sísmicos pasivos analizados por ReMi o iMASW. Este cambio permite una densa adquisición de datos para determinar las propiedades del subsuelo (Vs30 y Vs hasta el basamento, período fundamental) como insumo principal para los cálculos de la respuesta sísmica en superficie y los respectivos espectros de respuesta en las microzonas sísmicas.

6.2 Retos en la implementación normativa

La principal norma legal para la implementación de los resultados de estudios de microzonificación sísmica es la norma de Construcciones Sismorresistentes (COVENIN 1756, 2019). En la definición de las acciones sísmicas (Sección 1.3.2) se indica que las ciudades con más de 100.000 habitantes deberán tener un estudio de microzonificación sísmica y que se debe establecer un plan nacional de microzonificaciones sísmicas para ello. Igualmente indica que, en caso de existir una microzonificación sísmica avalada por la autoridad competente, los valores de los mapas de amenaza sísmica deben sustituirse por los dados en ésta. Además, para la definición de los efectos de sitio, se utilizará como profundidad H la establecida en la microzonificación sísmica y el valor local de Vs30 en el sitio se comparará con el rango indicado para la microzona prescrita en la microzonificación sísmica, así como las indicaciones para efectos inducidos. Se usarán los espectros elásticos definidos en la microzonificación sísmica y se deberán implementar las que ya se finalizaron.

La implementación es un proceso muy complejo que requiere tanto del consenso técnico (muchas veces obtenido con los funcionarios de las direcciones municipales de Ingeniería, Urbanismo y Protección Civil) como de la formulación y aprobación de las respectivas ordenanzas municipales con las respectivas comisiones de los concejos municipales (en muchos casos la comisión de urbanismo). Este proceso de implementación legal tarda hasta más tiempo que el propio estudio técnico (Figura 101), de manera que en Caracas aún falta la aprobación de las ordenanzas en los municipios Chacao y Baruta.

Sin embargo, cuando se trata de una actualización del estudio, la implementación legal puede ser más rápida, como es el caso de Bogotá (Colombia), donde el respectivo decreto municipal de la tercera revisión técnica fue implementado en el mismo año 2010 (Schmitz et al., 2025), mientras que el decreto del primer estudio de 1997 fue publicado en el año 2001. Un factor que podría haber favorecido la implementación en Bogotá respecto a Caracas es el hecho de que en Bogotá el Decreto es publicado por el Alcalde Mayor de Bogotá, mientras en Caracas son 5 municipios que deben publicar las respectivas ordenanzas.

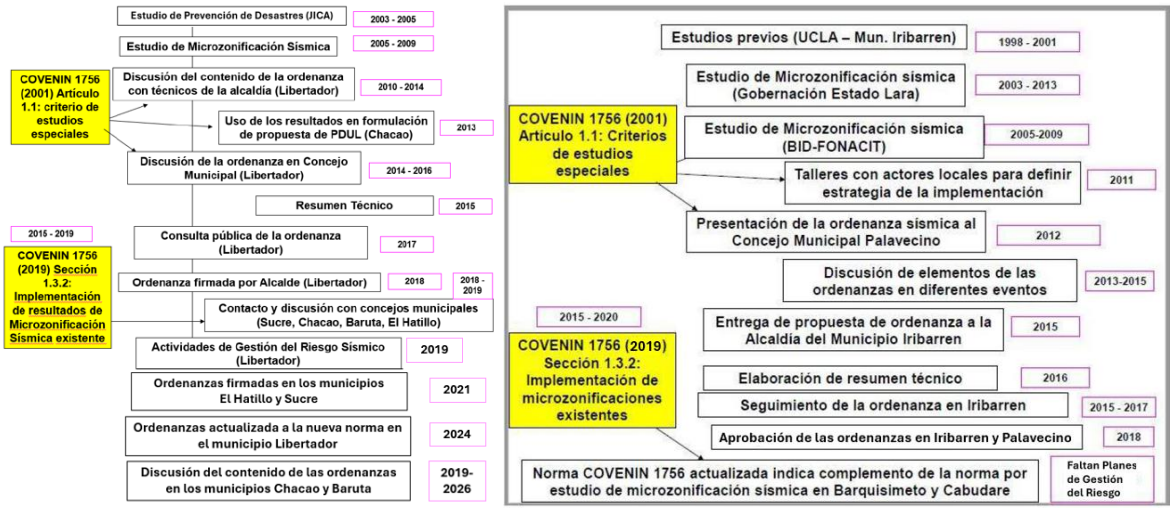


Figura 101. Diagrama de flujo de las actividades para la implementación de los resultados de los estudios de microzonificación sísmica en ordenanzas municipales en las áreas metropolitanas de Caracas (izquierda) y Barquisimeto (derecha; adaptado y actualizado de Schmitz et al., 2020a; 2020b).

6.3 Resultados y aplicaciones prácticas

Una de las incógnitas importantes en la implementación de los resultados de estudios de microzonificación sísmica es, hasta qué punto los espectros de diseño son utilizados en la práctica en el diseño de las edificaciones o la evaluación de su vulnerabilidad (ver Figura 1). En el Área Metropolitana de Barquisimeto aún no ha sido implementado, mientras que en el municipio Chacao los resultados del estudio de microzonificación sísmica se introdujeron en el diseño del Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) en 2013, de manera de promover una mayor seguridad para edificaciones altas en la zona de la cuenca con grandes espesores de

sedimentos; lamentablemente, esta propuesta no ha sido introducida formalmente para su publicación.

En el Área Metropolitana de Barcelona, donde los estudios de microzonificación sísmica fueron acompañados por una intensa interacción con los funcionarios municipales (Delgado et al., 2014), los resultados, aún preliminares, fueron considerados dentro de las herramientas de ordenación urbanística y ordenación del territorio. En aquel momento, los resultados preliminares de la microzonificación sísmica para Barcelona fueron incorporados a la propuesta del Plan de Ordenación Territorial Local (POTL) del sector Maruica, en Barcelona. Además, se estableció un vínculo operativo con el equipo que desarrollaba el Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) de Barcelona, para que las variables sísmicas generadas por FUNVISIS se integraran de manera coherente a la normativa urbana (M. Capriles, com. pers., 2026). De las discusiones técnicas en las cuales se evaluó cómo traducir los mapas de amenaza sísmica diferenciada, la caracterización geotécnica de suelos, los períodos fundamentales de vibración, las zonas de amplificación y los niveles de aceleración esperada, en criterios urbanísticos y constructivos vinculantes se plantearon, entre otras: 1) Restringir la construcción de piscinas elevadas sobre estacionamientos o en azoteas, debido al incremento significativo de cargas dinámicas y al riesgo asociado a modos de vibración acoplados. 2) Regular la altura máxima permitida para edificaciones en zonas donde la aceleración espectral, los tipos de suelo y la respuesta dinámica local incrementaban el riesgo estructural. 3) Incorporar refuerzos estructurales en edificaciones existentes, incluyendo soluciones prácticas como la Cruz de San Andrés en estructuras de mampostería confinada o en edificaciones sin un adecuado sistema de diafragma rígido. 4) Establecer zonas de limitación o condicionamiento del desarrollo urbano en sectores donde la microzonificación indicaba susceptibilidad elevada a efectos como licuación. 5) Ajustar el índice de ocupación del suelo, densidades y usos, según los niveles de amenaza sísmica local.

6.4 Transferencia de conocimiento y tecnología

La clave para una exitosa implementación de los resultados de estudios de microzonificación sísmica es una acertada interacción con los funcionarios de las alcaldías, pero también con los representantes de los concejos municipales. En los proyectos en las áreas metropolitanas tanto en Caracas como en Barquisimeto se interactuó con las alcaldías, principalmente con los funcionarios de las direcciones de Infraestructura, Catastro, Planificación Urbana y Protección Civil, pero también de la Alcaldía Metropolitana de Caracas y la gobernación del estado Lara, mediante talleres con el fin de implementar los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con la información del proyecto en las alcaldías y discutir las estrategias de implementación (Aguilar et al., 2015; 2016; Figura 101). Posteriormente se discutieron los contenidos de las ordenanzas municipales con representantes de los concejos municipales.

Para Caracas se desarrolló una herramienta en línea que permite calcular para cada punto en el mapa el respectivo espectro de diseño y de esta manera facilita la aplicación de los resultados en las ordenanzas municipales (Gómez et al., 2014). De esta forma se pueden visualizar rápidamente los efectos de cuenca por ejemplo en el este de Caracas y tomar consideraciones especiales para edificaciones altas (existentes y por construir), tal como se

discute en Padrón et al. (2011), proponiendo la activación de procesos de gestión urbana que garanticen la reducción del riesgo sísmico. En estas zonas se tendrán espectros más exigentes, mientras en otras partes de Caracas puede haber espectros menos exigentes que en la norma.

7 IMPACTO EN LA MITIGACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO

7.1 Contenido de las ordenanzas municipales

Como principal herramienta para la implementación de los resultados de los estudios de microzonificación sísmica, las ordenanzas municipales para edificaciones sismorresistentes (Figura 102) presentan los mapas de microzonificación sísmica con las indicaciones como ubicar los respectivos edificios en las diferentes microzonas, incluyendo las franjas de fallas activas. Para cada microzona sísmica se indican los diferentes espectros con sus parámetros y factores según el tipo de construcción, irregularidades y efectos topográficos con su procedimiento de diseño. Se describen los estudios geotécnicos o geofísicos que deben realizarse en el sitio, así como las consideraciones en caso de ubicarse en una ladera con peligro de deslizamientos.

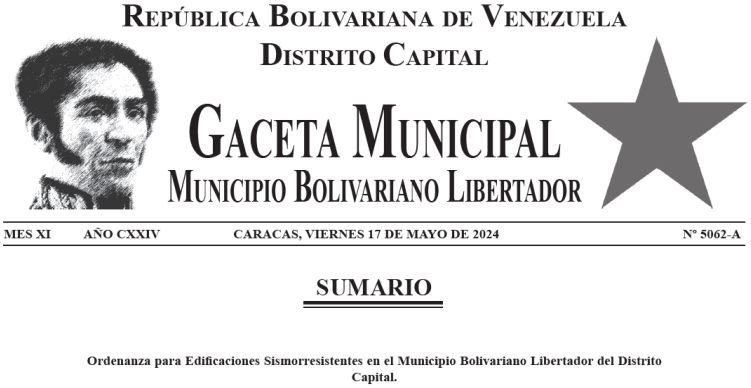

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
DISTRITO CAPITAL
GACETA MUNICIPAL
MUNICIPIO BOLIVARIANO LIBERTADOR
MES XI AÑO CXXIV CARACAS, VIERNES 17 DE MAYO DE 2024 Nº 5062-A
SUMARIO
Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio Bolivariano Libertador del Distrito Capital.

Figura 102. Portada de la Gaceta Municipal con la Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio Bolivariano Libertador del Distrito Capital (2024).

De acuerdo con las indicaciones en la norma COVENIN 1756 (20219) se requiere una certificación especial como especialista en ingeniería sismorresistente para el diseño de ciertas edificaciones, como por ejemplo edificaciones de más de 8 pisos de altura en microzonas de gran espesor de sedimentos, así como indicaciones para la revisión de los proyectos. Para los funcionarios de las alcaldías se agrega una guía para revisar el cumplimiento de lo indicado en la ordenanza en los proyectos de construcción. Con el fin de tener una base sólida para la gestión del riesgo sísmico se crea un registro de edificaciones, en el cual entrarán todas las edificaciones nuevas y con modificaciones. Éste será complementado en el marco de los planes especiales de gestión del riesgo sísmico mediante la evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones existentes y se indican criterios de priorización para la evaluación sismorresistente y el reforzamiento estructural si fuera requerido según los estudios. Para su cumplimiento se establecen lapsos, en algunas

ordenanzas asociadas con sanciones, y se proporcionan enlaces a instituciones, así como un fondo financiero que podrá ser utilizado también en caso de ocurrencia de un evento sísmico.

7.2 Evaluación sísmica y propuestas de mitigación

En el marco de los proyectos de microzonificación sísmica se evaluó en varias ciudades la vulnerabilidad de edificaciones existentes. Con el fin de establecer recomendaciones para reforzamiento de los edificios de mayor riesgo según su ubicación en las microzonas, se realizó una evaluación aproximada de edificios típicos en Caracas (Hernández, 2009c; Hernández y Domínguez, 2009). Para 13 prácticas de construcción (según los respectivos códigos) empleados entre 1939 y 2009, y para edificios de 1 a 20 pisos, se estimaron sus espectros inelásticos de diseño y se compararon con la demanda inelástica de los espectros en 8 microzonas. Este grupo de espectros fue dividido en grupos de dos espesores de depósitos (más y menos de 120 m), y tres alturas de edificios (bajo, mediano y alto). Con fines de evaluación se presenta el índice de confiabilidad estructural asociado a daño intermedio para el sismo de diseño (A0 = 0.28 g) (Tabla 1) para dos escenarios sísmicos menores, correspondientes a A0 = 0.1 y 0.167 g (Hernández, 2009c). En las ordenanzas municipales, la priorización de reforzamientos sísmicos de los edificios con respecto a su ubicación dentro de las diferentes microzonas, se apoya en esta evaluación, siendo su práctica de construcción y la clasificación según su uso los factores más influyentes (añadiendo una penalización por las construcciones irregulares).

En el marco de varios proyectos de investigación se evaluaron más de 1000 edificaciones en Caracas respecto a su vulnerabilidad (López y Coronel, 2024). Los autores presentan la metodología y los resultados de las evaluaciones del riesgo sísmico de las construcciones existentes en Caracas, tanto las formales hechas por profesionales siguiendo criterios técnicos normativos, como las construcciones informales. Se evalúan en detalle edificaciones escolares, de salud, otros edificios esenciales, edificios de vivienda y viviendas populares y puentes, se identifican los sistemas más vulnerables y se dan recomendaciones para reducir el riesgo sísmico, incluyendo propuestas de reforzamiento. En específico existen planos de reforzamiento para varias edificaciones escolares, construidos con sistemas constructivos tipificados (López et al., 2015), cuyo reforzamiento sismorresistente podría gestionarse en el marco de la aplicación de los resultados de la microzonificación sísmica y los respectivos planes de gestión del riesgo sísmico.

En Guarenas y Guatire, la principal zona de expansión del Área Metropolitana de Caracas, se determinó la vulnerabilidad de las tipologías constructivas existentes y se estimaron las pérdidas humanas y materiales, además de proponer medidas generales de reforzamiento estructural (Morejón et al., 2014). Aparte de las edificaciones informales, se identificaron los edificios de muros de concreto armado en una dirección como muy vulnerables y se sugieren medidas urgentes de reforzamiento estructural para mejorar su comportamiento.

Tabla 1. Índices de confiabilidad estructural β, ante "A0 ~ 0.28 g" para daño intermedio # (Hernández, 2009c).

NORMA DISEÑO C/A	NORMA SÍSMICA		DEPÓSITOS SOMEROS			DEPÓSITOS PROFUNDOS		
			Edif. BAJOS	Edif. MEDIANOS	Edif. ALTOS	Edif. BAJOS	Edif. MEDIANOS	Edif. ALTOS
MOP-39	MOP-39		0.01	0.05	0.29	0.06	-0.36	-0.25
MOP-47	MOP-47	Rs > 2	-0.44	-0.98	-1.05	-0.42	-1.25	-1.49
		Rs ≤ 2	-0.12	-0.22	-0.04	-0.08	-0.60	-0.56
MOP-55	MOP-55	No ofic.	-0.22	-1.13	-1.86	-0.20	-1.39	-2.18
		Ofic.	-0.11	-0.65	-1.01	-0.08	-0.98	-1.44
MOP-CA-TC-67	MOP-67		0.34	0.64	0.99	0.40	0.18	0.42
			0.61	1.07	1.49	0.67	0.58	0.90
ACI 318-71 = COVENIN 1753-81			0.86	1.53	1.99	0.91	1.02	1.39
	COVENIN 1756-82		1.08	1.49	1.35	1.12	0.93	1.00
ACI 318-80 = ATC 3-06			1.33	1.86	1.74	1.38	1.28	1.38
COVENIN 1753-85			1.55	2.17	2.06	1.60	1.57	1.70
	COVENIN 1756-98		2.07	2.75	2.60	2.24	2.52	2.79
	COVENIN 1756:2001		1.79	1.87	1.89	1.84	1.28	1.52
	PMZS-CCS		2.09	1.87	1.77	2.09	1.87	1.77

Violeta: alto riesgo; Rojo: riesgoso; Naranja: algún riesgo; Verde: seguro/econ.; Azul: sobre-seguro.

En el Área Metropolitana de Barquisimeto se realizó una auditoria de vulnerabilidad sísmica que atendió, aparte de las edificaciones ordinarias, las edificaciones esenciales y las líneas vitales (Rojas et al., 2016; Figura 35). Como resultado se obtuvo una zonificación de las ciudades Barquisimeto y Cabudare por tipologías urbanas que sirve como base para un estudio detallado de vulnerabilidad, así como para el ordenamiento urbano.

En el Área Metropolitana de Valencia (AMV), Pombo (2018) hizo una evaluación de la vulnerabilidad basado en la clasificación de más de 200.000 edificaciones mediante la creación de una extensa base de datos y con inspecciones visuales rápidas con el fin de obtener índices de vulnerabilidad, de priorización y de riesgo sísmico. Se analizaron 41 modelos estructurales y resalta la ausencia de vigas altas y el adosamiento de losa contra losa

como irregularidades que poseen más de la mitad de las edificaciones estudiadas. En general, la vulnerabilidad y el riesgo sísmico encontrado en el AMV es alto, afectando a más de la mitad de la muestra, en su mayoría motivado al año de construcción, a alguna irregularidad o por la tipología constructiva.

La información de vulnerabilidad recabada y las propuestas de reforzamientos sísmico deberían utilizarse en el marco de los planes municipales de gestión del riesgo, cuya creación está indicada en la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos (2009) y que están contemplados en las ordenanzas municipales de edificaciones sismorresistentes. Actualmente se considera la necesidad de que los riesgos de desastres sean interpretados de manera más holísticas, integrales y más sociales donde se presente un estudio de los procesos que constituyen la construcción social del riesgo. Incluso podría exponer a los responsables a una penalización (Molina, 2017). Los planes municipales de gestión del riesgo podrían contribuir considerablemente a la mitigación del riesgo sísmico mediante la sistematización de la información y los reforzamientos sismorresistentes de edificaciones, para los cuales ya existen planteamientos concretos (sobre todo para edificaciones escolares), pero, con pocas excepciones, no se han gestionado los reforzamientos.

7.3 Participación comunitaria y educación sísmica

Otro aspecto importante para la mitigación del riesgo sísmico es la incorporación de las comunidades en los estudios y la transferencia del conocimiento hacia ellas. En los proyectos de microzonificación sísmica llevados a cabo desde FUNVISIS, se ha impulsado a través del Aula Sísmica la sensibilidad hacia el riesgo sísmico mediante la formación de multiplicadores en prevención sísmica. En Caracas se han desarrollado, en cooperación con diferentes organismos, unos 650 talleres, en los cuales se discutieron el proyecto de microzonificación sísmica y los resultados esperados (Aguilar et al., 2015). Parte de las actividades fue el relato de la percepción de sismos sentidos por los participantes y el uso de medidas de autoprotección en los diferentes ámbitos (en los hogares, escuelas y lugares de trabajo).

En Barquisimeto, las actividades de divulgación y capacitación sísmica desarrolladas en los sectores comunitarios brindaron una excelente oportunidad de involucrar e informar a las personas sobre la amenaza sísmica en el Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare y sobre el impacto del Proyecto de Microzonificación en su vida cotidiana, dándole al producto final un mayor valor social (Aguilar et al., 2016). Se demostró la necesidad de abordar el tema de la reducción local del riesgo de una manera global, debido a la recurrencia de otra clase de riesgos, como las lluvias y la inseguridad personal. Por otro lado, las comunidades apoyaron activamente en el levantamiento de los datos. De esta manera, las personas conscientes de la dimensión del riesgo sísmico pueden apoyar en la gestión de los recursos y la implementación de los resultados de la microzonificación sísmica.

8 CONCLUSIONES

8.1 Aportes clave de la microzonificación sísmica

El desarrollo de los estudios de microzonificación sísmica en las últimas décadas ha permitido un detallado conocimiento de la amenaza sísmica y la configuración del subsuelo en un número importante de ciudades venezolanas, mayormente ubicadas en el eje de las fallas activas más importantes (Boconó, San Sebastián y El Pilar). De esta manera, la microzonificación sísmica ha pasado de ser un estudio teórico con definiciones importantes logradas mediante la interacción con grupos de investigadores extranjeros (franceses y japoneses) a una herramienta fundamental para la ordenación territorial y la reducción del riesgo sísmico.

En los trabajos se ha logrado estimar los efectos locales del suelo mediante la identificación detallada de la forma de las cuencas sedimentarias y cómo su geometría contribuye a la amplificación de las ondas sísmicas (especialmente en Caracas, Barquisimeto, Guarenas-Guatire y Cumaná). El período fundamental de vibración del suelo, derivado de mediciones individuales de ruido ambiental, es un indicativo importante de la forma de la cuenca y la amplificación de las ondas sísmicas. La metodología utilizada, tanto para los espesores de sedimentos cómo para el Vs30, indicativo para los efectos someros, ha migrado de métodos sísmicos activos (con el uso de fuentes como explosivos o mandarria) a métodos sísmicos pasivos con el ruido ambiental como fuente. Se han aplicado métodos como ReMi o iMASW que permiten un mayor número de mediciones para una cobertura densa de mediciones, complementando información de Vs30 proveniente del análisis de la topografía.

Los métodos geofísicos de investigación del subsuelo se aplican junto con los análisis geomorfológicos, geológicos y geotécnicos para determinar la delimitación de las diferentes unidades, así como la identificación de efectos inducidos como el potencial de licuación, el peligro de deslizamientos en laderas o la afectación por ruptura de falla en superficie.

Mediante el cálculo de la amenaza sísmica local y de la respuesta sísmica en superficie, incorporando efectos de cuenca 2D y 3D, se han definido espectros de respuesta locales en las diferentes microzonas sísmicas que complementan los espectros de la norma de Construcciones Sismorresistentes (COVENIN 1756, 2019) en el ámbito local. La incorporación de los mapas de amenaza sísmica local y los efectos inducidos en los planes de desarrollo urbano contribuyen a limitar construcciones en zonas de alta amenaza y de esta manera a la mitigación del riesgo sísmico.

8.2 Reflexión final sobre los avances y desafíos

Se han logrado en las últimas décadas estudios de microzonificación en las principales áreas metropolitanas venezolanas (Caracas, Barquisimeto, Valencia, Maracay, Barcelona, Mérida, Cumaná) y otras ciudades en zonas de alta amenaza sísmica gracias a la cooperación entre FUNVISIS y universidades nacionales e internacionales, produciendo resultados aplicables que van desde la caracterización detallada del subsuelo hasta la formulación de ordenanzas municipales.

Los principales desafíos son, aparte del desarrollo de espectros de respuesta en superficie para las microzonas sísmicas en las ciudades con información avanzada sobre la configuración del subsuelo, la interacción eficiente con los actores municipales que permite la elaboración de ordenanzas municipales, su aprobación y efectiva aplicación. Estos conocimientos deben incluirse también en planes de gestión del riesgo para una eficiente mitigación del riesgo sísmico. En este sentido, un tema fundamental son las construcciones en asentamientos no controlados, donde la mitigación puede lograrse mediante la planificación urbana, evitando el uso de zonas de alto riesgo.

Los estudios de microzonificación sísmica existentes deberán ampliarse a zonas de crecimiento urbano con la aplicación de metodologías eficientes con los nuevos avances tecnológicos. Es indispensable la transferencia del conocimiento a la práctica de la ingeniería civil, las entidades municipales, a los constructores y a las comunidades. La reducción efectiva del riesgo sísmico dependerá de la implementación de los resultados de los estudios de microzonificación sísmica en ordenanzas municipales u otras herramientas de índole de planificación urbana y de gestión del riesgo sísmico y su aplicación.

9 REFERENCIAS

Abeki, N., Seo, K., Matsuda, I., Enomoto, T., Watanabe, D., Schmitz, M., Rendón, H., Sánchez, A. (1998a). Microtremor observations in Caracas city, Venezuela. In: Irikura et al. (eds.), The Effects of Surface Geology on Seismic Motion, Balkema, pp. 619-624.

Abeki, N., Watanabe, D., Hernández, A., Pernía, A., Schmitz, M., Avendaño, J. (1998b). Microtremor observations in Cumaná city, Venezuela. In: Irikura et al. (eds.), The Effects of Surface Geology on Seismic Motion, Balkema, pp. 613-618.

Abreu, R., Schmitz, M. (2009). Simulación numérica de la respuesta sísmica 2D de Cumaná y Barquisimeto aplicando el método de elementos espectrales. V Coloquio sobre Microzonificación Sísmica, Caracas, 4p.

Abreu, R., Alvarado, L., Schmitz, M., Hernández, J.J. (2016). 6.3 Efectos de cuenca 2D. En: Schmitz, M., Morales, C. (Editores). Microzonificación sísmica del Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare, FUNVISIS, pp. 141-148.

Aguilar, A., Cano, V., Guzmán, J.., Marín, W., Quintero, B. (2015). 6.2. Divulgación y capacitación en prevención sísmica, en: Schmitz, M., Singer, A. (Editores), Microzonificación sísmica de Caracas. FUNVISIS, pp. 165-169.

Aguilar, A., Quintero, B. Guzmán, J.., Marín, W., Figueira, W., Rodríguez, L., Quinteros, C. (2016). 6.6. Divulgación y capacitación en prevención sísmica, en: Schmitz, M., Morales, C. (Editores), Microzonificación sísmica del Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare, FUNVISIS, pp. 154-157.

Aki, K. (1993). Local site effects on weak and strong ground motion. Tectonophysics, 218, 93–111.

Acosta, R., Schmitz, M., Rondón, F. (2021). Mapa de Vs30 de Carúpano a partir de la topografía. XVI Congreso Venezolano de Geofísica, Caracas, 2p.

Acosta, Y., Sánchez-Rojas, J., Pastor, P., García, K., Schmitz, M. (2018). Integración de estudios geofísicos en Valle de la Pascua con fines de microzonificación sísmica. JIFI-UCV, 9p.

Alba, D. (2022). Determinación de microzonas sísmicas del Área Metropolitana de Barcelona basadas en la evaluación de Vs30 y espesores sedimentarios. TEG, USB, 87p.

Alba, D., Rondón, F., Schmitz, M., Paolini, M. (2023). Microzonas sísmicas preliminares del Área Metropolitana de Barcelona basadas en la evaluación de Vs30 y espesores sedimentarios. II Congreso Venezolano de Geociencias, Caracas, 2p.

Allen, T., Wald, D. (2009). On the use of High-Resolution Topographic Data as proxy for seismic site conditions (Vs30). Bull. Seismol. Soc. Am, 99, (2A), 935-943.

Ali, F. (2021). Evaluación del potencial de licuación de suelos utilizando información geofísica y geotécnica en Maracay, estado Aragua. TEG, UCV, 126p.

Alonso, J.L. (1975). La microzonificación sísmica como elemento imprescindible en el planeamiento urbano. Bol. Col.-Ing. Ven., 304.

Alonso, J.L. (1976). Microzonificación sísmica de Mérida - espectros sísmicos, coeficientes de corte basal de diseño y recomendaciones finales. Ministerio de Obras Públicas, Oficina Técnica Especial del Sismo, Caracas, 48p.

Alonso, J.L., Larotta, J. (1977). Seismic Risk and Seismic Zoning of the Caracas Valley. 6to Congreso Mundial de Ingeniería Sísmica, Nueva Delhi, abstract.

Amarís, E., Schmitz, M., Murphy, V. (2011a). Map of sediment thickness as primary input for the Caracas Seismic Microzoning Project. 5th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Santiago de Chile, Paper Nr. MOSAM, 12p.

Amarís, E., Moncada, J., Schmitz, M. (2011b). Modelo gravimétrico del basamento de la cuenca de Guarenas y Guatire estado Miranda. Venezuela. I Congreso Venezolano de Geociencias, Caracas, 4p.

Aranguren, R. (2018). Aportes para la integración de estudios de zonificación de amenazas naturales en la gestión urbana del Municipio Libertador, Mérida. TEG-Msc, ULA, 94p.

Aray, J. (2008). Estudio geofísico integrado en la ciudad de El Tocuyo y zonas adyacentes. (Municipio Morán, Estado Lara). TEG, UCV.

Aray, J., Schmitz, M., Amaris, E., Rocabado, V., Rendón, H., López, R., Romero, G., Singer, A., Rodríguez, L., Rodríguez, J.A., Audemard, F., Paolini, M., Morales, C., Ascanio, W., Sánchez, C., Olivier, M., Betancourt, A., Leal, K., Scremin, L., Carrillo, E., López, O.A., Coronel, G. (2010). Informe técnico de avance proyecto LOCTI: microzonificación sísmica en la ciudad de Cumaná, estado Sucre. FUN – 029, 2010. Inédito, 9 anexos, 60p.

Aray, J., Rocabado, V., Sánchez-Rojas, J., Morales, C., Schmitz, M., Álvarez, F. (2015). Resultados de estudios geofísicos realizados en la ciudad de Cumaná como aporte al proyecto de microzonificación sísmica de la ciudad. X CONVESIS, Cumaná, 6p.

Arnaíz-Rodríguez, M.S., Crasto, N., Koulakov, I., Sánchez-Gamboa, A.K., Audemard, F.A. Reinoza, C.E., Schmitz, M. (2026). Insights on Northeastern South America Tectonics from Local Event Tomography. J. S. Am. Earth Sci., https://doi.org/ 10.1016/ j.jsames.2025.105936.

Audemard, F., González, J., Rodríguez, J.A., Schmitz, M. y Singer, A. (2000a). Aportes de FUNVISIS a la evaluación de la amenaza sísmica en Venezuela y de sus potenciales efectos sobre la infraestructura (desde la vivienda modesta hasta la instalación estratégica). In: Lafuente, M. et al. (eds.), Seminario 2000, Desastres sísmicos: Escenarios, seguridad y prevención en ciudades de países en desarrollo. CESIS-IMME, Caracas, AS1-AS24.

Audemard M., F.A., Machete, M.N., Cox, J.W., Dart, R.L., Haller, K. (2000b). Map and database of Quaternary faults in Venezuela and its offshore regions. US Geological Survey, Open-file report 00-018, 72p. + map.

Audemard, F.A., Romero, G., Rendón, H., Cano, V. (2005). Quaternary fault kinematics and stress tensors along the southern Caribbean from fault-slip data and focal mechanism solutions. Earth-Sci. Rev., 69, 181–233.

Audemard, F.A., Alvarado, L., Arnaiz-Rodríguez, M., Romero, G., Reinoza-Gómez, C.E., Martínez-González, A.I., Sánchez-Gamboa, A.K., Lebrun, J.F., Rodríguez, L.M., Rodríguez, J.A., Philippon, M., Singer, A., González, J., Lotuffo, M. (2025). Sismicidad de profundidad intermedia de la losa de subducción de las Antillas menores, próxima a la península de Paria, Venezuela. Bol. Geol. 47 (1), 105–127. https://doi.org/10.18273/ revbol.v47n1-2025005.

Ávila, J., Schmitz, M., Oropeza, J., García, K., Moncada, J.A. (2012). Estimación de espesores sedimentarios de las ciudades de Carora, El Tocuyo, Duaca, Tamaca y Quíbor como aporte en la microzonificacion sísmica en el estado Lara. Informe Técnico, FUN – 021, 2012, 85p.

Ávila, J., Oropeza, J., Gómez, A., Schmitz, M., García, K. (2014). Integración de datos geofísicos y geológicos para la microzonificación sísmica de Carora, estado Lara. GEOS, 46(1), 1-17.

Ávila, J., Aray, J., Colón, S., Schmitz, M. (2016). Microzonas sísmicas de El Tocuyo, estado Lara basadas en integración de datos geofísicos y geológicos. VII Coloquio de Microzonificación Sísmica, Mérida, 26p.

Bard, P.Y. (1999). Microtremor measurements: a tool for site effect estimation? In: Irikura, K., Kudo, K., Okada, H., Sasatani, T. (eds.), The Effects of Surface Geology on Seismic Motion - Recent progress and new Horizon on ESG Study, vol. 3, Balkema, pp. 1251-1279.

Barrios, I., Rendón, H., Schmitz, M., Martínez, A. (2019). Relocalización absoluta y relativa de la secuencia sísmica de Lagunillas, estado Mérida, Venezuela**.** Rev. Fac. Ing. UCV, 34(1), 9p.

Bechtold, M. (2004). Mapa geológico digital de Barquisimeto y alrededores con énfasis cuaternario. Informe inédito. FUNVISIS.

Bellizzia, A., Rodríguez, D. (1968). Consideraciones sobre la estratigrafía de los estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo. Bol. Geol., Caracas, 9(18), 515-563.

Bezada, M.J., Magnani, M.B., Zelt, C.A., Schmitz, M., Levander, A. (2010). The Caribbean–South American plate boundary at 65◦W: results from wide-angle seismic data. J. Geophys. Res. 115, B08402.https://doi.org/10.1029/ 2009JB007070.

Boore, D.M. (2004). Estimating Vs (30) (or NEHRP site classes) from shallow velocity models (depths < 30 m). Bull. Seismol. Soc. Am., 94, 591-597.

Bramerini, F, Castenetto S, Naso G, and the SM Working Group Guidelines for Seismic Microzonation (2015). Guidelines for seismic microzonation. Conference of Regions Autonomous Provinces of Italy, Civil Protection Department, 124p.

Bueno, M., Schmitz, M., Hernández, J.J., Domínguez, J., Tagliaferro, M., Moncada, J., García, K., Molina, D., Amaris, E., Aguilar, I., Paolini, M., Rocabado, V., Sánchez, C., Ávila, J., Reinoza, C., Morales, C. (2009). Caracterización física del terreno con fines de Microzonificación Sísmica de la zona del proyecto "Ciudad Camino de los Indios". V Coloquio sobre Micro-zonificación Sísmica, Caracas, 4p.

Campos, A., Schmitz, M., Cataldi, A. (2004). Definición de las relaciones entre parámetros geofísicos y geotécnicos en pozos disponibles a lo largo de la línea 4 del Metro de Caracas. XVIII Seminario de Geotecnia, Caracas, 12p.

Cárdenas, H., Rocabado, V., Schmitz, M. (2015). Caracterización sísmica del suelo de la ciudad de Rubio por el método H/V, municipio Junín, estado Táchira. X CONVESIS, Cumaná, 10p.

Casalena, M. (2011). Caracterización geofísica del suelo somero mediante la aplicación del método de refracción por microtremores (ReMi) en la ciudad de Maracay - estado Aragua. TEG, UCV, 154p.

Cerrada, M., Klarica, S., Choy, J., Guada, C., Aranguren, R., Laffaille, J., Mazuera, F., Reinoza, C., Schmitz, M., Rocabado, V., Morales, C., Yegres, L. (2015). Determinación de microzonas sísmicas preliminares del Área Metropolitana de Mérida. Bol. Geol., 37 (1), 67-74.

CETE-Méditerranée (1993). Microzonage Venezuela 1992: El Vigía y Maracaibo. Premier bilan des séismes enregistrés. Descriptif des traitements effectués. Spectres des séismes sur les sites. Rapports spectraux site/référence. Rapports signal/bruit. 5 vol., Niza.

Cetin, K.O Seed, R.B., Moss, R.E.S., Der Kiureghhian, A. (2001). Field case histories for SPTBased In Situ Liquefaction Potential Evaluation. Geotechnical Research Rep. No. UCB/GT-2000/09.

Colón, S. (2009) Estudio geológico integrado de la cuenca de El Tocuyo - Estado Lara, con fines de microzonificación sísmica. TEG, ULA, Mérida.

Cornell, C. (1968). Engineering seismic risk analysis. Bull. Seismol. Soc. Am., 58, 1583-1606.

Cornou, C., Cadet, H., Rocabado, V., Schmitz, M., Rendón, H., Causse, M., Wathelet, M. (2011). Shear-wave velocities in Caracas inferred from inversion of phase velocities and ellipticities of Rayleigh waves. Rev. Fac. Ing. UCV, 26 (2), 153–159.

Coronel D., G., López, O. (2010). RISEV: un Sistema para la Evaluación de Riesgo Sísmico en Escuelas de Venezuela Basado en SIG. Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME). Presentado en Taller sobre SIG, FUNVISIS.

Cornthwaite, J., Bezada, M.J., Miao, W., Schmitz, M., Prieto, G.A., Dionicio, V., Niu, F., Levander, A. (2021). Caribbean slab segmentation beneath northwest South America revealed by 3-D finite frequency teleseismic P-wave tomography. Geochem. Geophys. Geosyst., 22, e2020GC 009431. https://doi.org/ 10.1029/ 2020GC009431.

COVENIN (2001). Norma venezolana COVENIN 1756-1:2001, Edificaciones sismorresistentes. Parte 1: Articulado (1ra. Revisión), Comisión Venezolana de Normas Industriales, FONDONORMA, FUNVISIS, Caracas, http://www.sencamer.gob.ve/ sencamer/normas/1756-01.pdf.

COVENIN (2019). Norma venezolana COVENIN 1756-1:2019, Construcciones sismorresistentes. Parte 1: Requisitos (2da. Revisión), Comisión Venezolana de Normas Industriales, FODENORCA, Caracas, http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1756-1-2019.pdf .

Crasto, N., Acosta, R., Rondón, F., Schmitz, M. (2021). Modelos gravimétricos 2D de Cariaco. XVI Congreso Venezolano de Geofísica, Caracas, 2p.

Cruces, J., Izarra, C., Schmitz, M. (2008). Modelado gravimétrico 3D en Cumaná usando datos procesados a partir de nuevos estándares. XIV Congreso Venezolano de Geofísica, Caracas, 7p.

Dasco, A., Rodríguez, L., Singer, A., Quintero, B. (2013). El caso Cubiro, una experiencia de gestión de riesgo compartida en una población del interior de Venezuela afectada por deslizamientos de tierra. IV Coloquio Mesoamericano de Gestión de Riesgo, Mexico, 8p.

Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Especial de Regularización Integral de la Tenencia de la Tierra de los Asentamientos Urbanos o Periurbanos (2011). Decreto 8.198 publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 39.668 del 6 de mayo de 2011.

Delavaud, É. (2007). Simulation numérique de la propagation d'ondes en milieux géologiques complexes: application à l'évaluation de la réponse sismique du bassin de Caracas. PhD thesis, IPGP, France, 155p.

Delgado V., J., Jiménez, V., Barreto, S., De Lisio, A., Urdaneta, C., Schmitz, M., Courtel, F., Salcedo, A., Diez, M., Siem, G., Molina, J., Valera, L., Rangel, Á., Hernández, J.A., Leal, V., González, M.A., Llovera, R., Rubio, B., Delgado, L., Cova, J.L., Novo, I., Vásquez, Y. (2014). Estrategia V.I.D.E.O. Módulo de Transferencia de conocimientos del Proyecto Investigación Aplicada a la Gestión Integral del Riesgo en Espacios Urbanos. VI Coloquio sobre Microzonificación Sísmica, Valencia, 5p.

Dengo, G. (1951). Mapa geológico de la región de Caracas a escala 1:50000. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología.

De Santis, F., Hernández, R. (1999). Caracterización de los suelos que licuaron durante el sismo del 9 de Julio de 1997 en Cariaco, Estado Sucre, VI CONVESIS, Mérida, 10p.

Duque, M.E., García, K., Schmitz, M. (2011). Caracterización de los sedimentos en Duaca, Tamaca, Carora, Quibor y El Tocuyo, Edo. Lara, aplicando el método ReMi. I Congreso Venezolano de Geociencias, Caracas, 4p.

Durán, L. (2015). Caracterización sísmica del suelo en la ciudad de San Cristóbal Estado Táchira a través del método de Nakamura. TEG-Msc, Geofísica Aplicada, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría – CUAJE, 62p.

Duval, A.-M., Mendoza, J., Méneroud, J.-P., Prida, F., De Santis, F., Singer, A., Vidal, S. (1995). Experimental Microzonation in Venezuela, 5th International Conference on Seismic Zonation, Oct. 17-19, 1995, Nice, France, EERI, (3), 2227-2234.

Duval, A.-M., Méneroud, J.-P., Vidal, S., Singer, A. (1998). Relation between curves obtained from rnicrotremor and site effects observed after Caracas 1967 earthquake, 11th European Conference on Earthquake Engineering, Rotterdam, pp. 1-9.

Escobar, V.A., Schmitz, M., López, N., Sánchez-Rojas, J., Rondón, F. (2023). Aporte del mapa Vs30 obtenido del análisis de ondas superficiales (iMASW y ReMi) para la microzonificación sísmica de Maracay, Venezuela. II Congreso Venezolano de Geociencias, Caracas, 2p.

Esteva, L. (1967). Criterios para la construcción de espectros para diseño sísmico. Boletín Técnico del IMME, 19, 49-73. XII Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural y III Simposio Panamericano de Estructuras, Caracas.

Fäh, D. Iodice, C., Suhaldoc, P., Panza, G.F. (1993). A new method for the realistic estimation of seismic ground motion in megacities, the case of Rome. Earthquake Spectra, 9, 643-668.

Farías, V. (2017). Inversión 1D de perfiles de ruido sísmico ambiental en la ciudad de Cumaná, Venezuela. TEG, USB, 64p.

Feliziani, P., Piscitelli, G., Castillo, A. (2004). Sistema de Información Geográfica aplicado al subsuelo del Área Metropolitana de Caracas – Proyecto SIGAMC. XVIII Seminario de Geotecnia, Caracas, Memorias.

Fiedler, G. (1961). El gran terremoto de El Tocuyo del 8 de agosto de 1950 y el fenómeno mecánico en el foco. Mem. III Cong. Geol. Venez., Tomo IV, 1787-1790, Bol. de Geol., Publ. Esp. Nº3, MMH.

Flores, Y. (2006). Evaluación sísmica y sondaje geotécnico de pozos en la ciudad de Caracas. TEG, UCV, 128p.

FUNVISIS, IMME-UCV, UDO, ACV, CAV and CI-Sucre (1997). The July 9, 1997, Cariaco, Eastern Venezuela Earthquake. EERI-Newsletter, 31 (10), EERI Special Earthquake Report, pp. 1-8.

Garcés, F., Schmitz, M., Manchego, M., Salcedo, A., Flores, H., Leal, V., Rodríguez, I., Pombo, A., Capriles, M.D., Guzmán, J., Paolini, M., Reinoza, C., Rocabado, V., Aguilar, A., Jegat, H., Alvarado, M., Cerrada, M., Dugarte, M., Ferrer, C., Flórez, J., Klarica, S., Guerrero, O., Rivero, P., Vera, B., Gutierrez, J., Guillén, W., Montilla, N., Cordero, A., Liñayo, A., Chacón, I., Del Cura, F., Maldonado, N.J., Estévez, R., Laffaille, J., Saldivia, L., Paredes, G., Marín, W. Morales, C., García, K., Aray, J., Ramírez, O., Heredia, J., Fermín, C., Hernández, R., Riveros, P., Ramos, L., Suárez, M., Viloria, J., Martínez, A., Medina, J., Quintero, B., Romero, G., Courtel, F., Avendaño, J., Diaz, J., Sanzonetti, J., Sayago, A. (2009). Informe Técnico de Avance correspondiente al Primer Año del Proyecto. Proyecto de investigación aplicada a la gestión integral del riesgo en espacios urbanos (FONACIT 2007000939), FUNVISIS FUN-016, 2009, Inédito, 119p.

García, C.E. (2019). Caracterización de suelos de la ciudad de Cumaná, estado Sucre aplicando arreglos de multicanal con geófonos de 1 Hz. TEG, USB, 114p.

García, K. (2012). Caracterización geofísica en Guarenas-Guatire mediante la aplicación de técnicas de arreglos de vibraciones naturales. TEG-Msc., UCV.

García, K., Morales, C., Sánchez, J., Schmitz, M. (2006). Determinación de velocidades de ondas de corte (Vs30) en el Área Metropolitana de Caracas, a partir de conversión SPT-velocidad de ondas de cortes, análisis de ondas superficiales y sísmica de refracción. VIII CONVESIS, Valencia, 9p.

García, K., Morales, C., Schmitz, M., Hernández, J.J., Masy, J., Tagliaferro, M., Andrade, L., Rojas, R. (2016). 4.2 Características geofísicas y geotécnicas someras de los sedimentos (Vs30). En: Schmitz, M., Morales, C. (Editores). Microzonificación sísmica del Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare, FUNVISIS, pp. 64-71.

García, K., Hernández J.J., Rocabado, V., Schmitz, M. (2016). 6.4. Selección de microzonas en sedimentos y laderas. En: Schmitz, M., Morales, C. (Editores). Microzonificación sísmica del Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare, FUNVISIS, pp. 148-151.

García, L. (2023). Determinación de microzonas sísmicas de La Guaira, basada en Vs30, estudios gravimétricos y espesores sedimentarios. TEG, USB, 132p.

García, L., Rondón, F., Crasto, N., Schmitz, M. (2023). Microzonas sísmicas preliminares del estado La Guaira, en base a evaluación de Vs30, estudios gravimétricos y espesor de sedimentos. II Congreso Venezolano de Geociencias, Caracas, 2p.

García, O., Sánchez-Rojas, J., Rocabado, V., Mazuera, F., Schmitz, M. (2015). Modelado gravimétrico 3D en torno a la ciudad de Trujillo, estado Trujillo. X CONVESIS, Cumaná, 9p.

Gascón, R., Paolini, M., Schmitz, M. (2009). Determinación de los períodos fundamentales del suelo en las ciudades de Barcelona, Puerto La Cruz y Lecherías, como aporte a la microzonificación sísmica. V Coloquio sobre Microzonificación Sísmica, Caracas, 4p.

Gil, R. (2021). Mapa de clasificación de microzonas sísmicas, con base en las velocidades Vs30, los espesores de sedimentos y el potencial de licuación en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo. TEG, UCV, 149p.

Goitia, M. (2012). Modelado gravimétrico del basamento de la zona norte de la ciudad de Valencia, Edo. Carabobo. TEG, USB, 105p.

Gómez, J., Schmitz, M., Coronel, G., Morales, C., Santana, L.A., Brugueras, C., Rodríguez, A. (2014). Aplicación WEB para el cálculo de los espectros de diseño de las microzonas sísmicas de Caracas. VI Coloquio sobre Microzonificación Sísmica, Valencia, 5p.

González, E. (2011). Formas de relieve y amenazas asociadas como criterios en las sectorizaciones de los planes urbanos. TEG-Msc, USB.

González, J., Schmitz, M., Masaki, K., De Santis, F., Sánchez, A. (1999). Characterization of the soils in Cariaco using seismic refraction, microtremor measurements and geotechnical information AGU Spring Meeting, Boston, S228.

González, J., Schmitz, M., Audemard, F., Contreras, R., Mocquet, A., Delgado, J. and De Santis, F. (2004). Site effects of the 1997 Cariaco, Venezuela earthquake. Engineering Geology, 72, 143-177.

González, M., Álvarez, L., Schmitz, M., González, O., Rodríguez, L., Morfe, J., Guasch, F., Zapata, J., Aguilar, A., Singer, A., Miró, C., Viete, H. (2009). Principales avances del proyecto microzonificación para la planificación urbana y la gestión local de riesgo en Guarenas y Guatire, Venezuela. III Simposio de Sismología y Riesgos Geológicos, III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, La Habana, 9p.

Graffe, J.L. (2002). El fenómeno de licuación en el subsuelo del área Norte del Estado Anzoátegui, un enfoque actual de evaluación y análisis. TEG, UDO.

Grases, J., Altez, R., Lugo, M. (1999). Catálogo de sismos sentidos o destructores, Venezuela, 1530-1998. Acad. Cienc. Fis. Mat. y Nat. y UCV-FI, Ed. Innovación Tecnológica, FI-UCV, 654p.

Grases J., Malaver A., González M., Herrera C., Acosta L. (2005). Amenazas naturales y vulnerabilidad en Cumaná. Boletín Técnico IMME, 42(3), 57-80.

Grünthal, G, editor (2003). Escala macrosísmica europea 1998. EMS-98, versión en español, Comisión Sismológica Europea, Subcom. de Ing. Sísm., Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxemburg.

Guasch, F., Rodríguez, L., Vega, I., Morales, C., Schmitz, M., Miró, C., Viete, H., Rada, F., González, M., Noda, F., Amaris, E. (2011). Diagnóstico situacional con fines de gestión de riesgo en las ciudades de Guarenas y Guatire, estado Miranda, Venezuela. Rev. Fac. Ing. UCV, 26 (2), 33–48.

Guerrero, L., Moreno, P., Schmitz, M., Rondón, F., González, D. (2024). Estudios del subsuelo mediante la aplicación de los métodos IMASW y la Relación Espectral H/V para la Microzonificación Sísmica de los Municipios Plaza y Zamora de la Cuenca Guarenas – Guatire. JIFI-EAI-UCV, 8p.

Guillen, G. (2016). Determinación de la condición local del subsuelo a partir de mediciones de microtremores (ReMi) en la población de Lagunillas, Estado Mérida. TEG, ULA, 102p.

Hackley, P., Urbani, F., Karlsen, A.W., Garrity, C.P. (2006). Geologic shaded relief map of Venezuela U.S. Geological Survey, open file report 2005–1038. https://pubs.usgs.gov/of/ 2005/ 1038/index.html; 2006.

Hernández, A. (2008). Caracterización geofísica en la zona Tamaca-Duaca Del estado Lara, mediante estudios gravimétricos y de ruido sísmico ambiental. TEG, UCV, 184p.

Hernández, J.J. (2007). EASP v.1a-1r. Evaluación de la amenaza sísmica probable. Programa para cálculo de respuestas espectrales de aceleración, efectos de directividad, velocidades pico e intensidades de Arias, en Plataforma SCILAB (c) INRIA-ENPC, https://www.scilab.org/.

Hernández, J.J. (2009a). Revisión de la sismicidad y modelo sismogénico para actualización de las evaluaciones de amenaza sísmica en la región norcentral de Venezuela. IX CONVESIS, Caracas, 15p.

Hernández, J.J. (2009b). Incorporación de la información macrosísmica en modelo sismogénico de Venezuela con fines de evaluaciones de amenaza sísmica. V Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica, Mérida, 5p.

Hernández JJ. (2009c). Confiabilidad sísmica-estructural de edificaciones existentes de Caracas. Proyecto Pensar en Venezuela, C.I.V., Jornadas 18 y 19 de septiembre de 2009, 107p.

Hernández, J.J., Domínguez, J. (2009). Evaluación de edificaciones tipificadas. Sub.capítulo 5.3, Informe Técnico Final, Volumen 1 Caracas, Proyecto de microzonificación sísmica en las ciudades Caracas y Barquisimeto (FONACIT 200400738), FUNVISIS FUN-035a, 2007. Inédito, pp. 701-816.

Hernández, J.J., Schmitz, M. (2009). Evaluación actualizada de amenaza sísmica para las microzonificaciones de Caracas, Barquisimeto y Cabudare. V Coloquio sobre Microzonificación Sísmica, Caracas, 4p.

Hernández, J.J, Schmitz, M. (2019). Amenaza sísmica en los Andes de Mérida, Venezuela. Rev. Fac. Ing. UCV, 34(2), 15p.

Hernández, J.J., Schmitz, M. (2023). Amenaza sísmica con efectos de sitio y análisis de recurrencia de intensidades para Caracas. Rev. Ing. Sís., 110, 45-85. https://www.smis.mx/index.php/RIS/index.

Hernández, J.J., Schmitz, M., Audemard, F., Malavé, G. (2006). Marco conceptual del proyecto de microzonificación de Caracas y Barquisimeto. VIII CONVESIS, Valencia, 8p.

Hernández, J.J., Valleé, M., Feliziani, P., Schmitz, M., Oropeza, J., Tagliaferro, M., Castillo, A., Cano, V. (2008). Peligro sísmico de deslizamientos en laderas de Caracas. 50 aniversario de la Sociedad Venezolana de Geotecnia (SVDG), Caracas, 14p.

Hernández, J.J., Schmitz, M., Molina, D., Azuaje, J. (2009). Amenaza sísmica local. Capítulo 2.4 del Informe Técnico Final, Volumen 1 Caracas, Proyecto de microzonificación sísmica en las ciudades Caracas y Barquisimeto (FONACIT 200400738), FUNVISIS FUN-035a, 2007, Inédito, pp. 150-250.

Hernández, J.J., Schmitz, M., Delavaud, É., Cadet, H., Domínguez, J. (2011). Espectros de respuesta sísmica en microzonas de Caracas incluyendo efectos de sitio 1D, 2D y 3D. Rev. Fac. Ing. UCV, 26 (2), 49–66.

Hernández, J.J., Azuaje, J., Molina, D. (2016). 3.4 Amenaza sísmica local. En: Schmitz, M., Morales, C. (Editores). Microzonificación sísmica del Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare, FUNVISIS, pp. 51-56.

Hernández, J.J., Schmitz, M., Zerpa, S. (2021). Evaluación de la amenaza sísmica para la microzonificación sísmica de Carora. XVI Congreso Venezolano de Geofísica, Caracas, 2p.

Hernández, J.J., Valleé, M.†, Schmitz, M., Oropeza, J., Tagliaferro, M., Feliziani, P. (2023). Peligro de deslizamientos en Caracas. En: Rodríguez, L.M. & equipo de apoyo técnico, Atlas Sismológico de Venezuela, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, ISBN: 978980 8017045, Parte 3 Geofísica, pp. 110-115.

Hinojosa, M.G., Schmitz, M., Sánchez-Rojas, J., Rondón, F. (2021). Caracterización de la cuenca de Carúpano mediante el uso de las curvas de elipticidad de ondas de Rayleigh. XVI Congreso Venezolano de Geofísica, Caracas, 2p.

Hobiger, M., Bard, P.-Y., Cornou, C., Bihan, N.L. (2009). Single Station Determination of Rayleigh Wave Ellipticity by Using the Random Decrement Technique (RayDec). Geophys. Res. Lett., 36(14). doi:10.1029/2009gl038863.

Idriss, I.M., Boulanger, R.W. (2004). Semi-empirical procedures for evaluating liquefaction potential during earthquakes. Proceedings of the 11th ICSDEE & 3rd ICEGE. pp. 32-56.

Kantak, P. (2001). Sediment thickness, an east-west cross section, shallow seismic velocities, and microtremor measurements in the Caracas valley. Graduate thesis, Universität Bonn (Germany) / FUNVISIS, Caracas (published on CD in GEOS, 35 (2002), UCV, Caracas), 268p.

Kantak, P., Schmitz, M., Audemard, F. (2005). Sediment thickness and a west-east geologic cross section in the Caracas Valley. Rev. Fac. Ing. UCV, 20(4), 43-56.

Lang, D.H., Raschke, M., Schwarz, J. (2004). The Cariaco, Venezuela, earthquake of July 09, 1997: strong-motion recordings, site response studies and macroseismic investigations. Schriftenreihe der Bauhaus-Universität Weimar, 116p.

Ley Orgánica para la Planificación y Gestión de la Ordenación del Territorio (1983). Ley Orgánica Derogatoria en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 38.633 del 27 de febrero de 2007.

Ley Orgánica de Ordenación Urbanística (1987). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°33.868 del 17 de diciembre de 1987.

Ley de la Organización Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres (2001). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°5.557, Extraordinaria del 13 de noviembre del 2001.

Ley Orgánica del Sistema Venezolano para la Calidad (2002). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°37.555 del 23 de octubre de 2002.

Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos (2009). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 39.095 del 9 de enero de 2009.

Ley de Tierras Urbanas (2009). Gaceta Oficial Extraordinario de la República Bolivariana de Venezuela Nº 5.933 del 21 de octubre de 2009.

Linares, M., Rodríguez, L., García, I., González, O., Crasto, N., Alvarado, J.L., Schmitz, M., García, M.V., Valero, D., Abreu, O. (2026). Evidencias geomorfológicas de deformación de los sistemas de fallas activas en Boconó. Contribución al proyecto "Análisis de sistemas dinámicos sismológicos mediante gráficos de recurrencia y mapas autoorganizados para caracterizar la sismicidad en Venezuela" (Fonacit 2024PGP100), Informe inédito, FUNVISIS, 21p.

López, N. (2021). Generación de mapas Vs30 y microzonas sísmicas, mediante el análisis multicanal de ondas superficiales interferométrico (IMASW) y ensayos geotécnicos en Maracay, estado Aragua. TEG, UCV, 99p.

López, O.A., Coronel D., G. Editores (2024). Riesgo sísmico en Caracas y estrategias de mitigación. Ediciones de la Biblioteca EBUC-UCV, ISBN: 978-980-18-3841-8, 510p.

López, O. A., Marinilli A., Coronel D., Editores (2015). Reducción del Riesgo Sísmico en Edificaciones Escolares de Venezuela. IMME-UCV, FUNVISIS y FEDE. ISBN: 978-980-12-7455-1 Depósito Legal: If25220146202146, 1046p.

Louie, J.N. (2001). Faster, better: Shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays. Bull. Seismol. Soc. Am., 91, 347-364.

Malavé, G., Suárez, G. (1995). Intermediate-depth seismicity in northern Colombia and western Venezuela and its relationship to Caribbean plate subduction. Tectonics, 14(3), 617-628, https://doi.org/10.1029/95TC00334.

Martínez, C. (2007). Análisis espectral y modelado 3D de datos gravimétricos de la cuenca de Carora, estado Lara – Venezuela. TEG, UCV, 185p.

Masaki, K., González, J., De Santis, F., Schmitz, M., Pernía, A., Sánchez, A., Saguchi, K., Duque, H. (1999). Caracterización de los suelos de Cariaco mediante mediciones de ruido ambiental, sísmica de refracción y análisis de información geotécnica. VI CONVESIS, Mérida, 6p.

Mazuera, F., Sánchez, J., Cerrada, M., Rocabado, V., Schmitz, M., Morales, C., Yegres, L., García, K., Matos, S., Romero, M., Prieto, A., Carmona, N., Sánchez, T., García, O., Calderón, A., Linares, M. (2015). Investigación aplicada a la gestión del riesgo sísmico en las ciudades de Valera, Trujillo y Boconó, estado Trujillo, con fines de microzonificación sísmica. X CONVESIS, Cumaná, 11p.

Medina, P., Paolini, M., Sánchez Rojas, J., Schmitz, M. (2016). Modelado preliminar 2D del subsuelo del Área Metropolitana Norte del Estado Anzoátegui, a través de datos de refracción sísmica. VII Coloquio de Microzonificación Sísmica, Mérida, 4p.

Mendes, M. (2004). Caracterización geofísica del subsuelo de la zona oeste de Barcelona, estado Anzoátegui, aplicando métodos sísmicos y gravimétricos. TEG, UCV.

Mijares, M.M., Schmitz, M., Sánchez-Rojas, J., Rondón, F. (2021). Estudio del parámetro Vs30 mediante el análisis multicanal de ondas superficiales en la ciudad de Valencia. XVI Congreso Venezolano de Geofísica, Caracas, 2p.

Molina C. (2017). Penalización de la construcción social del riesgo de desastre en países Andinos. TEG-Msc, Gestión de Riesgos Socionaturales, ULA, 199p.

Molina, D., Paolini, M., Moncada, J.A., Amarís, E., Reinoza, C., Quinteros, C., Pacheco, D. (2008). Estudio de amenaza sísmica del puerto de Carúpano y sus zonas aledañas, Estado Sucre. Contrato Nº 4600005279 (PDVSA – FUNVISIS), Informe Técnico, FUN – 075, 2007, 73p.

Molina, L., Rocabado, V., Schmitz, M. (2015). Caracterización sísmica del suelo aplicando el método de relación espectral H/V en las ciudades de San Antonio del Táchira y Ureña, estado Táchira. X CONVESIS, Cumaná, 8p.

Molina, Z. (2016). Caracterización sísmica del suelo aplicando el método Nakamura en las ciudades Lobatera y Michelena Estado Táchira. TEG-Msc, Geofísica Aplicada, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría – CUAJE.

Morales, C. (2006). Elaboración de un mapa de velocidades de ondas de corte hasta los 30m de profundidad mediante refracción sísmica y datos geotécnicos. TEG, UCV, 118p.

Morales, C., Hernández, J.J., Schmitz, M., Cano, V., Tagliaferro, M. (2011). Velocidades promedias de ondas de corte en los primeros 30 m de profundidad (Vs30), inferidos a partir del relieve en el Área Metropolitana de Caracas. Rev. Fac. Ing. UCV, 26 (2), 161–168.

Morales, C., Schmitz, M., Pullammanappallil, S. (2015). Calibración del modelo geológico-geofísico del subsuelo de Barquisimeto y Cabudare a través de métodos sísmicos y la respuesta espectral en superficie. Bol. Geol., 37 (1), 57-66.

Morejón, G., López, O.A., Berenguer, Y., Leyva, K., Villalón, M., Rengel, J.G., González, O., Álvarez, L., Schmitz, M. (2014). Evaluación del riesgo sísmico del fondo habitacional de las ciudades Guarenas y Guatire. Rev. Fac. Ing. UCV, 29(3), 37-50.

Morfe, J., Schmitz, M., Alvarado, L., Álvarez, L., Zapata, J., Rendón, H. (2015). Simulación del campo de ondas sísmicas y caracterización de amplitud y período con fines de microzonificación sísmica para las ciudades Guarenas-Guatire. Bol. Geol., 37 (1), 27-43.

Murphy V, Linehan D, Turcotte T. (1969). Seismic investigations, Valley of Caracas and the Litoral Central. Weston, Massachusetts (under Planning and Supervision of the Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo): Weston Geophysical Engineers International, Inc.; 1969; pp. 1–22.

Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of surface using microtremor on the ground surface. QR of RTRI, 30 (1).

Niu, F., Bravo, T., Pavlis, G., Vernon, F., Renón, H., Bezada, M., Levander, A. (2007). Receiver function study of the crustal structure of the southeastern Caribbean plate boundary and Venezuela. J. Geophys. Res. 112, B11308.

Olivier M. (2009). Evaluation of the liquefaction potential of the city of Cumaná, Venezuela. Internship Report. CEDI-FUNVISIS.

OPS (1995). Evaluación sismorresistente del hospital Dr. Antonio Patricio de Alcalá, Cumaná, Estado Sucre. Organización Panamericana de Salud, Caracas, volumen 1, 132p.

Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes del Municipio Iribarren (2018). Gaceta Municipal Extraordinaria del Municipio Iribarren, Estado Lara Nº 4512 del 16 de mayo de 2018.

Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio Bolivariano Libertador del Distrito Capital (2018). Gaceta Municipal del Municipio Bolivariano Libertador Nº 4331-2 del 10 de julio de 2018.

Ordenanza de Microzonificación Sísmica del Municipio Palavecino (2018). Gaceta Municipal del Municipio Palavecino, Estado Lara Nº 9285 del 13 de julio de 2018.

Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio El Hatillo del Estado Bolivariano de Miranda (2021). Gaceta Municipal del Municipio El Hatillo Nº 119/2021 del 31 de mayo de 2021.

Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio Sucre del Estado Miranda (2021). Gaceta Municipal Extraordinario del Municipio Sucre Nº 415-A del 25 de noviembre de 2021.

Ordenanza para Edificaciones Sismorresistentes en el Municipio Bolivariano Libertador del Distrito Capital (2024). Gaceta Municipal del Municipio Bolivariano Libertador Nº 5062-A del 17 de mayo de 2024.

Ornelas A. (2018). Inversión 1D de la onda Rayleigh de datos de ruido ambiental en la ciudad de Maracay. TEG, USB, 123p.

Oropeza, J. (2011). Resultados preliminares de la perforación profunda realizada en la ciudad de Cumaná, estado Sucre, para ulterior instalación de observatorios acelerográficos. FUN-058,2011. CEDI-FUNVISIS. 6p.

Oropeza, J. (2012). Estudio de amenazas naturales en la cuenca de Carora, edo. Lara, con fines de microzonificación sísmica. Informe Interno FUN-067/2012, FUNVISIS. 68p. + 5 anexos.

Pacheco, D. (2008). Estudio geofísico integrado de la ciudad de Carúpano, Edo. Sucre aplicando método gravimétrico y ruido sísmico ambiental. TEG, UCV, 138p.

Padrón, C., Mendes, K., Schmitz, M., Hernández, J.J. (2011). La Microzonificación Sísmica en el Proceso de Planificación Urbana del Municipio Chacao. Rev. Fac. Ing. UCV, 26 (2), 89–101.

Padrón, M.F. (2012). Caracterización geofísica del subsuelo somero mediante ReMI en el Área Metropolitana del Norte de Anzoátegui. TEG, USB, 76p.

Paolini, M. (2006). Análisis de los períodos fundamentales del suelo en la ciudad de Carora, Municipio Torres, estado Lara. TEG, USB, 97p.

Paolini, M., Schmitz, M. (2014). Caracterización de sitio a partir de mediciones de ruido ambiental en la Región Norte Metropolitana del Estado Anzoátegui. VI Coloquio sobre Microzonificación Sísmica, Valencia, 4p.

Paolini, M., Pacheco, D., Rocabado, V., Moncada, J., Reinoza, C., Amarís, E., Schmitz, M. (2009). Estudio geofísico integrado en la ciudad de Carúpano, estado Sucre. V Coloquio sobre Microzonificación Sísmica, Caracas, 4p.

Paolini, M., Rodríguez, L.M., Olbrich, F. (2012). Actualización de las fallas activas de Venezuela como aporte a la evaluación de la amenaza sísmica. FUN-077; 2012, FUNVISIS, Caracas.

Papageorgiou AS, Kim J. (1991). Study of the propagation and amplification of seismic waves in Caracas valley with reference to the 29 July 1967 earthquake: SH waves. Bull. Seismol. Soc. Am., 81, 2214–2233.

Parra, J., Morales, C., Schmitz, M., Cerrada, M., Linares, M., Sánchez Rojas, J. (2016). Analogía entre valores de Vs30 calculados para ciudades venezolanas a partir del relieve y refracción por microtremores. VII Coloquio de Microzonificación Sísmica, Mérida, 4p.

Pastor, P (2014). Caracterización de los sedimentos someros y profundos en Valle de la Pascua, Estado Guárico, Aplicando el Método ReMi. TEG, USB.

Pérez, O.J.P., Wesnousky, S.G., De La Rosa, R., Márquez, J., Uzcátegui, R., Quintero, C., Liberal, L., Mora-Páez, H., Szeliga, W. (2018). On the interaction of the North Andes plate with the Caribbean and South American plates in northwestern South America from GPS geodesy and seismic data. Geophys. J. Int., doi: 10.1093/gji/ggy230.

Pombo A. (2018). Riesgo sísmico en el Área Metropolitana de Valencia. Tesis doctoral, U. Carabobo, Valencia, 271p.

Pombo, A., Ramírez, O., Schmitz, M., Niño, Z. (2014). Mapas del Potencial de Licuación de los Suelos en el Área Metropolitana de Valencia, Estado Carabobo. VI Coloquio sobre Microzonificación Sísmica, Valencia, 4p.

Ramírez, N. (2014). Aplicación de una metodología para zonificar susceptibilidad ante movimientos de masa. Ciudad de Mérida y sus alrededores. TEG-Msc, ULA.

Ramírez-Lisboa, P., Guillén, B., Sánchez-Rojas, J., Schmitz, M. (2015). Modelado gravimétrico 3D del basamento del Área Metropolitana del Norte del estado Anzoátegui, Venezuela. Rev. Fac. Ing. UCV, 30 (4), 35-48.

Reglamento de la Ley Orgánica de Ordenación Urbanística (1991). Decreto 833, Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 34.678 del 19 de marzo de 1991.

Reinoza, C., Sánchez, J., Schmitz, M., Klarica, S. (2006). Modelado geofísico del basamento del área Metropolitana de la ciudad de Mérida, Venezuela. Rev. Fac. Ing. UCV, 21(4), 71-80.

Reinoza, C., Morales, C., Rocabado, V., García, K., Sánchez, C., Abreu, R., Schmitz, M. (2011). Espesores de sedimentos a partir de la integración de datos geofísicos en Barquisimeto y Cabudare, Venezuela. Rev. Fac. Ing. UCV, 26 (2), 67–76.

Reinoza, C., Rocabado, V., Morales, C., Ávila, J., Schmitz, M., García, K., Sánchez, J., Sánchez, C., De Marco, R., Solórzano, A., Varguillas, P., Urbani, F. (2016). 4.3 Espesores y características de los sedimentos profundos. En: Schmitz, M., Morales, C. (Editores). Microzonificación sísmica del Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare, FUNVISIS, pp. 71-82.

Rendón, H., Alvarado, L., Vásquez, R., Romero G. (2014). Depuración y actualización del catálogo sísmico instrumental de Venezuela, BASEVEN, como producto previo al catálogo necesario en los estudios de la amenaza sísmica. FUN-056,2014, FUNVISIS, Caracas, 38p.

Risk Engineering (1998). EZ-FRISKTM Version 4.1. Boulder, Colorado, US, https://ez-frisk.org/

Rocabado, V., Schmitz, M., Rendón, H., Vilotte, J.-P., Audemard, F., Sobiesiak, M., Ampuero, J.-P., Alvarado, L. (2006). Modelado numérico de la respuesta sísmica 2D del valle de Caracas. Rev. Fac. Ing. UCV, 21(4), 81-93.

Rocabado, V., Schmitz, M., Sánchez, J., Reinoza, C. (2007). Geophysical studies in Barquisimeto metropolitan area, Venezuela, as contribution to a seismic microzoning Study: 4th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Paper No. 1425.

Rocabado, V., Aray, J., Morales, C., García, K., Schmitz, M., Sánchez, C., Heredia, J., Pombo, A., Rojas, C., Meza, J. (2011). Determinación del espesor de sedimentos para las ciudades de Maracay y Valencia a partir de mediciones de ruido ambiental y sísmica de refracción como aporte a los estudios de microzonificación. JIFI-UCV, 2p.

Rocabado, V., Schmitz, M., Cerrada, M. (2015). Determinación de las funciones de transferencia para la ciudad de Mérida a partir de registros acelerográficos de pozo. X CONVESIS, Cumaná, 5p.

Rodríguez, A.R. (2013). Caracterización geofísica del subsuelo profundo mediante la técnica ReMi en el Área Metropolitana del Norte del Estado Anzoátegui. TEG, USB, 67p.

Rodríguez, A., Sánchez, A. (2016). Determinación de los periodos fundamentales del subsuelo a través de mediciones de ruido sísmico ambiental en San Juan de Lagunillas, Edo. Mérida con fines de microzonificación sísmica. TEG, Ingeniero Geólogo, ULA.

Rodríguez, L., Singer, A. (2016). 4.4 Evaluación de Geoamenazas en Barquisimeto-Cabudare. En: Schmitz, M., Morales, C. (Editores). Microzonificación sísmica del Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare, FUNVISIS, pp. 82-98.

Rodríguez, L., Singer, A., Rocabado, V. (2005). Evidencias geomorfológicas de fenómenos de sufosión-tubificación-colapso en el tope de la terraza pleistocena de Barquisimeto. IV Coloquio sobre Microzonificación Sísmica, Barquisimeto, noviembre 2005, en CD, Serie Técnica FUNVISIS No. 1, 2005, pp. 235-239.

Rojas, C. (2008). Determinación de los períodos fundamentales del suelo de la ciudad de Maracay, Edo. Aragua. TEG, UCV, 123p.

Rojas, M. (2015). Determinación de los periodos fundamentales de los suelos en la localidad de Lagunillas Estado Mérida, a partir de mediciones de ruido sísmico ambiental, con fines de microzonificación sísmica. TEG, ULA.

Rojas, R., Delgado, J., Domínguez, J., Hernández, J.J. (2016). 5.2 Distribución de edificaciones. En: Schmitz, M., Morales, C. (Editores). Microzonificación sísmica del Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare, FUNVISIS, pp. 120-129.

Román W. (2011). Caracterización geofísica del subsuelo mediante estudios sísmicos con fines de microzonificación en la ciudad de Cumaná, estado Sucre. TEG. UCV.

Romero, G. (2017). Elaboración de un modelo gravimétrico en 3D del basamento en la ciudad de Maracay. TEG, USB, 68p.

Romero, M., Cragno, A., Ambrosio, R., Schmitz, M. y González, J. (2006). Evaluación geofísica de los conos aluviales en Macuto, Caraballeda y Tanaguarena, edo. Vargas. Boletín del IMME, Vol. 44 (1), 16-29.

Sánchez J.A. (2015). Caracterización de la cuenca de Guarenas-Guatire, estado Miranda, mediante perfiles de refracción sísmica. TEG, UCV, 57p.

Sánchez, J., Schmitz, M. y Cano, V. (2005a). Mediciones sísmicas profundas en Caracas para la determinación del espesor de sedimentos y velocidades sísmicas. Boletín Técnico del IMME, 43(2), 49-67.

Sánchez, J., Hecht, J., Amarís, E., Rodríguez, S., Schmitz, M. (2005b). Estudio geofísico de la cuenca de Guarenas-Guatire y la zona este de expansión de la ciudad de Caracas (Municipios Sucre y Plaza, Distrito Capital). IV Coloquio sobre Microzonificación Sísmica, Barquisimeto, noviembre 2005, Serie Técnica FUNVISIS No. 1, pp. 254-259.

Sánchez, J., Götze, H.-J., Schmitz, M. (2010). A 3-D lithospheric model of the Caribbean-South American plate boundary. International J. Earth Sci., 100 (7), 1697-1712.

Sánchez-Rojas, J., Prieto, A., Mazuera, F., Schmitz, M. (2016). Análisis y modelado 3D del subsuelo a partir de integración de información geológica y gravimétrica con fines de microzonificación sísmica de la ciudad de Valera, estado Trujillo. JIFI-UCV, 8p.

Schmitz, M., Singer, A. (Editores) (2015). Microzonificación sísmica de Caracas. FUNVISIS, 171p.

Schmitz, M., Morales, C. (Editores). 2016. Microzonificación sísmica del Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare, FUNVISIS, 161p.

Schmitz, M., Alvarado, L., González, J., Audemard, F. (1999). Informe final proyecto INTEVEP 98-437 Estudio de Neotectónica, Geología de Fallas Activas y Refracción Sísmica Superficial en el Área de Expansión Oeste de Barcelona. FUNVISIS, Informe inédito, Volumen 1, 24p.

Schmitz, M., Alvarado, L., Lüth, S. (2005). The velocity structure of the Cariaco sedimentary basin, northeastern Venezuela, from refraction seismic data and possible relationship to earthquake hazard. J. South Am. Earth Sciences, Vol. 18 (2), 89-105.

Schmitz, M., Romero, M., Bonive, F., Audemard, F., González, J. (2006). Resultados de mediciones sísmicas e implicaciones de dinámica de suelo en torno al hospital Dr. Antonio Patricio de Alcalá, Cumaná, Estado Sucre. Boletín del IMME, 44(1), 30-50.

Schmitz, M., Hernández, J.J., Morales, C., Tagliaferro, M., Valleé, M., Leal, V., Rocabado, V., Cano, V., Audemard, F., Aguilar, I., Caraballo, E., Urbani, F., Rendón, H., Palma, M., Vásquez, R., Romero, G., López, R., Rodríguez, J., Molina, D., González, J., Araque, J., Ollarves, R., Rodríguez, L., Azuaje, J., Singer, A., Zambrano, A., Oropeza, J., García, K., González, M., Flores, Y., Villar, M. Justiniano, A., Moncada, J., Amaris, E, Sánchez, J., Domínguez, J., Hernández, A., Delavaud, E., Alvarado, L., Vilotte, J.-P., Feliziani, P., Castillo, A., Zamora, J. Anzola, F., Zambrano, H.,

Colmenárez, L., Cornou, C., Cadet, H., Aguilar, A., Guzmán, J., Marín, W., Quintero, B. (2009a). Informe Técnico Final, Volumen 1 Caracas, Proyecto de microzonificación sísmica en las ciudades Caracas y Barquisimeto (FONACIT 200400738), FUNVISIS FUN-035a, 2007, Inédito, 978p.

Schmitz, M., Hernández, J.J., García, K., Leal, V., Rocabado, V., Reinoza, C., Timaure, N., Rodríguez, L., Rendón, H., Palma, M., Vásquez, R., Romero, G., López, R., Bueno, M., Rodríguez, J., Araque, J., Audemard, F., Ollarves, R., Azuaje, J., Cano, V., Molina, D., Morales, C., Masy, J., Tagliaferro, M., Andrade, L., Rojas, R., Ávila, J., Sánchez, J., Sánchez, C., De Marco, R., Solorzano, A., Varguillas, P., Urbani, F., Singer, A., Domínguez, J., Delgado, J., Marante. M.E., Andrade, M., Abreu, R., Alvarado, L., Aguilar, A., Quintero, B., Guzmán, J., Marín, W., Figueira, L., Quinteros, C. (2009b). Informe Técnico Final, Volumen 2 Barquisimeto, Proyecto de microzonificación sísmica en las ciudades Caracas y Barquisimeto (FONACIT 200400738), FUNVISIS FUN-035b, 2007, Inédito, 432p.

Schmitz, M., Hernández, J.J., Morales, C., Domínguez, J., Rocabado, V., Valleé, M., Tagliaferro, M., Delavaud, É., Singer, A., Amarís, E., Molina, D., González, M., Leal, V. y el grupo de trabajo del proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas (2011). Principales resultados y recomendaciones del proyecto de microzonificación sísmica en Caracas. Rev. Fac. Ing. UCV, 26 (2), 113–127.

Schmitz, M., Álvarez, L., Morejón, G., García, K., López, O.A., Berenguer, Y., Leyva, K., Villalón, M., Vega, I., Rengel, J.G., Aguilar, A., Aguilar, I., Alvarado, L., Amarís, E., Ascanio, W., Audemard, F.A., Betancourt, A., González, J., González, O., Guasch, F., Leal, A., Miró, C., Morales, C., Morfe, J., Olbrich, F., Oliva, R., Páez, V., Rendón, H., Rodríguez, L., Rojas, R., Singer, A., Tagliaferro, M., Vallée, M., Viete, H., Zapata, J. (2012). Mirozonificación sísmica para la planificación urbana y la gestión local de riesgo de las ciudades en los ejes de desarrollo: caso piloto Guarenas y Guatire - continuación del proyecto anterior y estudios comparativos en Santiago de Cuba - Informe técnico final. FUN 04-2012, 414p.

Schmitz, M., Cano, V., López, O.A., Klarica, S., Pombo, A., Díaz, J.F., Heredia, J., Avendaño, J., Morales, C. y el grupo de riesgo sísmico del proyecto Investigación Aplicada a la Gestión Integral del Riesgo en Espacios Urbanos (2015). Estudios geofísicos en cuencas urbanas en Venezuela con fines de microzonificación sísmica. Bol. Geol., 37 (1), 17-26.

Schmitz, M., Fuenmayor, R., Morales, C., Valera, E., Hernández, J.J., Chollett, E., Andrade, L., Avón, D., Mendez, R., Mendez, D., Rodríguez, L., Fernández, A.E. (2017). Proyecto de ordenanza para edificaciones sismorresistentes del municipio Iribarren, estado Lara. XI CONVESIS, Caracas, CONV-110, 14p.

Schmitz, M., Sánchez, J., Rocabado, V., García, K., Paolini, M., Yegres, L., Ávila, J., Aray, J., Medina, P., Morales, C., Mazuera, F., Cerrada, M., Andrade, L., Rojas, R., Pombo, A., Ramírez, O., Heredia, J., Sanzonetti, E., Álvarez, F., Molina, L. (2019). Espesores sedimentarios de cuencas urbanas como aporte a los estudios de microzonificación sísmica en Venezuela. Geominas, 47(79), 81-98.

Schmitz, M., Hernández, J.J., Rocabado, V., Domínguez, J., Morales, C., Valleé†, M., García, K., Sánchez, J., Singer, A., Oropeza, J., Coronel, G., Flores, A. and the Caracas Seismic Microzoning Project Working Group (2020a). The Caracas, Venezuela, seismic microzoning project: methodology, results and implementation for seismic risk reduction. Progress in Disaster Science 5, doi: 10.1016/j.pdisas.2019.100060.

Schmitz, M., Morales, C., Hernández, J.J., Chollett, E., Andrade, L., Avón, D., Mendez, R., Mendez, D., Rodríguez, L., Rojas, R., Rocabado, V., García, K., Durán, L. y el grupo de trabajo de microzonificación sísmica Barquisimeto-Cabudare (2020b). Resultados e implementación de la Microzonificación Sísmica de Barquisimeto y Cabudare. Geominas, 48(81), 3-14.

Schmitz, M., Rondón, F., Guerrero, L., Moreno, P., González, D., Saavedra, M.J., Contreras, M.V., Alonso, M., Ramírez, K., Díaz, H. (2020c). Informe de adquisición sísmica en Guatire en el marco del proyecto de microzonificación sísmica de Guarenas-Guatire. Informe técnico preliminar, Volumen 1. Informe inédito, FUNVISIS, FUN-GEOFISICA-001,2020, 9p.

Schmitz, M., Ramírez, K., Mazuera, F., Ávila, J., Yegres, L., Bezada, M., Levander, A. and the active seismic working group of the GIAME project (2021). Moho depth map of northern Venezuela

based on wide-angle seismic studies. J. South Am. Earth Sci., 107, https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.103088.

Schmitz, M., Hernández, J.J., Rondón, F., Morales, C., Rocabado, V., Sánchez-Rojas, J., García, K., Paolini, M., Aray, J., Medina, P., Rodríguez, L., Mazuera, F., Yegres, L., Ávila, J., Reinoza, C., Moncada, J., Amarís, E., Ramírez K. y el grupo de Microzonificación Sísmica (2023a). Estudios de Microzonificación Sísmica en Venezuela. En: Rodríguez, L.M. & equipo de apoyo técnico, Atlas Sismológico de Venezuela, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, ISBN: 978980 8017045, Parte 3 Geofísica, pp. 92-97.

Schmitz, M., Hernández, J.J., Zerpa, S. (2023b). Microzonificación Sísmica de Carora, Municipio Torres, estado Lara. Informe Interno FUN-008/2023, FUNVISIS, 52p. + 1 Apéndice.

Schmitz, M., Hernández, J.J., Rocabado, V., Domínguez, J., Morales, C., Valleé, M.†, García, K., Sánchez-Rojas, J., Singer, A., Oropeza, J., Flores, A.†, Rondón, F. y el Grupo de Trabajo del Proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas (2023c). Estudio de microzonificación sísmica de Caracas. En: Rodríguez, L.M. & equipo de apoyo técnico, Atlas Sismológico de Venezuela, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, ISBN: 978980 8017045, Parte 3 Geofísica, pp. 98-103.

Schmitz, M., Hernández, J.J., Günther, A., Buchert, W., Alam, M.F. (2025). Recommendations on implementing results of seismic microzonation in Bangladesh – experiences from South America. The 15th Asian Regional Conference (ARC-15) of IAEG, Kathmandu, Asian J. Eng. Geol., 2 Special Issue, ARC-15 of IAEG, Abstract No. 147. DOI: https://doi.org/10.64862/ajeg.2025.2sp.42.147.

Schnabel, P., Lysmer, J., Seed, H. (1972). SHAKE - A computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites. Earthquake Engineering Research Center, Report No. UCB/EERC-72/12. University of California, Berkeley.

Seed H.B., Alonso J.L. (1973). Soil-structure Interaction effects in the Caracas Earthquake of 1967. Fifth World Conference in Earthquake Engineering, Rome.

Seed. H.B., Idriss, I.M. (1971). Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential. J Soil Mechan Found Div, 1249–1273.

Seed, H.B., Idriss, I.M., Dezfulian, H. (1970). Relaciones entre las condiciones del suelo y el daño a edificios durante el sismo de Caracas del 29 de Julio de 1967. Estudio realizado para la Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo. Report EERC 70-2. University of California, Berkeley, 38p.

Silva, P., Andrades, L., Schmitz, M., Rondón, F., Andrades-Grassi, J., Hernández, J.J. (2023). Determinación de microzonas sísmicas preliminares en El Tocuyo, municipio Morán, estado Lara, basado en la evaluación de Vs30 y espesores sedimentarios. II Congreso Venezolano de Geociencias, Caracas, 2p.

Singer, A., Zambrano, A., Oropeza, J., Tagliaferro, M. (2007). Cartografía de las unidades geológicas cuaternarias del Valle de Caracas a escala 1:25.000. IX Congreso Geológico Venezolano, Caracas.

Singer, A., Rodríguez, L., Noda, F. Schmitz, M. Rocabado, V. (2008). Fuentes de geoamenazas a lo largo de la ruta y para las obras del tren Caracas-Guarenas-Guatire y estudios geofísicos (sísmica de refracción en Guarenas y Guatire). Segundo informe de avance, en el estudio de amenaza sísmica, procesos geomorfológicos activos y estimación de los efectos de sitio para el proyecto del tren Caracas – Guarenas – Guatire. (Informe interno FUNVISIS), 34p.

Singer, A., Nevado, F., Gómez, A., Rodríguez, L. (2014). Evidencias de actividad tectónica reciente en la falla de Las Trincheras. VI Coloquio de Microzonificación Sísmica, Valencia, 6p.

Singer, A., Zambrano, A., Oropeza, J., Tagliaferro, M. (2023). Mapa de unidades geológicas cuaternarias del valle de Caracas. En: Rodríguez, L.M. & equipo de apoyo técnico, Atlas Sismológico de Venezuela, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, ISBN: 978980 8017045, Parte 3 Geofísica, pp. 104-1093.

Stephan, J. (1985). Carte Geologique de la Tranversale de Barquisimeto. Entre la faille de Boconó et le neautochtone du Falcón (Etats de Lara, Trujillo et Falcón: Venezuela). Andes et chaîne Caraïbe sur la Tranversale de Barquisimeto (Vénézuéla): évolution géodynamique. Symposium géodynamique des Caraïbes. París, Francia, pp. 505-529.

Stewart, J., Douglas, J., Javanbarg, M.B., Di Alessandro, C., Bozorgnia Y., Abrahamson, N., Boore, D., Campbell, K., Delavaud, E., Erdik, M.Y, Stafford, P. (2013). GEM-PEER Task 3 Project:

Selection of a Global Set of Ground Motion Prediction Equations. PEER Report 2013/22, Pacific Earthquake Engineering Research Center, U. California, Berkeley, 251p.

Sun, M., Bezada, M.J., Cornthwaite, J., Prieto, G.A., Niu, F., Levander, A. (2022). Overlapping slabs: Untangling subduction in NW South America through finite-frequency teleseismic tomography. EPSL, 577, https:// doi.org/10.1016/j.epsl.2021.117253.

Theilen-Willige, B. (2002). Beitrag der Fernerkundung zur Erdbebenvorsorge -Fernerkundungsmethoden bei der Erfassung von durch Erdbeben und durch Erdbebenfolgeschäden gefährdeten Bereichen. En: Fiedler, F. (Ed.), Naturkatastrophen in Mittelgebirgsregionen, VWF, Berlin, pp. 245-270.

Timaure, N., Rodríguez, L., Hernández J.J. (2016) 4.5 Caracterización de laderas. En: Schmitz, M., Morales, C. (Editores). Microzonificación sísmica del Área Metropolitana Barquisimeto-Cabudare, FUNVISIS, pp. 98-104.

Urbani, F. (2018). Una revisión de los terrenos geológicos del Sistema Montañoso del Caribe, norte de Venezuela. Bol. Geol. XXIII (36), 118–210.

Urbani, F., Rodríguez, J. (2004). Atlas geológico de la Cordillera de la Costa de Venezuela. Ediciones Fundación GEOS, escala 1:25000, 146p.

Valls., J. (2008). Caracterización geofísica en la zona de Quíbor, estado Lara, mediante estudios gravimétricos y de ruido sísmico ambiental. TEG, UCV, 151p.

Van der Hilst, R., Mann, P. (1994). Tectonic implications of tomographic images of subducted lithosphere beneath northwestern South America. Geology 22(5), DOI: 10.1130/0091-7613.

Vernaéz, G., Cano, V., Schmitz, M., Manchego, M., Salcedo, A., Courtel, F., Leal, V., Madrid, I., Flores, H., Rodríguez, I., Pombo, A., Capriles, M.D., Guzmán, J., Paolini, M., Reinoza, C., Rocabado, V., Aguilar, A., Jegat, H., Alvarado, M., Cerrada, M., Dugarte, M., Ferrer, C., Flórez, J., Klarica, S., Guerrero, O., Rivero, P., Vera, B., Gutierrez, J., Guillén, W., Montilla, N., Cordero, A., Liñayo, A., Chacón, I., Maldonado, N.J., Estévez, R., Laffaille, J., Saldivia, L., Paredes, G., Marín, W., Morales, C., García, K., Ramírez, O., Heredia, J., Fermín, C., Hernández, R., Riveros, P., Ramos, L., Suárez, M., Viloria, J., Martínez, A., Medina, J., Quintero, B., Romero, G., Avendaño, J., Diaz, J., Sanzonetti, J. (2011). Informe Técnico de Avance correspondiente al Segundo Año del Proyecto de investigación aplicada a la gestión integral del riesgo en espacios urbanos (FONACIT 2007000939). FUN 012-2011, 229p.

Viete H. (2012). Evaluación geológica con fines de Microzonificación Sísmica de la región de Cumaná, edo. Sucre. Informe Técnico. CEDI-FUNVISIS. Caracas.

Weber, J.C., Dixon, T.H., DeMets, C., Ambeh, W.B., Jansma, P., Mattioli, G., Saleh, J., Sella, G., Bilham, R., Pérez, O. (2001). GPS estimate of relative motion between the Caribbean and South American plates, and geologic implications for Trinidad and Venezuela, Geology, 29(1), 75-78.

Wurst, M. (2010). Neotectonic cartography of the eastern flank and geophysical modeling of the sediment thickness in the depression of Quibor, state of Lara, Venezuela. Diploma tesis, Technische Universität Berlin, 101p.

Yamazaki, Y., Audemard, F., Altez, R., Hernández, J., Orihuela, N., Safina, S., Schmitz, M., Tanaka, I., Kagawa H., and JICA Study Team -Earthquake Disaster Group (2005). Estimation of the seismic intensity in Caracas during the 1812 earthquake using seismic microzonation methodology. Rev. Geogr. Ven., Número Especial 2005, 199-216.

Yegres, L., Schmitz, M., Cerrada, M., Rojas, R. (2020). Evaluación del efecto de amplificación sísmica, a partir de la integración de métodos geofísicos y el análisis lineal 1D del suelo en Mérida – Venezuela. CIVGEO, Perú, 3p.

Zerpa, S. (2019). Inversión de curvas de elipticidad de ondas Rayleigh para la caracterización de la ciudad de Carora. TEG, USB, 100p.

Zinck, A. (1980). Valles de Venezuela. Caracas: Cuadernos LAGOVEN, pp. 1–154.

Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, No 71 abril-junio 2026
https://n2t.net/ark:/42414/banih/712026/142

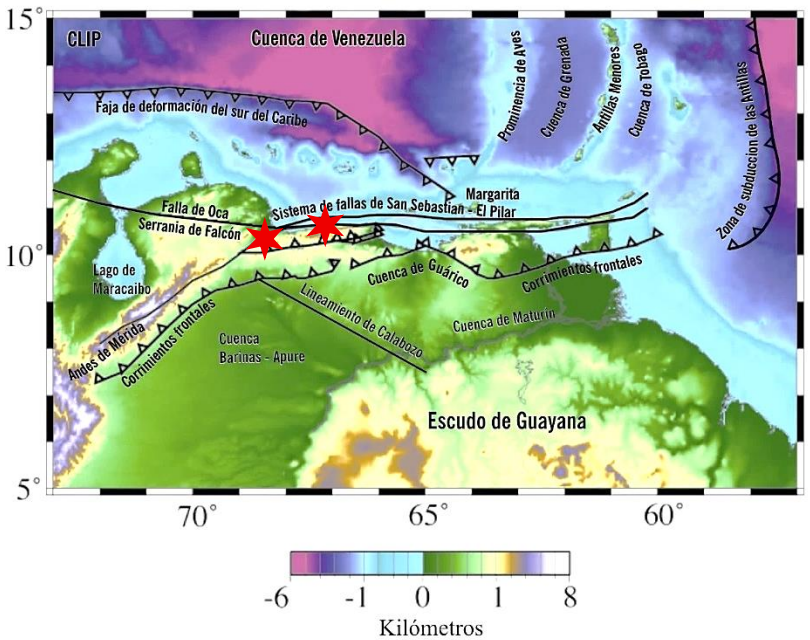
LOS TERREMOTOS DEL 24 DE JUNIO DE 2026 EN VENEZUELA: RECOPILACIÓN DE MAPAS E INFORMACIÓN GEOCIENTÍFICA. V.2 [1]

The June 24, 2026 Earthquakes in Venezuela: Compilation of Maps and Geoscientific Information. V.2

Franco URBANI PATAT, 28 de julio de 2026

En estas notas se presentan las localizaciones epicentrales calculadas por el USGS, el GFZ y el EMSC, representadas sobre cartografía geológica mediante mapas de escalas progresivamente más detalladas, hasta 1:25.000. El objetivo es proporcionar información cartográfica que facilite la evaluación de la posible relación entre dichos epicentros y las principales estructuras tectónicas de la región. Asimismo, se incorpora material ilustrativo de interés geocientífico con fines docentes y de divulgación. No se formulan conclusiones geológicas; estas se dejan al criterio de los especialistas.

These notes present the epicentral locations determined by the USGS, GFZ, and EMSC, plotted on geological maps at progressively larger scales, down to 1:25,000. Their purpose is to provide cartographic information that may facilitate the evaluation of possible relationships between the reported epicentral locations and the major tectonic structures of the region.
They also include geoscientific illustrations intended for educational and outreach purposes. No geological interpretations or conclusions are presented, as these are left to specialists.



LEVANDER *et al* (2006).

[1] Este informe es una versión muy ampliada de: "*Los terremotos del 24 de junio de 2026 en Venezuela: Ubicación de los epicentros sobre la cartografía geológica regional y local*", divulgado el 30 junio 2026 en https://www.researchgate.net/publication/408315897

Índice

1. *Epicentros y otras informaciones del **USGS*** 3
   1.1. Información del USGS 3
   1.2. Comparación con el terremoto del 26 de marzo de 1812 7
   1.3. ¿Un terremoto o dos? 8
   1.4. Imágenes satelitales Google Earth 8
   1.5. Mapa topográfico 1:500k, 1977 10
   1.6. Mapa topográfico 1:250k, 1977 11
   1.7. Modelo digital de elevación SRTM, 2004 12
   1.8. Mapa geológico de Venezuela. HACKEY *et al* (2005) 14
   1.9. Mapas geológicos escalas 1:25k, 2017 15
   1.10. Mapa en mapa de distribución de terrenos tectonoestratigráficos 17
   1.11. Imagen se radar lateral (SLAR), 1974 18
   1.12. Mapa neotectónico Venezuela. BELTRÁN 1993 19
   1.13. Mapa fallas cuaternarias, AUDEMARD *et al.* 2000 19
   1.14. Mapa batimétrico de AGUERREVERE (1972) 20
   1.15. Alerta de tsunami 21
2. *Epicentros del **GFZ*** 22
   En mapas: geológico, neotectónico y de fallas cuaternarias 23
3. *Epicentros según el **EMSC*** 24
   3.1. Comparación de epicentros USGS, GFK y EMSC en Yaracuy 28
4. ***CMT** - Catálogo de Tensores de Momento Centroidal* 29
   4.1. Localizaciones CMT, USGS y GFZ en mapa geológico y batimétrico 30
5. Réplicas en mapas de fallas y geológico 31
6. Mapa de sismos históricos con mayor reporte de daños, 1530-2018 36
7. Falla de Morón 37
   SCHUBERT y KRAUSE (1984) 38
   PINDELL *et al*. (2025) 35
8. Imágenes y mapas sobre el Sistema de fallas de San Sebastián 39
9. Trabajos con imágenes satelitales 48
   9.1. Imágenes ópticas (Informe del Dr. Valkaniotis) 48
   9.2. Desplazamiento superficial en la línea de visión 52
   9.3. Otra versión 53
   9.4. Productos del Copernicus Emergency Management Service” 54
   9.5.Transferencia estática de esfuerzos de Coulomb 55
   9.6. Informe de WANG y XU (2026) 56
   9.7. Boletín NASA 10 julio 2026 60
11. Probabilidad de estructuras dañadas derivada de imágenes de Sentinel-1 61
12. Peligro de deslizamientos y licuación según el USGS 62
13. Modelaje gravimétrico del basamento de los conos aluviales 64

ADDENDA

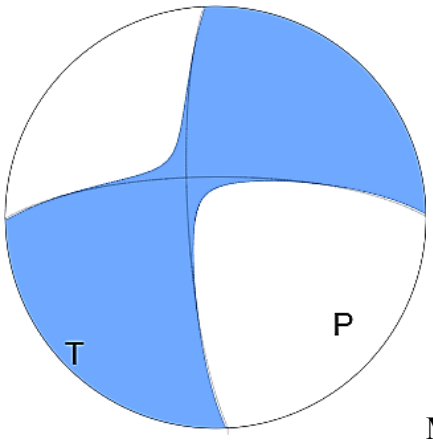
Geología de la zona de El Guayabo 69
La Fuente Termal de El Salado, Municipio Veroes 70

1. Epicentros y otras informaciones del USGS

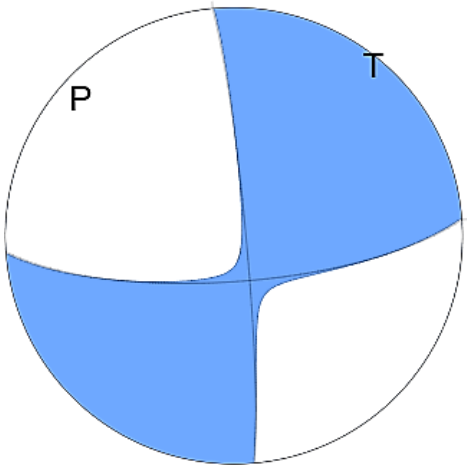
1.1. USGS Earthquake Hazards Program

Sismo	Hora local	Ubicación del epicentro			Profundidad, km
		Latitud Norte	Longitud Oeste	Incertidumbre, km	
Primera localización del 24 junio					
M 7.2	18:04:33	10,436	68,528	± 9,2	20,3 ± 3.9
M 7.5	18:05:11	10,435	68,472	± 9,2	10,0 ± 1,8
Localizaciones recalculadas el 13 julio					
M 7.2	18:04:33	10,409	68,557	± 8,1	27,6 ± 3.9
M 7.5	18:05:11	10,509	68,504	± 8,2	10,0 ± 1,4
Localizaciones refinadas del 28 julio					
M 7.2 [2]	18:04:33	10,409	68,557	± 8,1	27,6 ± 3.9
M 7.5[3]	18:05:11	10,662	67,194	± 6,4[4]	10,0 ± 1.9

Con estas nuevas localizaciones, la distancia entre los dos epicentros es de 151 km.



M7.2



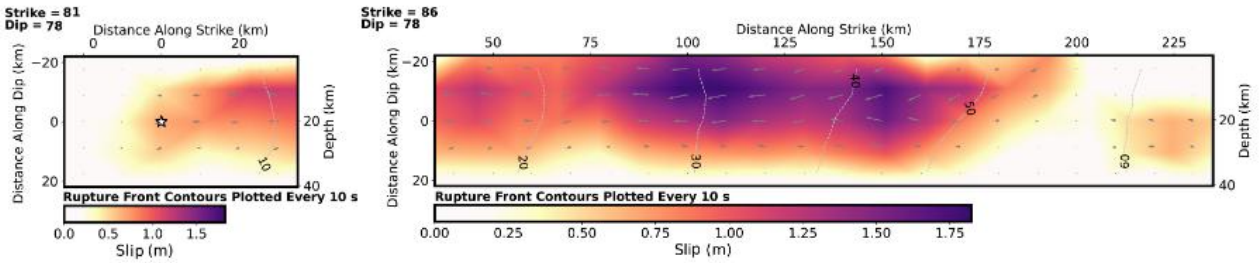
M7.5

Los mecanismos focales son compatibles con fallas de rumbo E–O con desplazamiento dextral.

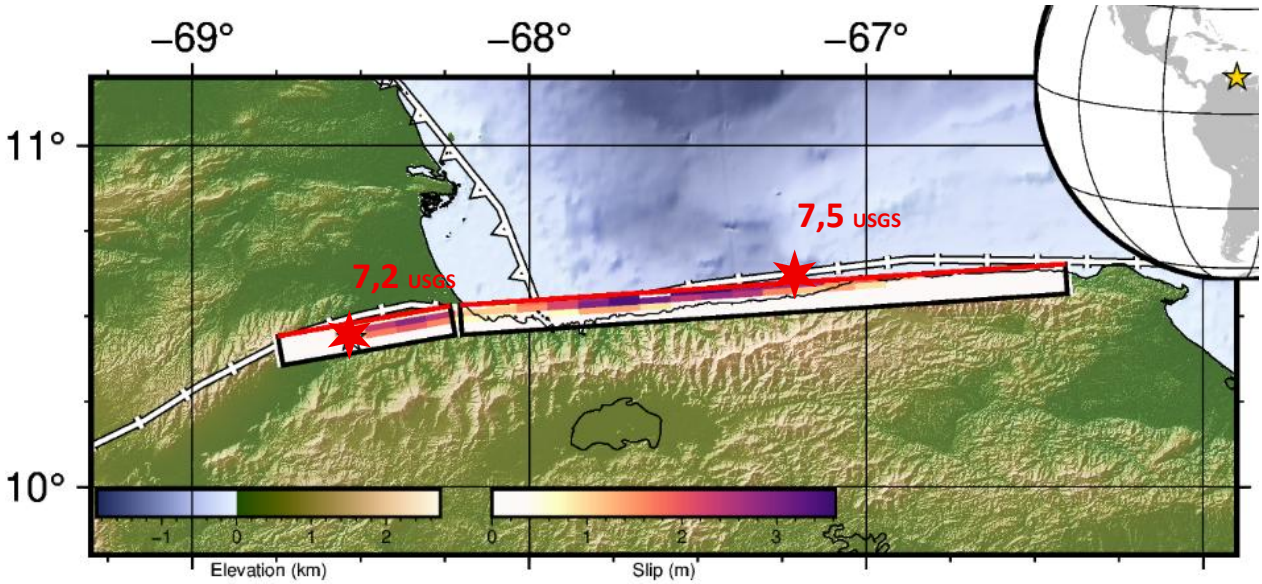
[2] Revisado al 4-7-2026. https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000t7zc/origin/detail

[3] Revisado al 28-7-2026 https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000t7zp/origin/detail

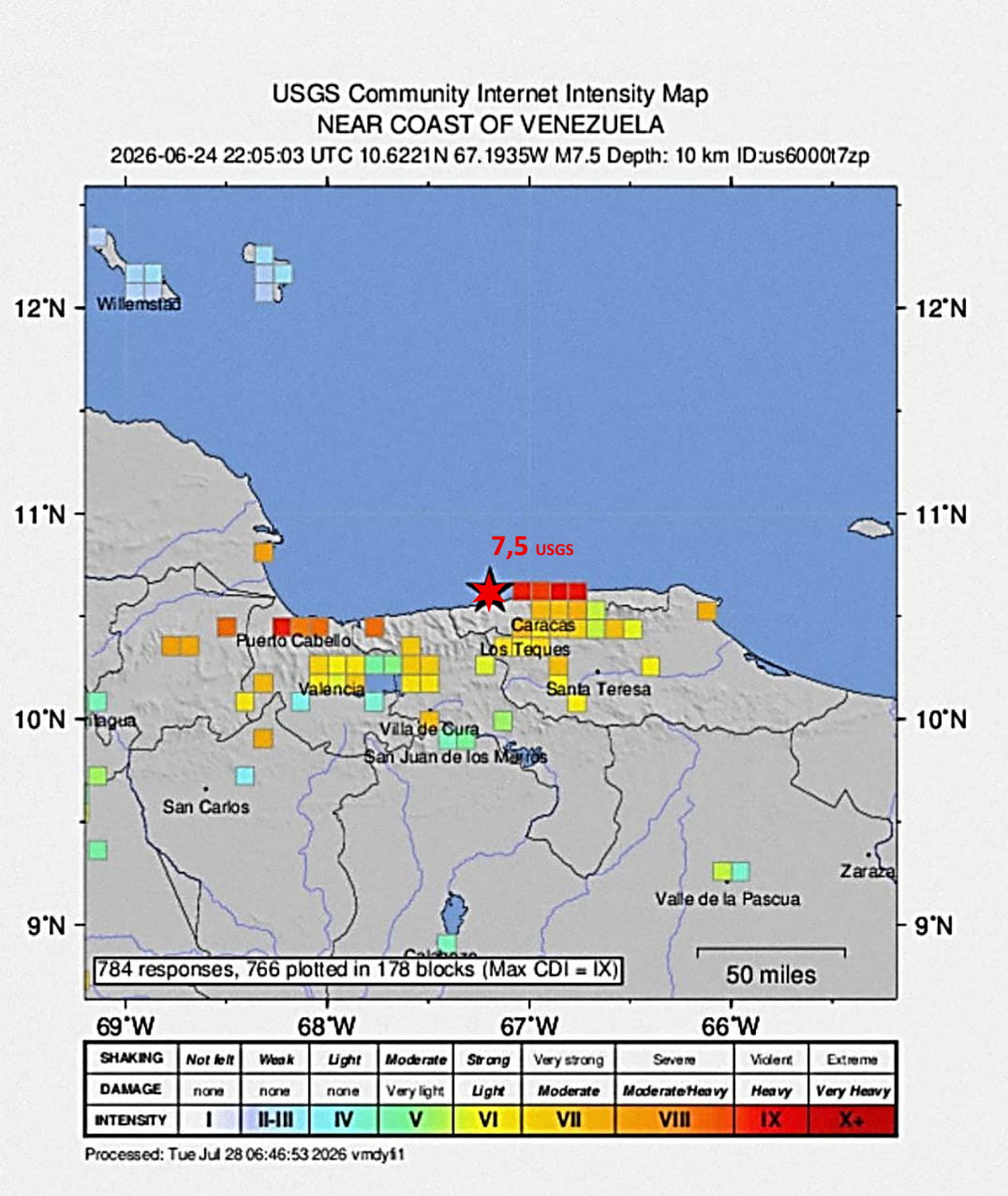
[4] "La incertidumbre real de la localización probablemente sea superior a los 6 km estimados, ya que las primeras llegadas están enmascaradas por el sismo premonitorio"

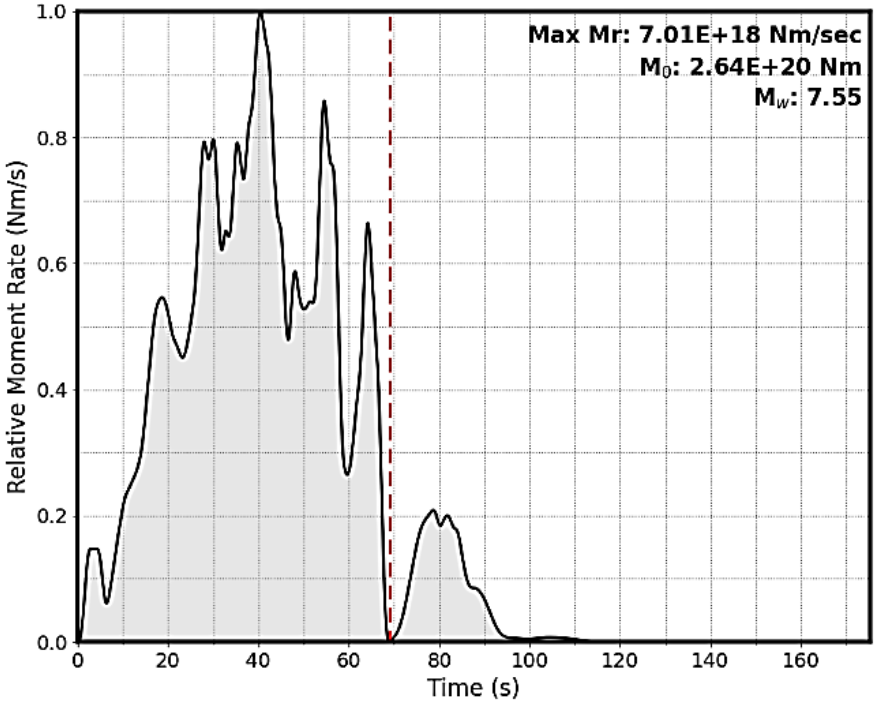


Sección transversal de la distribución del deslizamiento (slip). *La dirección del rumbo* (strike) *se indica sobre cada plano de falla, y la ubicación del hipocentro se señala con una estrella. La magnitud del deslizamiento se muestra mediante una escala de colores, mientras que la dirección del movimiento del bloque de techo (*hanging wall*) con respecto al bloque de muro* (footwall*), expresada por el ángulo de deslizamiento (rake), se representa mediante flechas. Las curvas de nivel indican el tiempo de inicio de la ruptura, en segundos.*



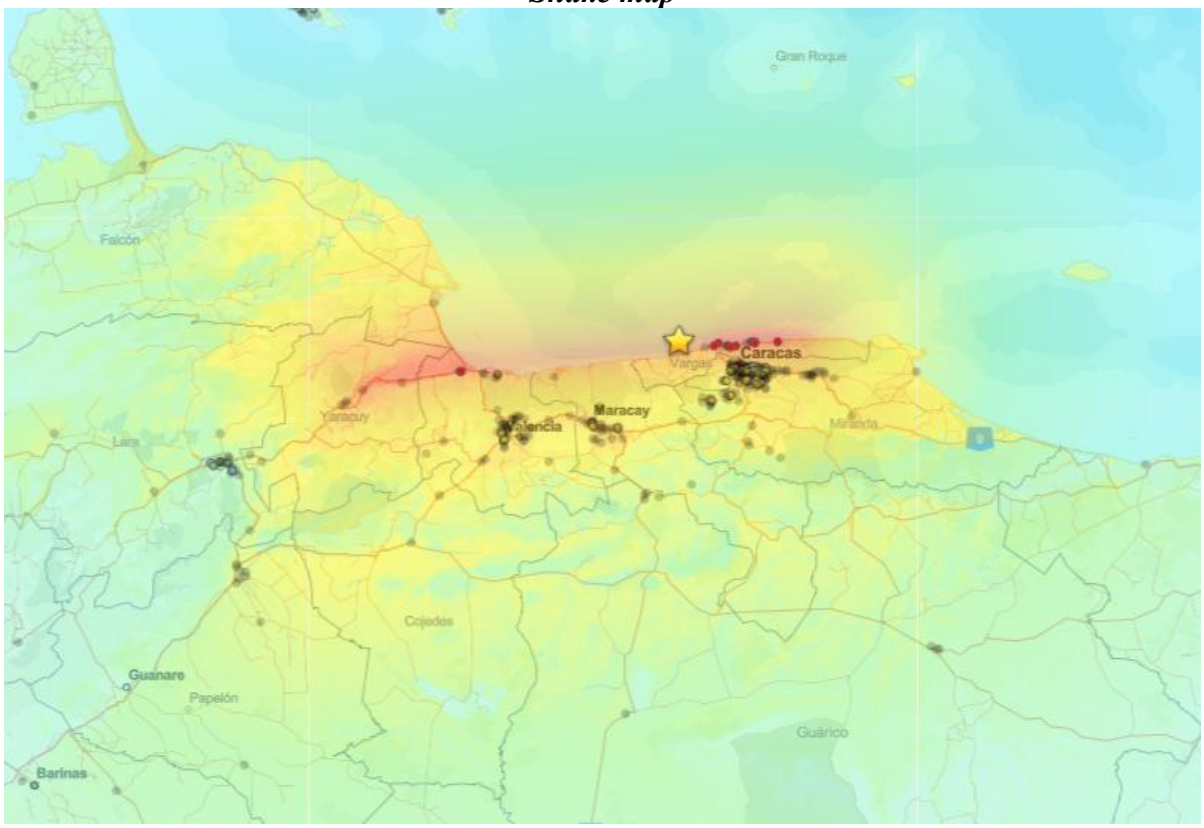
*Proyección en superficie de la distribución del deslizamiento (*slip*).*

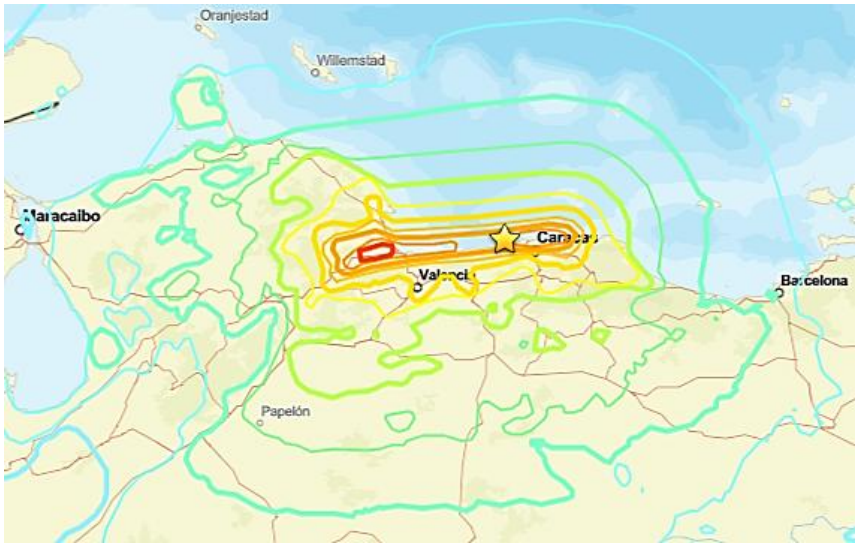

USGS Community Internet Intensity Map
NEAR COAST OF VENEZUELA
2026-06-24 22:05:03 UTC 10.6221N 67.1935W M7.5 Depth: 10 km ID:us6000t7zp
12°N
11°N
10°N
9°N
69°W
68°W
67°W
66°W
Willemstad
7,5 USGS
Caracas
Puerto Cabello
Los Teques
Valencia
Santa Teresa
Villa de Cura
San Juan de los Morros
San Carlos
Zaraza
Valle de la Pascua
784 responses, 766 plotted in 178 blocks (Max CDI = IX)
50 miles
SHAKING | Not felt | Weak | Light | Moderate | Strong | Very strong | Severe | Violent | Extreme
DAMAGE | none | none | none | Very light | Light | Moderate | Moderate/Heavy | Heavy | Very Heavy
INTENSITY | I | II-III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X+
Processed: Tue Jul 28 06:46:53 2026 vmdyf11



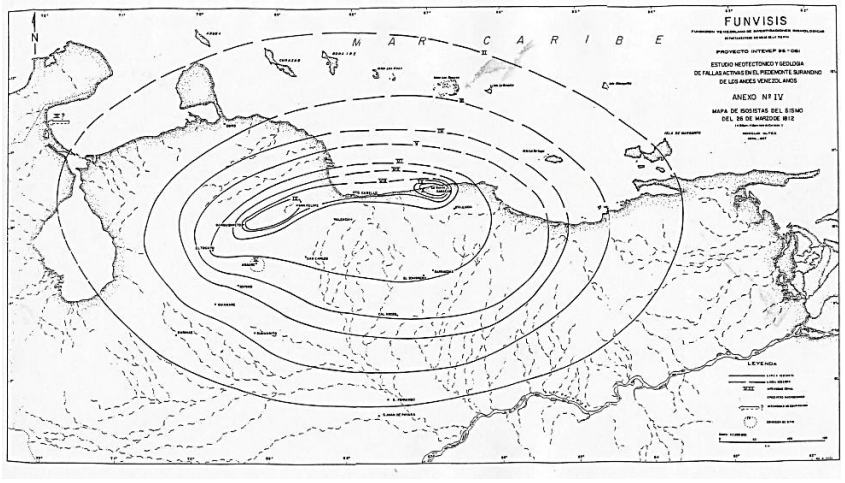
***Función temporal de la fuente sísmica**, que muestra la variación de la tasa de liberación del momento sísmico con el tiempo transcurrido desde el origen del terremoto, normalizada respecto de la tasa máxima de liberación del momento (indicada en la esquina superior derecha de la figura). La línea roja discontinua representa el final interpretado de la ruptura.*

"Shake map"

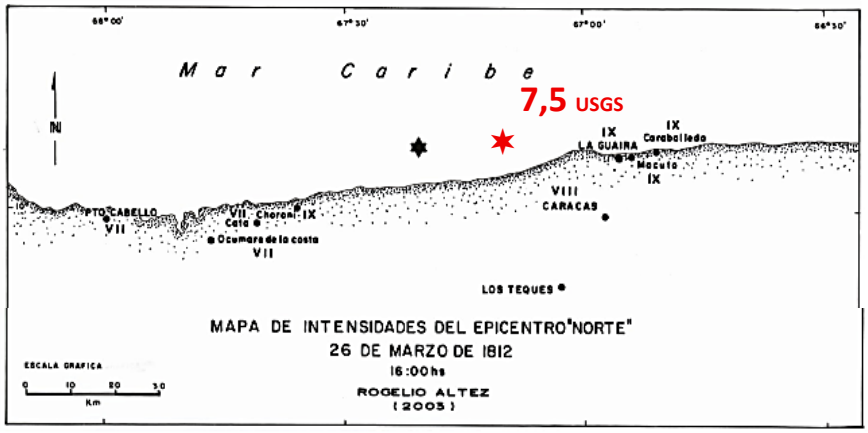




1.2. Comparaciones con el terremoto del 26 de marzo de 1812



"Mapa de isosistas del terremoto del 23 de marzo de 1812" [5]



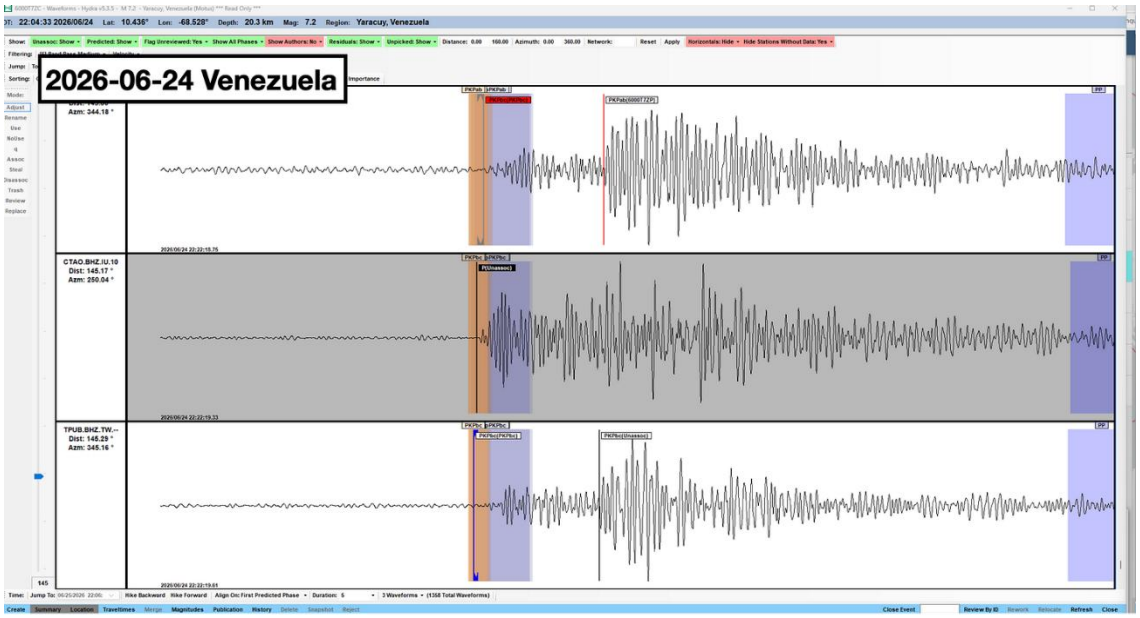
[6]

[5] Mapa elaborado por el Dr. Rogelio ALTEZ, divulgado en: FUNVISIS, Estudio neotectónico y geología de fallas activas ene. Piedemonte surandino de los Andes venezolanos, Proyecto INTEVEP 95-061, Abril, 1997.

[6] "*Para el caso de la región afectada en torno a la zona costera, las poblaciones con mayor cantidad de daños (Caracas, La Guaira, Macuto, Choroní), el epicentro más probable, que se hallaría en el mar, estaría ubicado en 10°10'N -67°20'O, con un margen de error de unos 20 km*". En R. ALTEZ: "*Todo lo que se movió en 1812...*", p. 157.

1.3. ¿Un terremoto o dos?

El 28 de junio[7], Judith A. Hubbard y Kyle Bradley publican el artículo "*Venezuela: One earthquake or two? A look into the data as the USGS saw it"*, en el cual se explica las razones del USGS en catalogarlo como un doblete y presentan interesantes explicaciones sobre este notable evento.



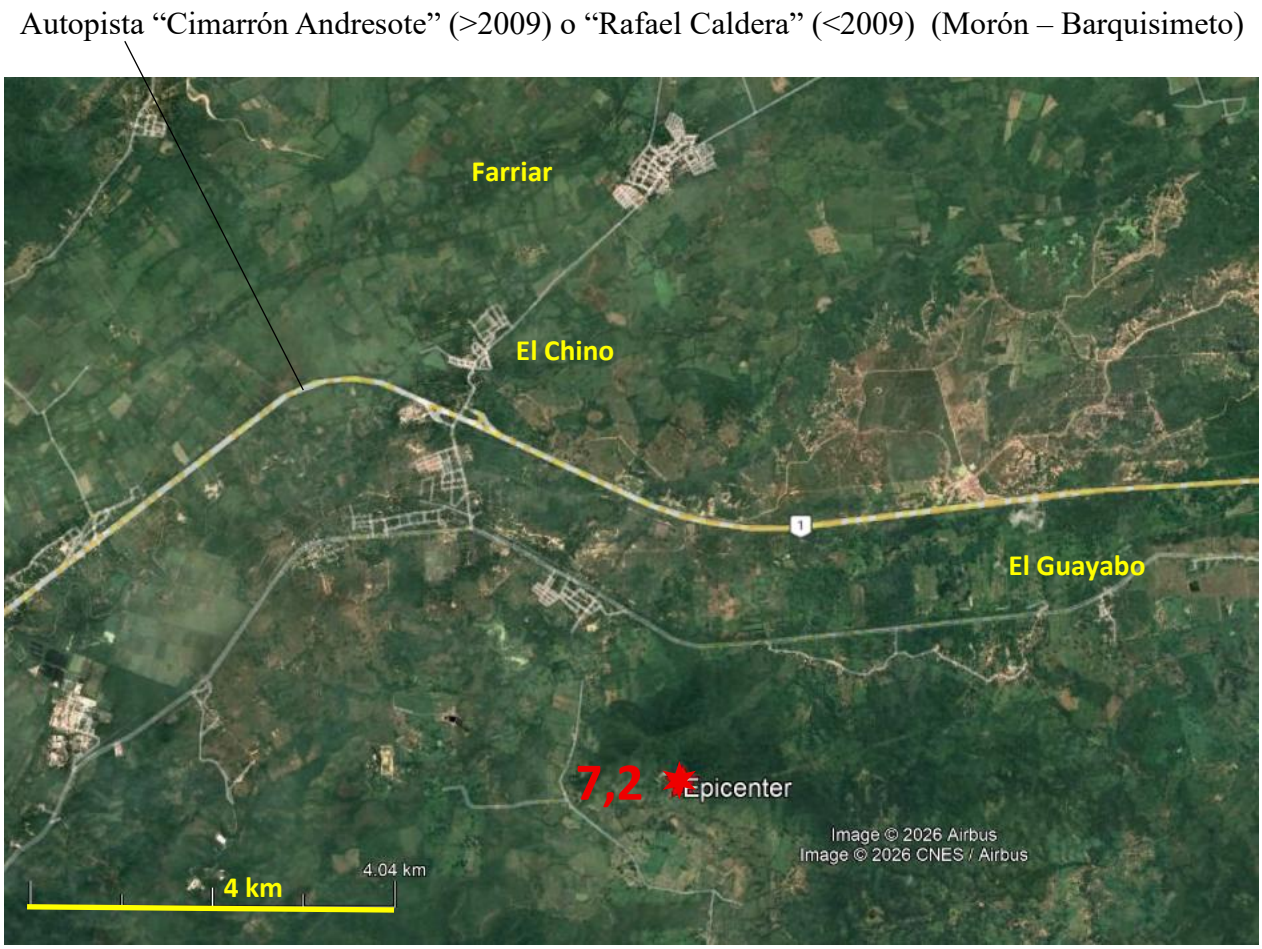
"...sismogramas del terremoto de Venezuela comenzaron con un prolongado período de oscilaciones de baja amplitud, interrumpido por un aumento brusco de la amplitud."

1.4. Nuevas ubicaciones de los epicentros según USGS (28 de julio)

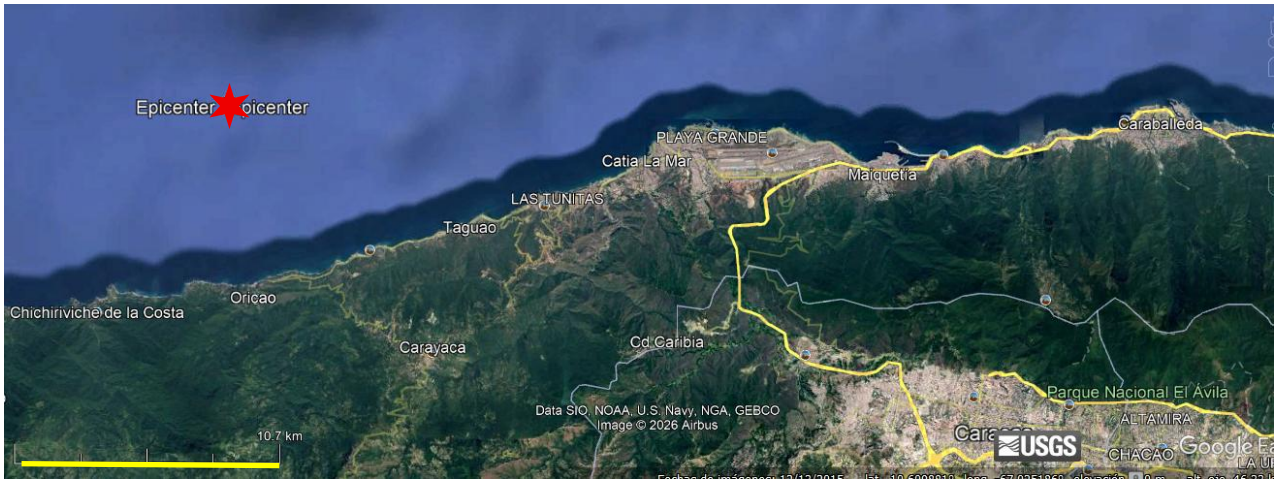
La distancia entre los epicentros: ca.151 km.

[7] HUBBARD Judith A. y Kyle BRADLEY. 2026 junio 28. **Venezuela: One earthquake or two? A look into the data as the USGS saw it**. *Earthquake Insights* https://earthquakeinsights.substack.com/p/venezuela-one-earthquake-or-two

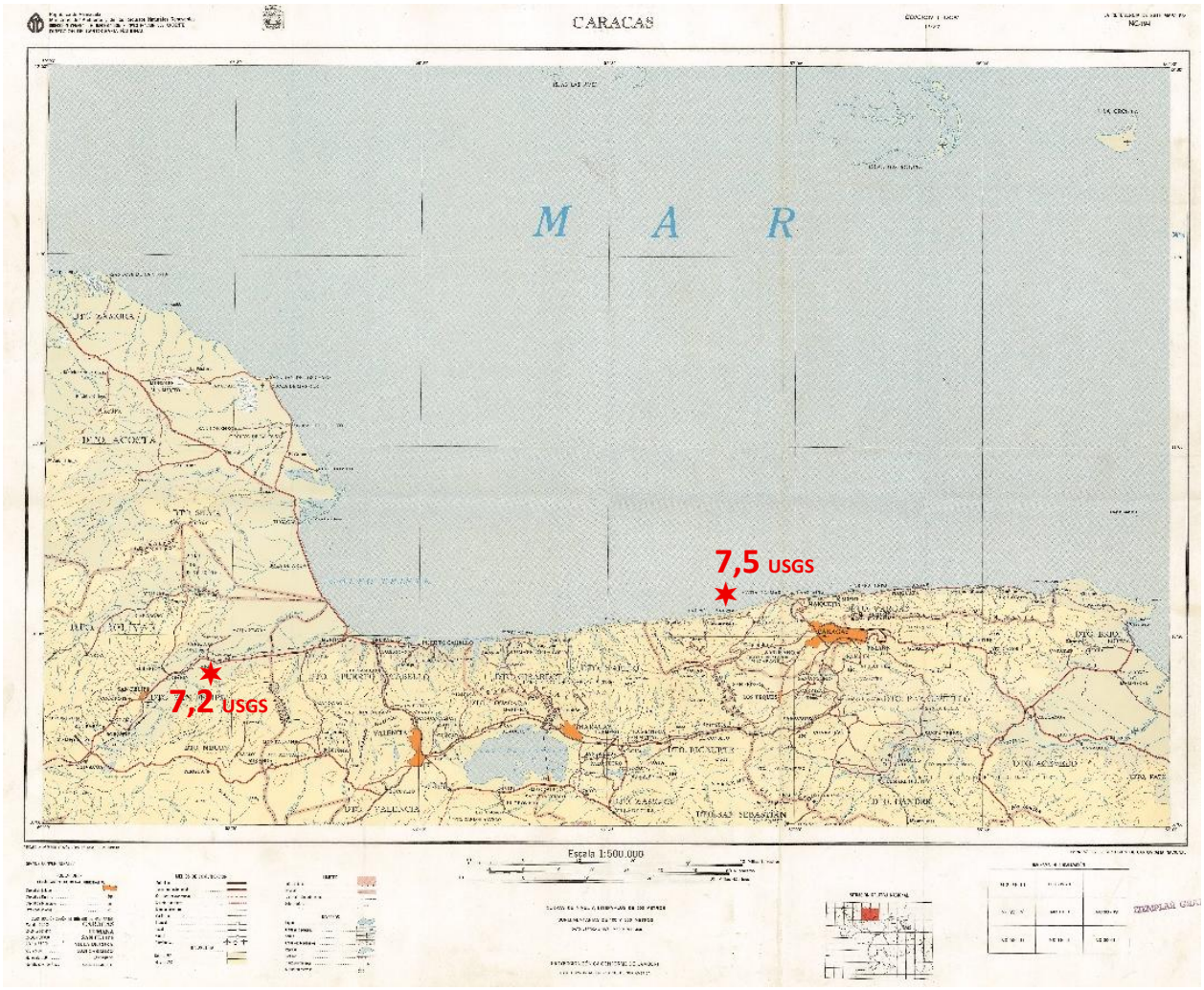
El terremoto ha generado un amplio debate acerca de la naturaleza de su proceso de ruptura. Mientras el NEIC del USGS ha catalogado la secuencia como dos terremotos de magnitudes Mw 7,2 y Mw 7,5, separados por aproximadamente 39 segundos y, diversos investigadores han planteado que ambos forman parte de un único proceso de ruptura complejo. El artículo examina esta controversia a partir de la información publicada por el USGS y de las explicaciones proporcionadas por el Dr. William Yeck, quien participó directamente en el análisis del evento. Los resultados a la fecha indican que la ruptura comenzó como un evento relativamente moderado y evolucionó rápidamente hasta convertirse en una ruptura de aproximadamente 170 km de longitud, con desplazamientos máximos del orden de varios metros. El modelo preliminar sugiere que el proceso pudo iniciarse sobre un ramal de la falla de Boconó, propagándose posteriormente hacia la falla de San Sebastián, donde ocurrió la mayor liberación de momento sísmico. Más allá de la clasificación del evento como uno o dos terremotos, se muestra complejidad de los procesos de ruptura en grandes terremotos de rumbo.



Primer terremoto M7.2. Toda el área del mapa queda incluida dentro del radio de incertidumbre de la determinación epicentral.

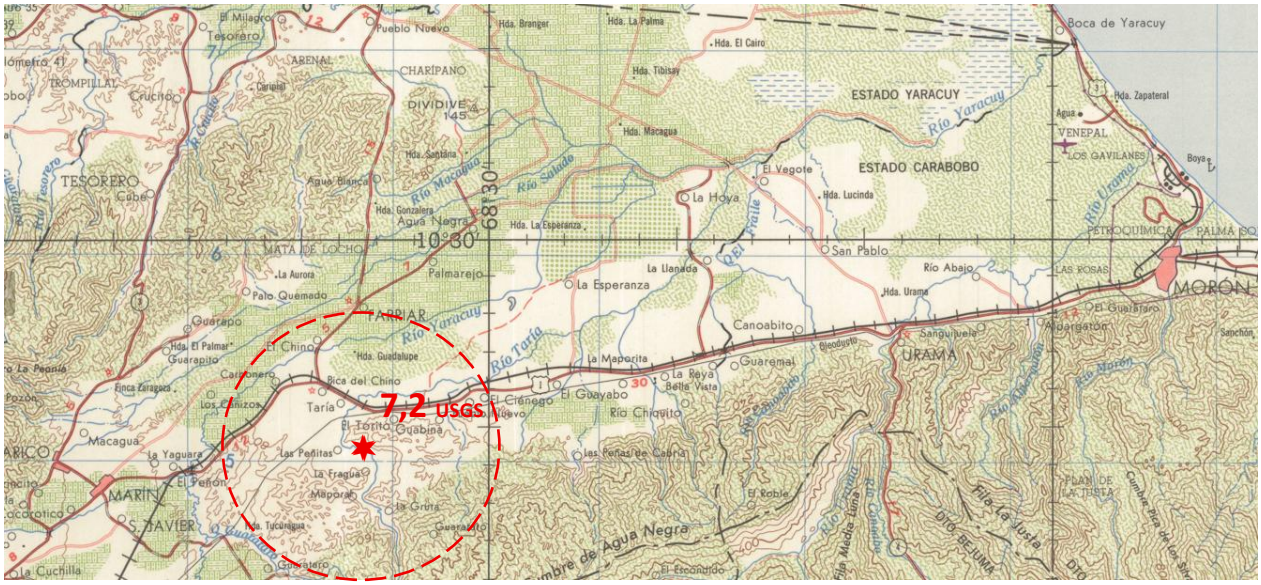


Segundo terremoto M7.5 ubicado a 21 km al oeste del terminal del Aeropuerto Internacional Simón Bolívar de Maiquetía, o 7 km costa afuera al norte de Oricao.



1.5. Hoja NC-19-I, DCN, 1:500k. 1977.

1.6. Hoja NC-19-7, 1:250k. DCN, 1977

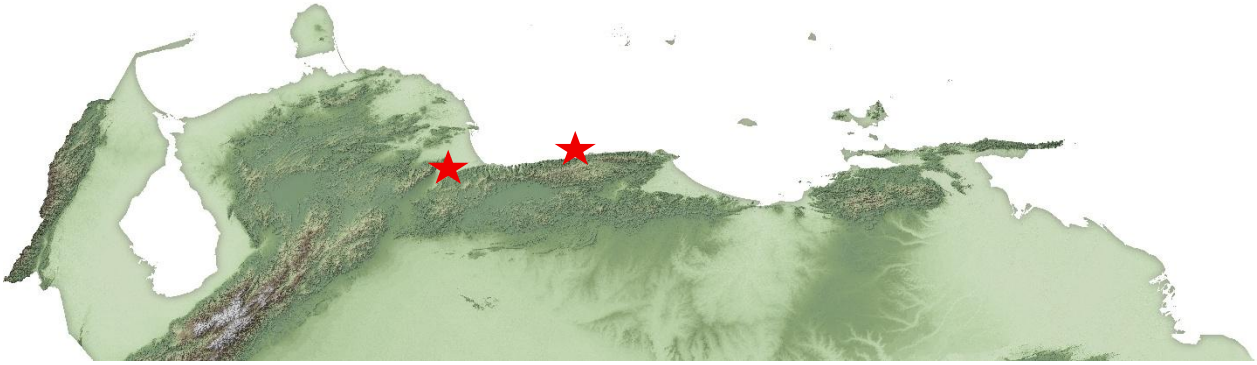


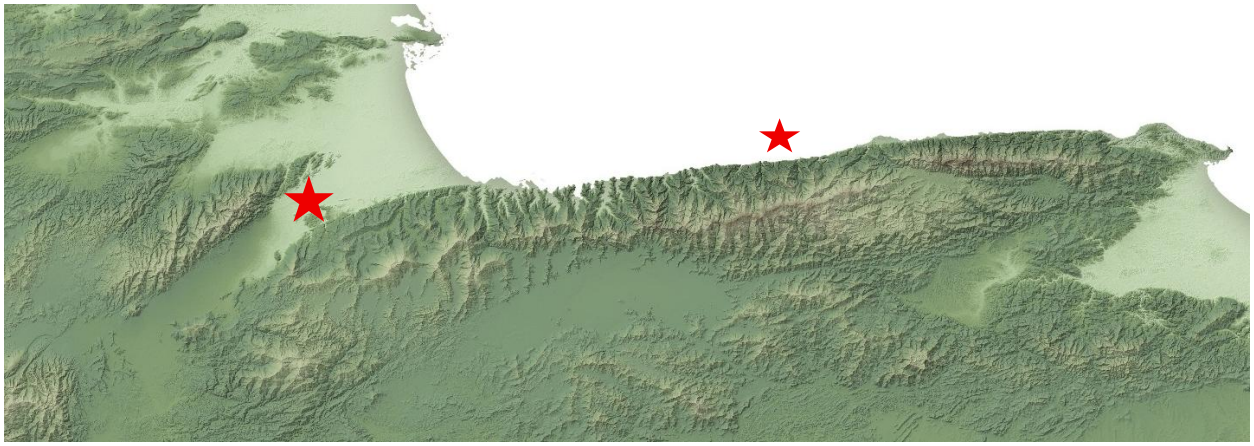
Círculo de incertidumbre de ± 8,1 km

Hoja NC-19-8

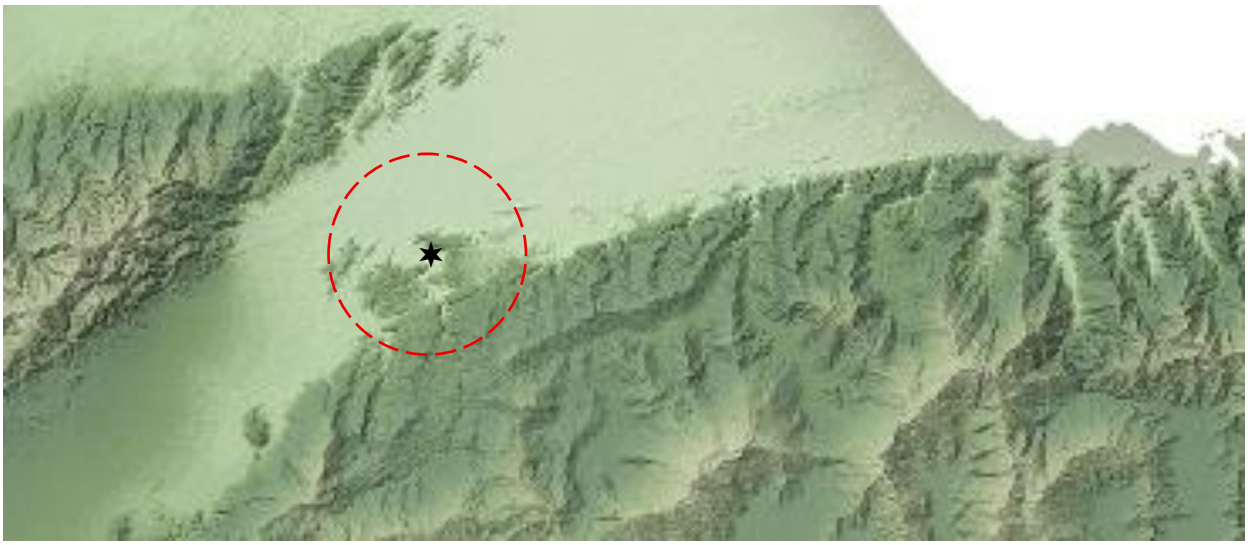
Círculo de incertidumbre de ± 6,4 km

1.7. **2004, Modelo Digital de Elevación**, misión SRTM[8]

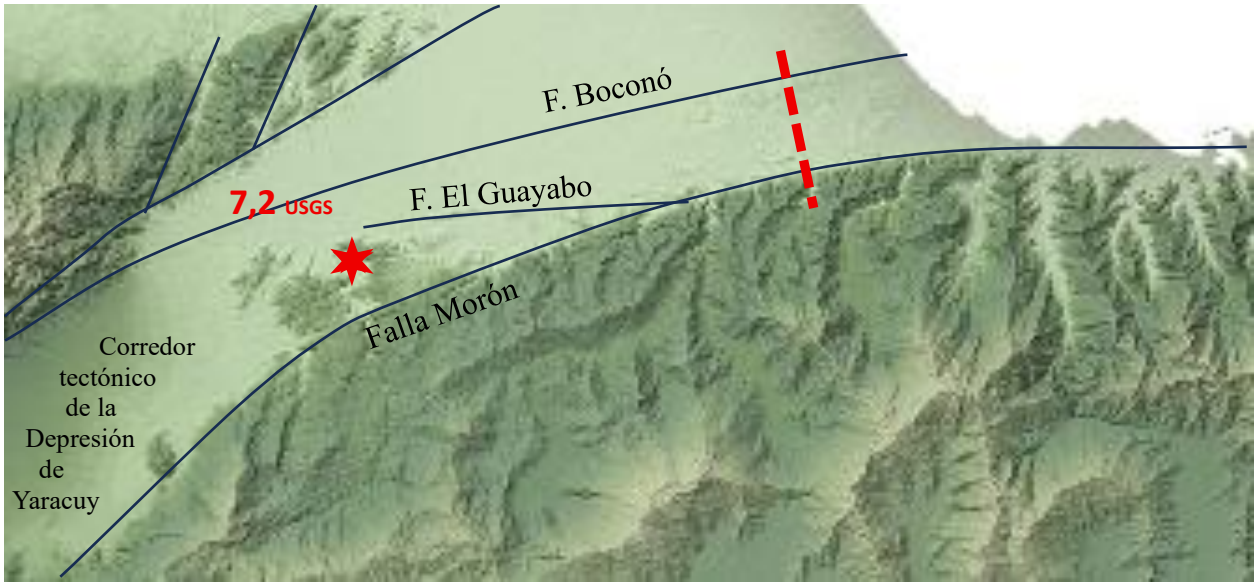




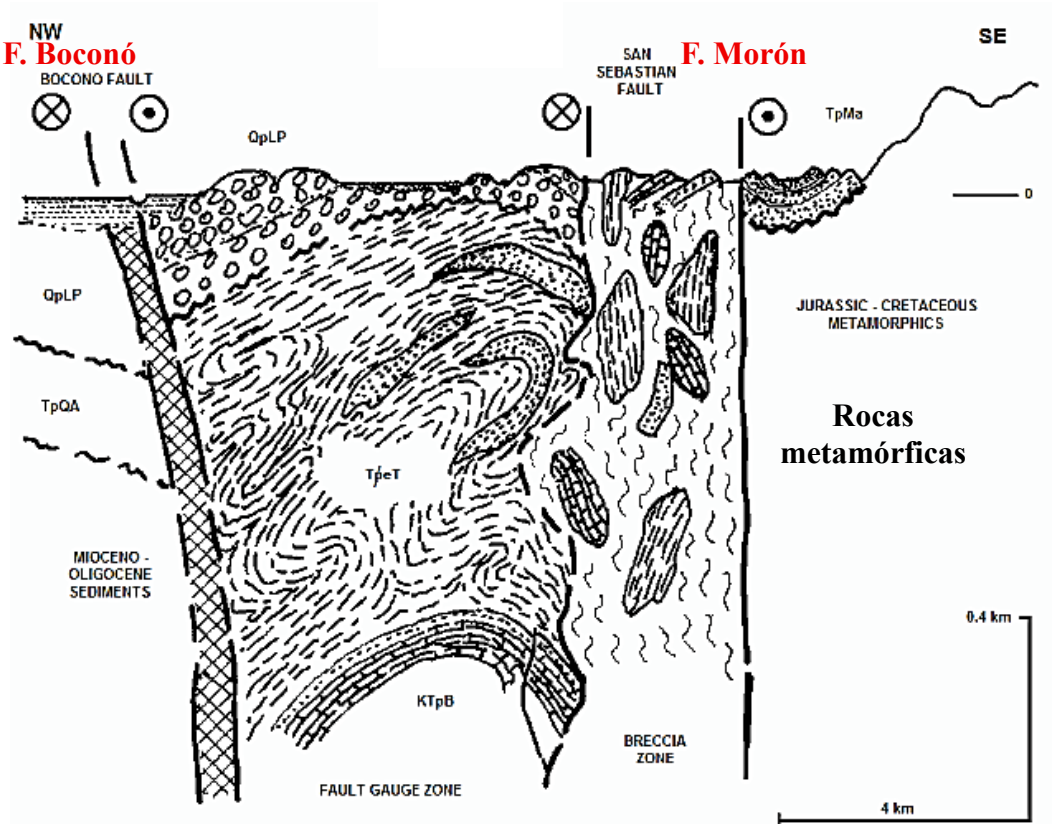
M7.2 M7.5



[8] GARRITY C. P., HACKLEY P. C. & URBANI F. 2004. *Digital shaded relief map of Venezuela*. U.S. Geological Survey Open-File Report 2004-1322 http://pubs.usgs.gov/of/2004/1322

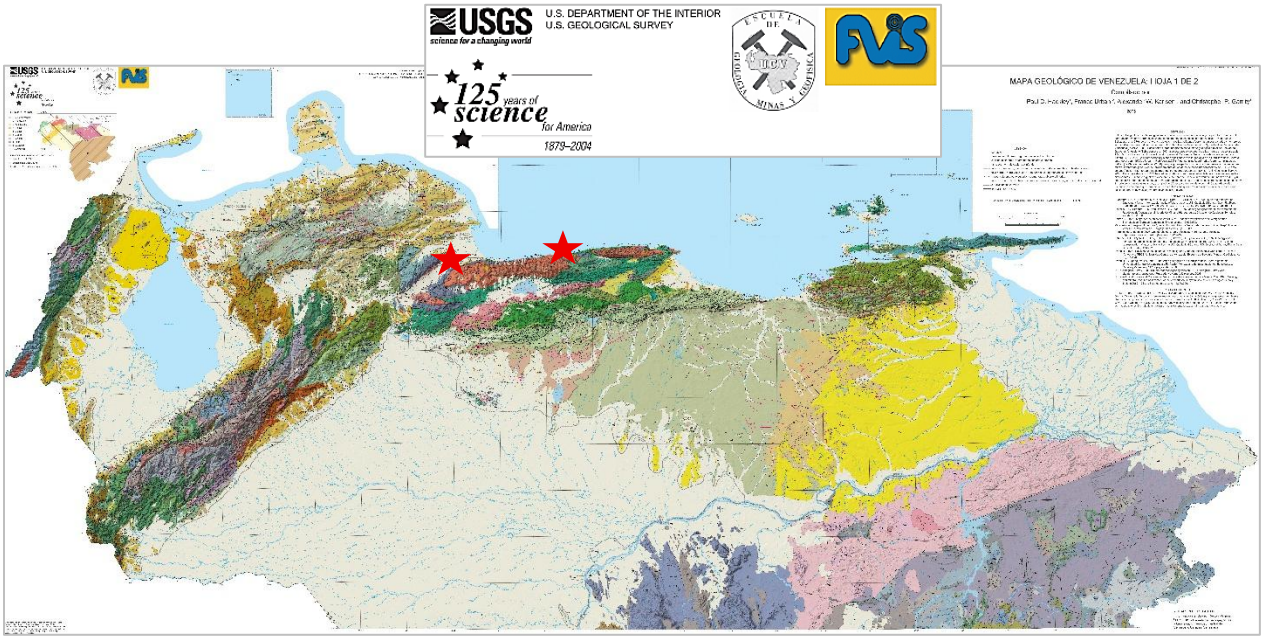


La línea roja segmentada ubica el perfil geológico de abajo.

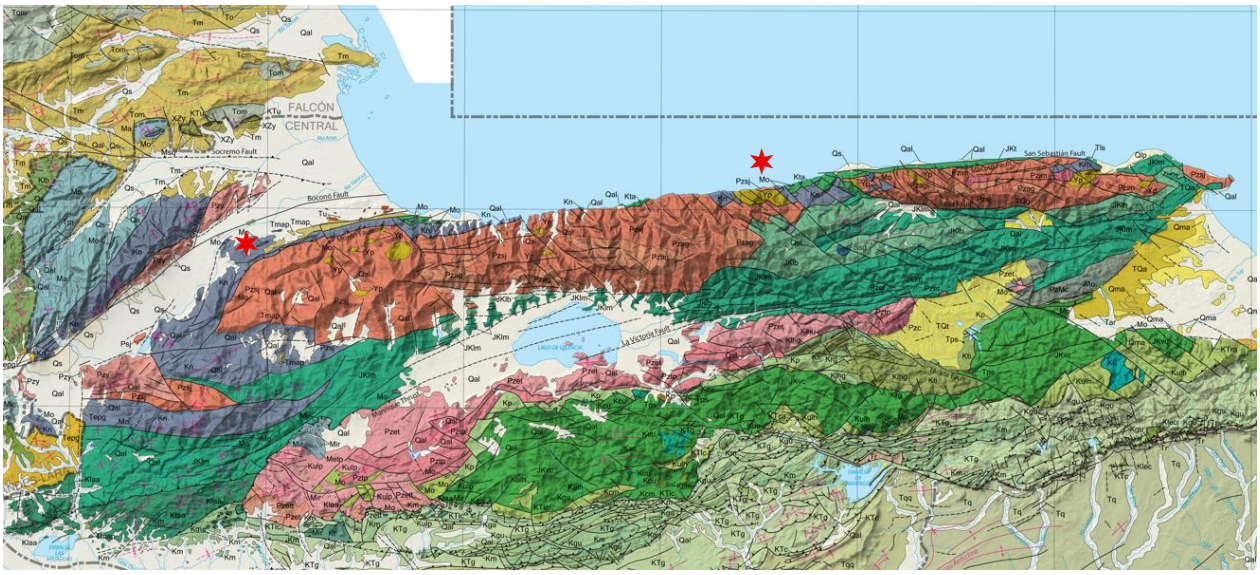


Sección geológica esquemática entre las fallas de San Sebastián y Morón, donde se forma un Corredor de Falla (*fault corridor*) (MACSOTAY *et al*. 2005). [9]

[9] MACSOTAY O., PERAZA T. y FURRER M. 2005. El sustrato Cretácico de las psefitas Pleistocenas de la sierra de Falcón en la sub cuenca de Casupal. Venezuela. *Geos*, UCV, Caracas, 38: 119 + 20 p. en CD (Carpeta 73).

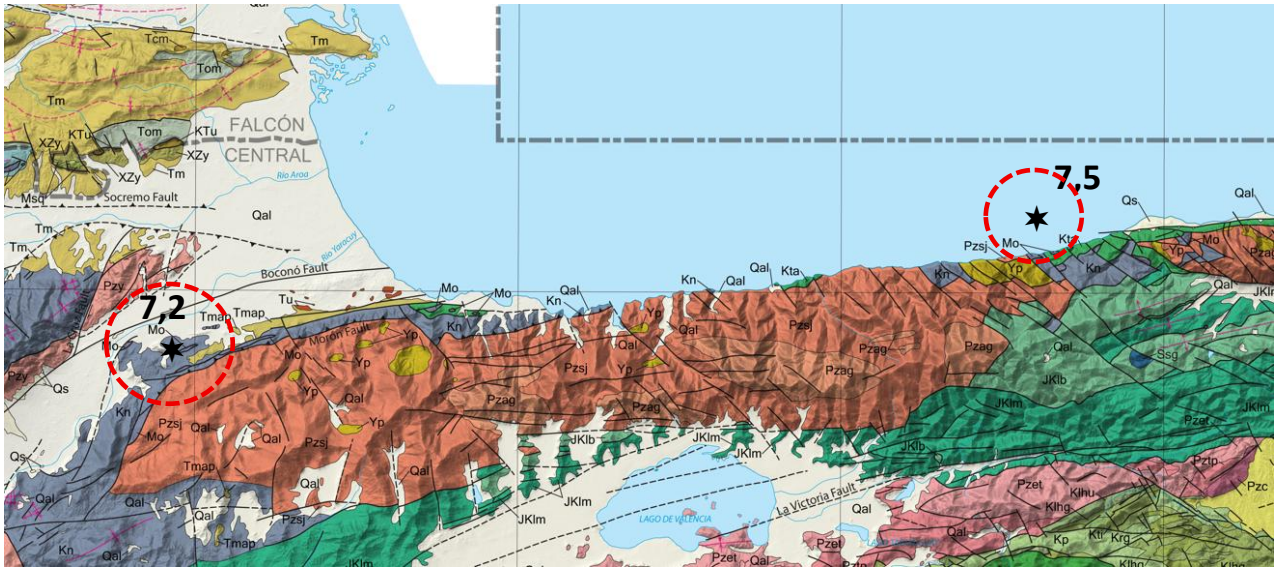


1.8. Mapa geológico de Venezuela, hoja norte (HACKLEY et al. 2005)[10].



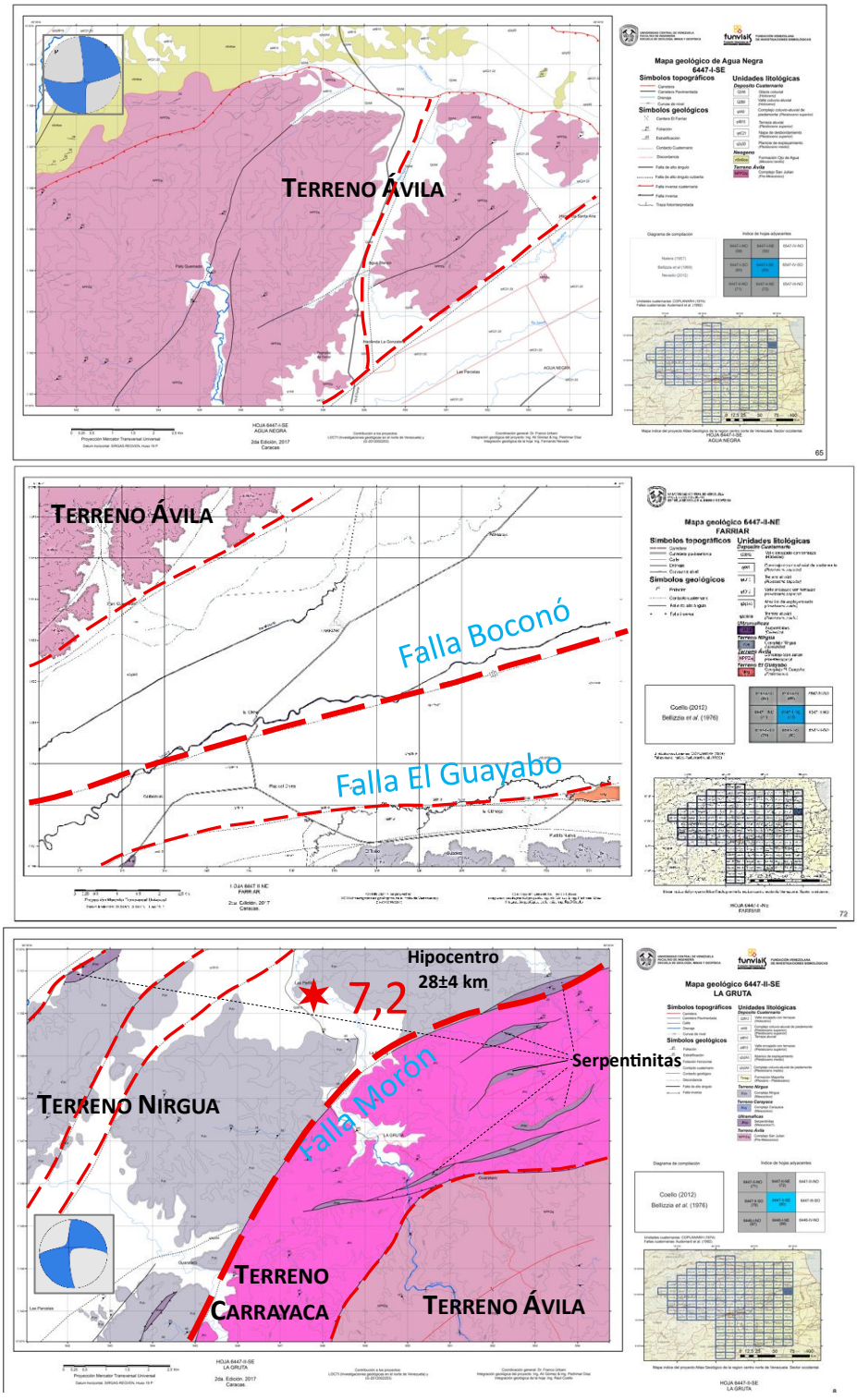
Epicentros de los sismos del 24 de junio de 2026. Estado Yaracuy.

[10] HACKLEY Paul C., Franco URBANI PATAT, Alex W. KARLSEN & Christopher P. GARRITY. 2005. *Geologic Shaded Relief Map of Venezuela*. U.S. Geological Survey, Open File Report 2005-1038. 1:750k. https://www.researchgate.net/publication/295691821



Círculos incertidumbre de ±8,1 y ±6,4 km.

1.9. Ubicación de las hojas geológicas a escala 1:25k.

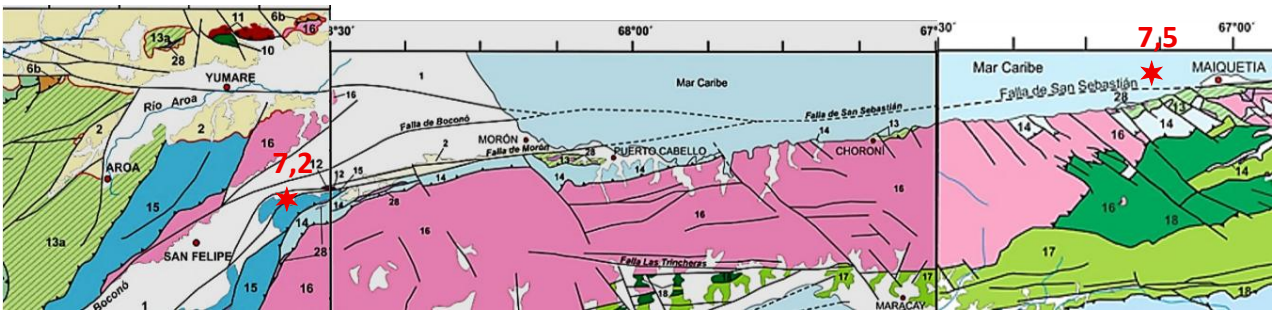


Probablemente la Falla Morón *s.s.* esté parcialmente "lubricada" por cuerpos de serpentinita, que afloran desde aquí hasta cerca de Puerto Cabello.

Epicentro M7.2 del USGS en los mapas geológicos 6447-I-SE Agua Negra, 6447-II-NE Farriar, 6447-II-SO La Gruta.[11] Cuadrícula de 1 km. (Escala original 1: 25k).

[11] Corresponden a las hojas 65, 72 y 80 de: URBANI F. 2021. *Geología del norte de los estados Lara y Yaracuy*. Caracas: Ediciones ANIH y Fundación Geos – Universidad Central de Venezuela. 612 pp. https://www.researchgate.net/publication/355164656

1.10. Epicentros en mapa geológico con la distribución de terrenos tectonoestratigráficos [12]



Neoautóctono
1 Cuaternario (Q)
2 Neógeno (N)

Para-autóctono no metamórfico
4 Olistostromo de Platillón (E)
5 Napa Piemontina (K2-E)

Alóctono metamórfico
Serranía del Litoral
Faja Costera
12 Terreno El Guayabo (NP) (GR)
13 Terreno Tacagua (K2) (EVC)
14 Terreno Carayaca (J3-K1) (AP-BT)
Faja Ávila (EVC-ANF)
15 Terreno Nirgua (P-J)
16 Terreno Ávila (PR-PZ)
Faja Caracas (EVC)
17 Terreno Las Mercedes (K2)
18 Terreno Las Brisas (K1)

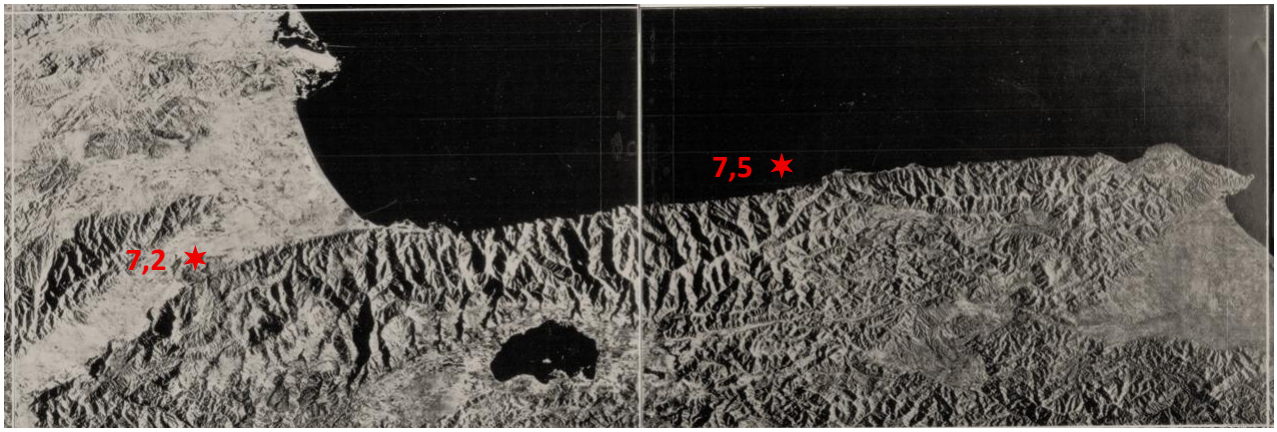
Serranía del Interior
Faja Caucagua - Tinaco (EVC-GR)
19 Terreno Tinaco (NP-K1)
19a Peridotita de Tinaquillo (NP)
19b Formación Mamonal (K1)
20 Terreno Cachinche (NP-PZ)
21 Terreno Tucutunemo (P)
Faja Loma de Hierro (pEV-EVC)
23 Terreno Paracotos (K2)
24 Terreno Loma de Hierro (K1-E)
Faja Villa de Cura (AP-BT)
25 Terreno Villa de Cura (K1)
26 Terreno San Sebastián (K1)
26a Plutónicas máficas y ultramáficas(K2)
Ultramáficas diversas
28 Ultramáficas (J-K1)
Paleo-discontinuidad de Mohorovich
Discordancia pre-cuaternaria

Para información sobre las unidades metamórficas véase URBANI (2021)[13].

[12] Mapas tomados del Cap. 4 del libro: URBANI PATAT Franco (Editor). 2025. *Geología de la Región Septentrional de Venezuela. Volumen 1. Evolución del conocimiento geológico y síntesis de los terrenos tectonoestratigráficos.* Caracas: Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat y Fundación Geos – UCV. xxvi + 1.091 pp. https://www.researchgate.net/publication/398427479

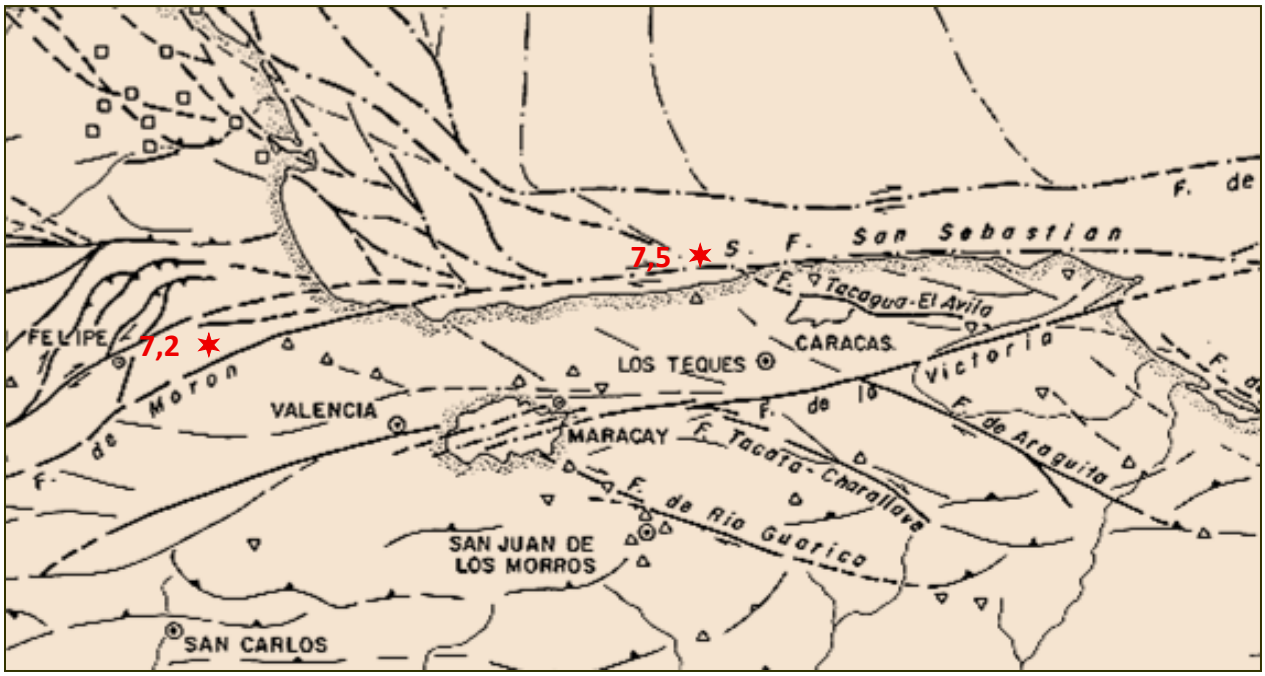
[13] URBANI F. 2021. *Geología del norte de los estados Lara y Yaracuy*. Caracas: Ediciones ANIH y Fundación Geos – Universidad Central de Venezuela. 612 pp. https://www.researchgate.net/publication/355164656

1.11. 1974. Imagen de Radar Lateral (SLAR)



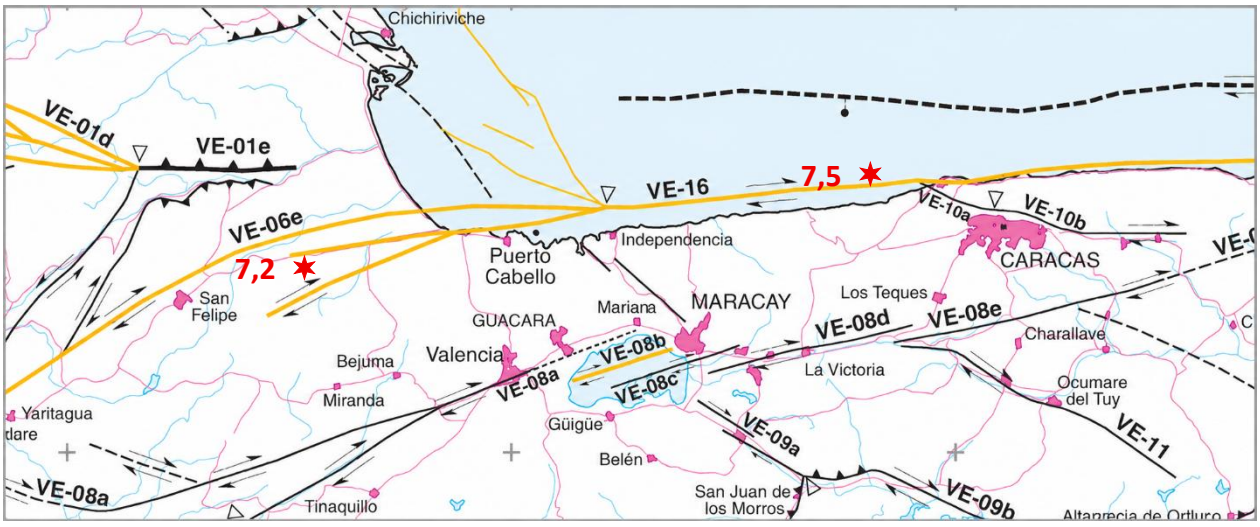
1.12. 1993

BELTRÁN C. 1993. *Mapa neotectónico de Venezuela*. Caracas: Edic. FUNVISIS, Escala 1:2.000.000



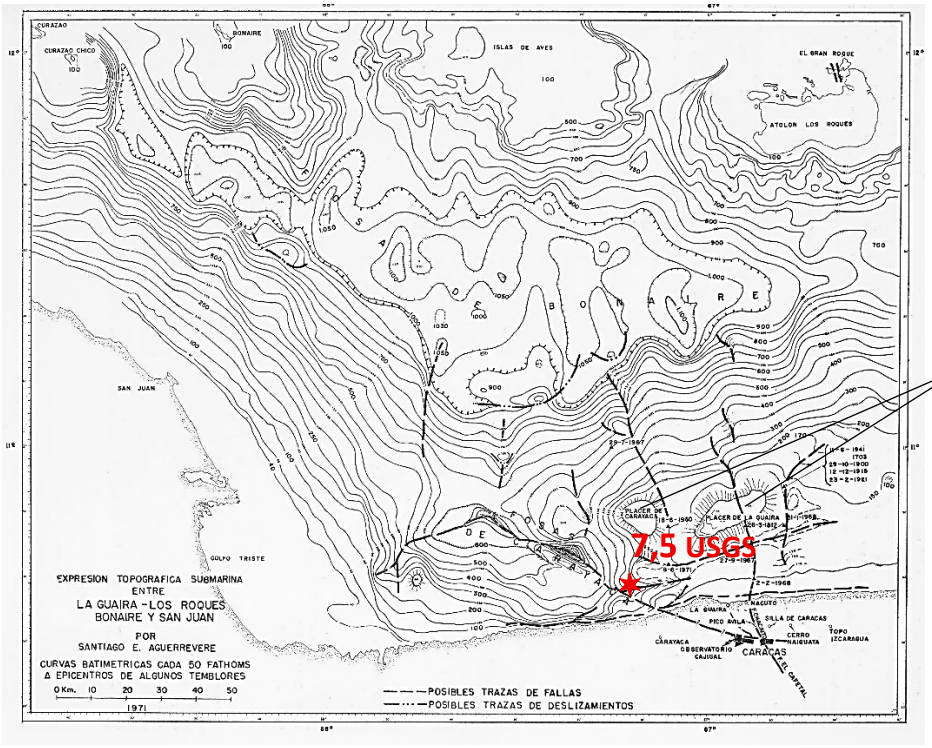
1.13. 2000

AUDEMARD F., M. N. MACHETTE, J. W. COX, R. L. DART Y K. M. HALLER. 2000. Map and Database of Quaternary Faults in Venezuela and its Offshore Regions. *USGS Open-File Report 00-018*. [14]

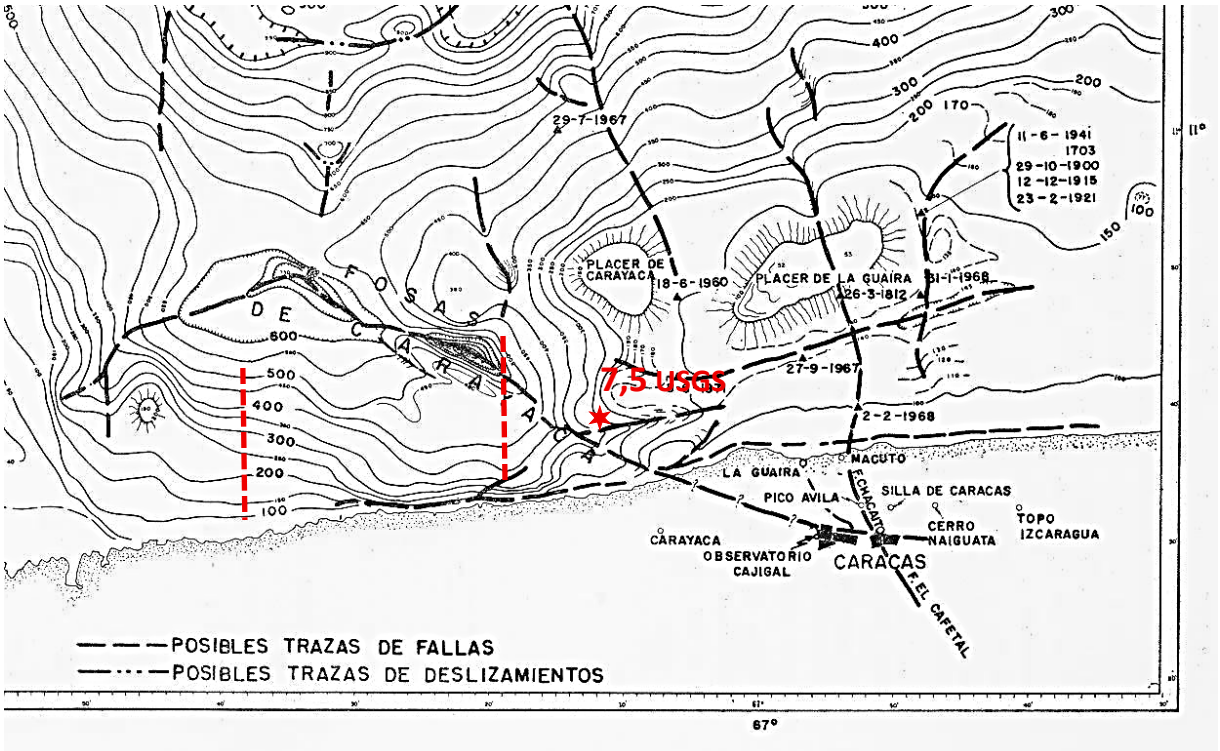


[14] Mapa: https://pubs.usgs.gov/of/2000/ofr-00-0018/ofr-00-0018.pdf
Informe: https://pubs.usgs.gov/of/2000/ofr-00-0018/ofr-00-0018pamphlet.pdf

1.14. Epicentro USGS M7.5 en el mapa batimétrico de AGUERREVERE (1972)[15]



Durante el período del máximo glacial hace unos 26-20 ka, los placeres Carayaca y La Guaira eran islas.

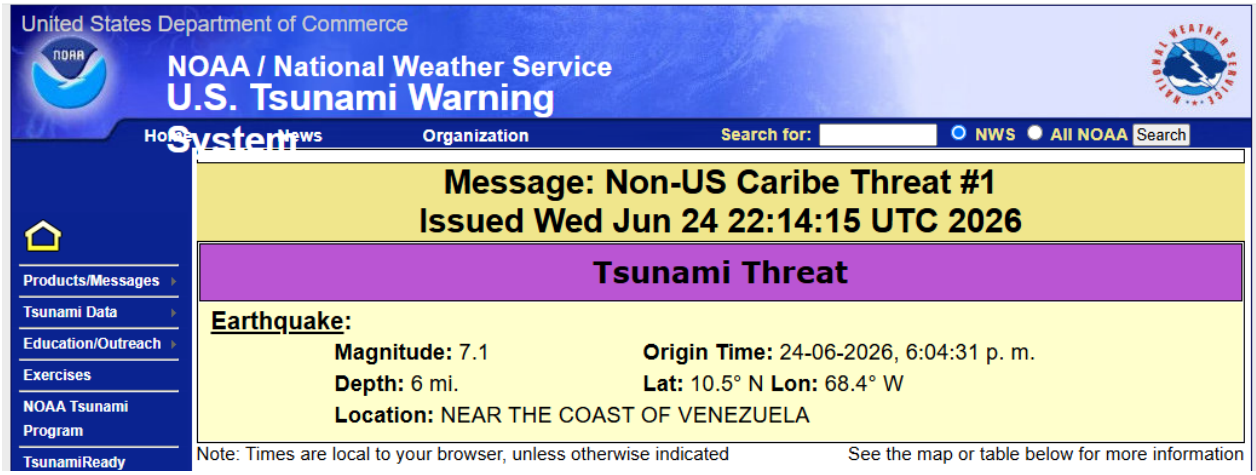


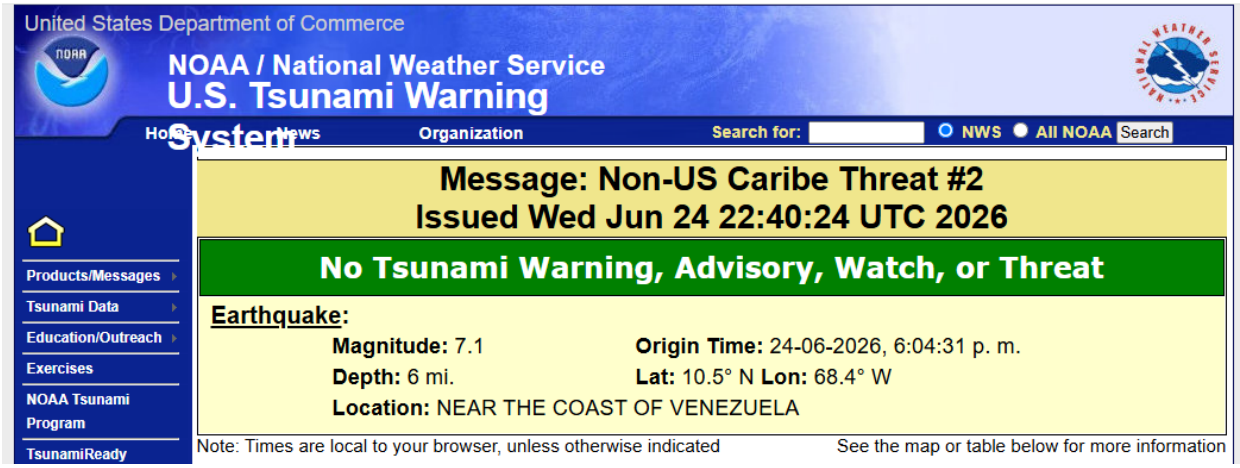
Las líneas **rojas** ubican los perfiles sísmicos que se presentan en las págs. 46 y 47.

[15] AGUERREVERE S. E. 1972. Expresión topográfica del fondo submarino frente a La Guaira y sus relaciones con algunos terremotos. *Memorias VI Conferencia Geológica del Caribe*, Porlamar, 1971. Caracas, Edic. Cromotip, pp. 372-374. PDF cortesía del Ing. M.Sc. Jhonny Casas. Las coordenadas USGS en WGS84 de 10,662-67,194, representan en datum PSAD56 como 10,654 -67,190,

1.15. Alerta de Tsunami [16]

Un primer mensaje ("Tsunami Threat") fue emitido pocos minutos después del terremoto y, poco tiempo después se retiró la advertencia.





Según vídeos diseminados en redes sociales, en Choroní se observó que el mar se retiró varias decenas de metros y luego ingresó muy suavemente una ola de unos 60 cm de altura.

[16] https://www.tsunami.gov/?p=PHEB%2F2026%2F06%2F24%2F26175001%2F1%2FWECA41

2. Epicentros según la *Deutsches GeoForschungsZentrum* (GFZ), Potsdam, Alemania

El 26 de junio la GFZ publicó una solución independiente[17] con dos terremotos separados:

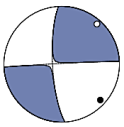
Magnitud 7.3 (Mw)

Día: 2026-06-24 Hora local: 18:04:32 PM

Epicentro: 68.52°W 10.41°N Profundidad: 10 km

Moment tensor solutions

GEOFON standard[1]



Time	2026-06-24 22:04:32
Magnitude	7.3
Latitude	10.41°N
Longitude	68.52°W
Depth	12 km

Nodal planes	Strike	Dip	Rake
	176°	77°	-1°
	267°	88°	-167°

https://geofon.gfz.de/eqinfo/event.php?id=gfz2026mhpf

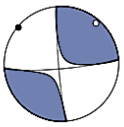
Magnitud 7.4 (Mw)

Día: 2026-06-24 Hora local: 18:05:05 PM

Epicentro: 67.10°W 10.69°N Profundidad: 10 km

Moment tensor solutions

GEOFON standard[1]



Time	2026-06-24 22:05:05
Magnitude	7.4
Latitude	10.69°N
Longitude	67.10°W
Depth	13 km

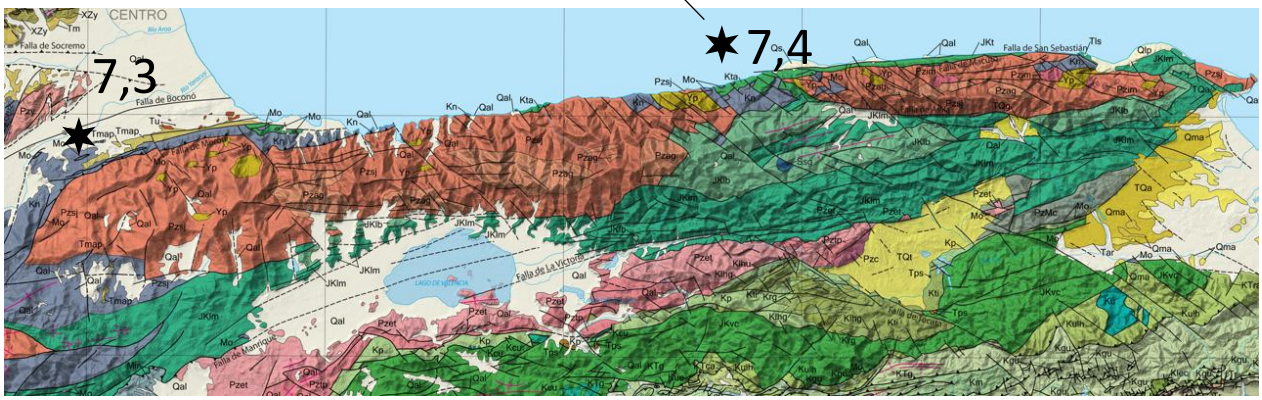
Nodal planes	Strike	Dip	Rake
	175°	85°	6°
	85°	83°	175°

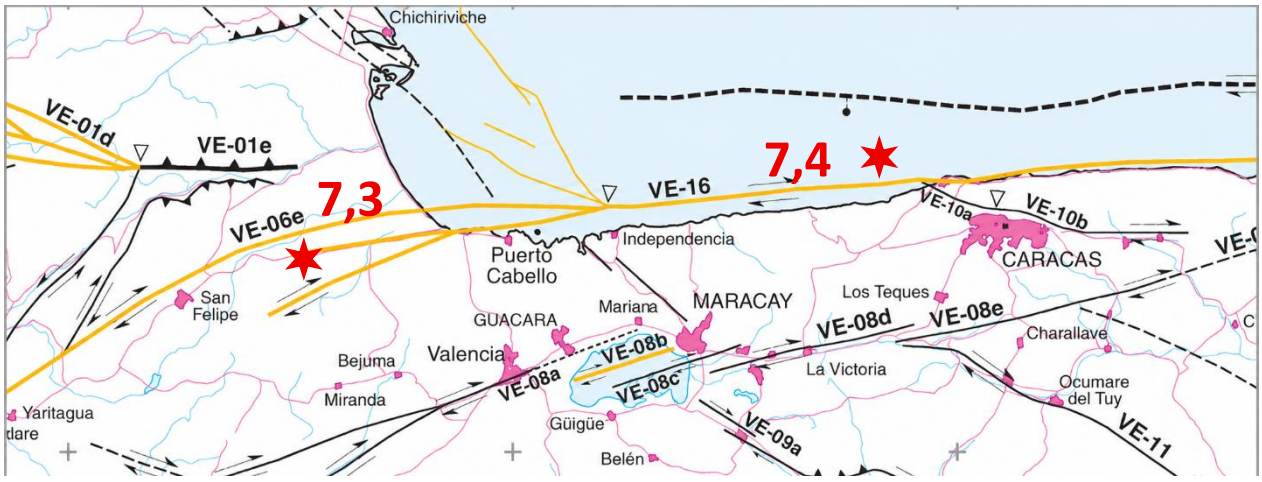
https://geofon.gfz.de/eqinfo/event.php?id=gfz2026mhpg

Los mecanismos focales de ambos sismos corresponden a fallas transcurrentes dextrales con rumbo este-oeste.

[17] Severe Earthquake in Venezuela | GFZ Information | Status Report. 06/26/2026 https://www.gfz.de/en/press/news/details/severe-earthquake-in-venezuela-gfz-information-status-report

Con los radios de incertidumbre de la nueva determinación del USGS (28 julio), el segundo terremoto de 7,5 coincide con la ubicación de GFZ





3. Epicentros según el EMSC [18]

Esta organización reúne la información de múltiples agencias y sus epicentros se acercan a aquellos de la USGS, a saber:

Centre Sismologique Euro-Méditerranéen
Euro-Mediterranean Seismological Centre

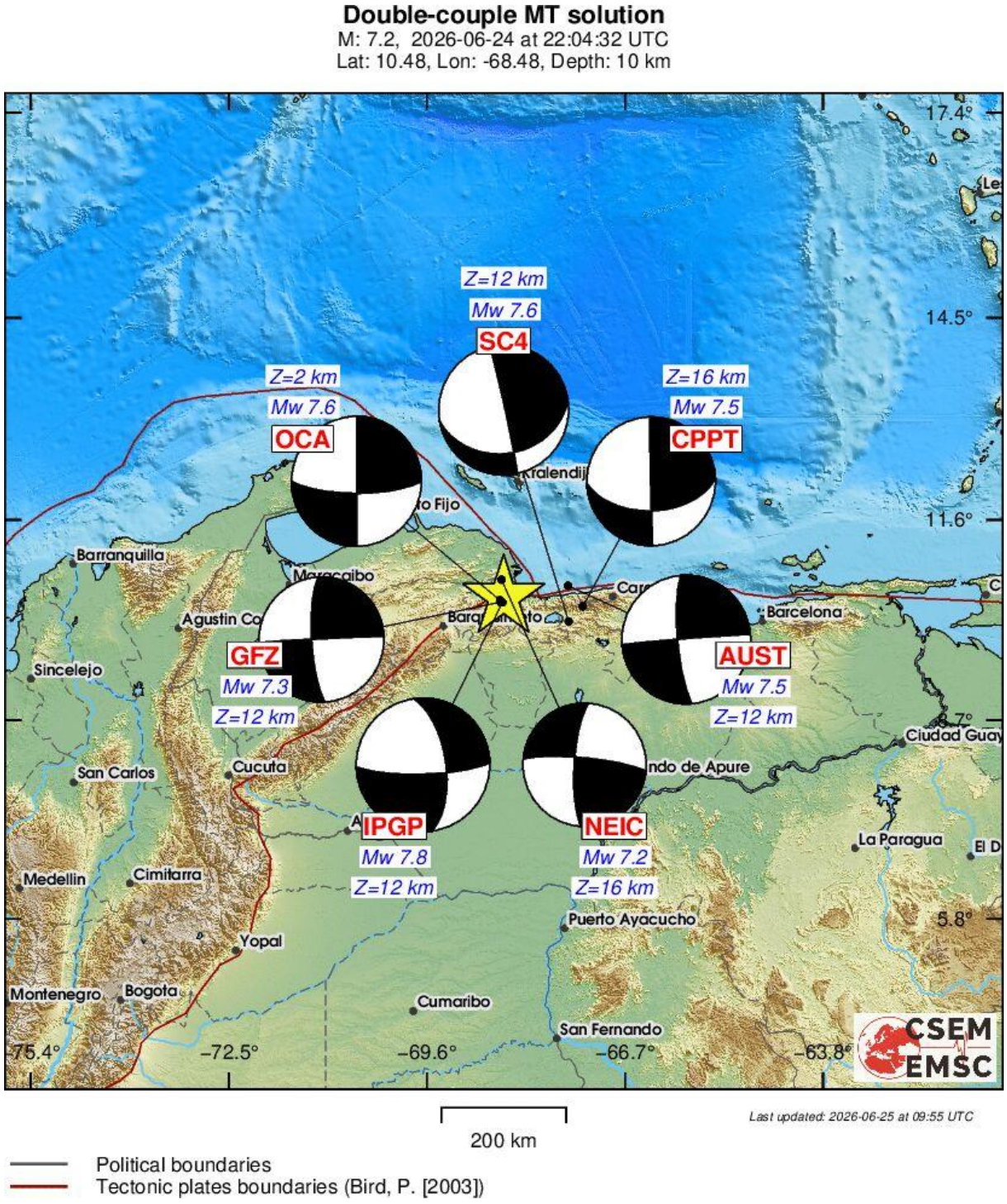
M7.2

Magnitude	7.2
Region	YARACUY, VENEZUELA
Date time	2026-06-24 22:04:32.7 UTC
Location	10.481 ; -68.475
Depth	10 km
Distance	62 km WNW of Valencia, Venezuela / pop: 1,619,000 / local time: 18:04:32.7 2026-06-24 33 km NE of San Felipe, Venezuela / pop: 206,000 / local time: 18:04:32.7 2026-06-24

All data providers for this event:

Geoscience Australia, Canberra, ACT, Australia -- Canberra, Australia (AUST)
Seismological Survey of Serbia -- Belgrade, Serbia (BEO)
British Geological Survey -- Edinburgh, United Kingdom (BGS)
National Institute for Earth Physics -- Bucharest, Romania (NIEP)
Centre National de la Recherche Scientifique et Technique -- Rabat, Morocco (CNRST)
French Polynesian Tsunami Warning Center - CEA -- Papeete, Polynesie Francaise - Tahiti (CPPT)
Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika -- Jakarta, Indonesia (BMKG)
Institute of Geophysics of the Czech Academy of Sciences -- Prague, Czech Republic (GFU)
GeoForschungsZentrum (GFZ) -- Potsdam, Germany (GFZ)
Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences -- Obninsk, Russia (GSRAS)
Instituto Portugues do Mar e da Atmosfera -- Lisbon, Portugal (IPMA)
Instituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia -- Rome, Italy (INGV) -- DOI: https://terremoti.ingv.it/en/iside
Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute -- Istanbul, Türkiye (KOERI)
Landsamt fur Geologie, Rohstoffe und Bergbau -- Freiburg, Germany (LED)
Instituto Geografico Nacional -- Madrid, Spain (IGN)
Ukrainian NDC, Main Center of Special Monitoring -- Kyiv, Ukraine (MCSM)
Malta Seismic Network, Seismic Monitoring and Research Unit (SMRU), University of Malta -- Imsida, Malta (MLT)
National Earthquake Information Center, U.S. Geological Survey -- Golden, United States (NEIC)
Pacific Tsunami Warning Center -- Honolulu, United States (PTWC)
Centro de Sismologia da Universidade de Sao Paulo (member of the RSBR) -- Sao Paulo, Brazil (USP)
Republican Seismic Survey Center or Azerbaijan National Academy of Sciences -- Baku, Azerbaijan (RSSC)
EMSC -- Arpajon, France (SC4)
Seismological and Volcanological Observatory Center -- Dhamar, Yemen (YSVOC)

[18] https://m.emsc-csem.org/Special_reports/?id=420
Two earthquakes of magnitude Mw 7.2 and Mw 7.5 hit Venezuela on June 24th 2026 at 22:04 and 22:05 UTC (at 18:04 and 18:05 in local time).



Soluciones de tensores de momento recibidas en EMSC para el M7.2

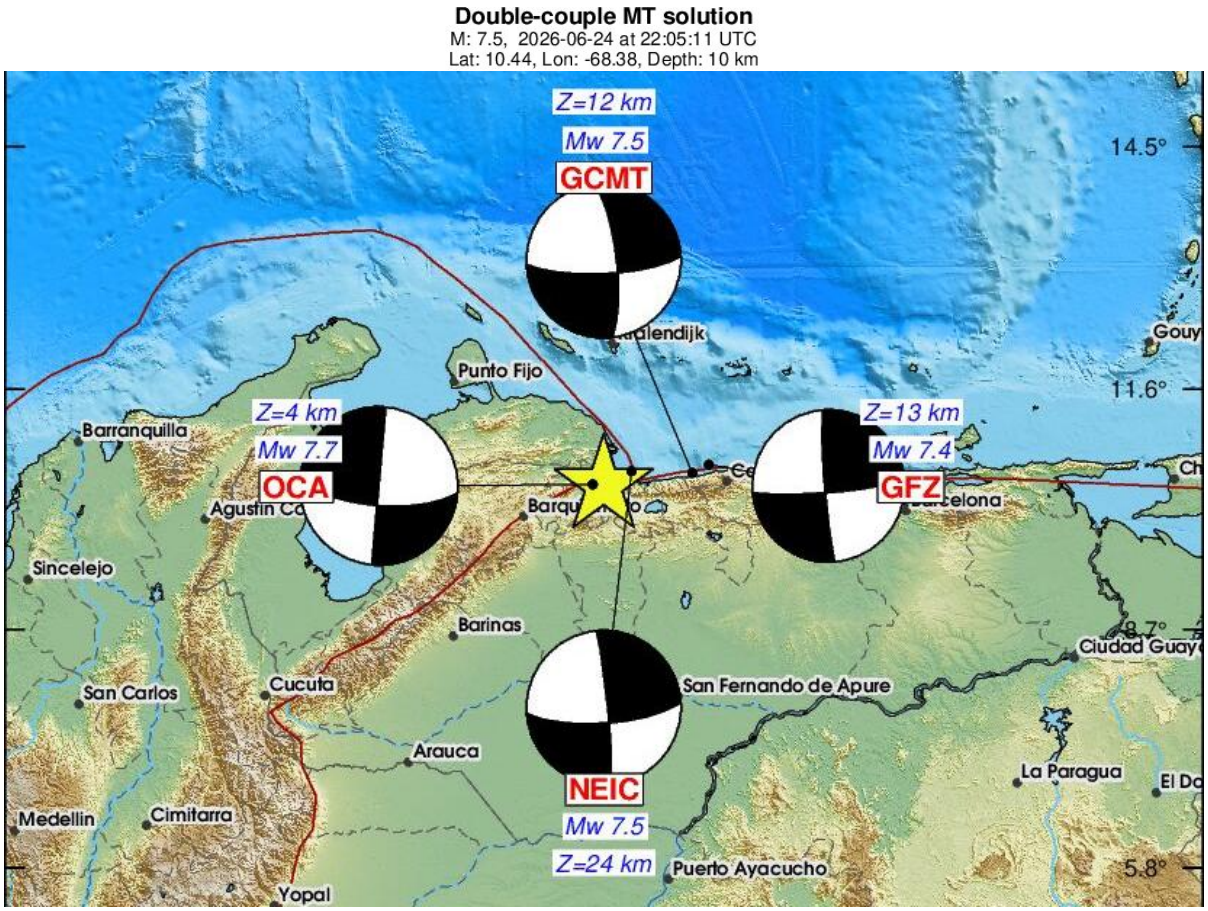
M7,5

Magnitude	7.5
Region	CARABOBO, VENEZUELA
Date time	2026-06-24 22:05:11.5 UTC
Location	10.445 ; -68.378
Depth	10 km
Distance	40 km WSW of Puerto Cabello, Venezuela / pop: 174,000 / local time: 18:05:11.5 2026-06-24 20 km WSW of Morón, Venezuela / pop: 68,000 / local time: 18:05:11.5 2026-06-24

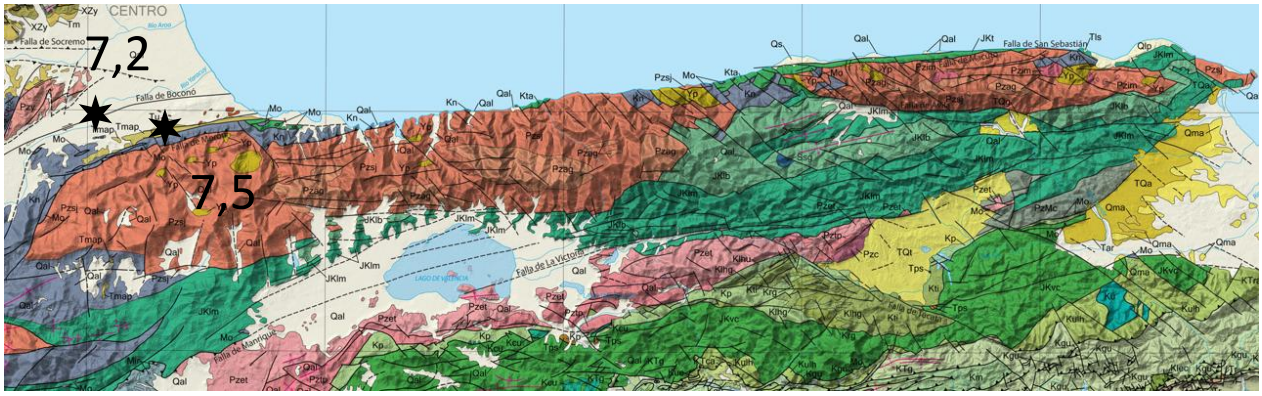
Source parameters reviewed by a seismologist

All data providers for this event:

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika – Jakarta, Indonesia (BMKG)
Lamont-Doherty Earth Observatory (LDEO) – New-York, United States (GCMT)
Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences -- Obninsk, Russia (GSRAS)
National Earthquake Information Center, U.S. Geological Survey -- Golden, United States (NEIC)
Geoazur (Universite Cote d'Azur, IRD, CNRS, Observatoire de la Cote d'Azur) -- Nice, France (OCA)
Pacific Tsunami Warning Center – Honolulu, United States (PTWC)
Centro de Sismologia da Universidade de Sao Paulo (member of the RSBR) – Sao Paulo, Brazil (USP)

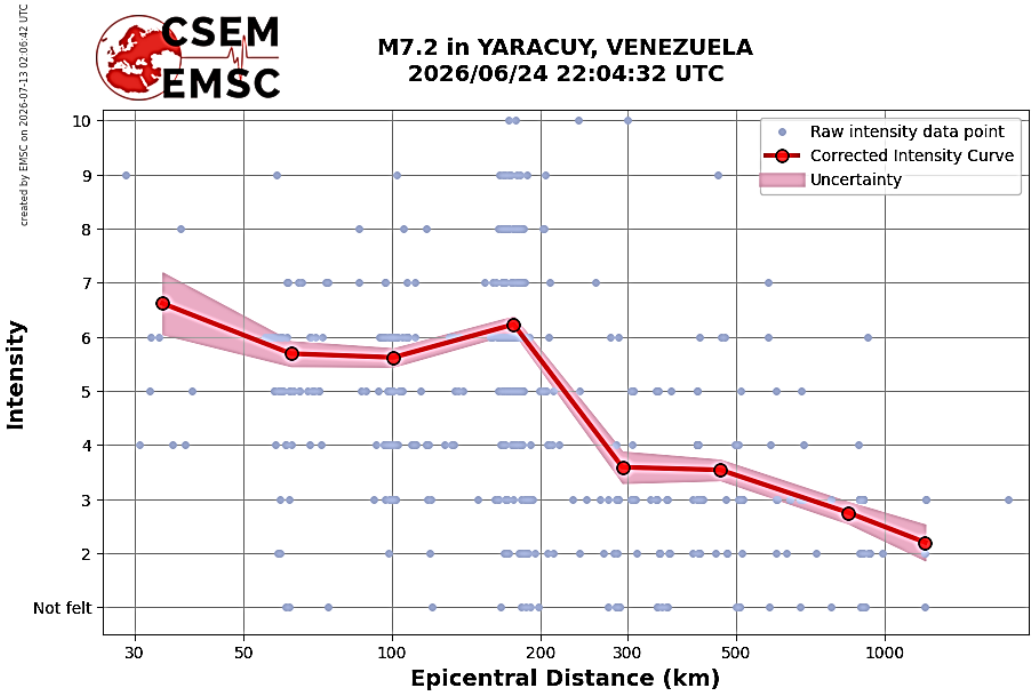


Soluciones de tensores de momento recibidas en EMSC para el M7.5



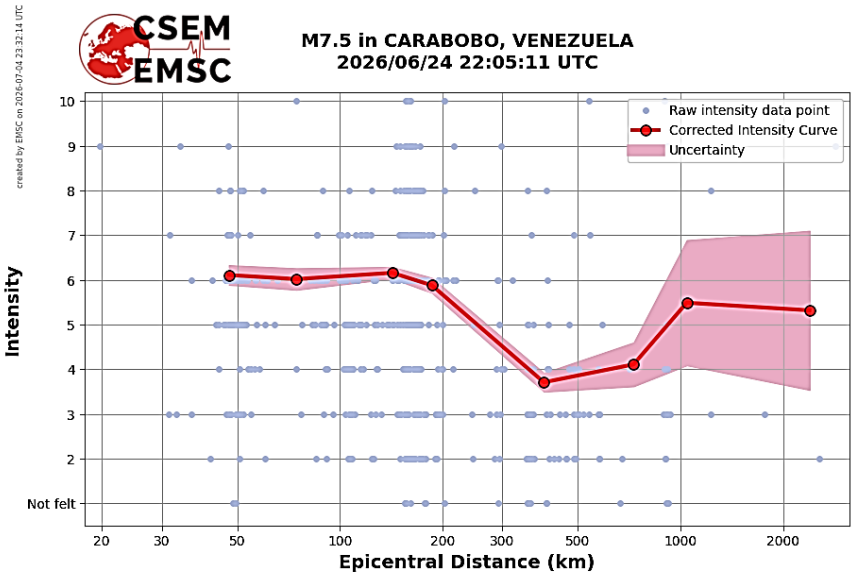
Los epicentros coinciden con las fallas Boconó y Morón

Curvas de Intensidad / Distance [19]



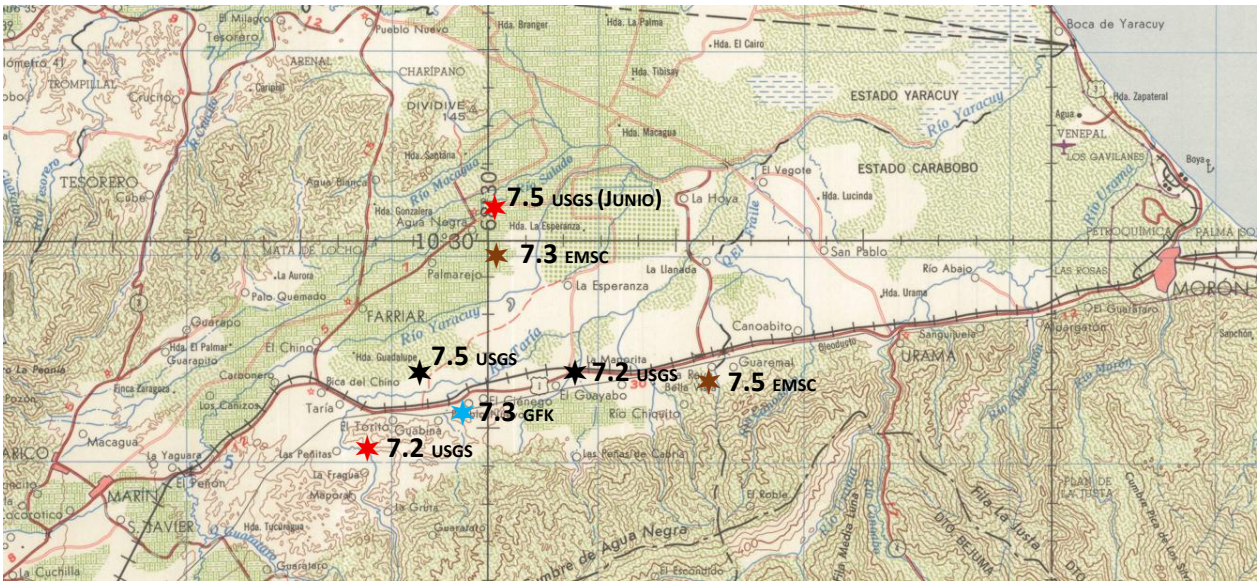
Distance range	Intensity	#Reports	Shaking	Damage	Population	Main city
0 km - 29 km	*≥6.0*	0	*≥Strong*	*≥Light*	108,392	Yumare
29 km - 49 km	6.0	9	Strong	Light	652,250	San Felipe
49 km - 140 km	5.0	136	Moderate	Very Light	6,260,228	Maracay
221 km - 266 km	4.0	7	Light	None	1,264,209	Punto Fijo
266 km - 720 km	3.0	112	Weak	None	24,791,189	Maracaibo
720 km - 1780 km	2.0	41	Weak	None	99,376,598	Bogotá

[19] https://m.emsc-csem.org/Special_reports/?id=420 *"Este gráfico muestra la variación de la intensidad en función de la distancia al epicentro. La intensidad varía entre 1 y 12 y mide los efectos observados del terremoto, en términos del nivel de sacudimiento y de los daños producidos en un lugar determinado. Por lo tanto, un mismo terremoto está asociado a una sola magnitud, pero puede presentar diferentes intensidades, dependiendo del sitio donde se observe. Por ejemplo, puede verse que a una distancia de 300 km del epicentro, la intensidad promedio es aproximadamente 4. Asimismo, se aprecia la tendencia general de que, cuanto mayor es la distancia al epicentro, menor es la intensidad con la que se percibe el terremoto"*



Distance range	Intensity	#Reports	Shaking	Damage	Population	Main city
0 km - 20 km	≥6.0	0	≥Strong	≥Light	51,299	-
20 km - 188 km	6.0	428	Strong	Light	12,304,947	Caracas
188 km - 301 km	5.0	43	Moderate	Very Light	4,232,619	Barinas
301 km - 382 km	4.0	31	Light	None	4,419,196	Maracaibo
382 km - 629 km	3.0	41	Weak	None	10,824,162	Cúcuta

3.1. Comparación del epicentro Yaracuy según USGS, GFK y EMSC


7.5 USGS (JUNIO)
7.3 EMSC
7.5 USGS
7.2 USGS
7.5 EMSC
7.3 GFK
7.2 USGS
ESTADO YARACUY
ESTADO CARABOBO
Río Yaracuy
Río Aroa
Río Morón
Río Urama
Río Chiquito
Río La Justa
Río Tocuyo
Río Tesoro
Río Macapo
Río Guaire
Río Guataparo
Río Guacara
Río Guaiguaza
Río Guaiguaza Viejo
Río Guaiguaza Nuevo
Río Guaiguaza Viejo
Río Guaiguaza Nuevo
Río Guaiguaza Viejo
Río Guaiguaza Nuevo

4. Catálogo de Tensores de Momento Centroidal (CMT) [20]

Centroid Event

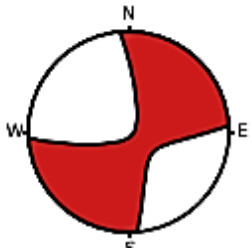
Date-Time (UTC):	2026-06-24 22:05:12
Location:	NEAR COAST OF VENEZUELA
Latitude, Longitude:	10.590 °, -67.300 °
Magnitude:	7.5 MW
Depth:	12.0 km
Author:	Global CMT Project
Catalog, Contributor:	GCMT, GCMT

Event

Date-Time (UTC):	2026-06-24 22:04:33
Location:	NEAR COAST OF VENEZUELA
Latitude, Longitude:	10.436 °, -68.528 °
Magnitude:	7.2 mww (us)
Depth:	20.294 km
Author:	at,us
Catalog, Contributor:	NEIC PDE, us
Related Products:	

Event ID	M202606242204A
Timestamp:	Q-20260624220926
CMT Version:	Quick
NDK Version:	V10
Reference Catalog:	PDEQ
Source	Zero Trace
Moment Rate Fn:	TRIHD
Half Duration:	13.9
Depth Determination:	FIX

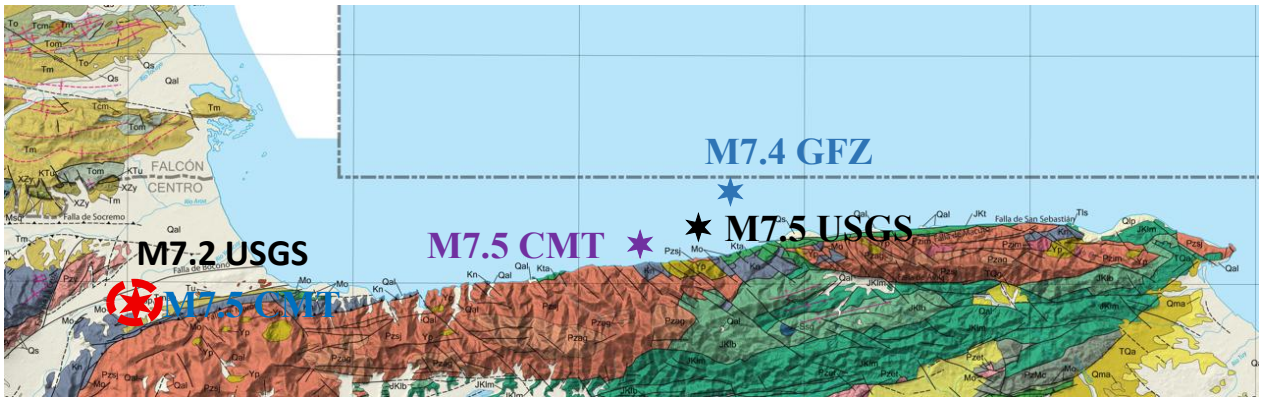
Focal Mechanism



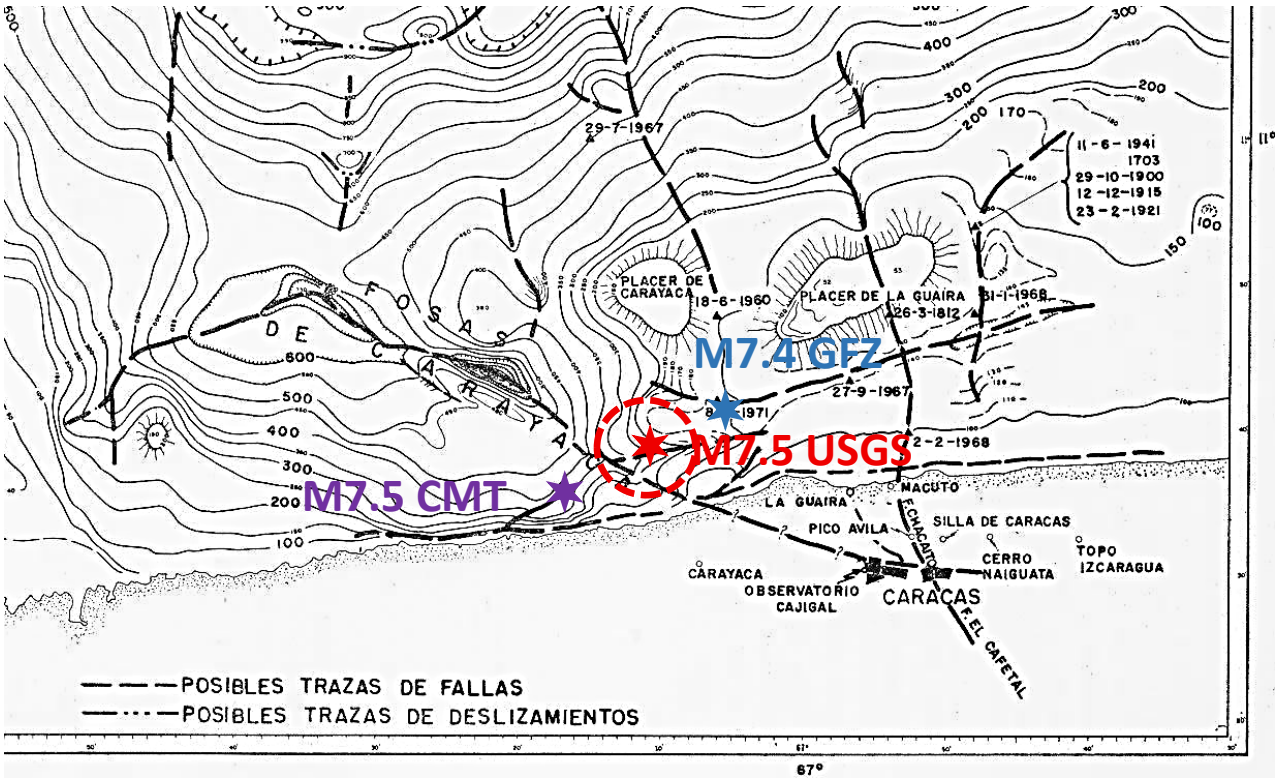
El centroide del CMT corresponde al centro de la deformación sísmica, al sector donde se liberó la mayor parte de la energía sísmica. El cálculo lo ubica a unos 135 km al ENE del epicentro USGS. Esto no implica que la ruptura haya ocurrido sobre una única falla continua entre ambos puntos.

[20] Centroid Moment Tensor Catalog https://ds.iris.edu/spud/momenttensor/23670435

4.1. Localizaciones CMT, USGS y GFK



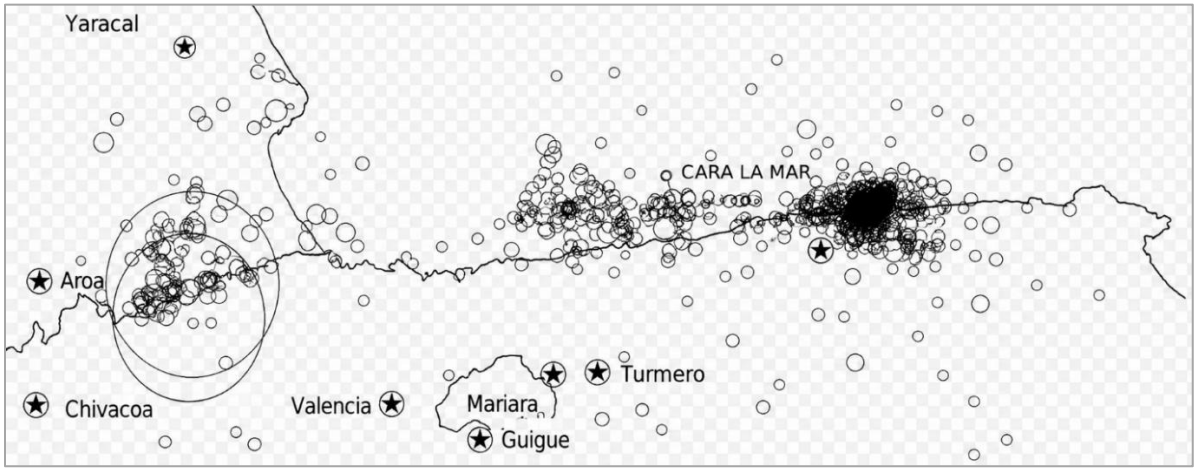
Localizaciones del terremoto del Litoral Central según USGS, GFK y CMT en el mapa batimétrico de AGUERREVERE (1972)

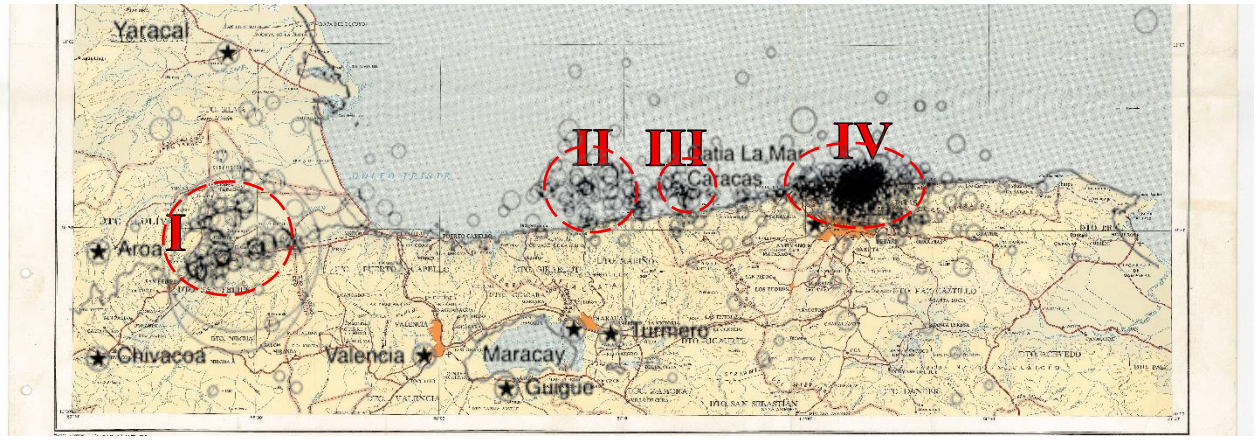


El círculo rojo alrededor del epicentro M7.5 USGS corresponde al radio de incertidumbre de la determinación. Las localizaciones del GFZ y CMT no indican radios de incertidumbre.

5. Mapas de réplicas

Versión 1 [21]



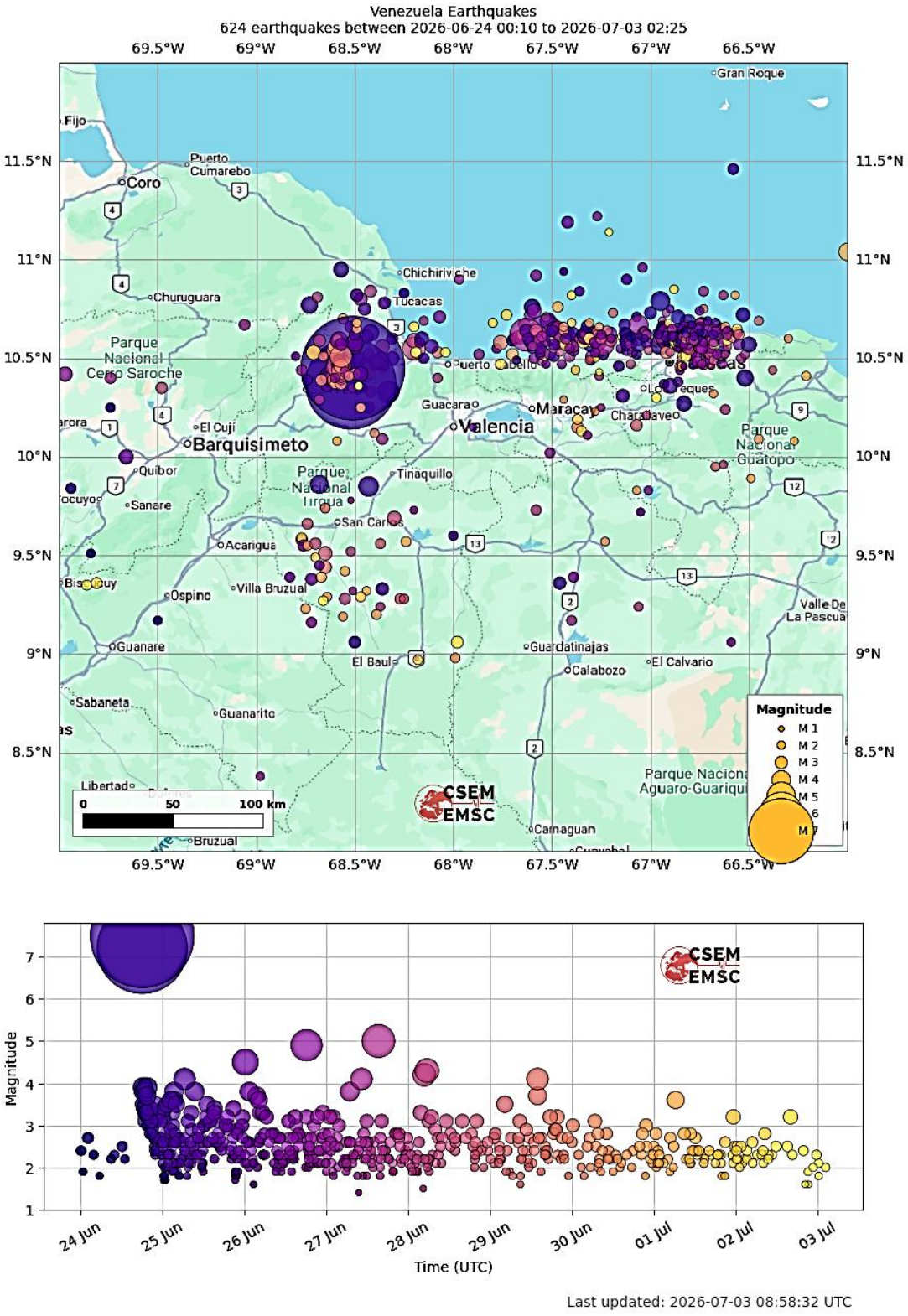


En este mapa de un intervalo de fechas desconocido, se observa que las réplicas se distribuyen mayoritariamente en cuatro agrupaciones principales:

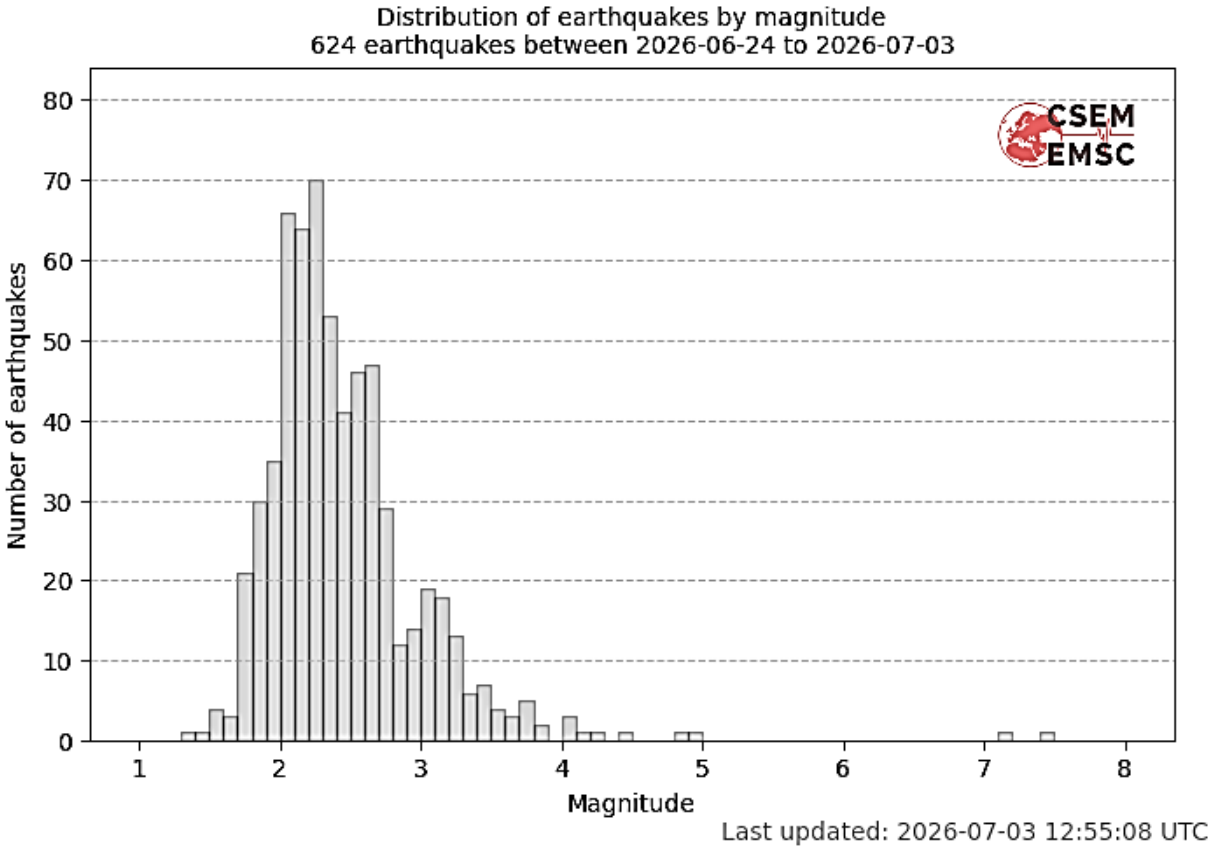
I Farriar, Yaracuy
II Costa afuera frente a Chuao
III Costa afuera frente a Puerto Cruz
IV La Guaira-Caraballeda.

[21] Mapa extraído a partir de una figura en https://storymaps.arcgis.com/stories/717d0c07ec434b54ab6b2e0bbd7bc9f6
En el mapa original no se indica cual es la fuente de los datos, ni el lapso de tiempo considerado.

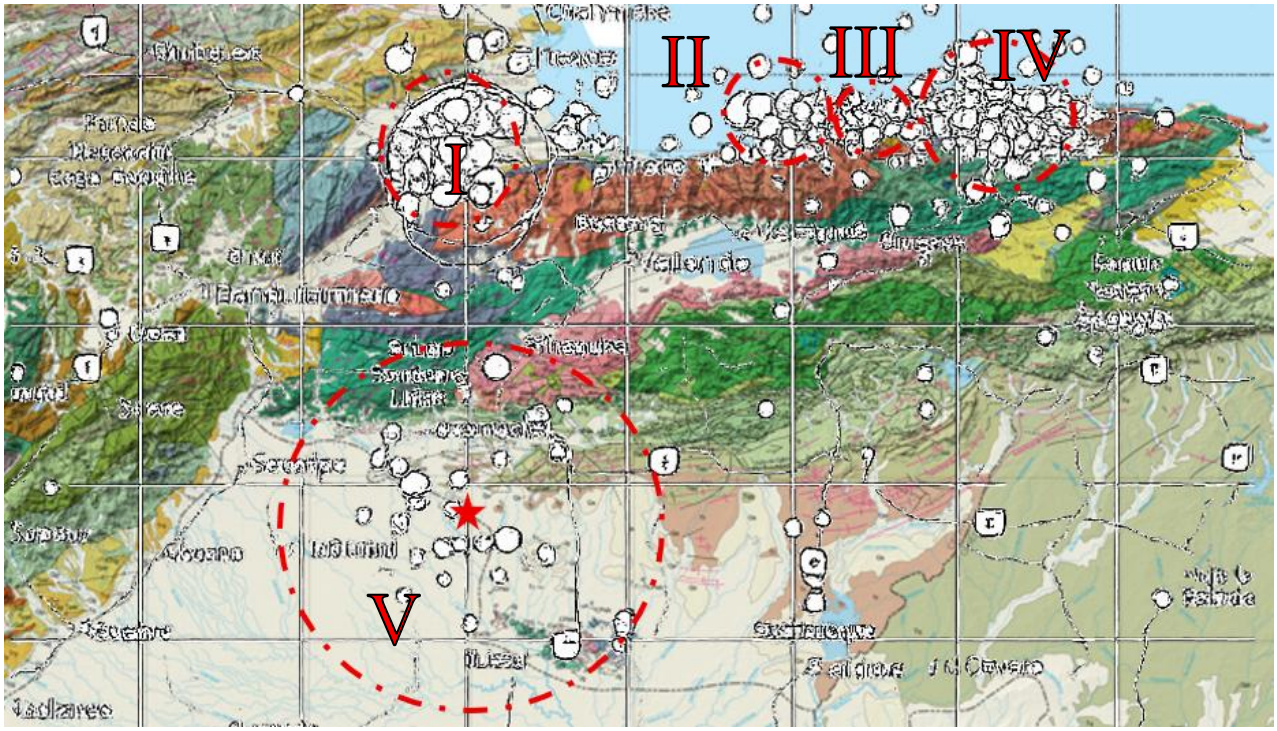
Versión 2 [22]



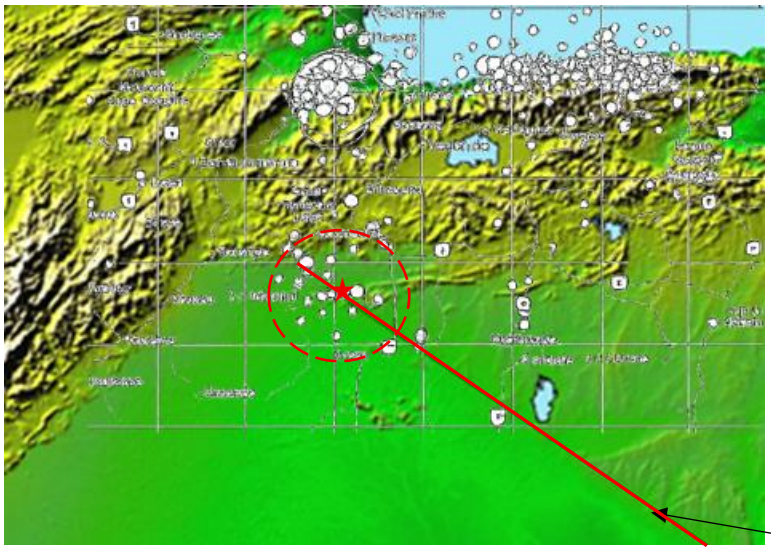
[22] https://m.emsc-csem.org/Special_reports/?id=420


Distribution of earthquakes by magnitude
624 earthquakes between 2026-06-24 to 2026-07-03
CSEM
EMSC
Number of earthquakes
0
10
20
30
40
50
60
70
80
1
2
3
4
5
6
7
8
Magnitude
Last updated: 2026-07-03 12:55:08 UTC

Réplicas (v.2) sobre el mapa geológico de Venezuela



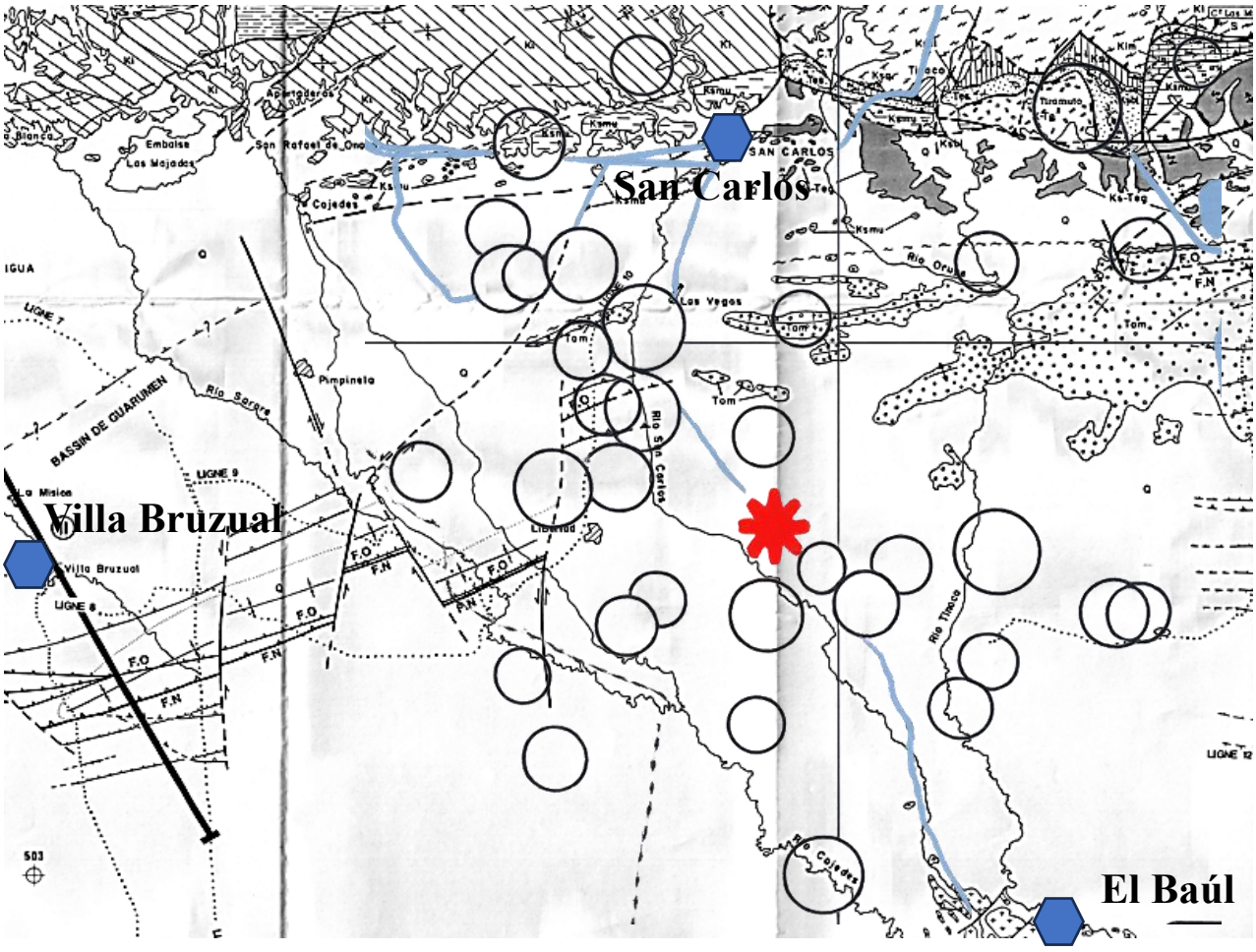
I Farriar, Yaracuy
II Costa afuera Chuao
III Costa afuera de Puerto Cruz
IV La Guaira-Caraballeda
V San Carlos-Villa Bruzual-El Baúl (la estrella roja ★ marca su centroide)



Lineamiento de Calabozo[23]

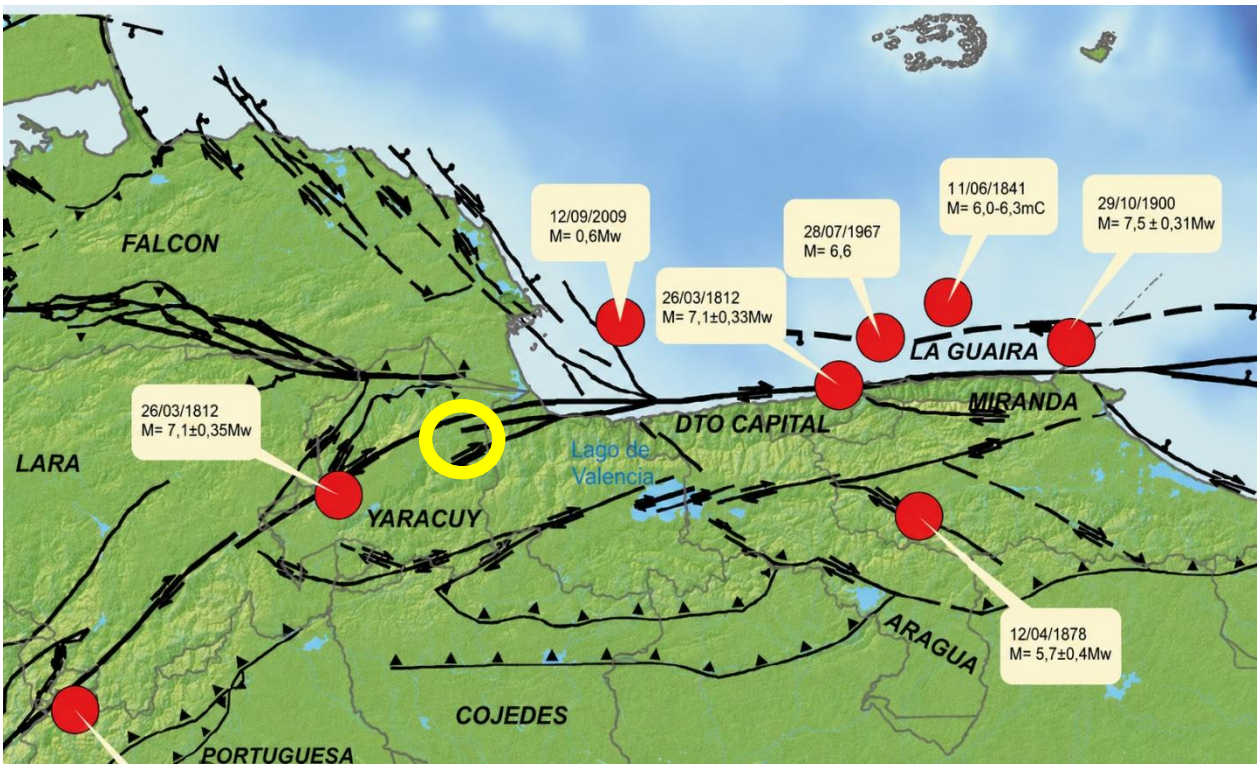
[23] Este lineamiento fue fuera interpretado como "*posiblemente formado por la existencia en el subsuelo de una o más fallas inversas ciegas*" y que "*…representa el fin de la expresión superficial visible de la ancha zona de interacción entre las placas Caribe y Suramericana, es decir que representa la terminación en superficie del dominio de deformación Caribe*".

Mapa de la región entre de San Carlos – Villa Bruzual – El Baul, según BLIN (1989)[24], sobre el cual se superpone el mapa de réplicas de las páginas anteriores.



[24] BLIN B. 1989. *Contribution à étude géologique de la frontiére Sud-Est de la plaque Caraibe. Le front de la Chaine Caraibe Venézuéliénne entre la Serranía de Portuguesa et la region de Tiznados (surface et subsurface). Apport des donnés paléomagnetiques. Interpretation géodynamique*. Univ. Bretagne Occidentales, Brest. Tesis doctoral. Inédita. 390 p. (Reimpreso en *Geos*, UCV, 42: 134-135 + 375 p. en carpeta 11 de DVD

6. Mapa de sismos históricos con mayor reporte de daños entre 1530 y 2018 [25]

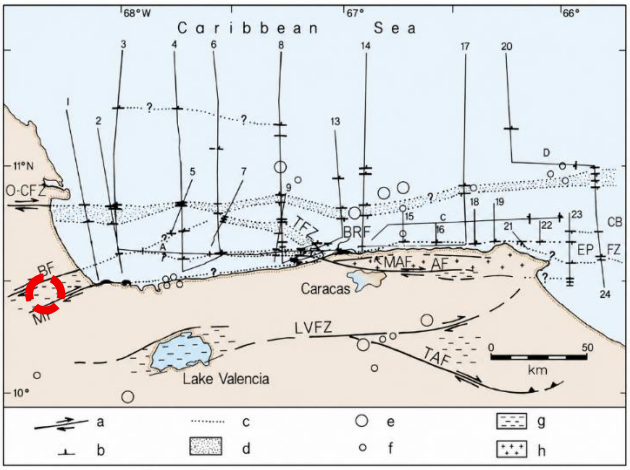


Nótese el silencio sísmico en cuanto a terremotos >6 Mw a lo largo de la Falla Oca-Ancón. Inclusive la sorprendente ausencia de una clara expresión superficial cuaternaria entre Yumare y Golfo Triste.

[25] *Atlas Sismológico de Venezuela*.2024. Funvisis. http://www.funvisis.gob.ve/atlas/index.php?d=Parte_1_sismologia

7. Falla de Morón

Carlos SCHUBERT y Federico F. KRAUSE[26] en **1984** publican un estudio de la zona de la **Falla Morón**, en la región de ocurrencia de los terremotos de 2026.



Leyenda: (a) falla de desplazamiento lateral (strike-slip); (b) dirección del buzamiento del plano de falla en el perfil; (c) conexión inferida entre fallas en los perfiles; (d) zonas de falla; (e) epicentro de terremoto (5,5 ≤ Mb ≤ 7,2); (f) epicentro de terremoto (4,5 ≤ Mb ≤ 5,4); (g) cuenca; (h) área de levantamiento.

Abreviaturas: AF: falla de Ávila; BB: cuenca de Bonaire; BF: falla de Boconó; BRF: falla de Bruscas; CB: cuenca de Cariaco; EPFZ: zona de falla de El Pilar; LVFZ: zona de falla de La Victoria; MAF: falla de Macuto; MF: falla de Morón; O-CFZ: zona de falla de Oca-Chirinos; TAF: falla de Tácata; TFZ: zona de falla de Tacagua.

Resumen. *La localización del límite meridional de la placa del Caribe ha sido dificultada principalmente debido a que, en gran parte, se encuentra sumergido. El análisis de 28 perfiles de reflexión acústica a lo largo del borde continental del norte-centro de Venezuela, junto con una revisión de la información publicada, sugiere que dicho borde constituye el sitio de una zona de fallas compleja, definida formalmente como la zona de falla de Morón, la cual comprende la región nodal del sistema de fallas Boconó–Oca–El Pilar. La zona de falla de Morón está constituida por: (1) una prolongación hacia el este de la zona de falla Oca–Chirinos, aproximadamente a la latitud de 10°50′ N; (2) una probable continuación hacia el este de las fallas Boconó–Morón a lo largo de la costa venezolana, la cual se bifurca en las fallas Ávila y Macuto, al norte y al este de Caracas; (3) la falla Tacagua, que constituye una falla secundaria de orientación sureste, derivada de la zona de falla Oca–Chirinos; y (4) la prolongación hacia el oeste de la cuenca de tracción (pull-apart) de Cariaco y de la zona de falla El Pilar. Todas estas fallas y zonas de falla son activas, como lo demuestran el desplazamiento del fondo marino, el desplazamiento de rasgos del Pleistoceno–Holoceno y la sismicidad. Se sugiere que la zona de falla Oca–Chirinos representó una parte anteriormente más activa del límite de placas. Desde el Terciario tardío (?) o el Cuaternario, la zona de falla de Boconó fue incorporada al límite de placas, y el bloque noroccidental (bloque de Bonaire) fue cabalgado hacia el noreste sobre la corteza del Caribe.*

- -

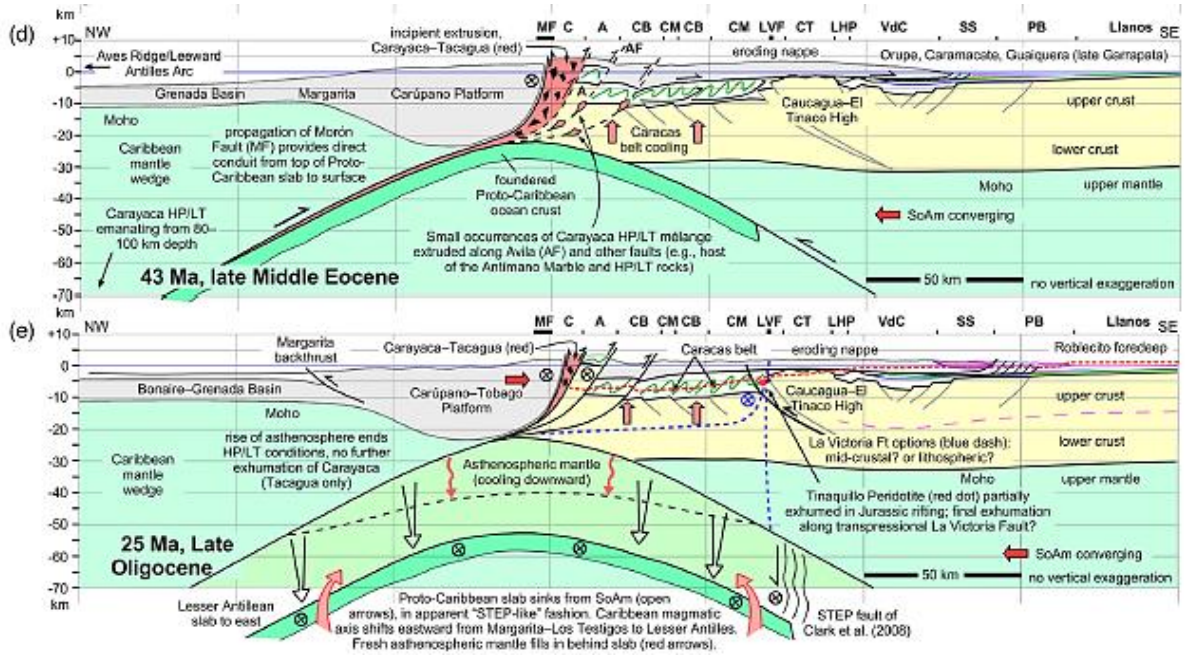
Según el reciente trabajo de PINDELL *et al.* (2025)[27] la Falla Morón es una estructura que ha permitido la exhumación por "extrusión" de cuerpos de rocas con metamorfismo de Alta Presión-Baja Temperatura (HP-LT) y de Ultra Alta Presión – Baja Temperatura (UHP-LT), como son las eclogitas y demás rocas del Complejo Carayaca, aflorantes entre Taborda y Cata.

---

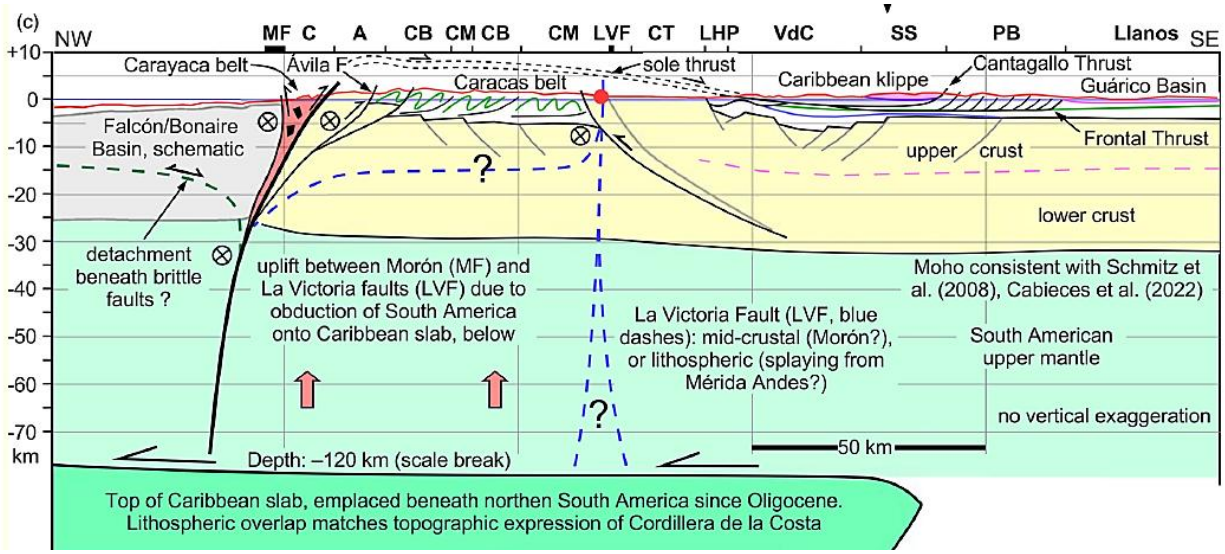
[26] SCHUBERT Carlos y Federico F. KRAUSE. 1984. Morón Fault zone, North-Central Venezuela Borderland: Identification, definition, and Neotectonic Characters. *Marine Geophysical Researches*, 6(3), 257–273. https://doi.org/10.1007/BF00286529

[27] PINDELL James, Walter V. MARESCH, Franco URBANI PATAT, Erik E. SCHERER, Hans-Peter SCHERTL, Klaus STANEK, Wenyong DUAN & Diego VILLAGÓMEZ. 2025. Late Eocene Lu–Hf ages on Carayaca (Puerto Cabello) eclogites: reconstructing the history of the Cordillera de la Costa Central, Northern Venezuela. *Journal of the Geological Society.* April 2025. https://www.researchgate.net/publication/390920796

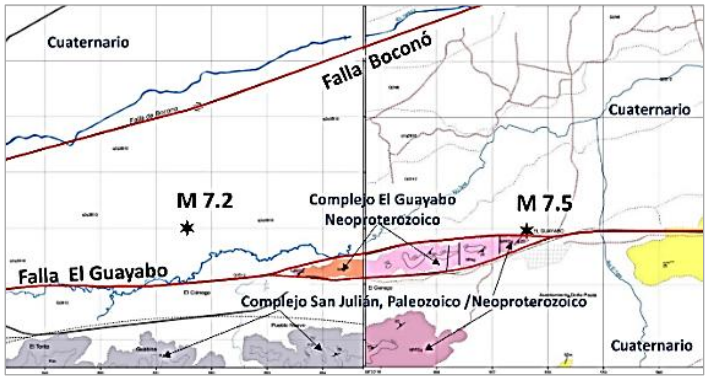
MF: Falla Morón



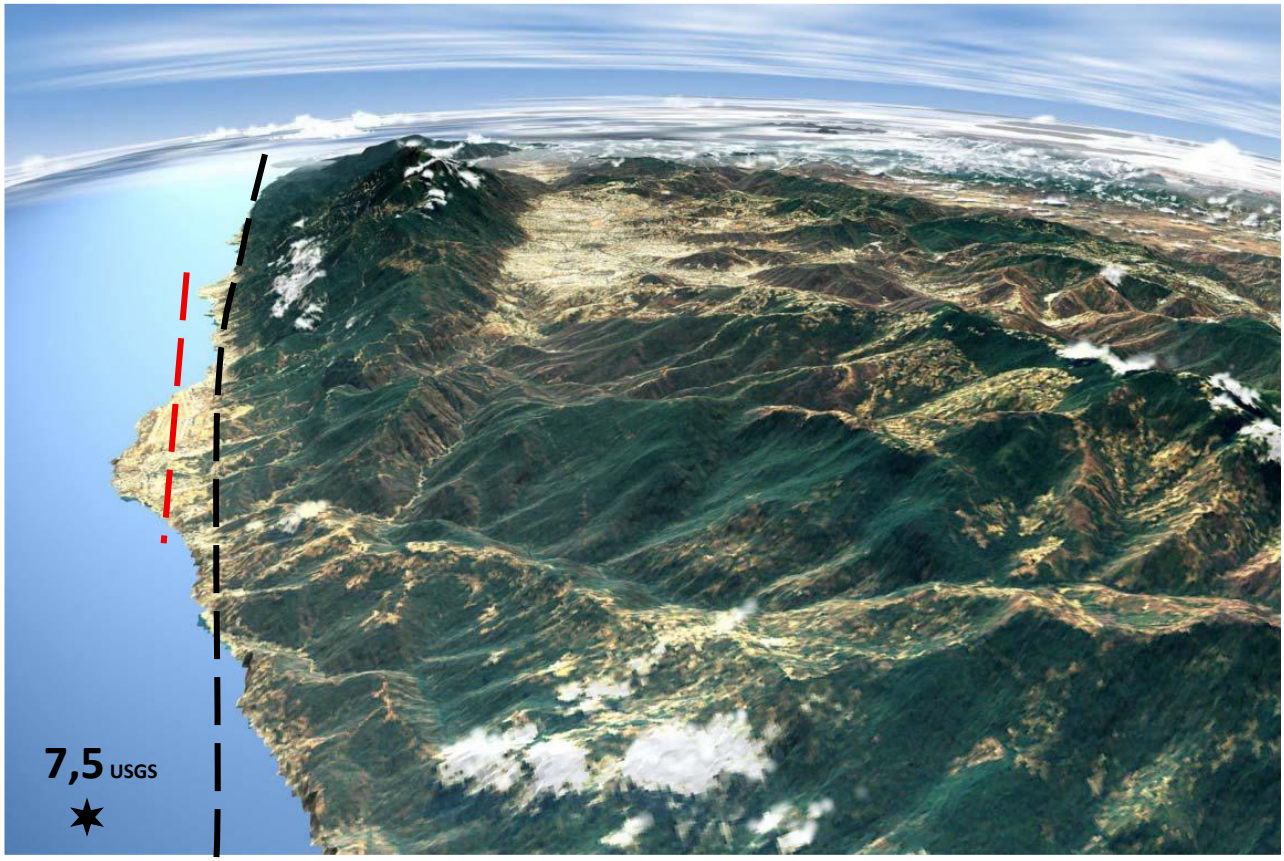
Presente



Otro de los cuerpos extruidos (Push Up) dentro de fallas de este sistema, es el Cerro El Guayabo, que expone la exhumación de rocas grenvillianas (continente Rodinia).
Se muestra la primera ubicación de epicentros según el USGS.



8. Imágenes y mapas mostrando el Sistema de Fallas San Sebastián



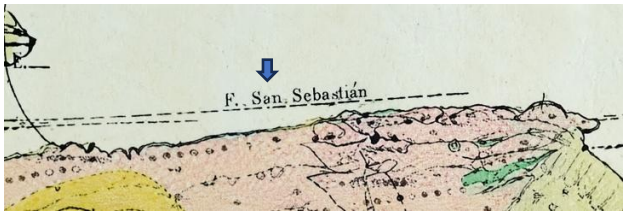
Falla de San Sebastián (negro).
Falla Bruscas (rojo). [28]

[28] Imagen descargada de "Google Images", autor desconocido.

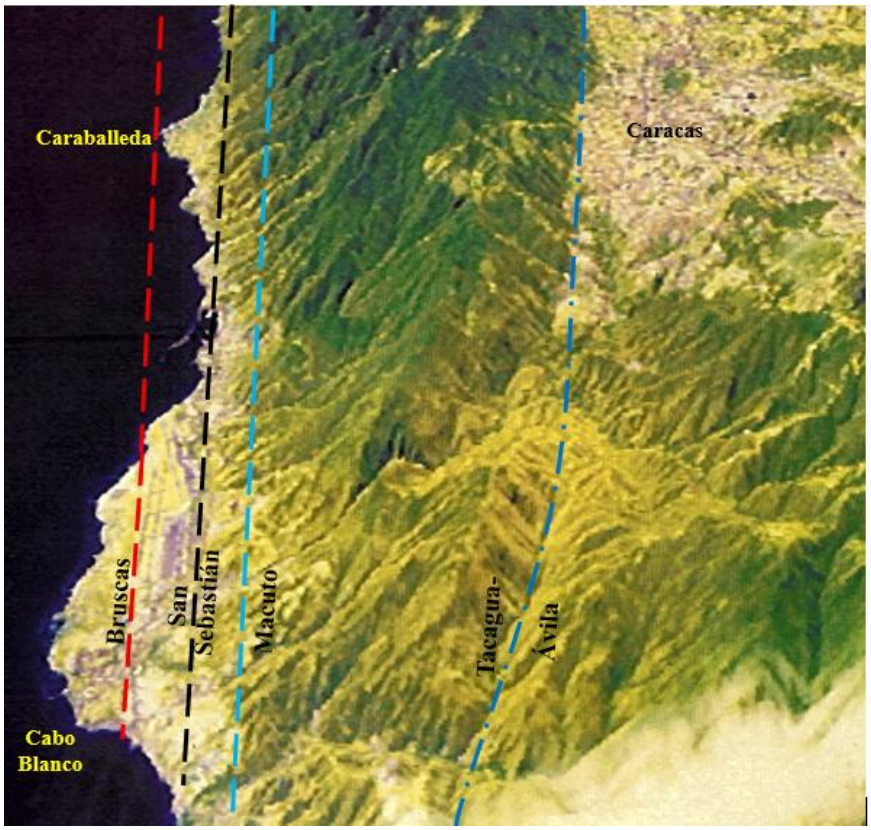
Según BELLIZZIA (1972)[29], el primer autor en utilizar el nombre de "Falla de San Sebastián" fue SMITH (1962)[30]. Esta obra corresponde al *Mapa Geológico-Tectónico del Norte de Venezuela*[31]. Sin embargo, esta obra carece de una memoria descriptiva que explique el origen de su denominación.

De acuerdo con el Prof. André Singer (Com. pers.) -no sabemos si con base documentar o por inferencias-, el nombre de la falla deriva de la denominación original de Maiquetía, fundada en 1670 como *San Sebastián de Maiquetía* (Ver págs. 166-167, de Arellano MORENO, 1964. *Toponimia indígena de Venezuela*. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Caracas).

1962



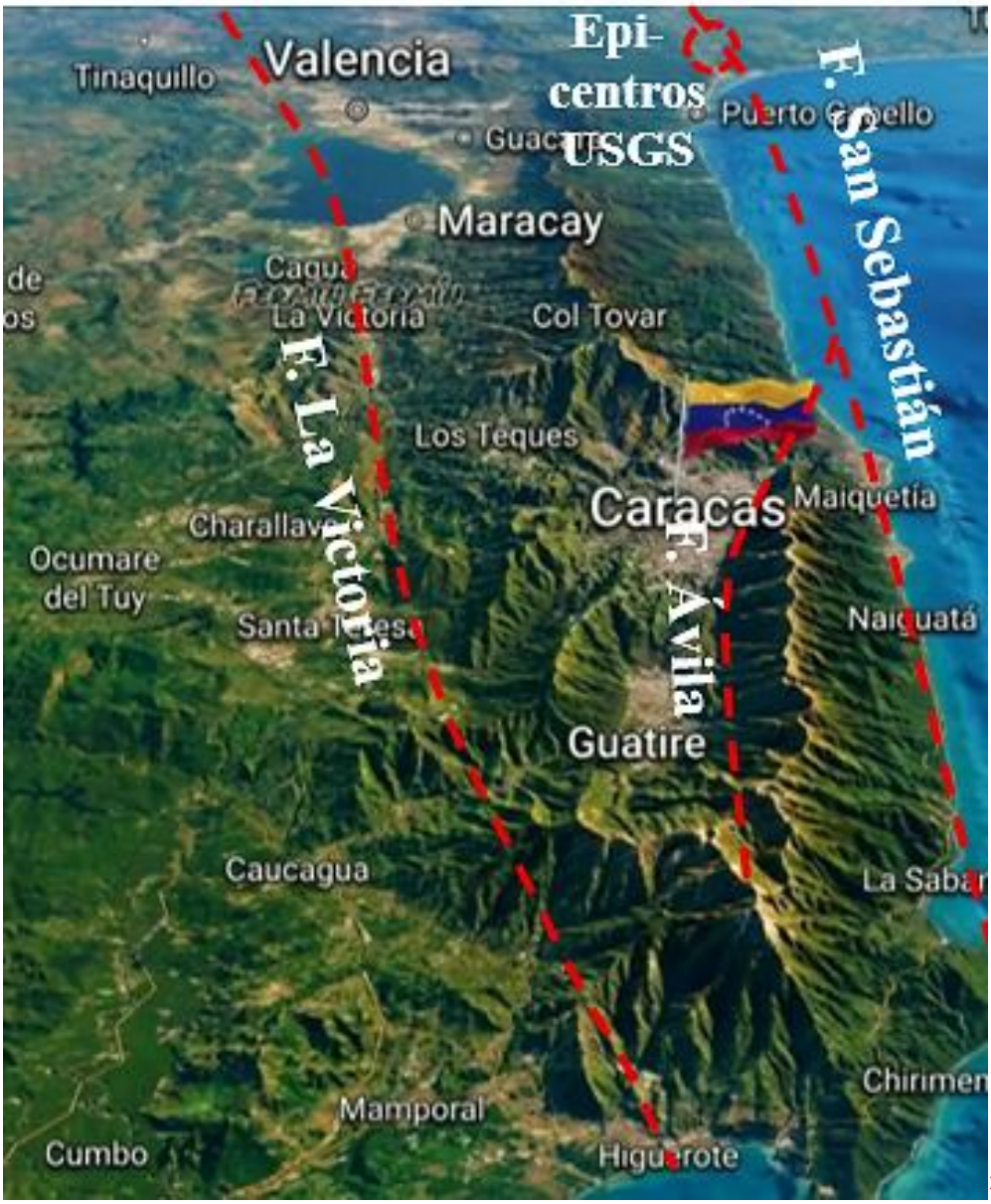
En el mapa de BELLIZZIA (1972) las fallas E-O paralelas a la costa las denomina "*Zona falla del Caribe*".



28

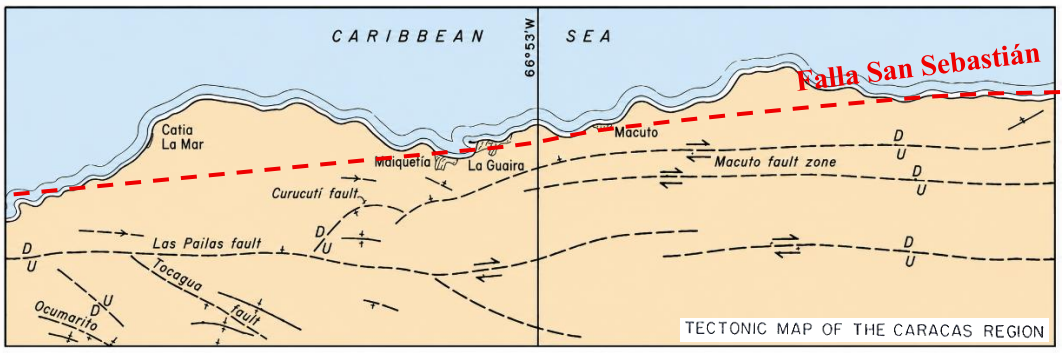
Trazas aproximadas de las principales fallas E-O del norte de la Serranía del Litoral de la CdlC.

[29] *Memorias VI Conferencia Geológica del Caribe*, Porlamar, nov. 1971.
[30] Se agradece al ing. M.S. Jhonny Casas (Com. pers. 27-7-2026) por la búsqueda bibliográfica..
[31] SMITH F. D., Jr. (Coordinador), 1962. Mapa Geológico-Tectónico del Norte de Venezuela. Primer Congreso Venezolano del Petróleo, Caracas, Marzo 1962. Escala 1:1.000.000.



[28]

Fragmento del mapa tectónico del región de Caracas (DENGO 1951), donde no reconoce la Falla San Sebastián como aparece en los mapas actuales (línea roja segmentada).[32]



[32] Mapa digitalizado por cortesía del Ing. M.Sc. Iván Baritto.

Falla San Sebastián *sensu stricto* ha sido cartografiada en mapas geológicos a escala 1:25k y su traza en términos generales coincide con la línea de costa entre Mamo y Osma.

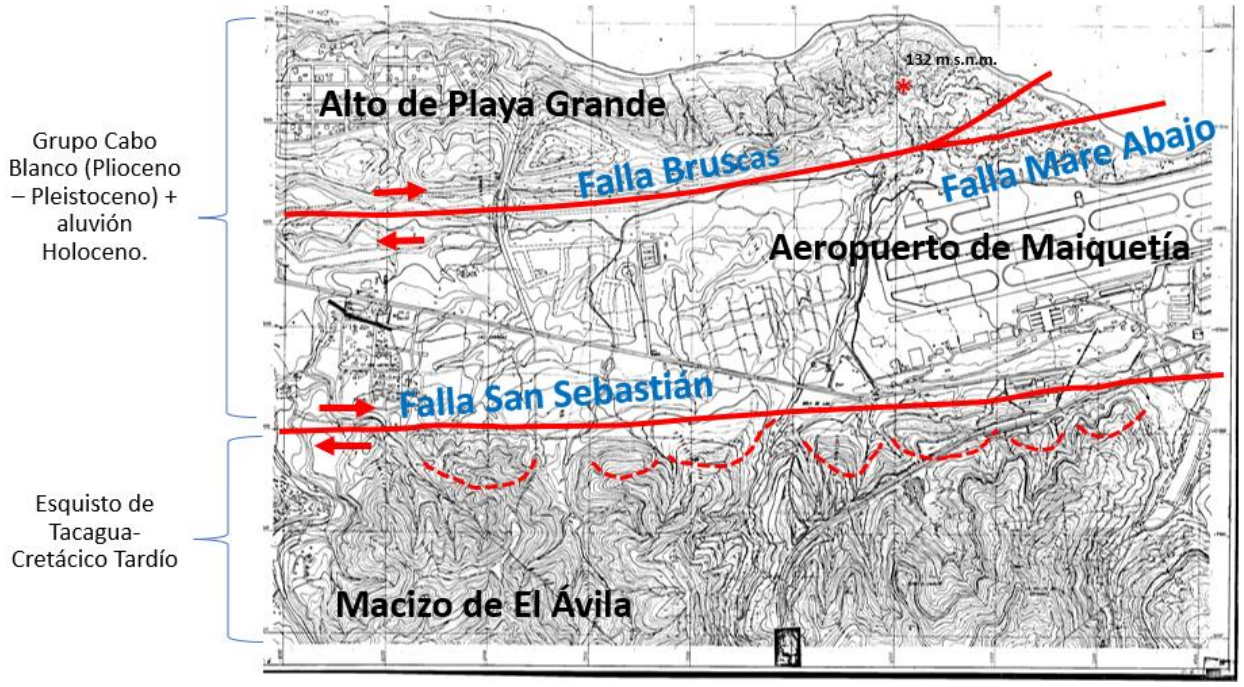
El rectángulo ubica el mapa de la página siguiente Mapa base: TEG de Yara Sánchez, 2018
El recuadro ubica al mapa de la página siguiente

Falla Bruscas en Cabo Blanco

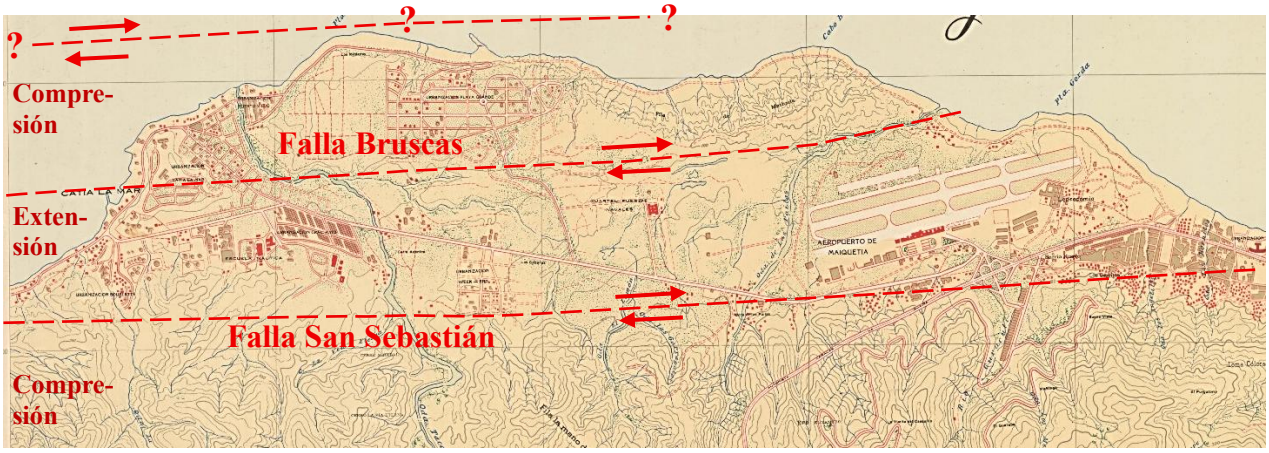
Según estudios de sensores remotos que se reseñan en páginas sucesivas, dentro del gran cono aluvial de Cabo Blanco, la Falla Bruscas se activó dextralmente durante los terremotos del 24J. Esta falla aparece cartografiada en el trabajo de **Norman E. Weisbord**[33] (1901-1990)[34]:

[33] WEISBORD N. E., 1967. Some late Cenozoic Bryozoa from Cabo Blanco Area. *Bull. American Paleont.* 53(237): 5-100.

[34] Semblanza por: CASAS Jhonny. 2023. Norman Edward Weisbord (1901-1990) "The Cabo Blanco Malacologist". *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, 59: 139-144. https://www.researchgate.net/publication/372157264



Interpretación de la hoja II-6, escala **1:5k** (DCN. Misión Bitucotex de 1959, con fotos aéreas de 1956). El cerro más alto de Cabo Blanco tenía **132 m s.n.m**., luego fue rebajado para préstamo en las obras de extensión hacia el mar de la pista del aeropuerto.

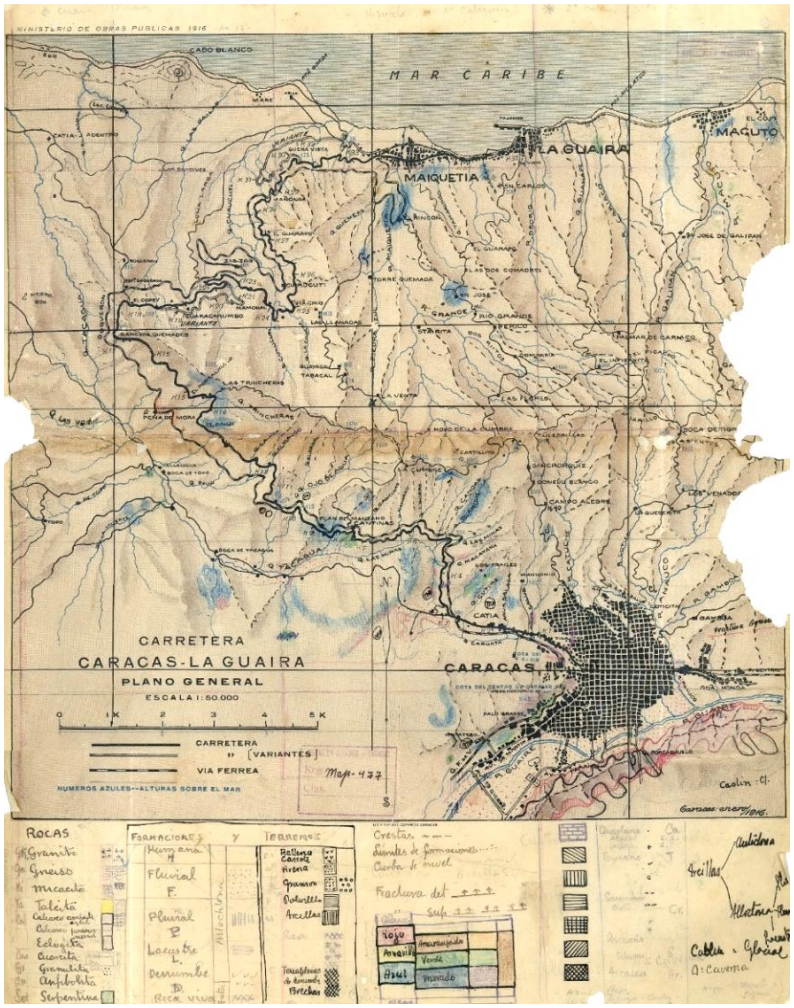


Fallas San Sebastián y Bruscas, en el mapa de "*Caracas y sus alrededores*", **1:20k**. DCN, 1957.

Imagen satelital del 21-11-2025. Google Earth.

Cabo Blanco. Altura máxima de 132 m s.n.m. 1967.[35]

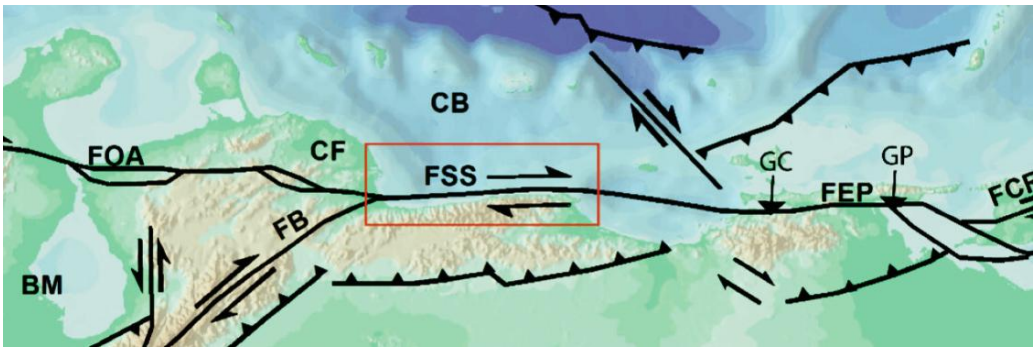
Base topográfica de 1916, con observaciones geológicas de autor desconocido[36]

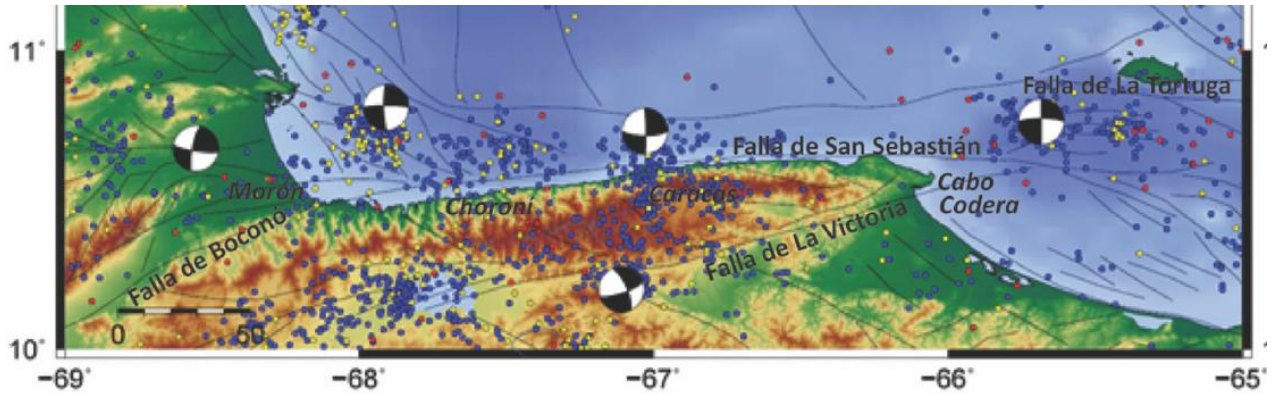


[35] Fotografía de la colección de Verónica Sofía Ruiz. Fotomosaico compuesto por el ing. geólogo M.Sc. Jhonny Casas.

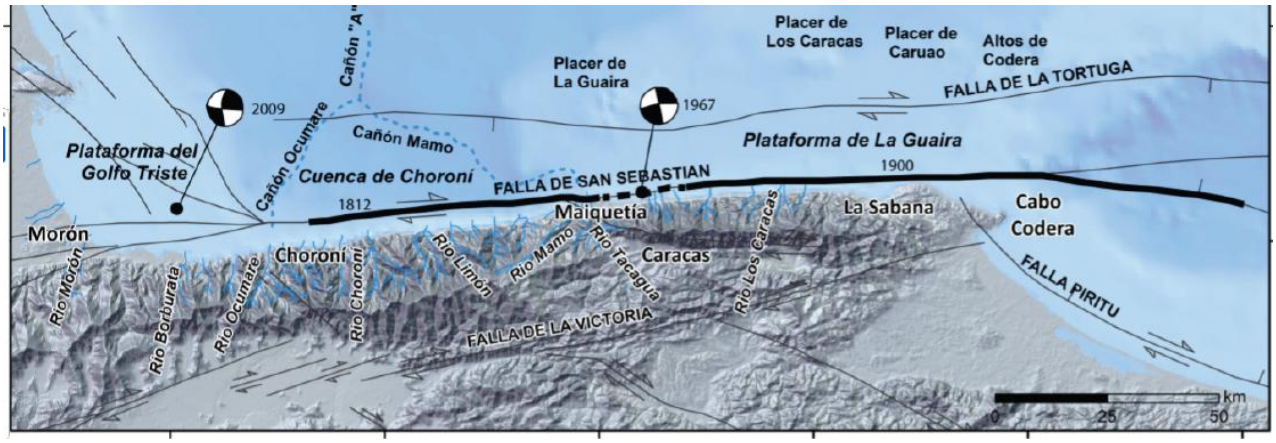
[36] OROPEZA J. & ZAMBRANO A. 2007. *Elaboración de una base de datos de geología urbana para fines de microzonificación sísmica para la ciudad de Caracas*. Trabajo Especial de Grado: Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas (Tutor A. Singer). 246 p. https://www.researchgate.net/publication/260017256

Para un mejor entendimiento del conjunto de fallas que integran el **Sistema de Fallas San Sebastián** (SFSS) a continuación se reproducen varios perfiles sísmicos según COLÓN-USECHE *et al*. (2021)[37].



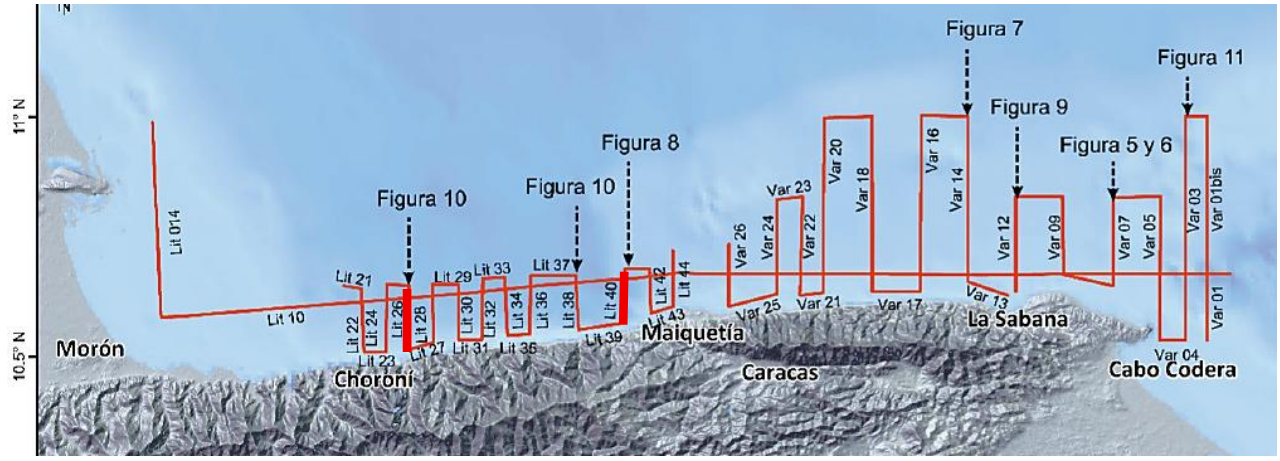


Sismicidad del catálogo de FUNVISIS del periodo comprendido entre 1910- 2010, mapa de fallas activas de Beltrán (1993). Mecanismos focales de Palma (2010).

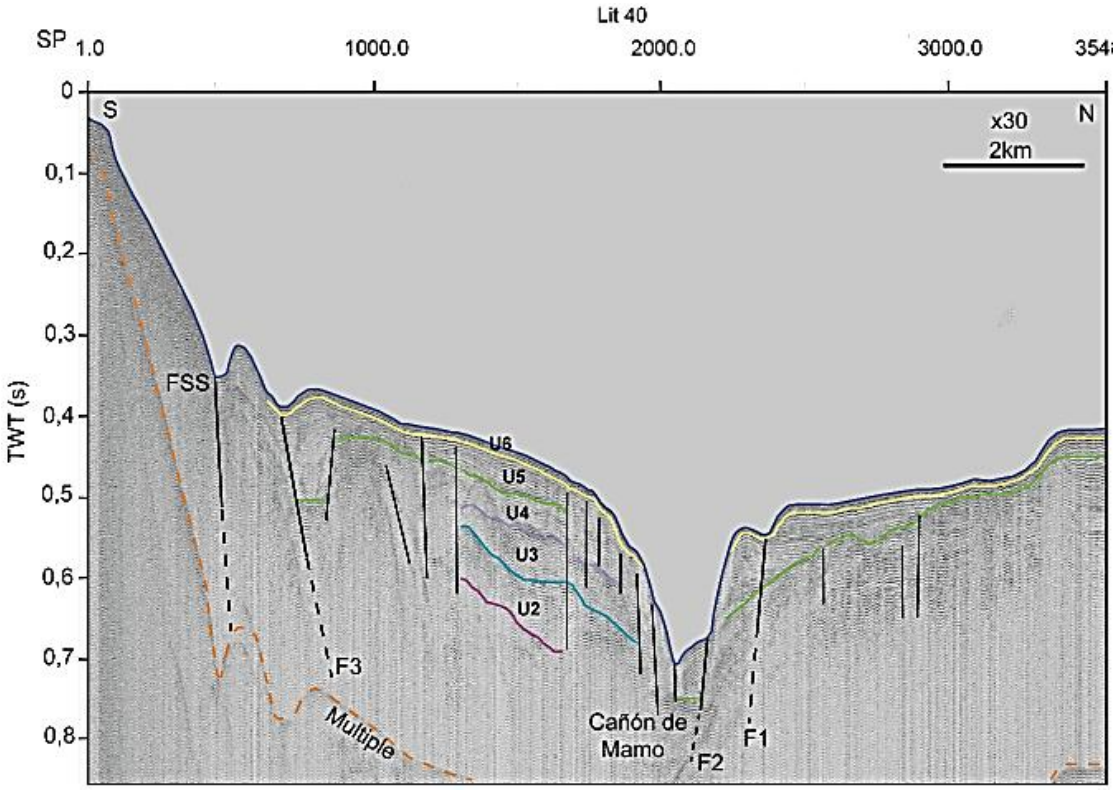


Mapa geomorfológico costa afuera y de fallas activas en el margen norte de Venezuela. Línea azul punteada corresponde a cañones submarinos. Ruptura de grandes sismos está representada por la línea gruesa para los eventos de 1812 y 1900, la línea punteada corresponde a la ruptura del sismo de 1967.

[37] COLÓN-USECHE S., AUDEMARD F., BECK C., PADRÓN C., DE BATIST M. 2021. Margen norte costa afuera de Venezuela: sísmica marina de alta resolución entre Golfo Triste y Cabo Codera: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana,* 73 (2), A060121. http://dx.doi. org/10.18268/BSGM2021v73n2a060121

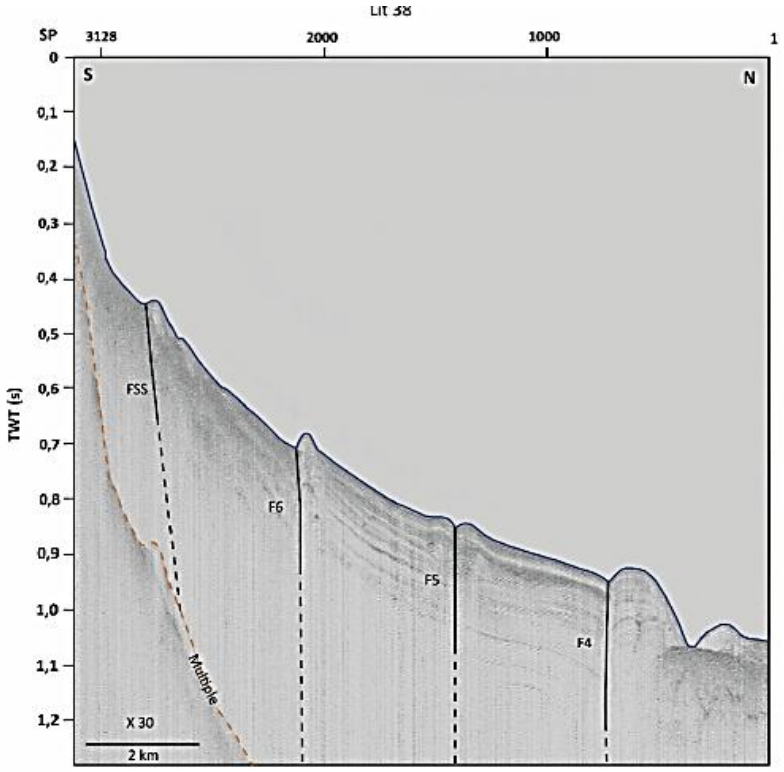


Mapa con la ubicación de la adquisición de los perfiles sísmicos de alta resolución.

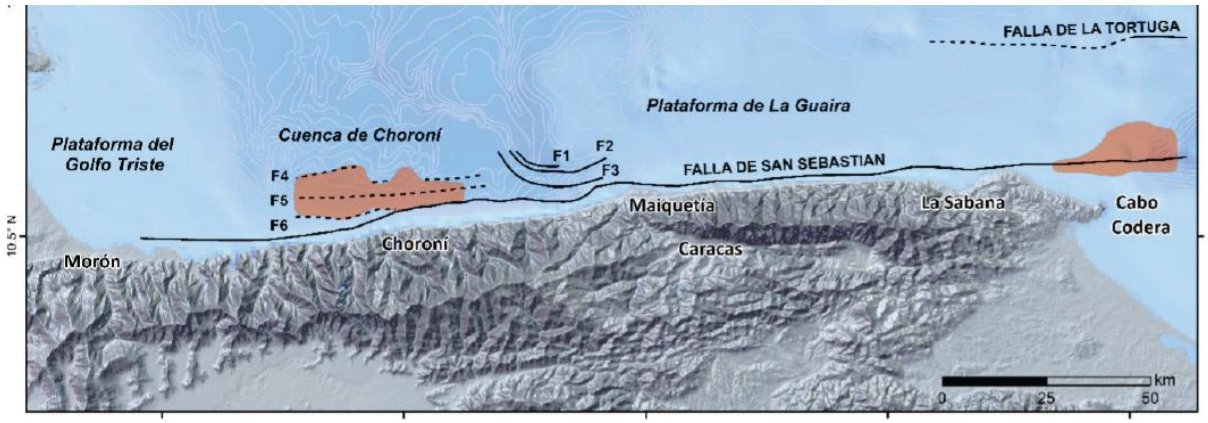


Perfil sísmico Lit40 interpretado mostrando las respectivas unidades sismoestratigráficas. Al sur del perfil se presenta la falla de San Sebastián (FSS), más al norte se ubican las fallas secundarias (F3, F2 y F1) que definen la geometría del cañón de Mamo.

En el trabajo de AGUERREVERE (1972) el aquí llamado Cañón de Mamo aparece denominado como "Fosa Carayaca".



Perfil sísmico Lit38 donde se presenta la falla de San Sebastián (FSS) cortando el fondo marino, así como fallas secundarias denominadas F6, F5, F4 de sur a norte.



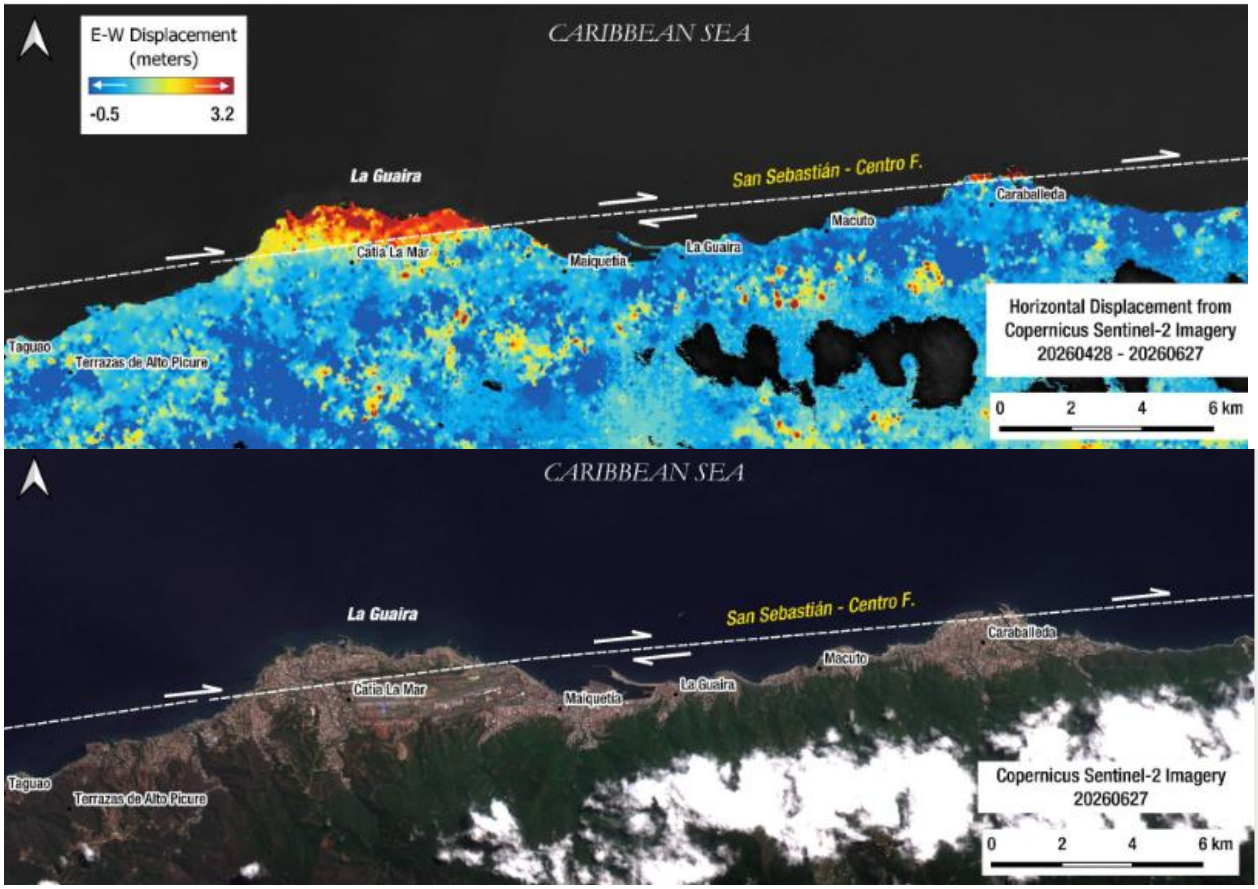
Mapa de fallas activas del margen norte de Venezuela obtenido en este estudio. Las líneas continuas corresponde a las fallas activas y las punteadas a fallas inferidas. El polígono naranja encierra zonas de deformación asociados con el movimiento de la falla de San Sebastián.

9. Trabajos con imágenes satelitales

IMÁGENES ÓPTICAS

9.1. El Dr. **Sotiris Valkaniotis**, Universidad Aristóteles de Tesalónica (Grecia), realizó un seguimiento de píxeles (pixel tracking) en imágenes **ópticas** Sentinel-2 previas y posteriores al terremoto de Venezuela. Sus resultados fueron divulgados en la red social Linkedin [38].

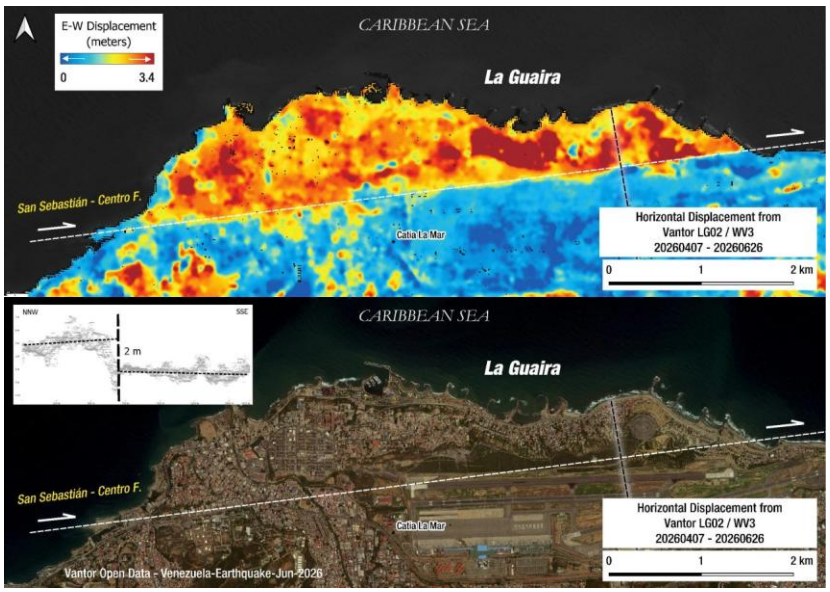
Sector Tacoa – Caraballeda

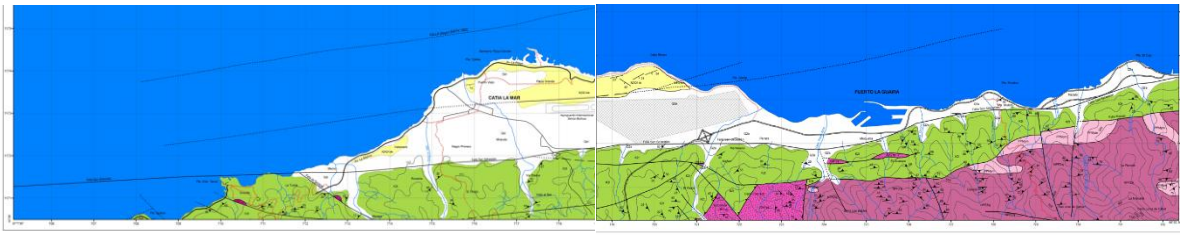


"El desplazamiento horizontal medido mediante imágenes del satélite Copernicus Sentinel-2 muestra un segmento en tierra de la ruptura de la falla San Sebastián–Centro (Falla Bruscas), *asociado al terremoto de magnitud 7,5 ocurrido el 24 de junio de 2026. Una ruptura de falla de rumbo-deslizante dextral, con aproximadamente 2 m de desplazamiento horizontal, atraviesa la localidad de La Guaira y posiblemente (?) también Caraballeda, hacia el este".* [24]

[38] https://www.linkedin.com/posts/sotiris-valkaniotis-37a822a_rupture-venezuela-earthquake-share-7477783537258192897-Z0a0/
https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7477791524244660224/

Sector Catia la Mar – (Aeropuerto) – Maiquetía [39]

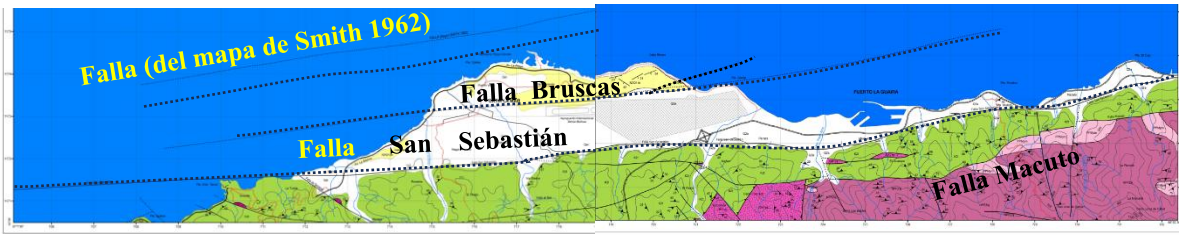


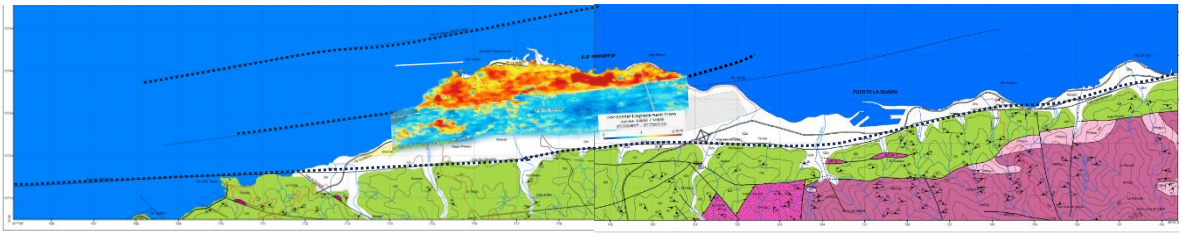


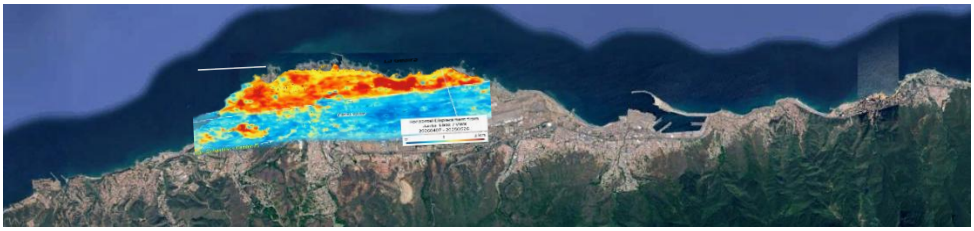
Mapa geológico de Catia la Mar 6747-I-NE
Carlos Márquez

Mapa geológico de La Guaira 6847-IV-NO
Yara Sánchez

(tesistas de ing. geológica-UCV)



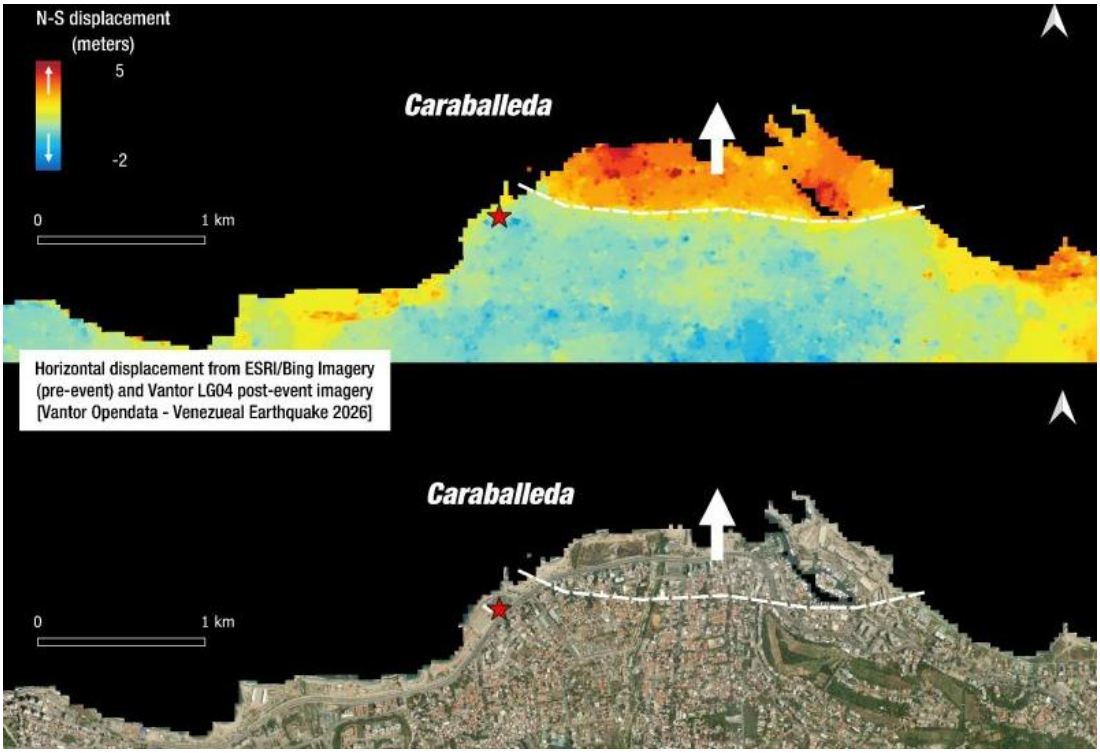




[39] https://earthquakeinsights.substack.com/p/aftershocks-and-satellite-imaging

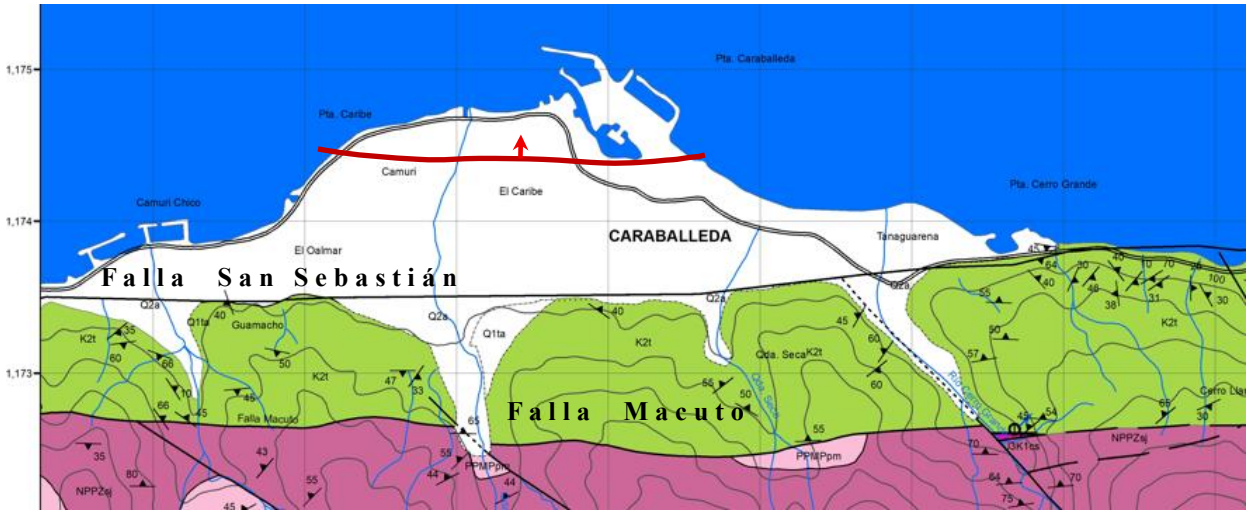
Estos resultados muestran que en Cabo Blanco el desplazamiento dextral asociado al terremoto del 24 de junio ocurrió sobre la **Falla Bruscas**, que pasa justo al norte de la pista principal del Aeropuerto Simón Bolívar de Maiquetía. En cambio, la Falla San Sebastián *sensu stricto* no presentó ruptura. Debe destacarse que la Falla Bruscas forma parte del *Sistema de Fallas San Sebastián*, mientras que la Falla San Sebastián *sensu stricto* corresponde al trazo principal que controla el lineamiento costero entre Cabo Blanco y las cercanías de Chuspa.

Sector Caraballeda

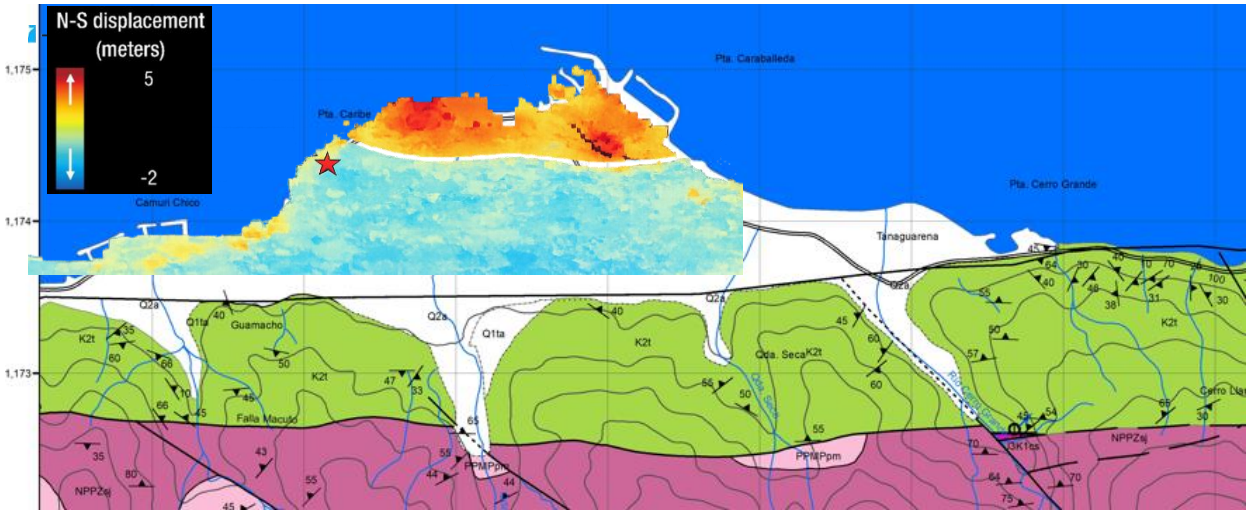


"El desplazamiento horizontal (malla de 4 × 4 m) fue obtenido mediante correlación de imágenes ópticas en el abanico aluvial de Caraballeda. El quiebre observado en la imagen parece corresponder más a una importante extensión lateral (lateral spreading) *o a un deslizamiento gravitacional, que a los efectos de una falla de rumbo-deslizante/oblicua… La* (continuación de la) *ruptura de la falla San Sebastián/*Bruscas (vista en Cabo Blanco) *podría estar ubicada mar adentro o por debajo de los depósitos del abanico. La correlación de imágenes se hizo utilizando múltiples imágenes previas y posteriores al evento (ESRi/Bing/Vantor OpenData), lo que permite excluir artefactos debidos al mosaico de imágenes y a una ortorrectificación deficiente; todas muestran esta marcada zona de desplazamiento hacia el norte. El desplazamiento este-oeste (E–W) es menos claro y no presenta un patrón predominante.*[40]

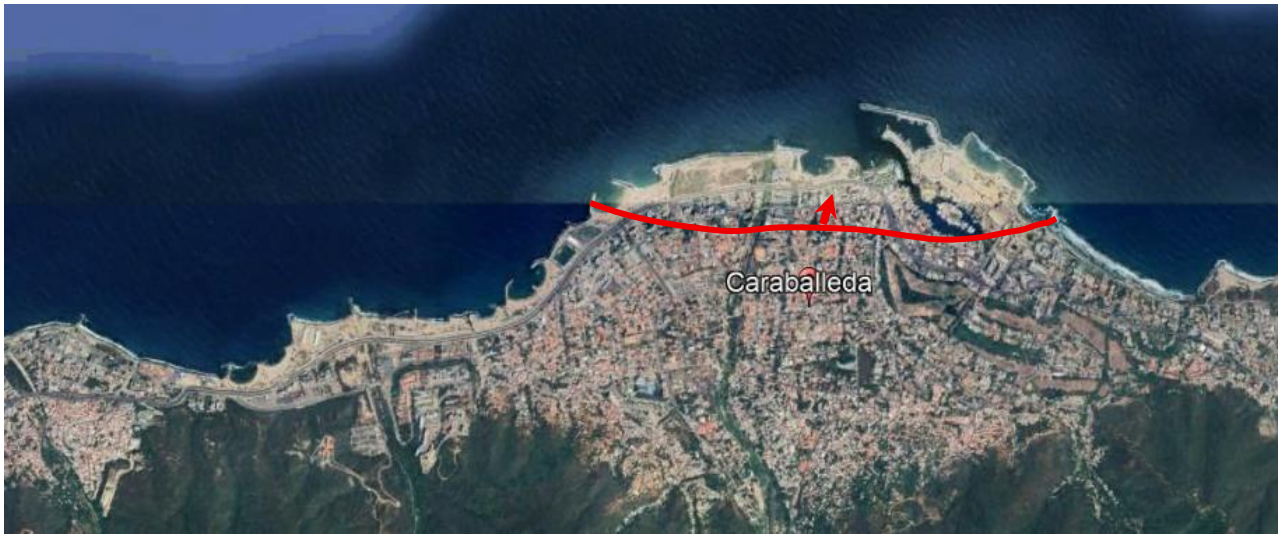
[40] https://www.linkedin.com/posts/sotiris-valkaniotis-37a822a_caraballeda-venezuela-earthquake-share-7478404611939225600-W0oH/ https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7478404613336055808/



Mapa geológico Caraballeda 6847-IV-NE



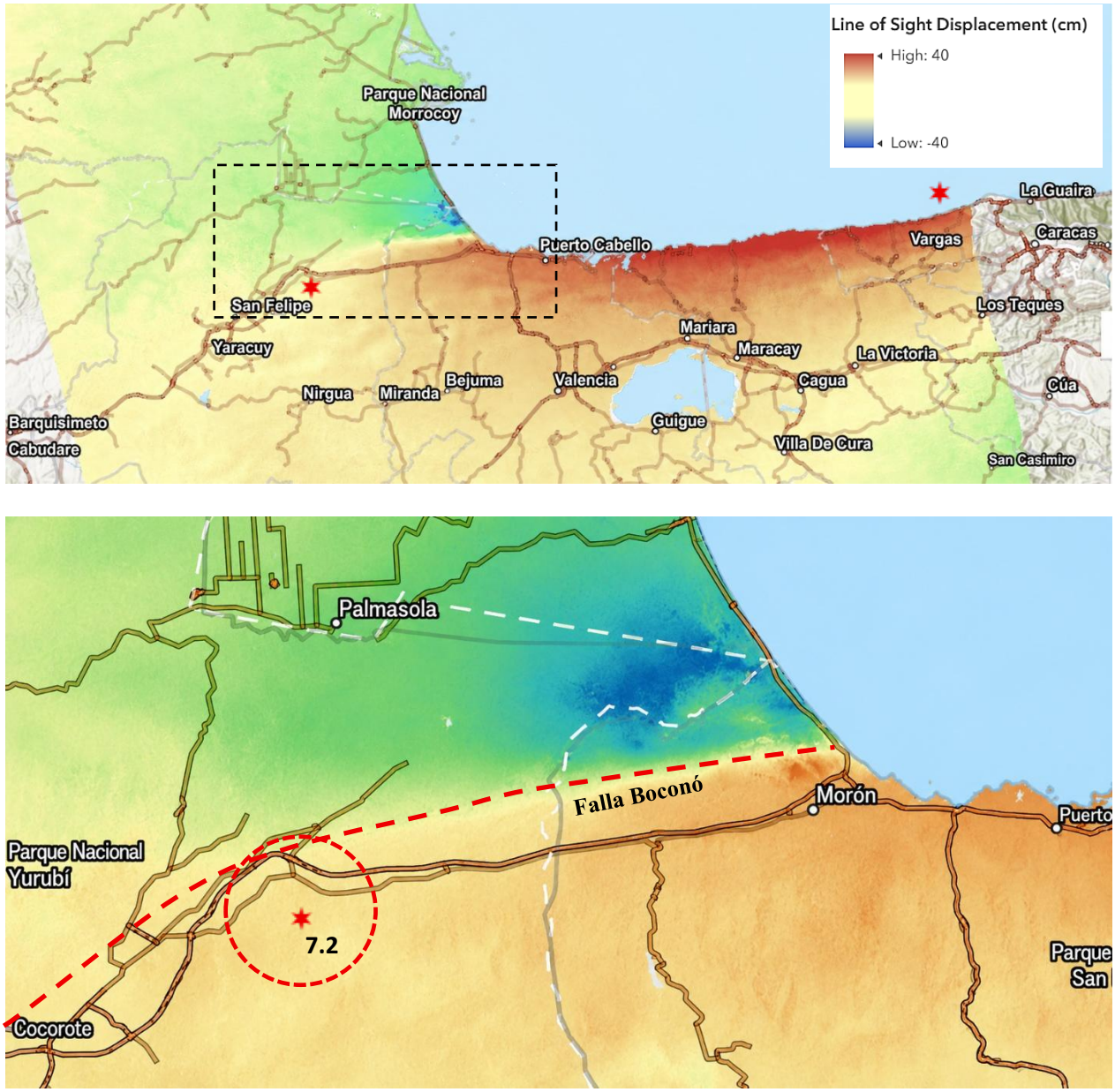
Mapa de desplazamiento horizontal sobre el mapa geológico



El desplazamiento hacia el norte de parte del cono de Caraballeda es compatible con las numerosas fotografías divulgadas en las redes sociales de grandes grietas abiertas debidas a relajación lateral.

Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR)

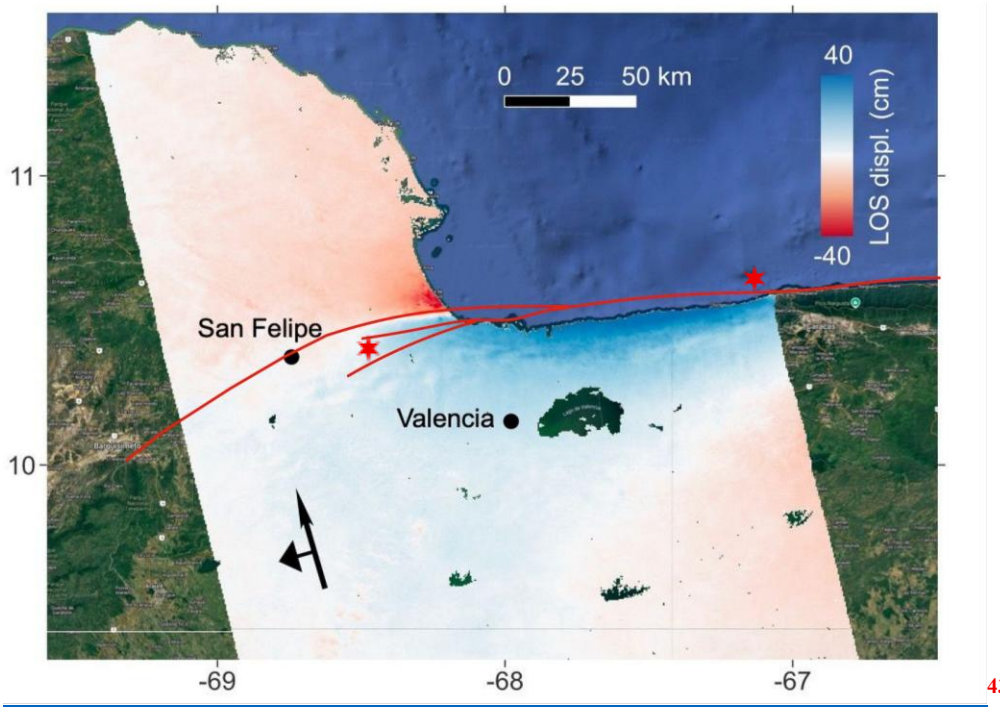
9.2. Desplazamiento superficial en la línea de visión[41]



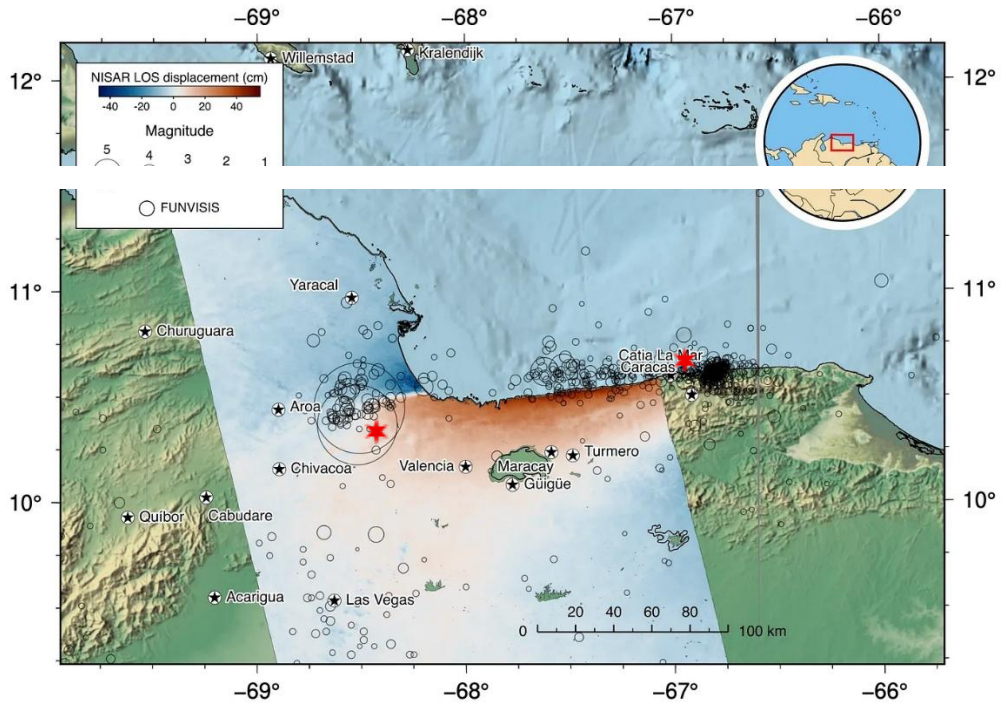
Epicentros USGS con sus radios de incertidumbre de ±8,2 km.

[41] Desplazamiento en la línea de visión del satélite (LOS, Line of Sight). *"Científicos que integran el Equipo Científico de Operaciones del satélite **NISAR** del Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL) de la NASA y del Instituto Tecnológico de California (Caltech), ambos ubicados en Pasadena, California, elaboraron este mapa de desplazamiento, en el cual los colores rojos indican un desplazamiento creciente hacia el este (hacia el satélite), mientras que las áreas azules indican un desplazamiento creciente hacia el oeste (alejándose del satélite). Los tonos amarillos indican un desplazamiento cercano a cero. Fechas de las imágenes: 13 junio 2026 y 25 junio 2026"* https://gis.earthdata.nasa.gov/portal/apps/mapviewer/index.html?webmap=9244f7b07fa64d45ae7cb66c34d1696a

9.3. Otra versión [42]



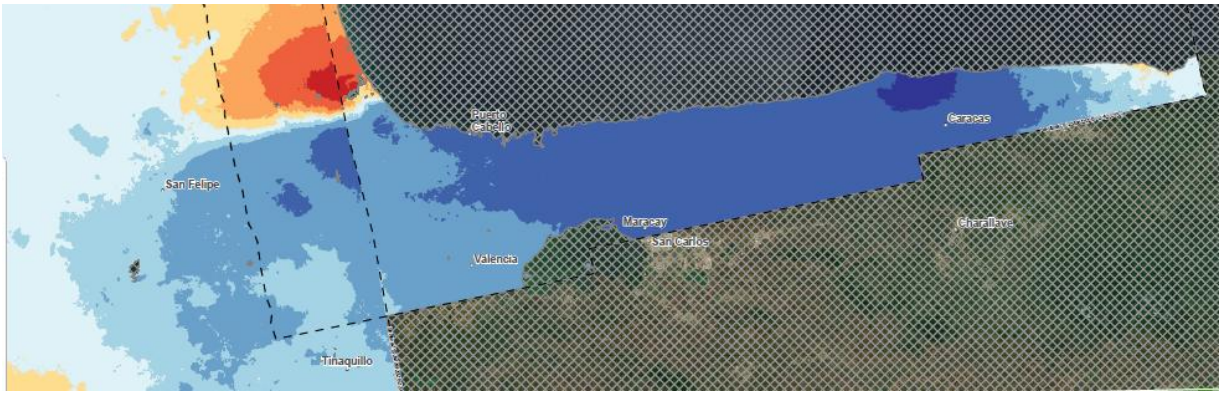
[43]



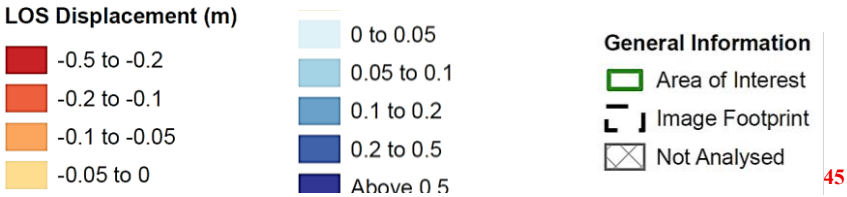
[42] *"Imagen InSAR "desenvuelta" (unwrapped): en lugar de observar bandas de colores del arco iris, aparecen colores rojos y azules que representan el desplazamiento total (hacia el satélite o alejándose de él). Sobre el mapa hemos trazado el recorrido cartografiado de las fallas Boconó Fault y San Sebastián Fault, responsables de este terremoto. Este mapa fue elaborado por el Dr. Yuankun Xu, de Caltech, y compartido por el Dr. Eric Fielding, del NASA JPL"* https://storymaps.arcgis.com/stories/717d0c07ec434b54ab6b2e0bbd7bc9f6

[43] Imagen de Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR) desenvuelta del satélite NISAR. Este mapa fue elaborado por el Dr. Yuankun Xu en Caltech y compartido por el Dr. Eric Fielding del NASA JPL. https://earthquakeinsights.substack.com/p/venezuela-one-earthquake-or-two

9.4. Productos del “Copernicus Emergency Management Service”

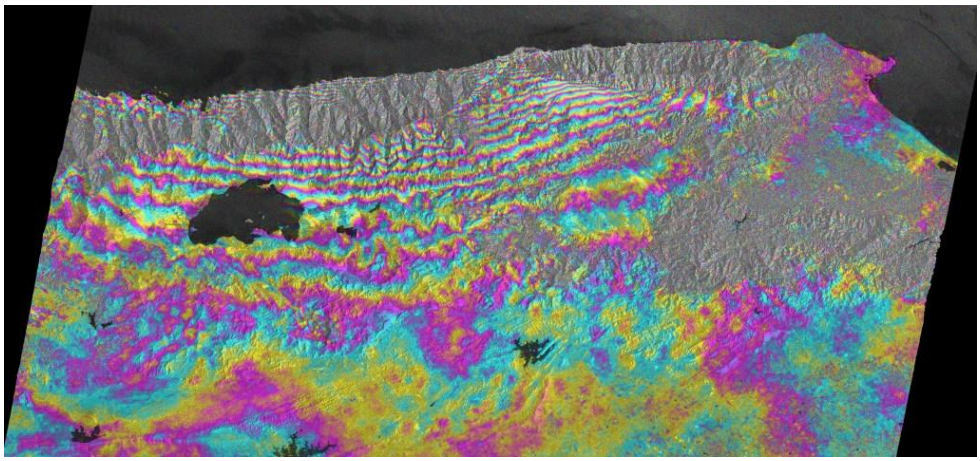


44



45

Exposure within the analysed areas												
		Away from the satellite					Toward the satellite					
LOS displacement	m	< -0.5	-0.5 to -0.2	-0.2 to -0.1	-0.1 to -0.05	-0.05 to 0	0 to 0.05	0.05 to 0.1	0.1 to 0.2	0.2 to 0.5	> 0.5	Total
Extent	ha	0	8,199	34,029	51,002	81,424	410,020	309,847	390,304	392,273	0	1,677,098
Estimated population	No.	0	200	4,900	50,000	20,000	230,000	410,000	1,900,000	3,800,000	0	~ 6,415,100



46

“Imagen InSAR del campo de deformación generado por el terremoto. Cada franja interferométrica corresponde a un desplazamiento de aproximadamente 2,8 cm. En las zonas más próximas a la costa se estima un desplazamiento del terreno de hasta 80 cm. Los datos InSAR fueron obtenidos a partir de imágenes adquiridas por los satélites Sentinel-1”

---

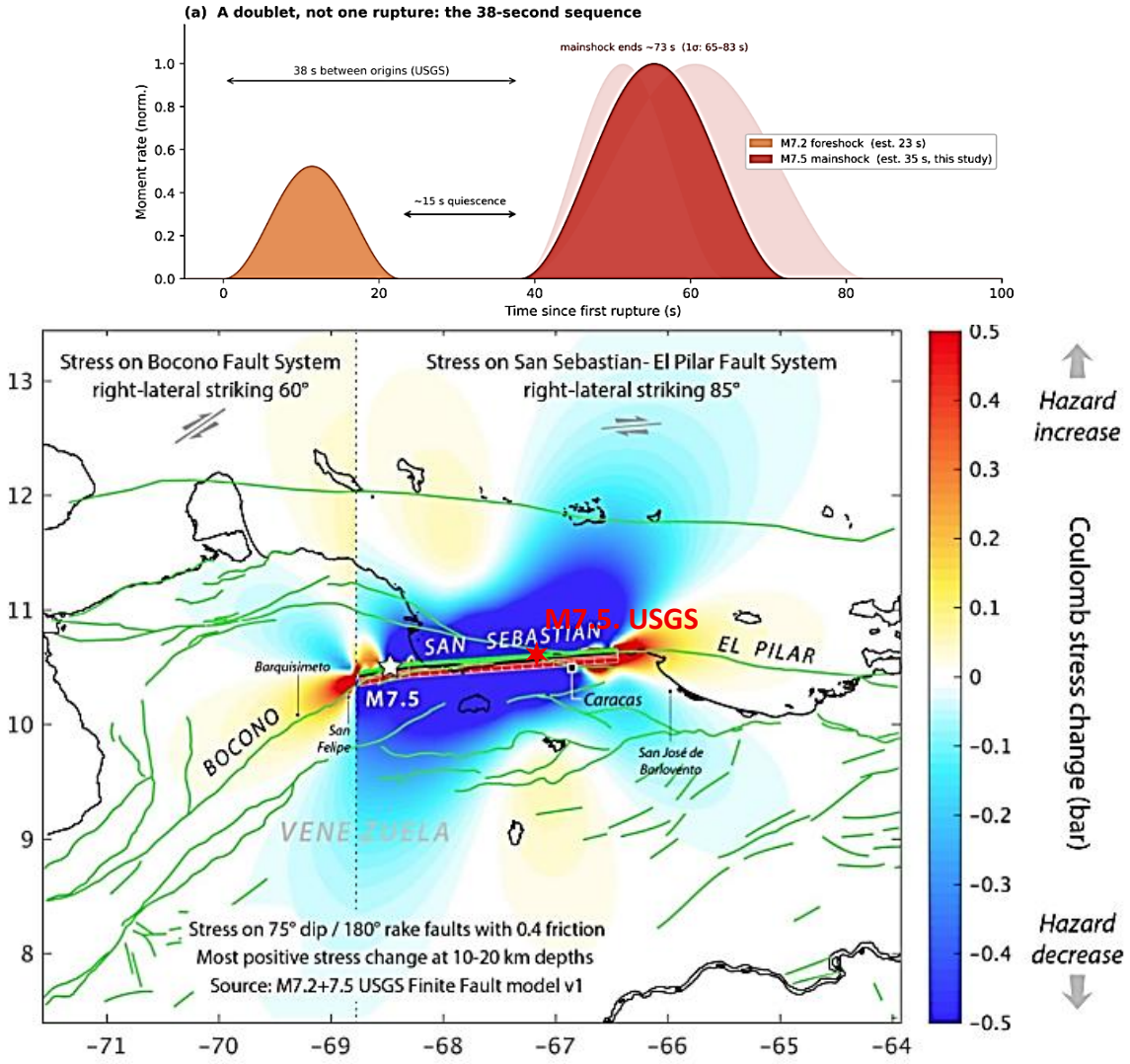
[44] Primer producto sobre el terremoto del 24 de junio emitido por el “Copernicus Emergency Management Service” (CEMS) https://mapping.emergency.copernicus.eu/activations/EMSR884/download
El Servicio de Gestión de Emergencias de Copernicus (CEMS) publicó el primer mapa de desplazamiento del terreno para el área de Caracas (AOI02) el 26 de junio de 2026 a las 00:01 h (hora de Caracas), aproximadamente 24 horas después de la activación del servicio tras el terremoto de Venezuela.

[45] Desplazamiento en la línea de visión del satélite (LOS, ***Line of Sight***).

[46] https://ingvterremoti.com/2026/06/26/sorgente-estesa-della-sequenza-sismica-in-venezuela-24-giugno-2026/

9.5. Transferencia estática de esfuerzos de Coulomb (CST)

CHAVES *et al.* (2026)[47] apoya la interpretación de un doblete sísmico y presenta las siguientes ilustraciones:



"Transferencia estática de esfuerzos de Coulomb (CST) generada por el terremoto principal de magnitud 7,5 ocurrido a las 22:05 UTC del 24 de junio de 2026. La CST fue calculada a partir de la solución de ruptura de falla finita obtenida por el USGS".
(M7.5 del USGS, añadido nuestro)

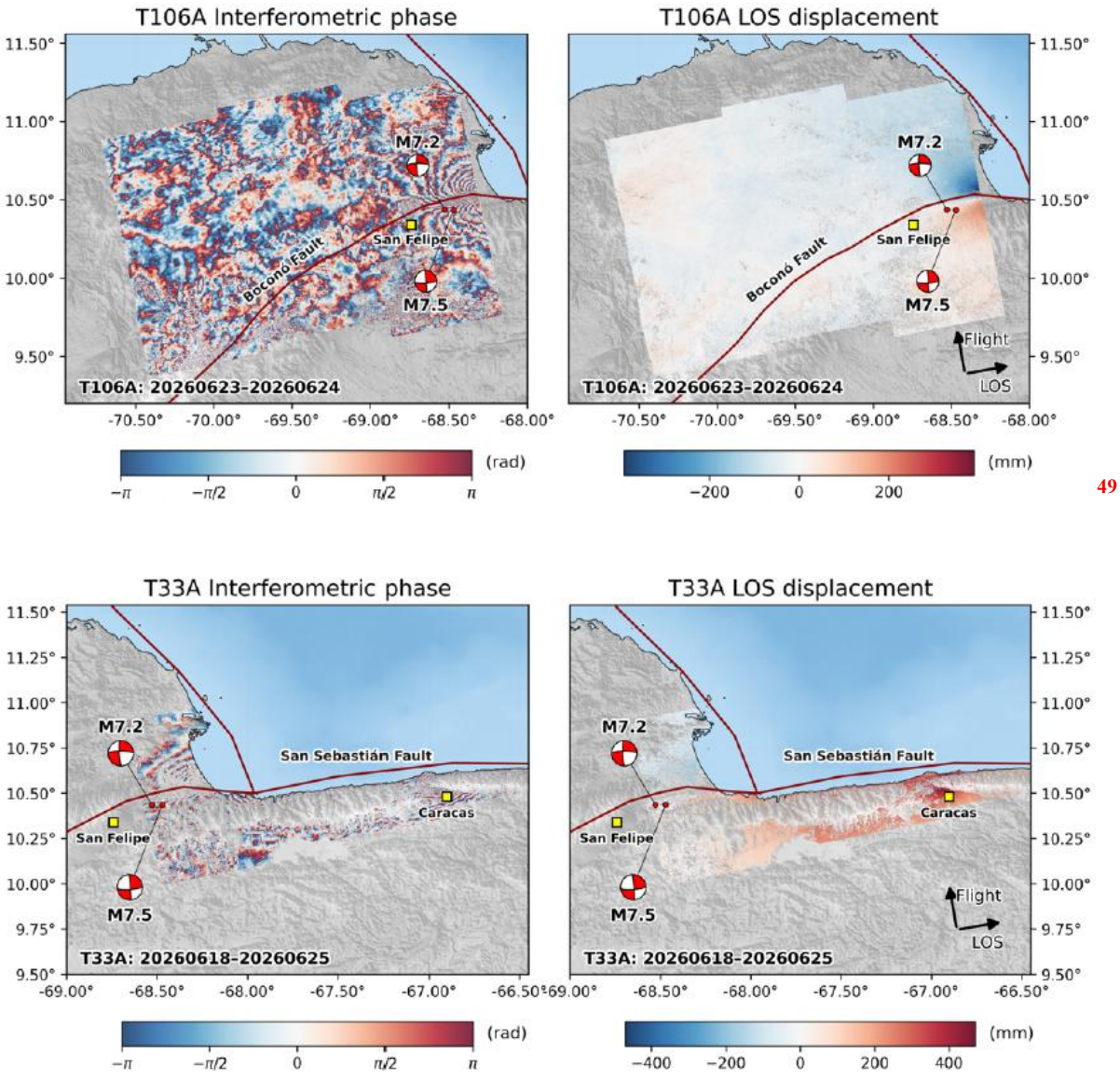
El autor de esta recopilación observa una aparente discrepancia entre la interpretación expuesta en el texto y los valores mostrados en la figura anterior. Mientras el texto sugiere un incremento del esfuerzo de Coulomb hacia el sector de Caracas, la figura presenta allí valores predominantemente negativos (color azul), asociados a disminución del "Hazard decrease". Como la interpretación de estos modelos excede el conocimiento del autor, se deja planteada para su análisis por sismólogos.

---

[47] CHAVES E. J., STEIN R. S. y TODA S. 2026. Venezuela's doublet leaned toward Caracas. *Temblor*, https://temblor.net/earthquake-insights/venezuelas-doublet-leaned-toward-caracas-17281/ http://doi.org/10.32858/temblor.379

9.6. Observaciones con datos InSAR de Sentinel-1 por WANG y XU (2026) [48]

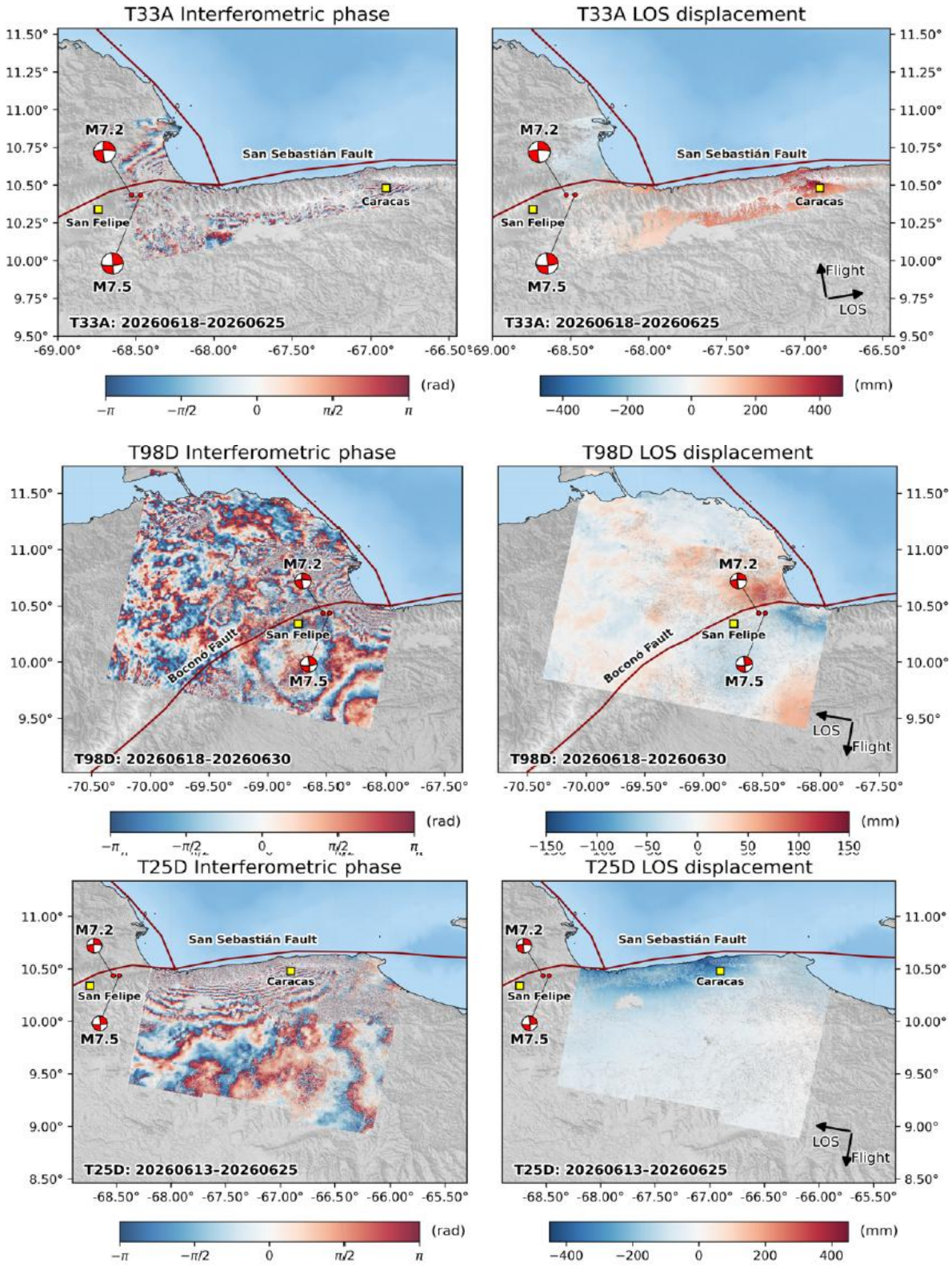
Los autores estudian los interferogramas (InSAR) con imágenes Sentinel-1, concluyen que se muestra un patrón continuo de deformación cosísmica que se extiende unos 200 km a lo largo del sistema de fallas del norte de Venezuela, con desplazamientos en la línea de visión (LOS) superiores a 40 cm cerca de la falla. Todo indica una ruptura rumbo dextral con una componente inversa subordinada y un deslizamiento máximo de 1,2–1,3 m.



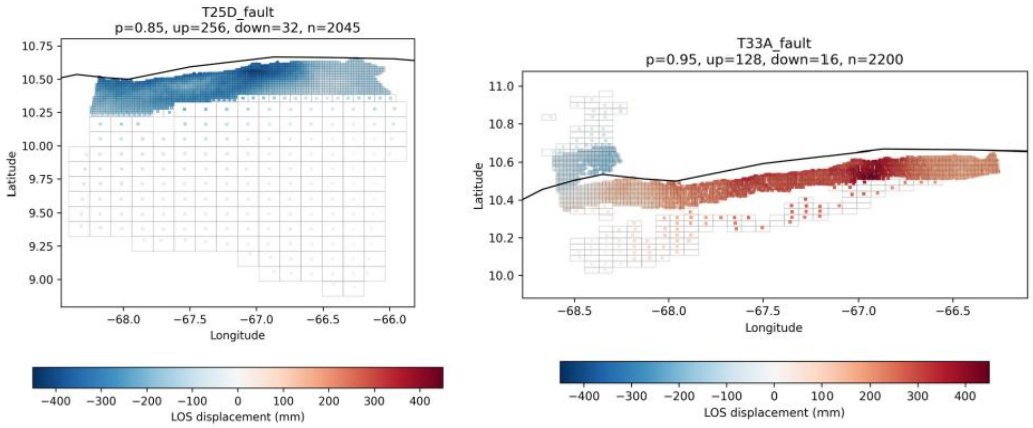
[49]

[48] Xin WANG y Xiaohua XU. 2026 (7 jul.). Sentinel-1 InSAR Observations of the 2026 Venezuela M7.2 and M7.5 Earthquakes. https://www.researchgate.net/publication/408537549

[49] Las siglas T106A, etc.: Franja (Track) número 106 del satélite. Dirección del satélite: A: en ascenso, D: en descenso.



"Interferogramas de fase envuelta (columna izquierda) y mapas de desplazamiento en la línea de visión (LOS) (columna derecha), obtenidos a partir de órbitas ascendentes y descendentes de los satélites Sentinel-1 para la secuencia de los terremotos Mw 7,2 y Mw 7,5 ocurridos en Venezuela en 2026."

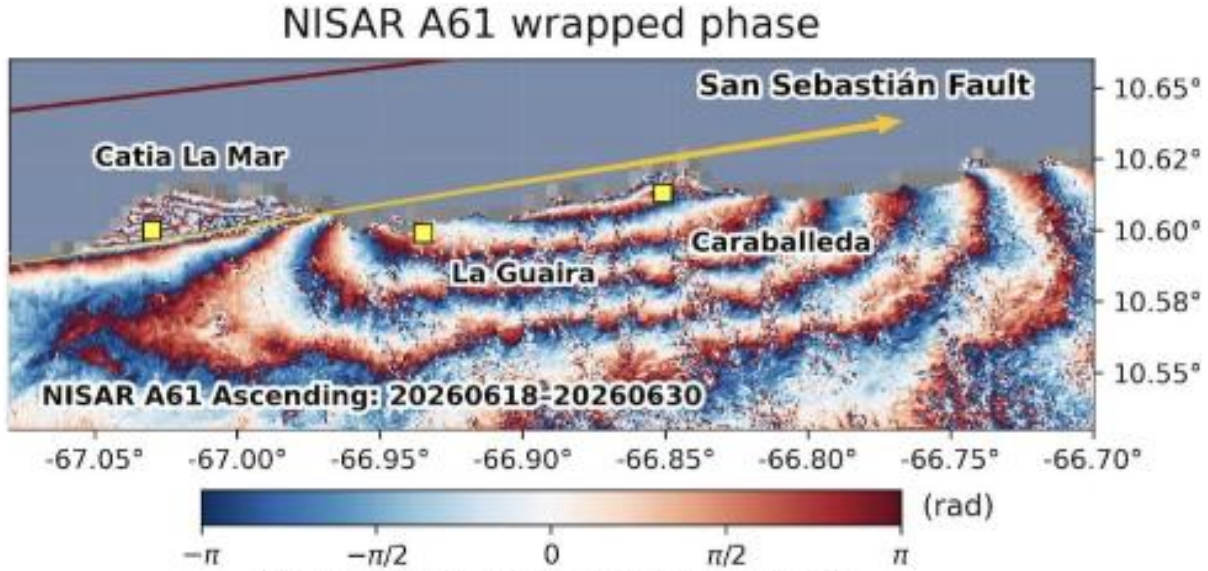


"Resultados de la reducción del muestreo en función de la distancia a la falla para las observaciones del desplazamiento en la línea de visión (LOS) obtenidas con Sentinel-1 durante la secuencia de los terremotos Mw 7,2 y Mw 7,5 de Venezuela de 2026".

- - - - - - - - - - - - - - - -

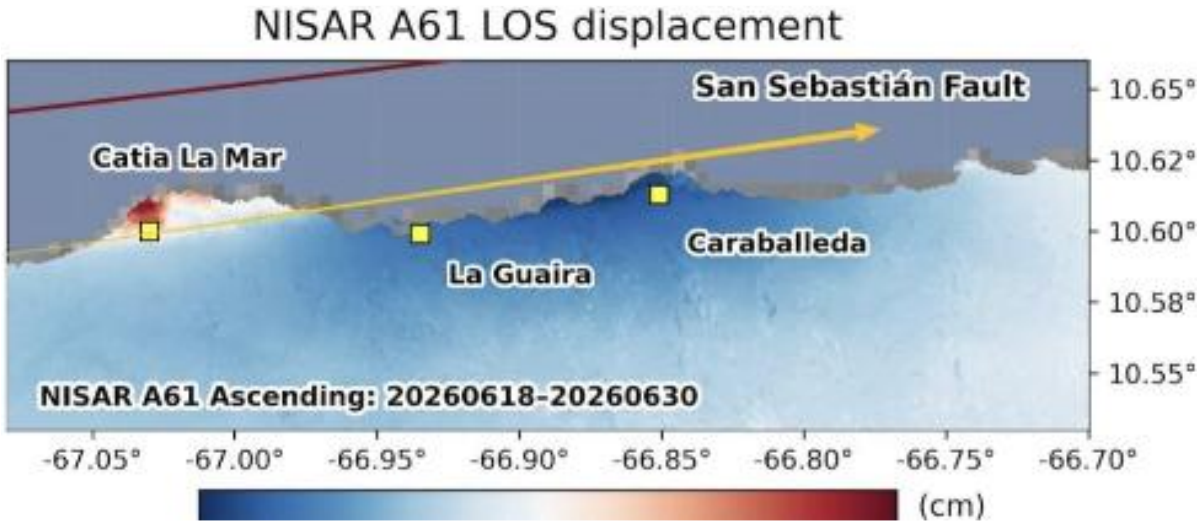
El **8 de julio** el mismo Dr. **Xin Wang** difunde por Linkedin[50] la siguiente nota y figuras:

"Las observaciones NISAR A61 revelan un claro gradiente de deformación próximo a la costa asociado con la secuencia sísmica de 2026 en Venezuela, lo que sugiere que la traza principal de la falla podría ubicarse cerca de la flecha amarilla mostrada en la figura. Esta ubicación difiere ligeramente de la traza inferida mediante correlación de imágenes ópticas de Sentinel-2.
La anomalía óptica localizada cerca de Caraballeda no es claramente visible en el campo de desplazamiento en la línea de visión (LOS) de NISAR. Especulamos que podría estar relacionada con un deslizamiento de ladera desencadenado por una intensa deformación extensional traducción de cerca de la terminación de la ruptura de rumbo dextral".



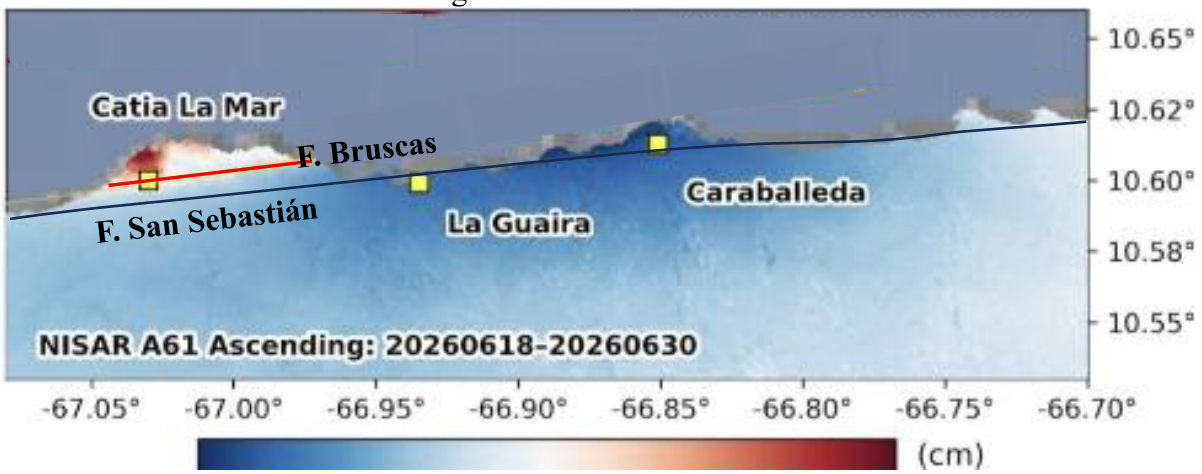
[50] https://www.linkedin.com/posts/xin-wang-41746b365_nisar-a61-observations-reveal-a-clear-near-coastal-share-7480819611056316416-lZvH/

Fase interferométrica envuelta de NISAR A61[51]



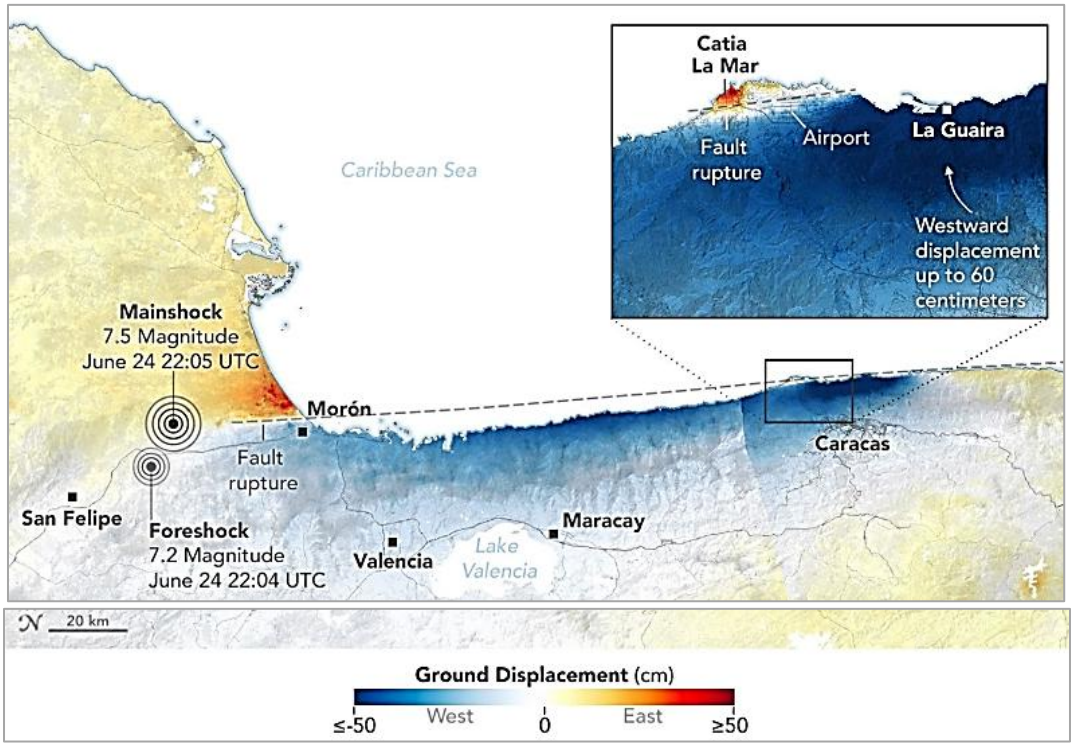
Desplazamiento en la línea de visión (LOS) de NISAR A61

Imagen modificada añadiendo fallas



[51] Resultados con base a los datos del Track **61** con el satélite en sentido de **A**scenso.

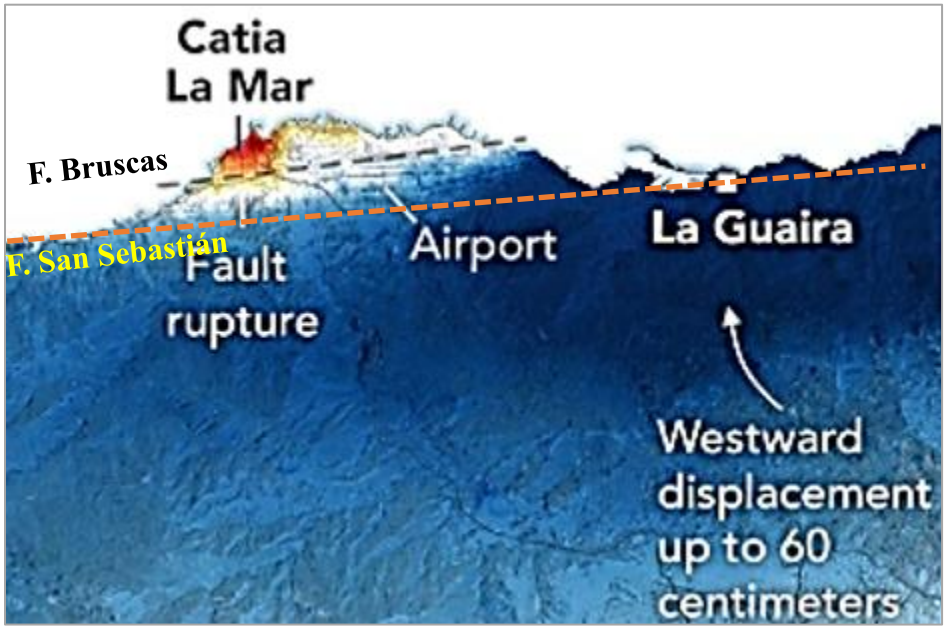
10.7. Boletín de la NASA, 10 julio 2026[52]



"El desplazamiento del terreno fue particularmente intenso en las cercanías de Caracas y La Guaira, Venezuela, tras los terremotos ocurridos el 24 de junio de 2026. El mapa se generó a partir de datos de NISAR (Radar de Apertura Sintética NASA–ISRO), adquiridos el 25 y el 30 de junio (posteriores a los terremotos) y el 13 y el 18 de junio (anteriores a los terremotos)".

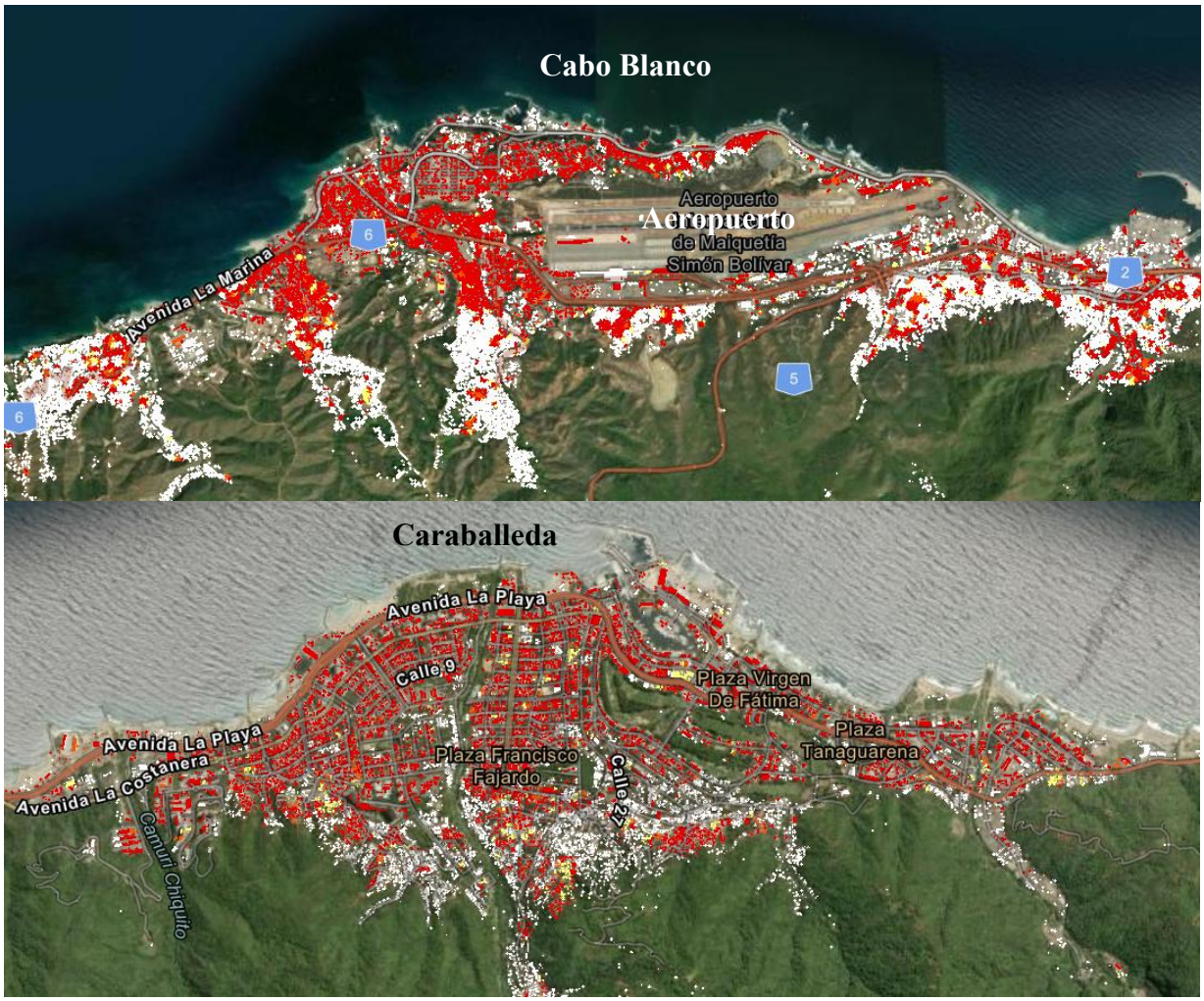
- - - - - - - - - - - - -

Imagen modificada añadiendo trazas y nombres de fallas



[52] "Where Venezuela's Earthquakes Shifted the Ground" https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/where-venezuelas-earthquakes-shifted-the-ground/

11. Probabilidad de estructuras dañadas (experimental) derivada de imágenes de radar satelital (Sentinel-1) [53]



[53] Mapa por Patrick_Rea. Elemento creado: 27/06/2026. Actualización: 30/06/2026.

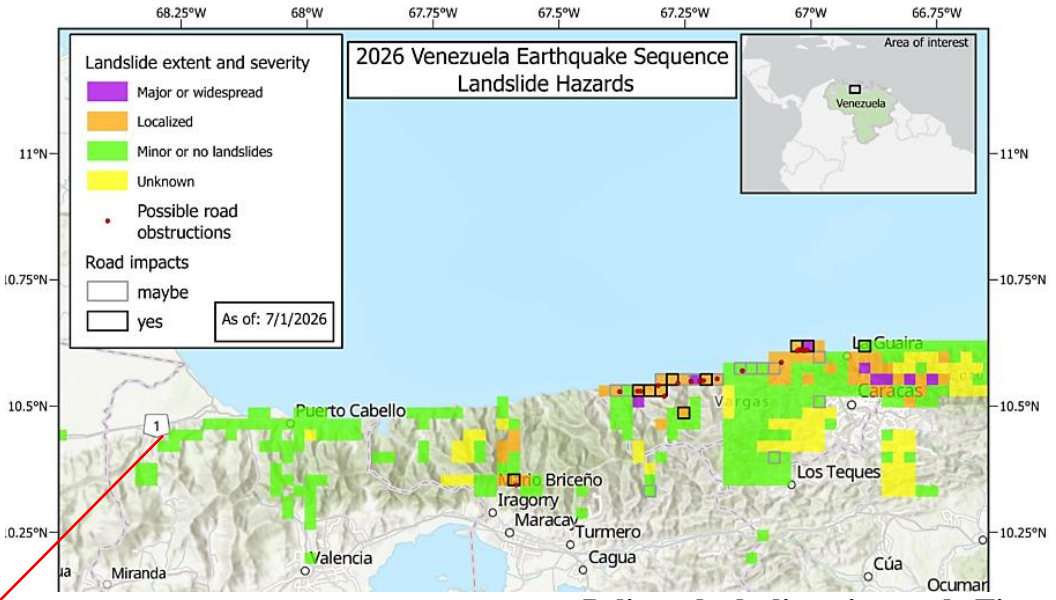
Este paquete contiene nuestra primera evaluación experimental rápida de los daños en edificaciones ocasionados por el terremoto del 24 de junio de 2026 en Venezuela (un sismo principal de magnitud 7,5 precedido por un sismo premonitor de magnitud 7,2), centrado cerca de San Felipe y Yumare, en el centro-norte de Venezuela, con ***fuerte movimiento del terreno*** *a lo largo de la costa central y hasta el área metropolitana de Caracas.*

Utilizando radar satelital Sentinel-1, estos datos estiman que aproximadamente ***58.870 edificaciones*** *probablemente resultaron dañadas o destruidas en la región afectada, según el paso satelital más reciente del 25 de junio de 2026 (10:16 UTC).*

La evaluación cubre el área activada bajo la activación ***EMSR884*** *del* ***Servicio de Gestión de Emergencias de Copernicus****, y corresponde al evento sísmico* ***us6000t7zp*** *del* ***USGS****. Se trata de un producto preliminar elaborado pocos días después del evento y que* ***aún no ha sido validado****.*

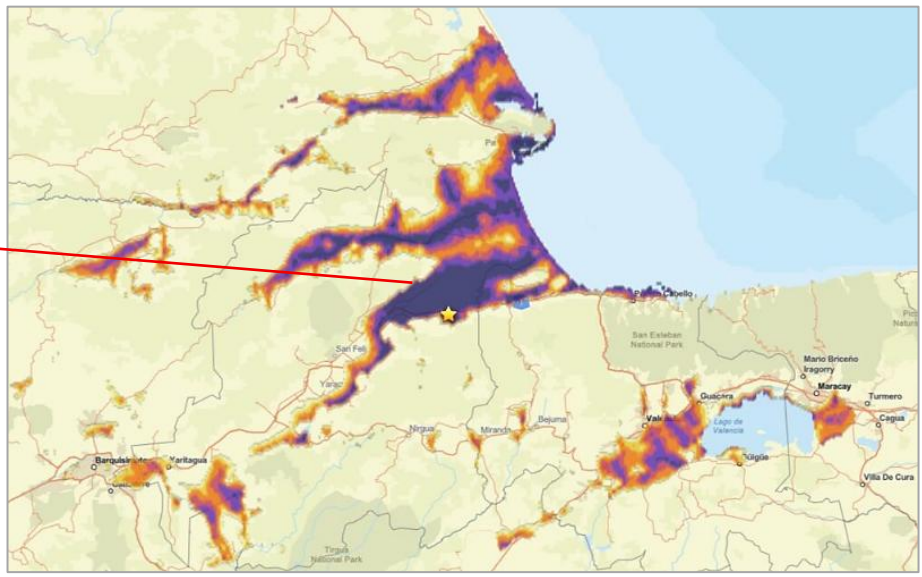
Escenas Sentinel-1 analizadas después del evento. *Los datos analizaron las dos adquisiciones de radar Sentinel-1 posteriores al terremoto sobre la región afectada: una adquirida el* ***24 de junio de 2026 a las 22:50 UTC****, que cubre la zona occidental cercana al epicentro (alrededor de San Felipe/Yumare), y otra adquirida el* ***25 de junio de 2026 a las 10:16 UTC****, que cubre el área metropolitana de Caracas (incluyendo Petare y Antímano). Cada escena posterior al evento fue comparada con un conjunto de imágenes de referencia Sentinel-1 adquiridas durante el año previo al terremoto, y ambas fueron integradas en un único mapa de daños.* https://gis.earthdata.nasa.gov/portal/home/item.html?id=0c3d77dd5aae46e4829d9a282477615c

12. Peligro de deslizamientos y licuación según el USGS [54]



Peligro de deslizamientos de Tierra

Grietas por relajación lateral (*Lateral Spreading*), Palmarejo, Yaracuy
https://www.youtube.com/shorts/zmYWFQ0O0Og



Peligro de licuación

[54] Dave PETLEY. 25 June 2026. Landslides and liquefaction from the 24 June 2026 "double tap" earthquakes in Venezuela. https://www.usgs.gov/programs/landslide-hazards/science/2026-venezuela-sequence-earthquake-triggered-landslide-hazards

Área estimada expuesta a licuación.

"La licuación disparada por este terremoto se estima será significante en severidad y/o en su extensión espacial"

"Según el análisis del USGS, la población potencialmente expuesta a deslizamientos de tierra se estima entre 1.000 y 10.000 personas, mientras que la población potencialmente expuesta a procesos de licuefacción se estima entre 10.000 y 100.000 personas" [55]

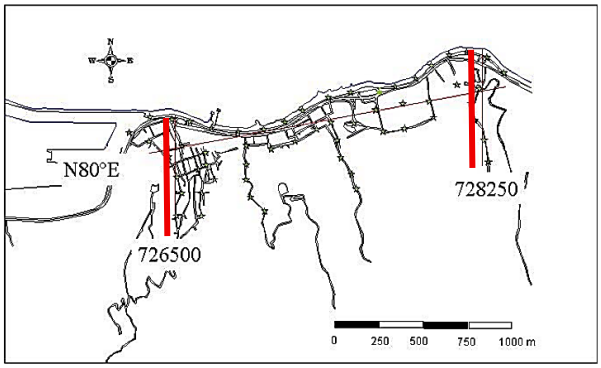
[55] https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000t7zp/ground-failure/summary

13. Modelaje gravimétrico del basamento de los conos aluviales y microzonificación

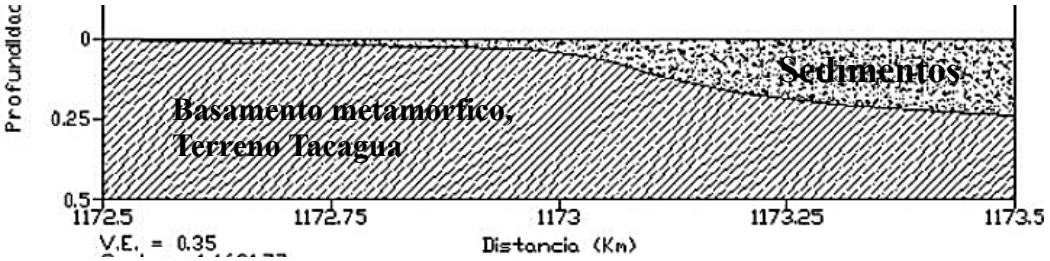
AMBROSIO (2002)[56] realizó un estudio gravimétrico de los conos aluviales de **La Guaira**, **Macuto** y **Caraballeda**, con el fin de determinar el espesor de los sedimentos y la morfología del basamento metamórfico. Los resultados muestran que dichos conos presentan un buzamiento variable entre 17° y 21° hacia el norte con profundidades máximas cercanas a:

Caraballeda: **450 m** (en la línea de costa del perfil "Este").
La Guaira: **180 m**.
Macuto: **290 m** (en Punta El Cojo, perfil "Este").

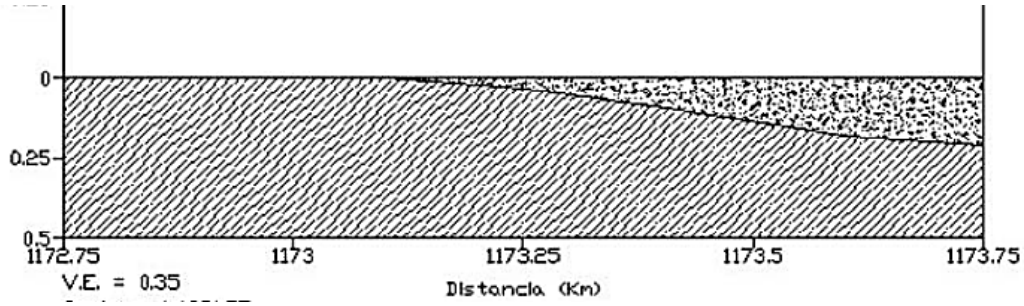
Por la distribución irregular de los puntos de medición, no encuentra una respuesta gravimétrica para la traza de la Falla San Sebastián, que lo atribuye a no presentar un componente normal, o que no se encuentra dentro del perímetro de las mediciones.



Ubicación de los perfiles en el cono de **La Guaira**

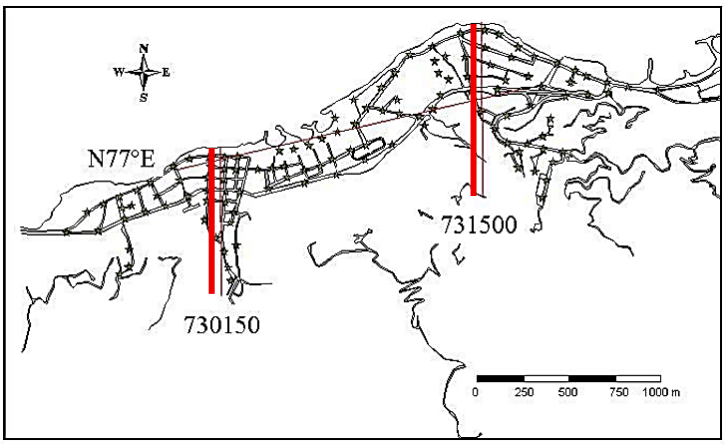


Oeste

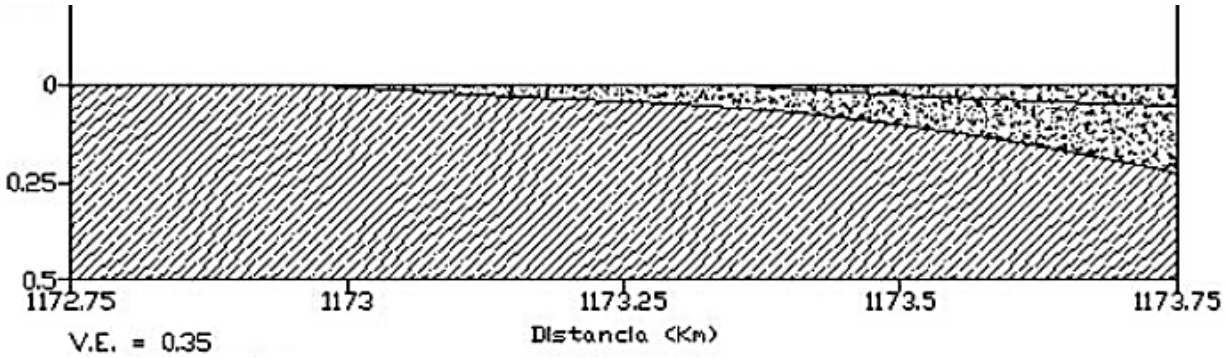


Este

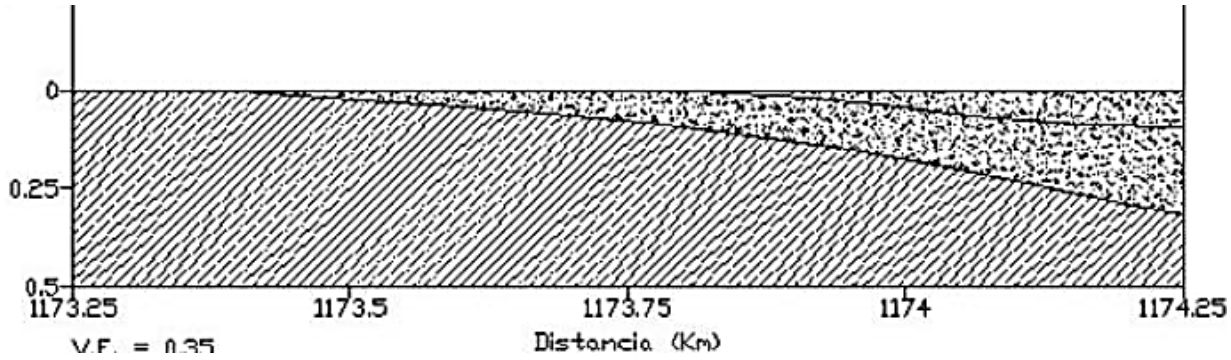
[56] AMBROSIO Ricardo A. 2002. Modelaje gravimétrico del basamento de los conos aluviales de La Guaira, Macuto y Caraballeda. Estado Vargas. *Geos*, UCV, Caracas, 35: 57-58 + 105 p. en CD (carpeta 4.8). Tutores: R. Meza, I. Rodríguez y N. Orihuela.



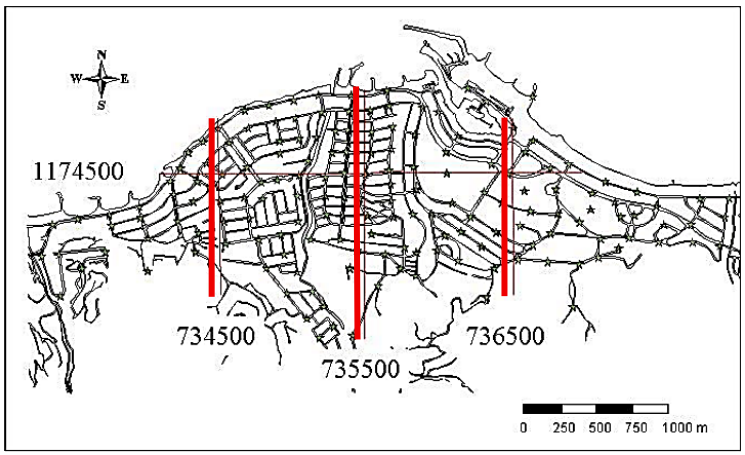
Macuto



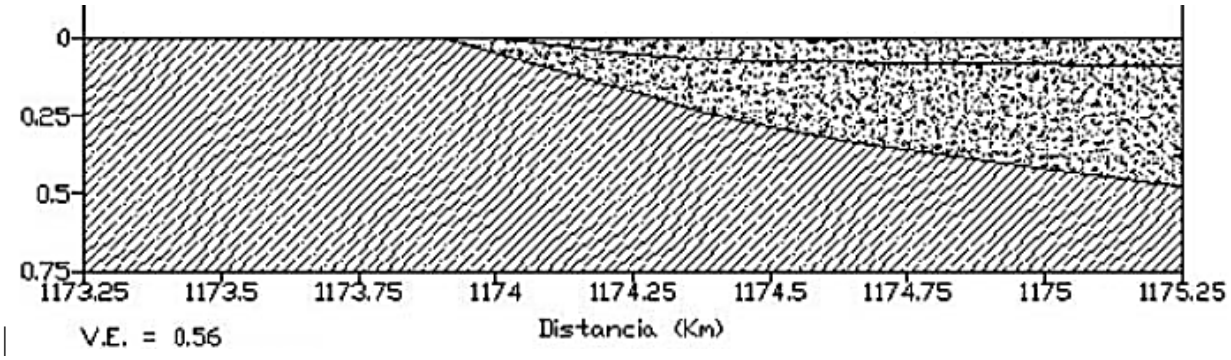
Oeste



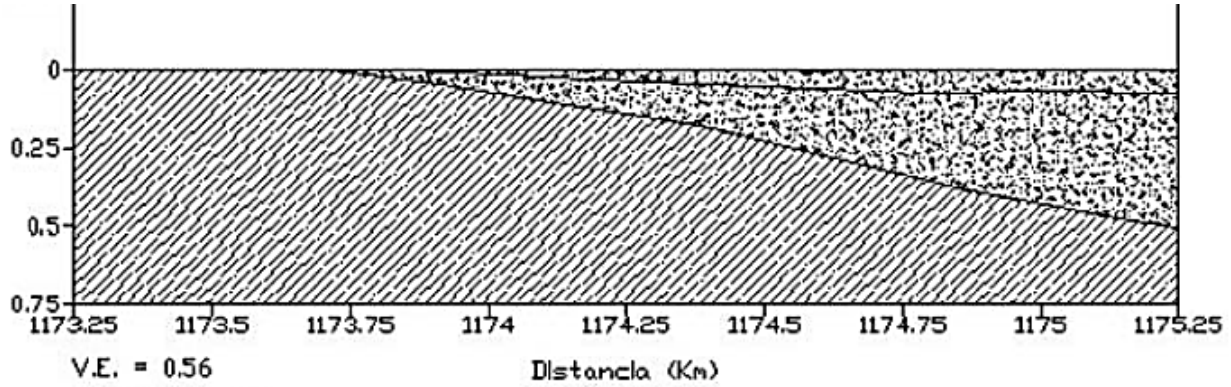
Este



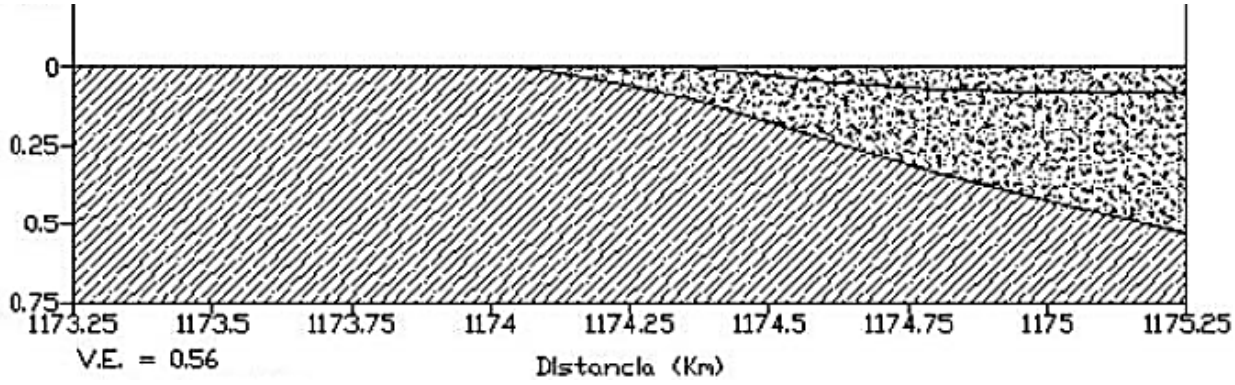
Caraballeda



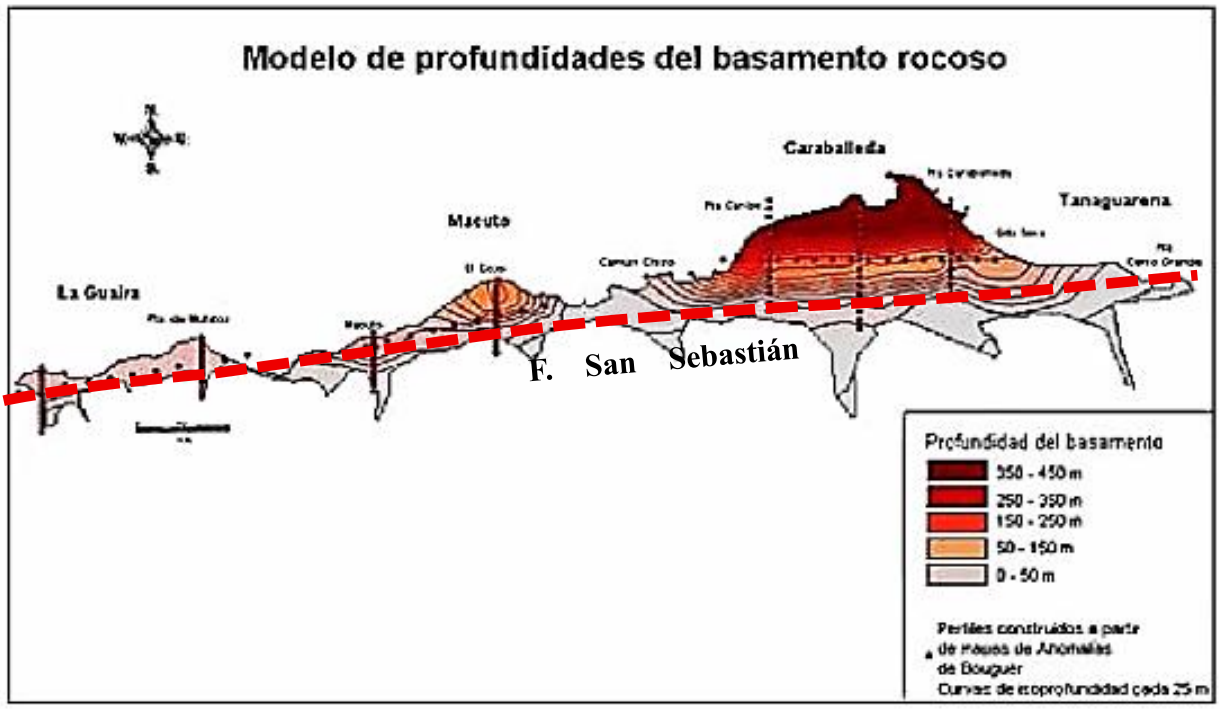
Oeste



Centro



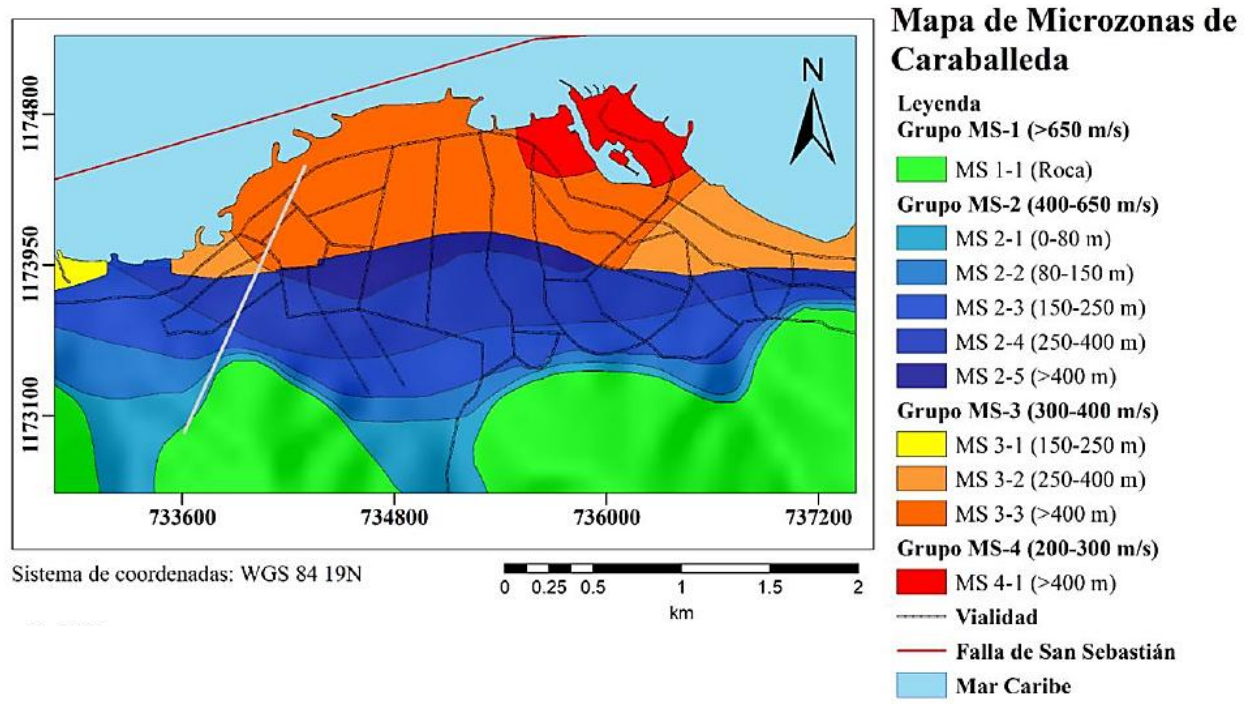
El trabajo anterior se complementa con el artículo de ROMERo *et al*. (2002)[57].

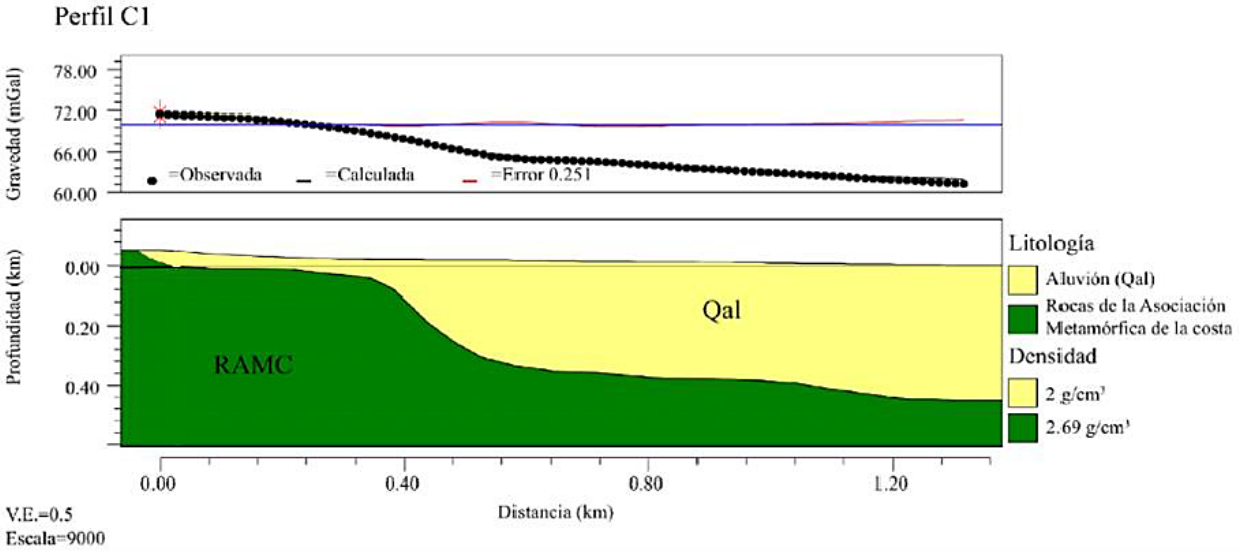


[57] ROMERO Marcos, Analia CRAGNO, Ricardo AMBROSIO, Michael SCHMITZ y Jorge GONZÁLEZ. 2002. *Caracterización de suelos con métodos geofísicos, estado Vargas (La Guaira, Macuto, Caraballeda y Tanaguarena).* III Coloquio sobre Microzonificación Sísmica – Serie Técnica N° 1.

Resumen: En la zona de Caraballeda, donde ocurrieron los mayores daños en el Litoral durante el sismo de Caracas de 1967, se investigó la conformación de los sedimentos mediante perfiles sísmicos y perforaciones. En estos estudios se realizaron varias líneas sísmicas de refracción con longitudes hasta 1.5 Km., mediante las cuales se determinaron profundidades del basamento de hasta 400 m., sin que se hayan reportado los datos originales. Los suelos que forman este depósito aparentemente son en gran parte suelos granulares gruesos, que van desde arenas y gravas, hasta peñones de dimensiones considerables; estos sedimentos son provenientes de la falda norte de la serranía del Ávila, como producto de la meteorización y arrastre de materiales de origen gnéisico y esquistoso. Los objetivos principales del presente estudio se orientan en primer lugar a evaluar la geometría de los conos aluviales aplicando sísmica de refracción y ruido ambiental, y la caracterización del basamento rocoso a partir de su respuesta gravimétrica con la construcción de un modelo del mismo que tome en cuenta su forma y ubicación en profundidad. A partir de los modelos obtenidos de la sísmica se evaluara la respuesta dinámica del suelo.

Mapa de microzonificación de Caraballeda [58]



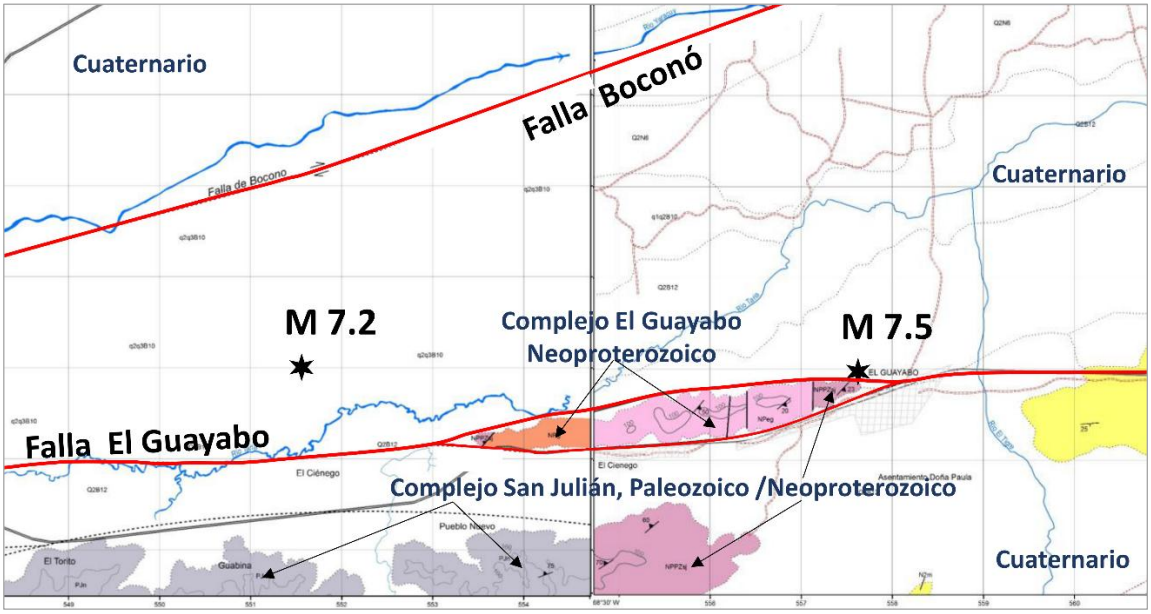


[58] GARCÍA Leandro, Freddy RONDÓN, Noel CRASTO y Michael SCHMITZ. 2023. *Microzonas sísmicas preliminares del estado La Guaira, en base a evaluación de vs30, estudios gravimétricos y espesor de sedimentos*. II Congreso Venezolano de Geociencias, UCV, Caracas. ttps://www.researchgate.net/publication/369475637

ADDENDA

Geología de la zona de El Guayabo

Según el primer informe del USGS los epicentros se ubicaban en los alrededores del cerro El Guayabo, de manera que en la primera versión de este informe se presentó la siguiente figura que sigue siendo de interés, si bien ya los epicentros no están ubicados aquí:



Mapa geológico de El Guayabo con los epicentros del doblete de sismos (USGS informe inicial). *Escala gráfica*: Cada división del eje inferior corresponde a 1 km.

Para información sobre las unidades metamórficas de la región de El Guayabo véase URBANI (2021)[59] (El Guayabo: p. 345-s, San Julián p. 359-s).

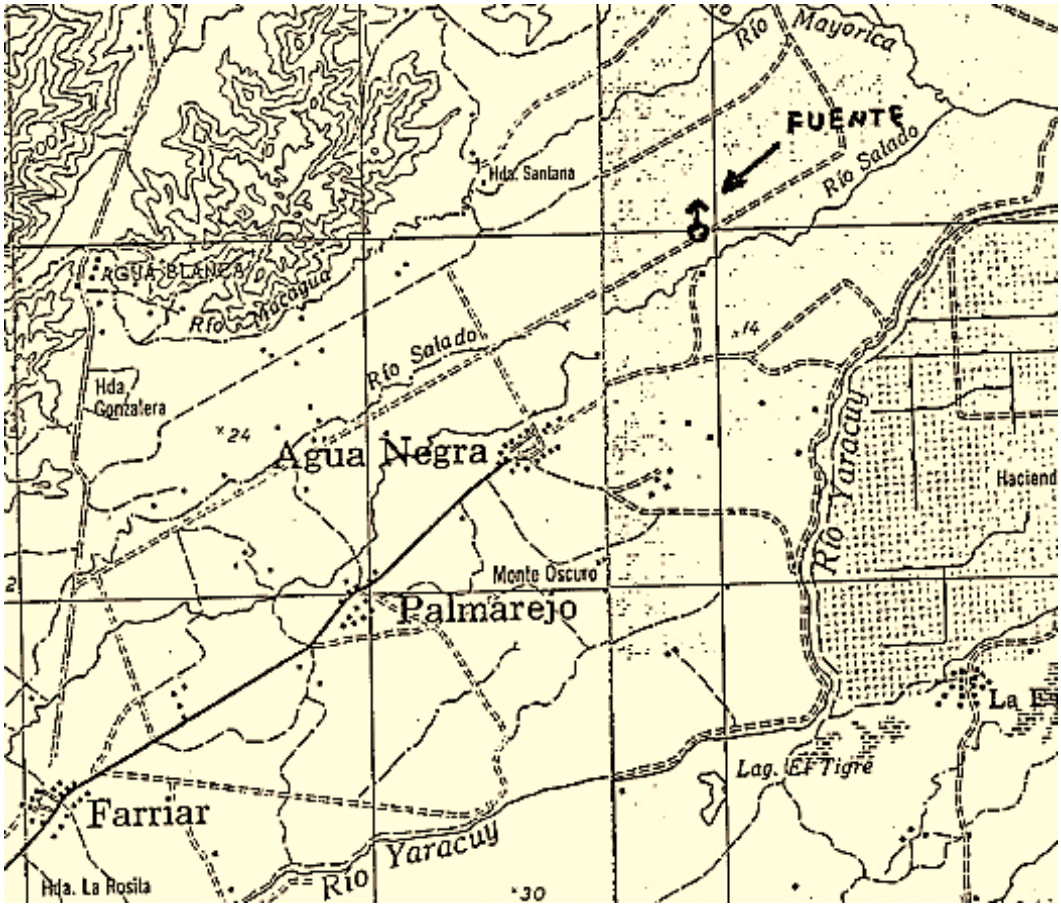
Un estudio petrológico detallado de las rocas de alto grado metamórfico del Cerro El Guayabo fue realizado por Sebastián GRANDE (2013)[60].

[59] URBANI F. 2021. *Geología del norte de los estados Lara y Yaracuy*. Caracas: Ediciones ANIH y Fundación Geos – Universidad Central de Venezuela. 612 pp. https://www.researchgate.net/publication/355164656

[60] GRANDE Sebastián. 2013. *Petrología de las rocas de alto grado metamórfico presentes en el noroccidente de Venezuela.*. https://www.researchgate.net/publication/398427671 (pp. 465-736).

Fuente termal “El Volcán” de Río Salado, Agua Negra. Municipio Veroes

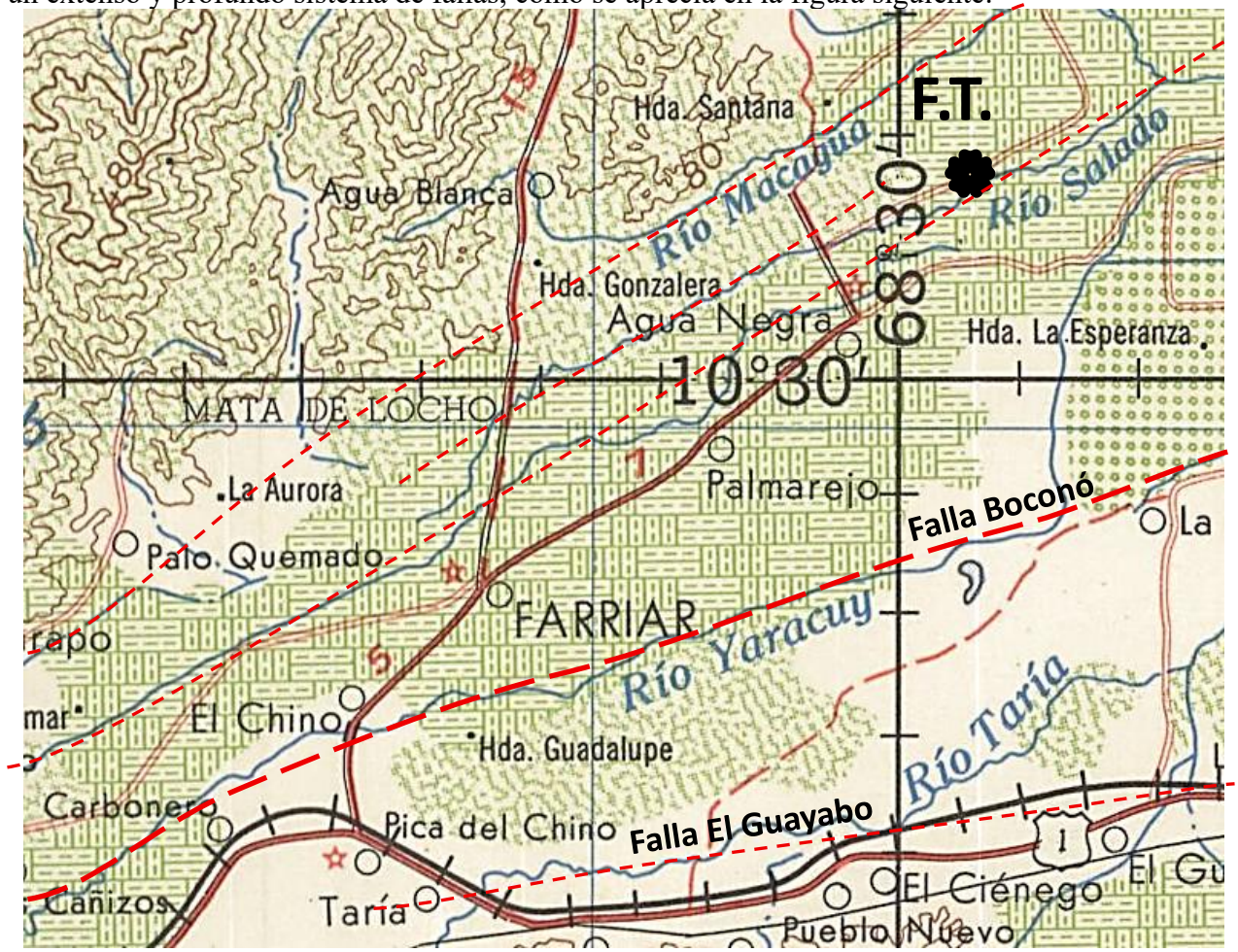
A comienzos de los años 1990´s, en exploraciones geológicas de Funvisis, el ing. Carlos Beltrán localiza una fuente termal cerca del poblado de Agua Negra, sobre una de las falla NE-SO paralelas a la Falla Boconó (BELTRÁN 1996)[61].
Este fuente termal resulta estar localizada a ca.12 km al norte del epicentro M7.2 según el USGS.



Esta fuente termal, antes conocida por los lugareños como "El Volcán", correspondía a un pozo artesiano perforado en la década de 1960 para el riego de cultivos de caña de azúcar. Debido a que el agua emergía a **71 °C**, el pozo fue abandonado y el flujo quedó libre.
Durante una inspección post-terremoto realizada por una comisión de Funvisis en julio de 2026, dirigida por la Dra. Luz M. Rodríguez (Comunicación personal), se informaron que la surgencia había cesado aproximadamente seis años antes. Consideramos que ello probablemente obedeció al deterioro del pozo tras más de seis décadas de abandono y sin mantenimiento.
Al igual que en otras fuentes termales de la Cordillera de la Costa con temperaturas de surgencia entre 70 y 80 °C, es probable que el agua proceda de un acuífero profundo (aún existente y aprovechable) con una temperatura en el orden de los 150°C[62] (estimados por geotermómetros químicos). Bajo un gradiente geotérmico normal, para alcanzar esa temperatura se requiere de una

[61] BELTRÁN Carlos. 1996. Información sobre una nueva fuente termal: Río Salado, estado Yaracuy. *Geotermia*, UCV, Caracas, 37: 41. https://www.researchgate.net/publication/385446809
[62] URBANI F. 1991. Geotermia en Venezuela. *Geos*, Caracas, 31; 1-374.https://www.researchgate.net/publication/44408710

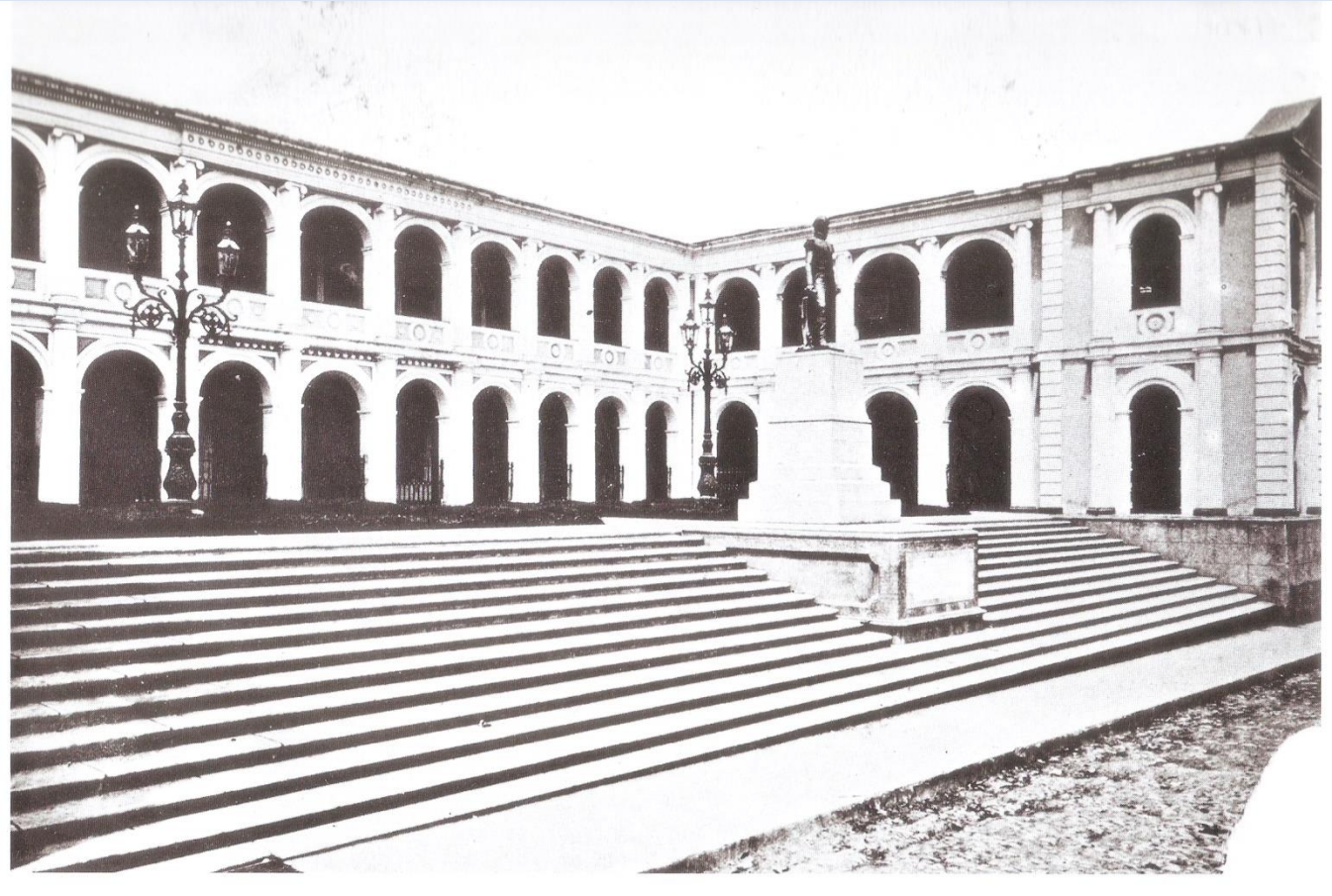
profundidad de circulación de apenas 1,5 a 2 km, fácilmente posible en una región caracterizada por un extenso y profundo sistema de fallas, como se aprecia en la figura siguiente.



Hoja NC-19-7, 1:250k, DCN, 1977.

63

[63] HURTADO Ruthman, Ander DE ABRISQUETA, David MENDI, E. CARABALLO y F. URBANI. 2012. Fuente Termal "Volcán" de Río Salado, Farriar, Estado Yaracuy. *En*: URBANI *et al*. 2012. Nuevos aportes al inventario de manantiales termales y sulfurosos de Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra* (antes *Geos*), 43: 59 + 225 p. en carpeta 62 de DVD. https://www.researchgate.net/publication/371312327 (páginas 121-125).



Fachada sur del Palacio de las Academias, entonces
Universidad Central de Venezuela, c.1883.

Fuente:
DUARTE Carlos F. y GASPARINI Graziano. 1991.
Historia de la Iglesia y convento de San Francisco de Caracas.
Caracas: Banco Venezolano de Crédito, pág. 154.

Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

BOLETÍN 71

Abril-junio 2026