



ISSN 1317-6781

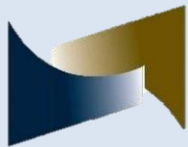
Academia Nacional de la
Ingeniería y el Hábitat

BOLETÍN 68



Palacio de las Academias

Julio-Septiembre 2025
Caracas, Venezuela



Academia Nacional
de la Ingeniería y el Hábitat

**ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA
Y EL HÁBITAT
BOLETÍN 68
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 Darío 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 Genatíos 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 Essinfeld Yahr, Rafael Lairat 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 y Inírida Rodríguez Millán.

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 Henriette Staia, Mireya Rincón de Goldwasser, Marco Negrón, Genoveva Sequera de Genatíos, 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, Jose Raúl Alegrett Ruiz, Luis Enrique Franceschi Ayala, José Germán Pacheco Troconis, Francisco José Layrisse Ramírez, Francisco Pimentel Malaussena, Aurelio Useche Kislinger, Juan Bautista Font Tono, Frank Marciano Requena, Jorge Baralt Torrijos, Alonso José Romero Martínez, Freddy Leal Pinto, Antonio Colino Martínez, Carmelo Ecarri Henríquez, Sonia Cedres de Bello, Miguel Nucete Hübner, Yajaira Elena Freites Ochoa, Riad Bujana Saldivia y Raúl Jesús Estévez Laprea.

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 †: 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, 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

Rafael Isidro Quevedo Camacho: Presidente, José Ochoa Iturbe: Vicepresidente, Alfredo Avella Guevara: Secretario, Franco Urbani Patat: Tesorero y Joaquín Benítez Maal: Bibliotecario.

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 y Edilberto Guevara.

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, José Raúl Alegrett, 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

Julio-Septiembre, 2025

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 68 ANIH

Julio-septiembre 2025

PARTE I CIENTÍFICO-TÉCNICA

- Editorial 9

ARTÍCULOS

- Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural. *Jorge González y otros* 12
- Alejandro Magno y el uso de elementos geológicos para derrotar a la ciudad de Tiro - Su impacto pasado y presente. *Jhonny Casas* 23
- Usando la ciencia para descifrar un crimen. Caso Almelina Carrillo, 2017. *Oscar Andrés López y otros* 30

NOTAS TÉCNICAS

- From a military expedition to the cabinet of king Louis XV. The amazing story about the birth of vertebrate paleontology in North America. *Jhonny Casas*..... 63

PARTE II VIDA DE LA ACADEMIA

COMPENDIOS DE TRABAJOS DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

- Interpretación integrada de anomalías gravimétricas y magnéticas, a partir de datos satelitales, en el escudo de Guayana: estados Bolívar y Amazonas. *Inírida Rodríguez*..... 72

DISCURSOS DE ACTOS DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

- Incorporación de la ingeniera Inírida Rodríguez, como miembro correspondiente por el estado Anzoátegui, ANIH 112

OPINIONES DE ACADÉMICOS, COMISIONADOS E INVITADOS

- Energía en el futuro. *Gonzalo J. Morales* 126
- Contribución para la actualización de la formación de la ingeniería agronómica en Venezuela. Planteamientos y directrices. *Pedro García Montero y otros* 130

PRONUNCIAMIENTOS, DECLARACIONES Y COMUNICACIONES DE LA ACADEMIA

– Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre los “Efectos de las lluvias torrenciales en la cordillera y en los Llanos Occidentales”	162
– Declaración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat sobre la “Gobernanza en la gestión del agua potable en Venezuela”	163
– El Rol del estado en el desarrollo nacional. Capítulo introductorio. <i>Comisión de Desarrollo Nacional</i>	164
– 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. <i>Comisión de Infraestructura</i>	166

NOTICIAS E INFORMES DE EVENTOS AUSPICIADOS POR LA ANIH

– Sesión Solemne XXVII Aniversario de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat	
– Reseña	192
– Discurso de Orden. <i>Eduardo Buroz Castillo</i>	194
– Veredicto del Consejo de la Orden "Agustín Aveledo"	200
– Discurso de agradecimiento en nombre de los condecorados. <i>Gonzalo Morales Monasterios</i>	202
– Palabras de clausura presidente de la ANIH. <i>Rafael Isidro Quevedo Camacho</i>	204
– Sesión Solemne entrega del Premio Juan Manuel Cagigal y Premio Vicente Marciano, ediciones 2023	
– Reseña y fotografías del evento	210
– Veredicto del premio Juan Manuel Cagigal	213
– Veredicto del premio Vicente Marciano	214
– Palabras del presidente de la ANIH. <i>Rafael Isidro Quevedo Camacho</i>	215
– Relatoría del foro Páramo, lluvias extremas y daños en los andes venezolanos. <i>Wagdi Naim</i>	220
– Compendio del foro Nuevas formas de financiamiento del sector agroalimentario y el mercado de capitales. <i>Comisión de Agricultura</i>	222
– Resumen del ciclo de conferencias del Prof. Pla Sentis “Nuevos avances en el manejo y conservación de suelos y agua para una producción sostenible de alimentos bajo futuros cambios globales”. <i>Fernando Delgado Espinoza (Editor)</i>	235
– Informe foro Plataforma Iberoamericana de Prospectiva Agroalimentaria - Caso Venezuela	242
– Memorias del Tercer Simposio Venezolano de Recursos Hídricos	246
– Cátedra de la ANIH Los grandes retos de la ingeniería y el hábitat en Venezuela. Edición 2024. Libro de resúmenes y acceso a las conferencias	247

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

– Fortaleciendo la experticia: conferencias geomineras para los gremios profesionales de Ciudad Guayana, estado Bolívar. <i>Noel Mariño Pardo</i>	269
– Empoderamiento económico de la mujer, desarrollo endógeno, organización social. <i>Yajaira G. Olivo Carmona</i>	270

RECONOCIMIENTOS A ACADÉMICOS Y COMISIONADOS

- Acad. Francisco Pimentel. Medalla 80 años Colegio de Arquitectos de Venezuela 272

RESEÑAS

- Discurso de Eduardo Buroz en la conmemoración de los sesenta años del CIDIAT 274
- Palabras de Rafael Isidro Quevedo Camacho, presidente de la ANIH, en la apertura del foro sobre Proagro en la presentación de la experiencia venezolana 282

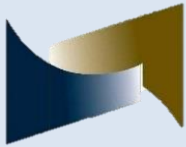
NOTAS DE DUELO

- Acad. Roberto Centeno Werner, Ing. Rafael Antonio Salcedo Rodríguez y la Sra. Mercedes Girona De Negrón 284

SEMBLANZAS

- Arq. César Martín. *Josefina Baldó Ayala* 286

- Normas para los autores de artículos para el Boletín de la ANIH 289
- Instructions for the authors 290



Academia Nacional
de la Ingeniería y el Hábitat

**ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA
Y EL HÁBITAT
BOLETÍN 68**

**PARTE I
REVISTA CIENTÍFICO-TÉCNICA**

EDITORIAL DEL BOLETÍN N° 68

Julio - septiembre 2025

CIENCIA, HISTORIA, PROSPECTIVA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Hemos decidido darle un nombre al editorial de este nuevo número del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, Ciencia, historia prospectiva y desarrollo sostenible, porque son temas que están constantemente presentes en esta revista y que se destacan en este número.

Dos de los artículos técnicos están relacionados con la historia de la ingeniería, uno donde se analizan los elementos geológicos en el asedio y derrota de la ciudad de Tiro por parte de Alejandro Magno y otro donde se expone la increíble historia del nacimiento de la paleontología de vertebrados en Norteamérica. En el primer trabajo, **Jhonny Casas** expone que la actual formación costera en la ciudad de Tiro, en el Líbano, es el producto de 23 siglos de interacciones naturales y antropogénicas, mostrando cómo Alejandro Magno, mediante una hazaña impresionante en términos de ingeniería militar para la época, se aprovechó el contexto geomorfológico de Tiro para tomar la fortaleza, provocando la progradación de su lengua de tierra natural hasta evolucionar al aspecto que presenta hoy en día. En el otro trabajo, este mismo autor muestra que acontecimientos ocurridos en el verano de 1739 en el entorno del río Ohio, en el marco de los enfrentamientos de las colonias norteamericanas del Imperio Británico contra las francesas, propiciaron el nacimiento de la paleontología de vertebrados norteamericana. Un grupo de cazadores indígenas descargaron un extraño cargamento: un enorme fémur fosilizado, varios molares enormes y un gran colmillo de marfil. Estos fósiles fueron depositados en el gabinete de curiosidades de Luis XV y posteriormente fueron los primeros fósiles estadounidenses estudiados por científicos, dando así el nacimiento oficial de la paleontología de vertebrados norteamericana.

En otro artículo, a través del estricto uso de la ciencia, se descifra el crimen del caso Almeline Carrillo del 2017. El 19 de abril de 2017 una botella lanzada desde un edificio causó la muerte de Almeline. **Oscar A. López y otros autores**, usando la ciencia, llegaron a resultados reproducibles por cualquier otro analista, en consecuencia, a conclusiones irrefutables. Se fundamentaron en los análisis del video que registró la caída de la botella, levantamientos altimétricos y planimétricos del sitio del suceso, ensayos de campo, simulaciones con modelo matemático para determinar la trayectoria de una botella en el espacio; reproducción del suceso con un modelo físico y la reproducción del suceso con un modelo computacional, demostrando que la botella fue lanzada desde los últimos pisos del edificio *Daríjak* y no desde el edificio *Rostol*, como lo indicaron los informes técnicos de la Fiscalía y del CICPC, por lo que la persona acusada es inocente.

En otro artículo, a través del estudio experimental se analiza el posible uso de agregado grueso reciclado para la fabricación de concreto estructural, investigación realizada con las premisas de las políticas de conservación del medioambiente donde se fomenta y promueve el reciclaje y la utilización de materiales de construcción provenientes de demoliciones. En este trabajo, **Jorge González y otros autores**, con base en resultados de pruebas de resistencia a la compresión, densidad, velocidad de pulso ultrasónico, ensayos de tracción indirecta y de tracción por flexión de vigas, concluyen que las mezclas de concreto con porciones de agregado grueso reciclado de granulometría controlada pueden ser utilizadas en la elaboración de concretos sin afectar de manera determinante el desarrollo de la resistencia a los 28 días. Se estudia la incidencia en la resistencia, en los esfuerzos de adherencia, el módulo de elasticidad y en la porosidad y la permeabilidad del concreto, presentando algunas correlaciones. Finalmente plantean propuestas de evaluación, una basada en el criterio de rigidez, utilizando como la norma COVENIN 1753-2006, clasificando por rangos de módulo de elasticidad, de acuerdo al uso del concreto, y otra, basada en el criterio de durabilidad, donde se integran los criterios relativos a permeabilidad, porosidad y la profundidad de penetración de agua con las características intrínsecas de los tipos de concreto.

Por otro lado, en la segunda sección del Boletín, además de presentar diversos aspectos de la vida de la Academia, con pronunciamientos, la celebración de la sesión solemne del XXVII aniversario de la ANIH y también la de la entrega de los premios Juan Manuel Cagigal y Vicente Marcano, entre otras publicaciones de interés, hay amplio y variado contenido técnico y con gran valor agregado. Se destacan los siguientes:

Dos trabajos relacionados con la prospectiva, uno que habla de “*La energía en el futuro*”, por parte del Dr. **Gonzalo Morales**, y otro, que plantea de manera amplia una “*Visión de la infraestructura de Venezuela en el año 2050*”, presentado por la **Comisión de Infraestructura de la ANIH**. En otros trabajos se discierne acerca de las “*Lluvias extremas y crecidas de los ríos Chama, Santo Domingo y Motatán en el páramo merideño*”, ocurridas el 24 de junio de 2025, relatoría del foro realizado en el seno de la Comisión de Infraestructura de la ANIH por **Germán Monzón Salas, Omar Antonio Guerrero y Wilver Contreras** presentada por **Wagdi Naime**; “*Nuevas formas de financiamiento del sector agroalimentario*”, foro realizado por la **Comisión de Agricultura de la ANIH**; “*Nuevos avances en el manejo y conservación de suelos y agua para una producción sostenible de alimentos*”, donde se consideran futuros cambios globales, trabajo que resume un ciclo de conferencias del Prof. **Pla Sentis**, editado por **Fernando Delgado Espinoza**; “*Contribución para la actualización de la formación de la ingeniería*

agronómica en Venezuela. Planteamientos y directrices”, por **Pedro García Montero y otros** y el capítulo introductorio del trabajo denominado “*Rol del estado en el desarrollo nacional*”, elaborado por la **Comisión de Desarrollo Nacional de la ANIH**, con futuras entregas en los próximos números de este Boletín.

Se hace mención especial al amplio compendio del trabajo de incorporación académica de la Dra. **Inírida Rodríguez**, que consiste en la interpretación integrada de anomalías gravimétricas y magnéticas, a partir de datos satelitales, en el escudo de Guayana: estados Bolívar y Amazonas y al libro de resúmenes y acceso a las conferencias de la **Cátedra de la ANIH** denominada “**los grandes retos de la ingeniería y el hábitat en Venezuela**”, edición 2024, donde cada lector podrá revivir la experiencia completa de la Cátedra y su muy

abundante temática técnica de interés para el país, tratada con profundidad y maestría a través de 24 clases y las disertaciones respectivas, con todos los resúmenes y el acceso directo al canal de YouTube para el disfrute y estudio de tan valioso material.

Se invita a los lectores a sumergirse en este Boletín N° 68 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, con el diverso y completo compendio de trabajos originales, opiniones expertas e informes técnico de significativos aportes a la ingeniería y el hábitat.

Wagdi Naime Yehia
Editor

ARTÍCULOS

ESTUDIO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO CON GRANULOMETRÍA CONTROLADA PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL

Jorge GONZÁLEZ¹, Ronald TORRES², Enrique RODRÍGUEZ³, Raíza GARCÍA⁴, Luis ROJAS⁴,
Elimar GÓMEZ⁴, Miguel CASTILLEJO⁵, Diego MARCHÁN⁶

RESUMEN

Desde hace algún tiempo se viene impulsando, cada vez con mayor compromiso, políticas de conservación del medioambiente que fomentan y promueven el reciclaje y la utilización de materiales de construcción provenientes de la demolición. La elaboración del concreto con agregado grueso reciclado, como alternativa para la elaboración de concreto estructural es el tema de interés de este trabajo por lo que se plantea este estudio experimental para determinar tanto las propiedades de los agregados gruesos como las del concreto como producto final. Se determinaron, las propiedades de los agregados gruesos reciclados, mediante la aplicación de los ensayos previstos en las normas venezolanas, para los agregados convencionales. Seguidamente se elaboran los diseños de mezcla de acuerdo con las normas vigentes y los lineamientos de la investigación, donde se procedió a realizar sustituciones parciales en peso de agregado grueso convencional por agregado grueso reciclado en diferentes dosificaciones desde 20% al 100%, manteniendo los demás componentes de las mezclas y la relación agua-cemento. Se realizaron los ensayos normativos para determinar las propiedades mecánicas del concreto para cada una de las dosificaciones parciales de agregado grueso reciclado. Se concluye que es posible utilizar el agregado reciclado para elaborar concreto estructural, de acuerdo con los resultados experimentales y se proponen rangos para su uso.

ABSTRACT

Study Of Recycled Coarse Aggregate With Controlled Granulometry For The Manufacture Of Structural Concrete

For some time now, environmental conservation policies that encourage and promote recycling and the use of construction materials from demolition have been promoted with increasing commitment. The elaboration of concrete with recycled coarse aggregate as an alternative for the elaboration of structural concrete is the subject of interest of this work, which is why this experimental study is proposed to determine both the properties of the coarse aggregates and those of the concrete as a final product. The properties of the recycled coarse aggregates were determined by applying the tests foreseen in the Venezuelan standards for conventional aggregates. Then, the mix designs were elaborated according to the current standards and the research guidelines, where partial substitutions were made in weight of conventional coarse aggregate for recycled coarse aggregate in different dosages from 20% to 100%, maintaining the other components of the mixes and the water-cement ratio. Normative tests were carried out to determine the mechanical properties of the concrete for each of the partial dosages of recycled coarse aggregate. It is concluded that it is possible to use recycled aggregate to produce structural concrete, according to the experimental results, and ranges for its use are proposed..

Palabras Clave: Concreto Armado, Agregado Reciclado, Propiedades Mecánicas.

Keywords: Performance, Connections at moment, Numerical study, Experimental study, Seismic design.

INTRODUCCIÓN

La ecología y medio ambiente están adquiriendo mayor importancia a nivel mundial, afectando directamente a la industria de la construcción por el tipo de actividades que

desarrolla y que pueden ocasionar efectos perjudiciales al entorno, aparte de que son cada vez más escasos los recursos primarios para la elaboración del concreto.

¹ Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). jorgeg79@gmail.com

² Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. ronald.imme@gmail.com

³ Ciclo Básico, Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela.

⁴ Estudiantes Postgrado en Ingeniería Estructural y Sismoresistente, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela.

⁵ Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. miguel.castillejo@ucv.ve

⁶ Escuela de Petróleo, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. diegomarchan21@gmail.com

La industria de la construcción genera una gran cantidad de residuos de construcción y demolición. La utilización de los desechos de construcción y demolición permite disminuir una cantidad importante de estos desechos, ya que de otro modo son generalmente depositados en lugares inadecuados. Cuando los desechos de construcción son debidamente tratados y clasificados, se obtienen materiales que pueden ser aptos para su utilización como agregado en la elaboración de nuevos concretos (Zega, C.J., et al, 2018). A simple vista, el agregado reciclado presenta características diferentes a la de los agregados naturales, ya que posee una textura superficial rugosa y porosa, producto del mortero adherido a las partículas de agregado natural.

El proceso de reciclaje del concreto es un procedimiento utilizado en muchos países sobre todo de la Unión Europea donde es ya una realidad, sin embargo, en Venezuela hay pocas investigaciones formales sobre el tema, podemos mencionar las realizadas por Guardia y Soto (2008), Meléndez y Pérez (2014).

El reciclaje representa una alternativa muy atractiva frente a la utilización de materias primas naturales, se debe estar consciente que los recursos naturales son finitos y cada día se extraen del medio ambiente grandes cantidades de materiales para la construcción, con lo cual es necesario establecer estrategias y metodologías que permitan la reutilización de algunos de estos materiales. En esta investigación se evalúan las propiedades mecánicas del concreto elaborado con agregado grueso reciclado y granulometría controlada para diferentes dosificaciones de agregado y recomendar su utilización en la construcción de estructuras.

METODOLOGÍA

Los procedimientos y ensayos experimentales realizados se describen a continuación. La ejecución de estos procedimientos pretende proponer e incorporar a las investigaciones actuales para incentivar la investigación en el área del concreto reciclado en Venezuela.

Selección de materiales

El procedimiento de selección del agregado reciclado consistió en la obtención de agregados gruesos reciclados a partir de la trituración de cilindros de concreto, provenientes de diferentes construcciones de obras civiles de la ciudad de Caracas y de trabajos realizados en el IMME, (Figuras 1 y 2). Estos cilindros se elaboraron con componentes libres de contaminantes. Para la trituración se empleó inicialmente un martillo mecánico para romper los cilindros y luego se utilizó una trituradora de mandíbulas, mediante trituraciones sucesivas se obtuvo un agregado con tamaño máximo de 1" (25 mm).



Figura 1. Cilindros que se trituraron para obtener el agregado reciclado.



Figura 2. Obtención el agregado mediante trituración de los cilindros.

Los agregados gruesos reciclados, obtenidos mediante trituración fueron separados por tamaños, de acuerdo con la abertura de los tamices desde 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ " hasta $\frac{1}{4}$ ", según lo estipulado en la Norma COVENIN 255-2000 (Figura 3) los agregados reciclados fueron lavados con agua a presión para eliminar el polvillo de cemento adherido, secados después, (Figura 4) y luego se almacenaron por tamaños.



Figura 3. Tamizado del agregado reciclado.



Figura 4. Lavado del agregado reciclado.

Todos los agregados, gruesos y finos, tanto naturales como reciclados, fueron sometidos a los ensayos de laboratorio necesarios de acuerdo con las normas nacionales, tales como: densidad, absorción, peso específico, humedad, densidad, resistencia al desgaste y coeficiente de forma. Estos procedimientos garantizan que los agregados son adecuados y que las mezclas empleadas proporcionen los resultados adecuados.

Posteriormente se determinaron las composiciones granulométricas para los agregados gruesos naturales. También se definieron dos granulometrías límites estándares, una superior y otra inferior, para concreto de uso estructural (Porrero y otros, 2009). Estos límites son la referencia, para sustituir en peso de las diferentes dosificaciones de agregado grueso reciclado, en los diseños de mezcla correspondientes, manteniendo siempre la granulometría controlada.

Diseños de mezclas y toma de muestras

Se realizaron ocho diseños de mezclas, siete variando la cantidad de agregado grueso reciclado de la mezcla en 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 80% y 100%, respectivamente y la muestra patrón elaborada solo con agregado natural. Debido a las características del agregado grueso, fue necesario hacer ajustes por humedad y absorción en los diseños de mezcla, para mantener la resistencia y la trabajabilidad previstas.

La sustitución del agregado grueso por agregado reciclado se hizo de manera directa. Las fracciones de agregado grueso natural se sustituyeron por cantidades iguales, de la misma fracción del agregado reciclado en peso, manteniendo la misma distribución granulométrica original. Se vaciaron probetas, cilindros y viguetas, para la muestra patrón y para las diferentes dosificaciones parciales con agregado reciclado. La resistencia fijada para todas las mezclas es de 250 Kg/cm².

Se elaboraron 216 probetas cilíndricas de 30 cm de alto y 15 cm de diámetro, además de 24 viguetas de 76 cm de largo

y de 15 cm de ancho y 15cm de alto (Figuras 5 y 6), que posteriormente fueron sometidas a los diferentes ensayos de propiedades. Las probetas se corresponden con las siete dosificaciones de agregado grueso reciclado en porcentajes de 20, 30 40, 50, 60, 80, 100 y la muestra patrón elaboradas solo con agregado natural.

Ensayos de propiedades

Para determinar las propiedades del agregado reciclado grueso en la mezcla de concreto, se realizaron en total 360 ensayos, Figura 7, que incluyen compresión simple, tracción indirecta, ultrasonido, módulo de elasticidad, permeabilidad y adherencia. Este último se hizo para cabillas de $\phi \frac{5}{8}$ y $\phi \frac{1}{2}$ ". Se realizaron según el tipo de ensayo a los 3, 7, 14 y 28 días.



Figura 5. Cilindros vaciados en sus moldes.



Figura 6. Viguetas vaciadas en los moldes correspondientes.

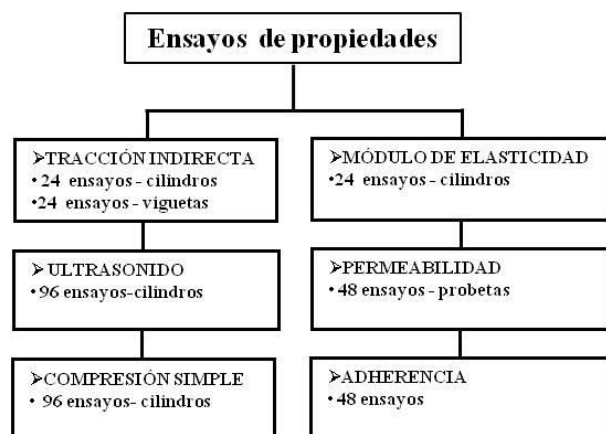


Figura 7. Esquema resumen de ensayos realizados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta la discusión y el análisis de los resultados obtenidos de los diferentes ensayos realizados a las probetas, mediante la cuantificación de las propiedades del concreto fabricado, con diferentes dosificaciones parciales de agregados reciclados.

Granulometría, Agregado grueso natural y reciclado

Los porcentajes en peso que pasan por los cedazos estandarizados se encuentran dentro de los límites establecidos en el artículo 3.2.1.1. de la norma COVENIN 277:2000 cumpliendo con los requisitos de calidad especificados dicha norma, para el agregado natural y el reciclado.

Agregado Fino Natural

Al igual que para el agregado grueso los límites de los porcentajes en peso que pasan por los cedazos estandarizados de los agregados cumplen el criterio establecido en el artículo 3.1.1.1. de la norma COVENIN 255:2000, por lo que son aceptables de acuerdo con los requisitos de calidad especificados en la Norma.

Humedad, Peso Específico y Porcentaje de Absorción de los Agregados

Los valores de peso específico, peso unitario suelto y peso unitario compacto obtenidos para los agregados gruesos naturales están entre los rangos de valores aceptados. Sin embargo, para los reciclados están ligeramente por debajo de los usuales. Las diferencias entre los valores más usuales y los obtenidos en los ensayos son inferiores: para el peso específico en 4%, para el peso unitario suelto en 20% y el peso unitario compacto en 17%.

Con relación a la humedad el valor obtenido es aceptable, los valores obtenidos son los típicos. Es importante destacar el aumento significativo del porcentaje de absorción para el

agregado reciclado, este resultado era previsible y se describe en las diferentes referencias consultadas. Debido a la mayor absorción fue necesario hacer ajustes por humedad en los diseños de mezclas, para mantener la relación agua/cemento y conservar la resistencia y trabajabilidad previstas en el diseño.

Resistencia al Desgaste del Agregado Reciclado

El resultado del ensayo de desgaste muestra que la degradación es mayor para el agregado reciclado, 32,37% que para el natural 28,29%. La degradación del agregado reciclado supera en un 4% a la del natural. Esto se atribuye al proceso de trituración sucesiva a que fue sometido el agregado. A pesar de esta diferencia, la resistencia se desarrolló en forma creciente hasta alcanzar un valor satisfactorio a los 28 días, estos resultados se discuten más adelante.

Coefficiente de Forma del Agregado Reciclado

Con este ensayo se busca identificar la cantidad de partículas delgadas o alargadas en la mezcla que debe ser entre 10% y 15%, con lo cual los valores obtenidos son adecuados, ya que alcanzaron el 14,8% para el de agregado reciclado. En este sentido tener partículas muy alargadas afecta la trabajabilidad de la mezcla, por lo que es necesario limitar la presencia agregados con esta característica en la mezcla.

Ensayos de Compresión Simple a Cilindros

En la Figura 8 se presentan los resultados de los ensayos, mediante las curvas conjuntas de forma comparativa para las resistencias medias a compresión para todas las mezclas y todas las edades de ensayo, elaboradas con agregados reciclados gruesos. Se observa en la gráfica que el crecimiento de resistencia hasta los 3 días de curado, es similar para todas las muestras, para los 7, 14, y 28 días las mezclas con incorporación de agregado grueso reciclado tienen una mayor ganancia de resistencia en el tiempo y la mayoría converge a valores mayores o iguales que los de la muestra patrón, este comportamiento corresponde a la mayor absorción de humedad por parte del agregado reciclado, bajando consecuentemente la relación agua-cemento (a/c).

Con base en la información analizada podemos indicar que la resistencia a la compresión del concreto para todas las dosificaciones de agregado grueso reciclado puede ser utilizadas en la elaboración de concretos sin afectar de manera determinante el desarrollo de la resistencia a los 28 días.

Densidad en Cilindros

El análisis de la densidad se realizó con los resultados medios de los ensayos obtenidos para determinar la densidad del concreto endurecido de la mezcla patrón y de todas las mezclas elaboradas con diferentes dosificaciones de agregados gruesos reciclados. Se determinaron las densidades promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación,

se observa que el coeficiente de variación es menor al 3 % lo que indica que los valores de densidad para todas las mezclas tienen poca dispersión. Se presentaron valores de densidad entre los límites usuales que van de 2.200 Kg/m³ a 2.350 Kg/m³ para concretos normales (Porrero y otros, 2009), todas las muestras están en ese rango.

Velocidad de Pulso Ultrasónico de los Cilindros

Para todas las mezclas las velocidades medias obtenidas para la edad de 28 días, superan los 3.850 m/s con la media

de 3.977 m/s. Estos valores se encuentran dentro del intervalo $4.575 \text{ m/s} > V > 3.660 \text{ m/s}$ a los 28 días, por lo que de acuerdo a las fuentes consultadas (Malhotra, 1985) se puede calificar al concreto como Bueno. En la Figura 9 se muestran las velocidades ultrasónicas medias, de manera comparativa mediante barras, para todas las mezclas elaboradas con agregados reciclados gruesos y todas las edades de ensayo. Se observa que el crecimiento en la velocidad del pulso ultrasónico es mayor en las muestras con agregado reciclado, superando incluso a la muestra patrón.

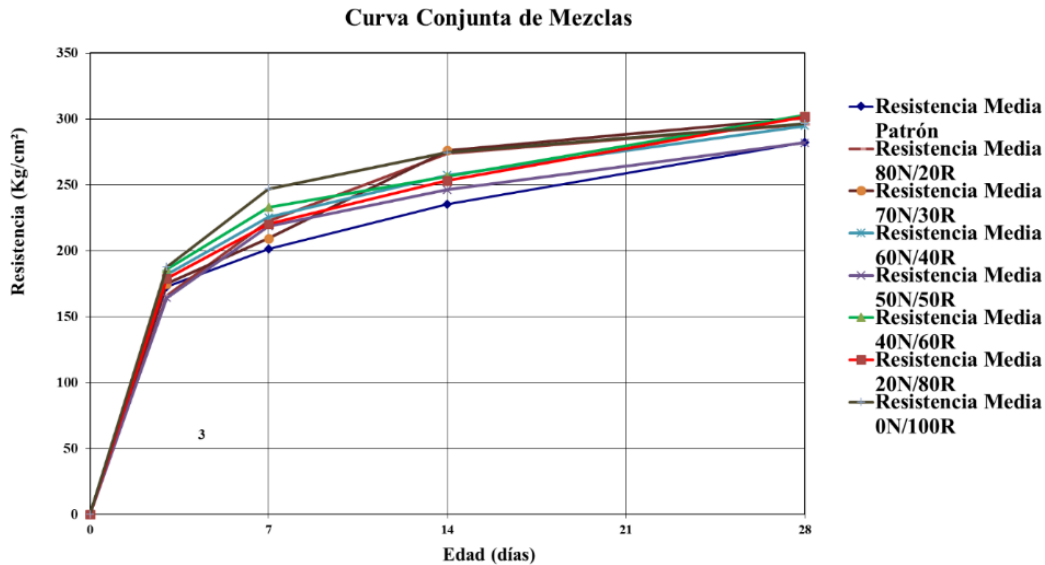


Figura 8. Curva conjunta de Resistencia media a la compresión de todas las mezclas y todas las edades de ensayo, elaboradas con dosificaciones parciales de agregados reciclados gruesos.

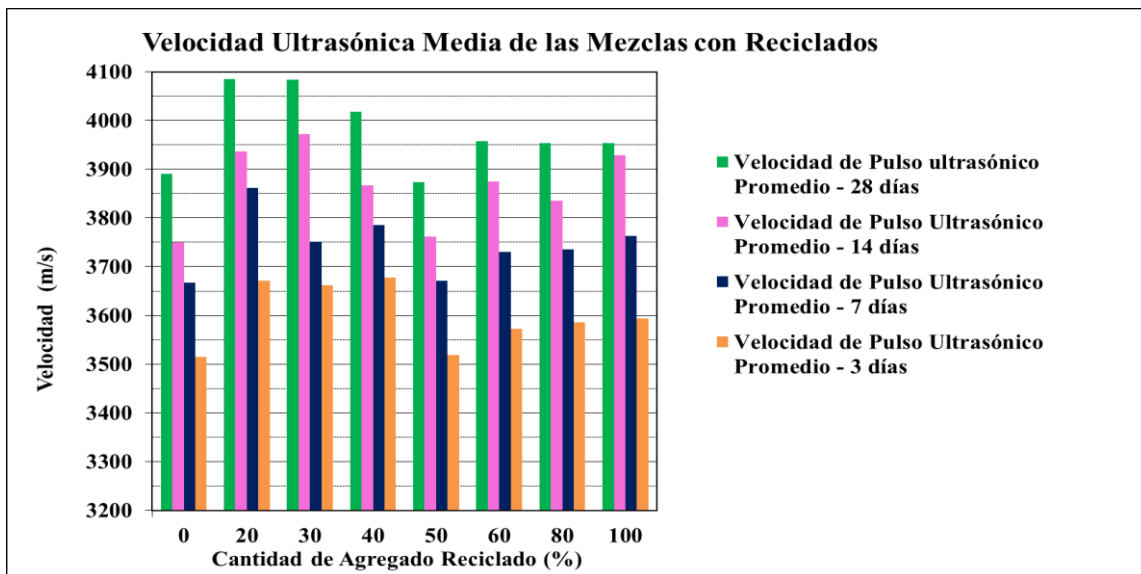


Figura 9. Velocidad ultrasónica media de todas las mezclas elaboradas con agregados reciclados gruesos para todas las edades de ensayo

Los resultados obtenidos en los ensayos de tracción indirecta en cilindros pueden relacionarse con f'_c , según la correlación para tracción $f_{ti} = K * f'_c{}^n$ (Porrero y otros, 2009), para K constante, con base en los resultados obtenidos se recomienda la formula $f_{ti} = 1.24 * f'_c{}^{0.5}$, norma COVENIN 1753-2006 y Porrero y otros (2009).

Ensayo de Tracción por Flexión de Vigas

Otra manera para determinar la resistencia a la tracción del concreto, es mediante el ensayo de flexión, la resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto, la resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura. Los resultados en general de la tracción indirecta, obtenidos mediante el ensayo de flexión en vigas, para las mezclas elaboradas con dosificaciones parciales de agregado grueso reciclado, son prácticamente los mismos que los obtenidos por tracción indirecta (ensayo brasilero) y corresponden aproximadamente a un 7% de la resistencia a la compresión, es decir, alrededor de 20 Kg/cm².

Ensayo de Adherencia

La adherencia entre el concreto y el acero es el fenómeno básico sobre el que descansa el comportamiento del concreto

armado como material estructural. Si no existiese la adherencia, las cabillas serían incapaces de tomar el menor esfuerzo de tracción, ya que el acero deslizaría sin encontrar resistencia en toda su longitud y no acompañaría al concreto en sus deformaciones, fisurándose y produciéndose bruscamente la rotura.

En las Figuras 10, se muestran de manera comparativa los gráficos promedios de esfuerzo de adherencia-deslizamiento con cabilla de $\phi \frac{5}{8}$ " para la muestra patrón y todas las dosificaciones de agregado reciclado ensayadas. La tendencia general observada en los gráficos indica que en ambos casos los esfuerzos de adherencia disminuyen a medida que aumenta la dosificación de agregado reciclado. Adicionalmente, la muestra patrón falla en tensión última (rotura de la cabilla), pero las muestras con agregado reciclado grueso continúan sin fallar hasta el término de desplazamiento máximo del ensayo, lo que indica que hay un mecanismo de degradación de la adherencia. El mecanismo de degradación puede estar asociado a la pasta adherida del agregado grueso reciclado que debilita el rozamiento y el efecto de trabado con el acero. Se observa que el coeficiente de variación es menor al 3% para todos los casos, indicativo de la poca dispersión de los ensayos.

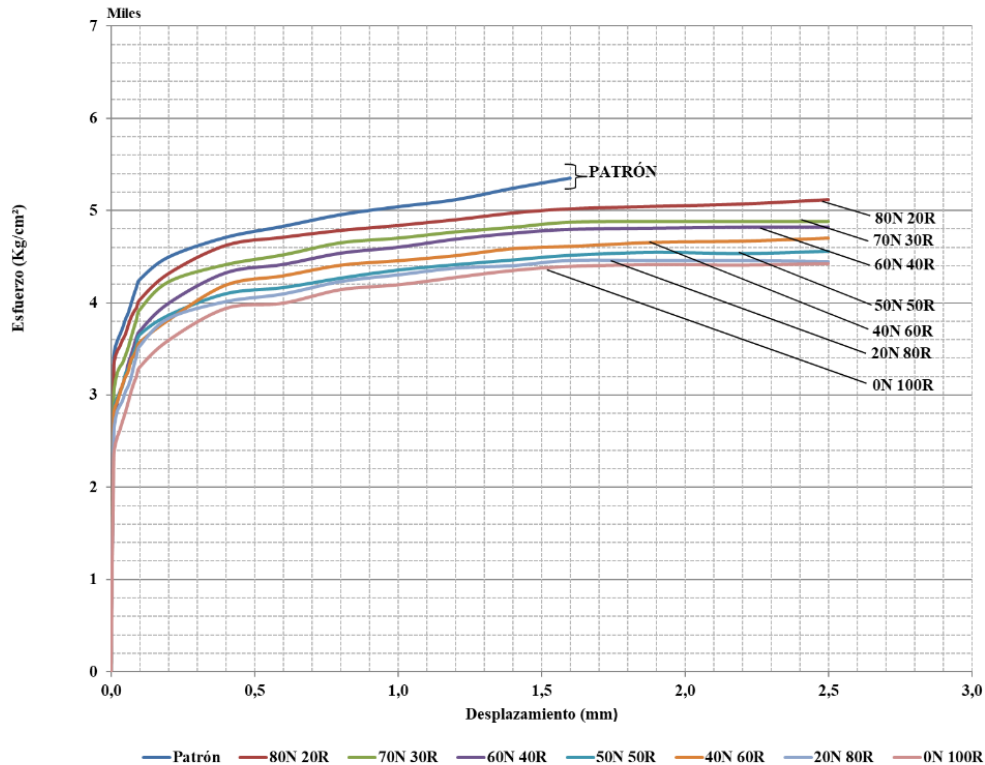


Figura 10. Gráfico comparativo de esfuerzo-desplazamiento promedio para el patrón y todas las dosificaciones de agregado reciclado, para cabillas de $\phi \frac{5}{8}$ ".

Longitud de desarrollo

Los ensayos de adherencia se realizaron para barras de acero corrugadas, de diámetros $\frac{1}{2}$ " y $\frac{5}{8}$ " y las longitudes de adherencia de ensayo fueron de 19 cm y 23,8 cm respectivamente, que corresponden aproximadamente a una longitud de anclaje de 15 veces el diámetro de la barra en cada caso. Los resultados obtenidos de la longitud de adherencia indican, como era previsible, el aumento de la longitud de desarrollo, a medida que disminuye el esfuerzo para ambos diámetros de cabilla, $\phi \frac{1}{2}$ " y $\phi \frac{5}{8}$ ". Una comparación de las longitudes máximas de desarrollo obtenidas en este estudio y las estipuladas en la norma COVENIN 1753-2006 y el ACI 318-2019, indica que todas las dosificaciones de agregado grueso reciclado están por debajo de las exigencias normativas consideradas, por lo que no hay que realizar ningún tipo de ajuste en las longitudes de desarrollo.

Ensayos de módulo de elasticidad.

En la Figura 11 se muestran de forma comparativa, mediante gráfico de barras, los valores del módulo de elasticidad para los ensayos realizados para todas las dosificaciones de agregado reciclado. Los valores de módulo de elasticidad obtenidos experimentalmente en este estudio, para concretos elaborados con agregados gruesos reciclados, presentan reducciones del módulo de elasticidad entre el 12% y el 44%. Valores que deben ser considerados importantes ya que el módulo de elasticidad tiene una relación directa con la rigidez de la estructura, adicionalmente, los códigos de diseño están orientados a incorporar directamente los chequeos por desplazabilidad y deformación. Especialmente sensible a la desplazabilidad (deriva) son las estructuras de edificios flexibles de miembros esbeltos y a la deformación los elementos a flexión como losas y vigas de grandes luces.

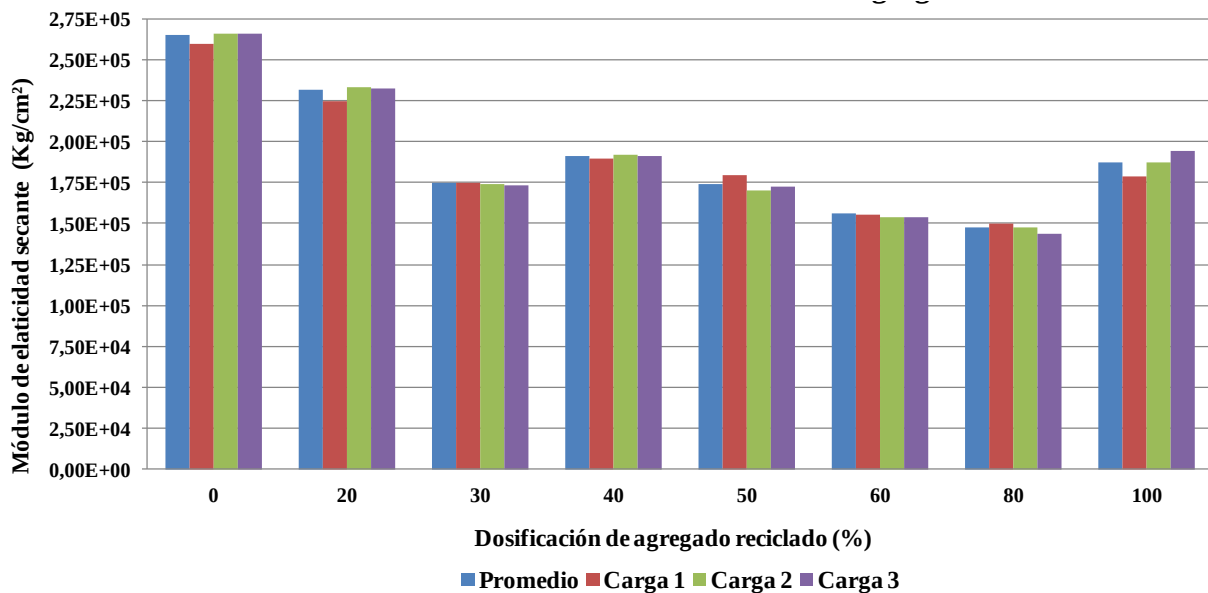


Figura 10. Gráfico comparativo de módulo de elasticidad para todas las dosificaciones de agregado reciclado

Una propuesta para definir una fórmula que considere en forma explícita la incorporación del porcentaje de agregado grueso reciclado (%ARC), es recurrir a una función en forma inversa se contempla elevar el logaritmo para ajustar este valor. El valor de ajuste (n) generalmente es menor a la unidad y se puede considerar como un factor de ponderación de la mezcla, a continuación, se presenta la ecuación explícita para el cálculo de E_c , tomando como base el E_c de la norma COVENIN 1753-2006 y el porcentaje de agregado grueso reciclado.

$$E_c = \frac{1}{\log(\%ARC)^n} * (15100 * \sqrt{f'_c}) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Esta ecuación es el resultado de los ensayos desarrollados durante este trabajo de investigación.

Discusión y Propuestas de Dosificación para Concreto Estructural y otros usos

Con base en los resultados obtenidos se hacen propuestas de dosificación con base en tres criterios:

- Criterio de Resistencia
- Criterio de Rigidez
- Criterio de Durabilidad

Se presenta a continuación la discusión y propuesta correspondiente.

Criterio de Resistencia

Con base en los ensayos de compresión simple, densidad y velocidad de pulso ultrasónico, se establece para todas las mezclas el mismo comportamiento y un trabajo en cuanto a resistencia un trabajo igual o mejor que la mezcla patrón. En este caso se puede utilizar cualquiera de las mezclas para concreto estructural utilizado en concreto masivos (muros ciclópeos, muros rígidos armado), estructuras de medianamente rígidas a rígidas de concreto armado (estructuras de muros o mixtas de muros con pórticos), básicamente cualquier estructura que no sea crítica su deformación o este expuesta a agentes agresivos.

Los ensayos de tracción indirecta en cilindros, tracción por flexión de vigas nos indican que la resistencia a tracción se reduce con base a lo esperado de un concreto normal, pero es un valor consistente, lo cual reduce la adherencia del concreto, como se pudo comprobar en los ensayos de adherencia donde varían las longitudes de desarrollo con el aumento del porcentaje de agregado reciclado. Sin embargo, se pudo establecer que las normas nacionales y algunas normas internacionales contemplan longitudes de desarrollo mayores a las obtenidas, lo que reafirma que en términos de resistencia se pueden utilizar todas las mezclas.

Criterio de Rigidez

El conocimiento del valor del módulo de elasticidad del concreto es esencial en la determinación de la deflexión del concreto armado utilizado en las estructuras. La estimación de E_c está basada normalmente en el valor de la resistencia a compresión lo cual no es una práctica que debiera generalizarse porque la resistencia del concreto se ve afectada por factores relacionados con la calidad de los agregados utilizados, permeabilidad, porosidad y con la relación agua/cemento, como se pudo constatar en este estudio. El problema se torna complicado cuando se sustituyen por agregados reciclados, lo cual directamente afecta los valores del módulo de elasticidad.

Como ya se ha mencionado, los ensayos muestran una tendencia descendente del módulo de elasticidad a medida que aumenta la dosificación de agregado grueso reciclado. Los descensos obtenidos en los ensayos del módulo de elasticidad también fueron reportados por Hansen T, 1992, González-Fontebao, 2005 y Sánchez de Juan 2005, en el presente estudio se observan reducciones que van desde un 13% a un 44%, valores que son significativos ya que la relación entre E_c y la rigidez es directa.

En las referencias consultadas se presentan variaciones del módulo de elasticidad en un rango amplio, generalmente entre 15% y 30% Martínez S y Mendoza E., (2006), con variaciones de 45% (Xiao y otros, 2018a; Xiao y otros, 2018b) hasta 80% (Toopcu, 1995). Sin embargo, un módulo de elasticidad menor en el concreto con agregado grueso reciclado no es necesariamente negativo, ya que al tener menor rigidez puede ser menos susceptible al agrietamiento

(Berndt, 2009). Castaño., (2009), señala que el mortero adherido a las partículas de agregado reciclado, presenta un módulo elástico bajo, lo cual conlleva a una disminución de esta propiedad en los concretos reciclados.

En la Tabla 4.2 se presenta la propuesta, de rangos, considerando que corresponden a valores mayores a $f'c = 350$ kg/cm², para elementos estructurales con concretos de alta resistencia, en el rango de $f'c = 250$ kg/cm² a $f'c = 350$ kg/cm² para elementos estructurales con concretos de mediana resistencia (concreto normal), en el rango de $f'c = 180$ kg/cm² a $f'c = 250$ kg/cm² para elementos estructurales con concretos de baja resistencia (concreto elementos secundarios) y valores menores a $f'c = 180$ kg/cm² para elementos no estructurales.

Con base en el criterio de rigidez se genera la Tablas 1 y 2, en la cual se presenta el uso para concreto elaborado con los agregados gruesos reciclados, se observa que el concreto con 20% de agregado reciclado puede ser utilizado para elaborar concreto de mediana resistencia (concreto normal o habitual) y el resto de las mezclas sólo pueden ser utilizados para elementos no estructurales (concreto de baja resistencia). Es importante señalar que, con una adecuada preparación, controlando la saturación de agregado con superficie seca, es posible mejorar el módulo de elasticidad, esto implica un tratamiento superficial sobre el mortero adherido para generar un contacto más adecuado y evitar la absorción de agua; de esta forma se lograría incluir algunas mezclas para elaborar elementos secundarios.

Criterio de Durabilidad

Los ensayos muestran una tendencia ascendente de la permeabilidad y la porosidad a medida que aumenta la dosificación de agregado grueso reciclado, se puede observar que la porosidad aumenta desde un 5% a un 16 %, y la permeabilidad aumenta desde un 38% a un 85% con respecto a la mezcla patrón.

Tabla 1. Propuesta criterio de rigidez

Uso	Rango del Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)
Elementos estructurales principales, concreto de alta resistencia, concreto resistente a agentes agresivos	$E_c \geq 2.8E+05$
Elementos estructurales principales, concreto de resistencia media (normal)	$2.3E+05 \leq E_c \leq 2.8E+05$
Elementos estructurales secundario, concreto de resistencia baja	$2.0E+05 \leq E_c \leq 2.3E+05$
Elementos no estructurales, concreto de resistencia baja	$E_c \leq 2.0E+05$
Para fundaciones $E_c \geq 2.39E+05$ En zona sísmica $E_c \geq 2.39E+05$	

Tabla 2. *Aplicación criterio de rigidez*

Agregado Reciclado (%)	Módulo de Elasticidad Promedio (Kg/cm ²)	Uso
0	2,65E+05	Elementos estructurales principales, concreto de resistencia media (normal)
20	2,32E+05	
30	1,75E+05	Elementos no estructurales, concreto de resistencia baja
40	1,91E+05	
50	1,74E+05	
60	1,56E+05	
80	1,47E+05	
100	1,87E+05	

En la Tabla 3 se integran todos los criterios de durabilidad relativos a permeabilidad, porosidad y profundidad de penetración de agua con las características intrínsecas de los tipos de concreto, esta es la propuesta para evaluar el concreto con base en la durabilidad.

Aplicando esta nueva propuesta, se observa que es consistente con la propuesta original de Torres y Moreno (2015), el concreto con agregado natural y el concreto de agregado reciclado de 20% clasifican como permeabilidad media; las mezclas de 30%, 40%, 50%, 60% y 80% clasifican como permeabilidad normal y la mezcla de 100% clasifica como permeabilidad alta, Tabla 4. La propuesta integra la permeabilidad, la porosidad y profundidad de penetración de agua, relacionándola con el uso que debe tener el concreto acorde con las condiciones de durabilidad relacionada con la resistencia a los agentes agresivos, ya sea del medio ambiente o de procesos industriales.

Tabla 3. *Propuesta criterio de durabilidad*

Tabla 3.1. Propiedades físicas de una muestra								
Id	Clasificación	Rango de valores del coeficiente de permeabilidad “k” (m/s)			Profundidad de penetración al agua(mm)		Porosidad (%)	
AA	Permeabilidad muy baja	Menor igual a	4,0x10 ⁻¹³		20		10	
A	Permeabilidad baja	Entre	4,0x10 ⁻¹³	1,0x10 ⁻¹²	20	30	10	12
B	Permeabilidad media	Entre	1,0x10 ⁻¹²	3,0x10 ⁻¹¹	30	45	12	15
C	Permeabilidad normal	Entre	3,0x10 ⁻¹¹	1,0x10 ⁻¹⁰	45	60	15	17
D	Permeabilidad alta	Mayor a	1,0x10 ⁻¹⁰		60		17	
Descripción								
AA	Concreto de muy baja permeabilidad, se le puede considerar impermeable, alta resistencia a las acciones de los agentes agresivos							
A	Concreto de baja permeabilidad, Cumple con los requisitos mínimos de durabilidad (exposiciones muy agresivas)							
B	Concreto de durabilidad en ambientes medianamente agresivos, mayor durabilidad que el concreto convencional							
C	Rango de permeabilidad en el que se encuentra un concreto normal, donde no se necesita características especiales para la durabilidad, ambientes poco agresivos.							
D	En este rango encontramos a los tipos de concreto pobres, usados en cimentaciones y elementos de concreto simple, en ambientes no agresivos.							

Tabla 4. *Aplicación del criterio de durabilidad en las mezclas de agregado reciclado*

Agregado Reciclado (%)	Clasificación	Uso
0	Permeabilidad media	Concreto de durabilidad en ambientes medianamente agresivos, mayor durabilidad que el concreto convencional
20		
30	Permeabilidad normal	Rango de permeabilidad en el que se encuentra un concreto normal, donde no se necesita características especiales para la durabilidad, ambientes poco agresivos.
40		
50		
60		
80		
100	Permeabilidad alta	En este rango encontramos a los tipos de concreto pobres, usados en cimentaciones y elementos de concreto simple, en ambientes no agresivos.

CONCLUSIONES

De estos estudios podemos concluir:

- La relación agua/cemento muestra un aumento porcentual progresivo a medida que aumenta la sustitución del agregado grueso reciclado, aumentando también en términos absolutos.
- La resistencia a la compresión, la densidad, velocidad de pulso ultrasónico, los ensayos de tracción indirecta en cilindros y de tracción por flexión de vigas, de todas las mezclas de concreto con agregado grueso reciclado se puede considerar con un mismo comportamiento y pueden ser utilizadas en la elaboración de concretos, sin afectar de manera determinante el desarrollo de la resistencia a los 28 días.
- Los crecimientos de resistencia a la compresión de las mezclas, con incorporación de agregado grueso reciclado tienen una mayor ganancia de resistencia en el tiempo y convergen a valores mayores o iguales que los de la muestra patrón
- Los ensayos de tracción indirecta en cilindros y tracción por flexión de vigas, de todas las mezclas de concreto con agregado grueso reciclado, se relacionan con f'_c según la correlación para tracción $f_{ti} = K * f'_c^n$, el mejor ajuste se obtuvo con la formula $f_{ti} = 1.24 * f'_c^{0.5}$ en concordancia con la norma COVENIN 1753-2006
- Los esfuerzos de adherencia disminuyen a medida que aumenta la dosificación de agregado grueso reciclado, tanto para el esfuerzo $U_{0,1}$ como para el esfuerzo U_{max} .
- Las muestras con agregado grueso reciclado presentan un mecanismo de degradación de la adherencia asociado a la pasta adherida del agregado grueso reciclado que debilita el rozamiento y el efecto de trabado con el acero. Las muestras de acero no fallan en el ensayo, sin embargo, las muestras patrón si fallan.
- La longitud de desarrollo aumenta y los factores de seguridad asociados disminuyen, pero las consideraciones que tienen las normas nacionales e internacionales contemplan longitudes de desarrollo mayores a las calculadas, por lo que no hay que modificar las estipulaciones normativas ya que los factores de seguridad están por encima de lo previsto.
- El módulo de elasticidad disminuye a medida que aumenta la dosificación de agregado grueso reciclado, estas reducciones pueden llegar al 44%.
- Se propone una ecuación explícita para el cálculo del módulo de elasticidad tomando como base en el E_c de la norma COVENIN 1753-2006, $E_c = \frac{1}{\log(\%ARC)^n} * (15100 * \sqrt{f'_c})$, considerando el porcentaje de agregado grueso reciclado y un factor de ponderación n. El ajuste de la curva es del lado de la seguridad (por debajo de los valores obtenidos en los ensayos).
- La permeabilidad y la porosidad aumenta a medida que crece la dosificación de agregado reciclado, este comportamiento está directamente relacionado con la mayor porosidad que presentan los agregados reciclados

respecto de los agregados naturales.

- Se presenta una propuesta de evaluación basada en el criterio de rigidez, utilizando como base la norma COVENIN 1753-2006, clasificando por rangos de módulo de elasticidad, según el uso del concreto.
- Se presenta una propuesta de evaluación basada en el criterio de durabilidad y se integran todos los criterios relativos a permeabilidad, porosidad y profundidad de penetración de agua con las características intrínsecas de los tipos de concreto, lo que permite establecer la utilización del agregado reciclado para elaborar concreto estructural y proponer sus rangos para su uso.

REFERENCIAS

- ACI (American Concrete Institute) Comité 318. (2019). Requisitos del Código de Construcción para Concreto Estructural (ACI 318-19) y Comentarios (ACI 318R-19). Farmington Hills, MI.
- Berndt, M. (2009). "Properties of sustainable concrete containing fly ash, slag and recycled concrete aggregate." *Construction and Building Materials* 23(7): 2606-2613.
- Castaño, T. J., 2009. "Fluencia y retracción de hormigón de áridos reciclados". Tesis Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España
- González-Fontebao, B., Martínez-Abella F., 2005. "Recycled aggregates concrete: aggregate and mix properties". *Materiales de Construcción* Vol. 55 p.p. 53-66.
- Guardia, R. y Soto, M., 2008. "Utilización de Residuos Pétreos de Materiales de Construcción Procesados Como Agregados en Mezclas de Concreto". Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Malhotra, V., 1985. "Nondestructive methods for testing concrete". Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, Canada.
- Martínez S y Mendoza, E. 2006. "comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados." *ingeniería, investigación y tecnología* 7 (3): 151–64.
- Meléndez, N. y Pérez, D., 2014. "Estudio de Los Residuos de Concreto Estructural Triturado con Granulometría Controlada y Dosificación Parcial Baja Como Alternativa para el Diseño de Mezclas". Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Norma Venezolana COVENIN 255-2000 "Agregados. Determinación de la Composición Granulométrica (1ra Revisión)". FONDONORMA, Caracas.
- Norma Venezolana COVENIN 277-2000 "Concreto. Agregados. Requisitos (3ra Revisión)" para concreto estructural y de acuerdo con lo señalado también en el Manual de Concreto Estructural.
- Norma Venezolana 1753-2006 "Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural". FONDONORMA, Caracas.
- Porrero, J., Ramos C., Grases, J., Velazco. G., 2009. "Manual de Concreto Estructural", Editado por SIDETUR, Tercera Edición, Caracas, Venezuela.

- Sánchez de Juan, M., 2005. "Estudio sobre la Utilización de Árido Reciclado para la Fabricación de Hormigón Estructural". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Topcu, I.B. & N. Guncan, 1995, "Using waste concrete as aggregate", *Cement and Concrete Research*, 25 (7), 1385-1390
- Torre A., Moreno A., 2015. "Determinación del coeficiente de permeabilidad como parámetro de durabilidad en las estructuras de concreto". Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción, Conpat 2015, Lisboa.
- Xiao, J., 2018a, "Recycled Aggregate Concrete Structures", Chapter 12 *Seismic Performance of Recycled Aggregate Concrete Structures*, Springer Tracts in Civil Engineering, © Springer-Verlag GmbH Germany.
- Xiao, J., 2018b, *Recycled Aggregate Concrete Structures*, Chapter 13 *Seismic Performance of Recycled Aggregate Concrete Block Structures*, Springer Tracts in Civil Engineering, © Springer-Verlag GmbH Germany.
- Zega, C.J., Sosa M.E., y Di Maio, A.A., 2018. "Hormigones con agregados reciclados". 1ra. ed.-La Plata: Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica - LEMIT, 2017.

ALEJANDRO MAGNO Y LA UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS GEOLÓGICOS, COMO PARTE DE LA ESTRATEGIA PARA CONQUISTAR LA CIUDAD DE TIRO (332 a. C.) Su impacto pasado y presente

Jhonny Edgar CASAS¹

RESUMEN

El litoral de la ciudad de Tiro (Líbano) se caracteriza actualmente por un tómbolo dominado por las olas, donde un peculiar istmo de arena une la antigua isla costera con el continente adyacente. Esta singular formación costera, es el legado geológico de una larga historia de interacciones naturales y de otras entre el ser humano y el medio ambiente, que abarcó 23 siglos. En el año 332 a. C., durante la guerra de Alejandro Magno contra el imperio persa, y tras un prolongado asedio de siete meses a la ciudad, Alejandro y sus ingenieros, aprovecharon hábilmente el singular contexto geológico/geomorfológico de Tiro, construyendo un espigón de cerca de 1000 metros de longitud y 80 metros de ancho, para finalmente asediar y tomar la fortaleza de la isla. El espigón construido por Alejandro deformó profundamente el litoral de Tiro y provocó una rápida progradación de su lengua de tierra natural, hasta evolucionar al aspecto que presenta hoy en día.

ABSTRACT

*Alexander the Great and the use of geological elements, to defeat the city of Tyre (332 BC)
Its past and present impact*

The coastline of the city of Tyre (Lebanon) is currently characterized by a wave-dominated tombolo, where a peculiar sandy isthmus connects the former offshore island to the adjacent mainland. This unique coastal formation is the geological legacy of a long history of natural and other human-environment interactions spanning at least 23 centuries. In 332 BC, during Alexander the Great's war against the Persian Empire, and after a prolonged seven-month siege of the city, Alexander and its engineers, skillfully took advantage of Tyre's unique geological/geomorphological setting, by constructing a 1,000-meter-long and 80-meter-wide breakwater to ultimately besiege and capture the island fortress. The breakwater Alexander built, profoundly deformed Tyre's coastline and caused a rapid progradation of its natural spit of land, evolving into its present-day appearance.

Palabras clave: Fenicia, Tiro, Alejandro Magno, ingeniería, geología, Líbano

Keywords: Phoenicia, Tyre, Alexander the Great, engineering, geology, Lebanon

INTRODUCCIÓN A ALEJANDRO MAGNO

Alejandro III de Macedonia (20/21 de julio de 356 a. C. - 10/11 de junio de 323 a. C.), conocido comúnmente como Alejandro Magno (Figura 1), fue rey del antiguo reino griego de Macedonia y miembro de la dinastía Argéada, una familia que gobernó Macedonia desde el 700 hasta el 309 a. C. Nació en la ciudad de Pella, y sucedió a su padre Filipo II (382-336 a. C.) en el trono, a los veinte años. A principios de la primavera del 334 a. C., Alejandro marchó hacia el Helesponto (hoy día el estrecho de los Dardanelos en Grecia), la estrecha franja de agua que separa Europa de Asia. El estrecho no solo era el

punto de cruce más práctico, sino que también tenía un significado simbólico, ya que era el mismo paso que había tomado el rey persa Jerjes o Xerxes I (519-465 a. C.), cuando invadió Grecia casi 150 años antes (CASAS 2025).

Alejandro dedicó la mayor parte de su reinado a una campaña militar sin precedentes por Asia y el noreste de África, y a los treinta años ya había creado uno de los mayores imperios del mundo antiguo, que se extendía desde Grecia hasta el noroeste de la India. Permaneció invicto en batalla y es considerado uno de los comandantes militares más exitosos de la historia.

¹ MSc. Geología, McMaster University, Canadá. Escuela de Geología, Minas y Geofísica, y Escuela de Petróleo (UCV). Correo-e: jcasas@geologist.com



Figura 1. Detalle de un mosaico mostrando a Alejandro Magno en la batalla de Issus (333 a. C.). Casa del fauno, Pompeya (fecha probable de elaboración 100 a. C.).

Fuente: <https://www.historynet.com/alexander-the-great-siege-of-tyre/>

LOS FENICIOS Y LA CIUDAD DE TIRO

La gloria de los fenicios en Tiro (hoy día en Líbano) fue excepcional, debido a su comercio, sus barcos y su privilegiada ubicación geográfica (Figura 2), lo cual hicieron de Tiro una poderosa ciudad, muy atractiva para gobernar. Los fenicios fueron los grandes mercaderes de la antigüedad. La geografía de sus costas, que propiciaba la instalación de puertos, y la madera de sus bosques, les brindaban los elementos básicos para construir barcos y organizar compañías de navegación.

Sin embargo, esa gloria no duró mucho, y alrededor del 884 a. C., los asirios atacaron todas las ciudades fenicias para adueñarse de sus excelentes puertos comerciales. Posteriormente, en el 589 a. C., el imperio babilónico fue conquistado por los persas, quienes libraron una guerra continua con los egipcios y, muchos años después, con Alejandro Magno de Macedonia.

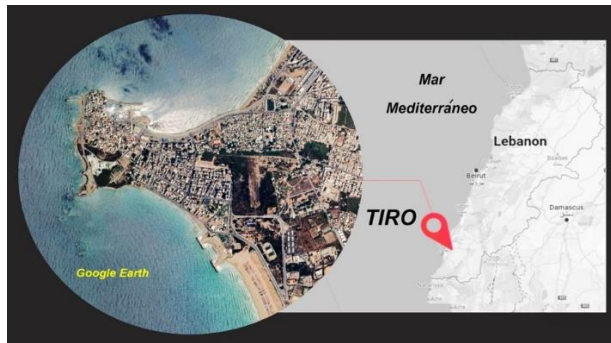


Figura 2. Ubicación de la ciudad de Tiro en el actual Líbano. A la izquierda una imagen extraída de Google Earth, mostrando la ciudad y su tómbolo.

Luego de que los persas hubiesen perdido la guerra contra Alejandro en Macedonia, él mismo, ordenó a su ejército avanzar hacia el este. La mayoría de las ciudades fenicias ocupadas por los persas se rindieron, pero el pueblo tiro se negó a doblegarse ante Alejandro. En aquel entonces, Tiro aún era una isla, y los tirios habían establecido un gran sistema

defensivo, construyendo enormes murallas que rodeaban toda la isla. Es así que en el año 332 a. C., durante su campaña contra los persas, Alejandro Magno se enfrentó a la ciudad insular de Tiro, destruyendo primero el distrito costero continental de Tiro, e iniciando los preparativos del asalto a la isla. Aparte de ser un insulto a su corona, el desafío de Tiro y su castigo, sería un ejemplo para todos los que se le opusieran (CERVERA 2021). La ubicación de Tiro en alta mar, su formidable armada y sus inexpugnables murallas plantearon un desafío extremo, donde las tácticas de asedio convencionales resultarían ineficaces. Además, los tirios adoptaron una postura defensiva a ultranza, bloqueando la entrada a sus puertos, anclando barcos trirremes.

Alejandro Magno (Figura 3). tenía tan solo 23 años cuando se encontraba contemplando desde la costa, la diminuta pero poderosa ciudad insular fenicia de Tiro. Alejandro sabía que era imperativo tomarla, antes de seguir avanzando con seguridad, moviendo sus topas hacia el sur, hacia Egipto, para continuar su conquista (CERVERA 2021). Es por ello que hizo un esfuerzo extraordinario, bloqueando y sitiando Tiro durante siete largos meses.



Figura 3. Tetradracma del reino de Macedonia mostrando la efigie de Alejandro III «El Grande». Fecha de acuñación 323 a. C.

Fuente: Colección del autor.

COMO ACERCARSE A LAS MURALLAS DE TIRO

El auge de la actividad agrícola en tierra firme en la región que rodeaba Tiro, incluida la extensiva deforestación, había acelerado durante años el aporte de sedimentos a la costa, donde la isla original de Tiro actuaba como una especie de rompeolas. Esto protegió una parte de la plataforma, de la erosión debida al oleaje, dando lugar a un proto-tómbolo poco profundo situado entre 1 y 5 metros por debajo del nivel medio del mar en la época de Alejandro, y que conectaba en forma subacuática la isla de Tiro con tierra firme (NIR 1996).

Los relatos de la época (ARRIANO s.f.), indican que luego de varios meses de frustración, Alejandro, para hacer frente a

las murallas, tuvo la compleja idea de construir una especie de muelle o espigón, formado por vertederos de todo tipo de material, tratando de conectar el continente con la isla de Tiro (Figura 4). Alejandro ordenó a sus ingenieros destruir el centro continental de la ciudad Tiro y utilizar su madera y ruinas para construir casi un kilómetro de espigón, aprovechando el puente natural de sedimentos que existía entre tierra firme y la isla (MARRINER et al. 2008). Diodoro Sículo (90-20 a. C.), antiguo historiador griego del siglo I a. C., en su libro «Biblioteca Histórica», describe dicho espigón como de un kilómetro de largo y 80 metros de ancho, suficientes para permitir el paso de la artillería y la colocación de las torres de asedio, con catapultas construidas encima (Figura 5), y ubicadas al final del espigón, lo que, en su momento, permitió que las tropas de Alejandro se fuesen acercando a las murallas. De repente sus soldados descubrieron las dificultades de extenderla más, debido a un aumento pronunciado de la profundidad del agua (ARRIANO s.f.).

Los macedonios, con la ayuda de personas de las comunidades vecinas del interior, quienes fueron reclutadas para la titánica tarea, construyeron dicho espigón, comenzando en tierra firme, muy cerca de Palaetyrus (la antigua Tiro continental), probablemente usando la cima de un pequeño tómbolo natural (NIR 1996). Las piedras, materiales y maderas de las ruinas recientes de la antigua Tiro, arrasada por Alejandro, se arrojaron al agua, así como árboles enteros con sus ramas, colocándoles encima, piedras y arena para darle consistencia al espigón. También se utilizó madera de los árboles de las montañas cercanas para la construcción de dos torres de asedio, así como para fijar estacas en el fango del fondo marino, ayudando a dar más firmeza a la nueva estructura. Se planeó que este espigón terminara en la costa oriental del islote de Tiro (NIR 1996).

En sus primeras etapas, la construcción fue bastante sencilla y rápida, desarrollándose prácticamente sin dificultades en aguas muy someras. Sin embargo, una vez que la construcción alcanzó aguas un poco más profundas, los tirios imposibilitaron la continuación del espigón por los macedonios, ya que lograban de noche arrancar las estacas que protegían la fachada de avance. Aunado a lo anterior, las fuertes marejadas que acompañaban al viento, arrasaron paulatinamente con buena parte de la obra macedónica (ARRIANO s.f.),

Además, existía una barrera natural, un canal entre el malecón y la isla, que generaba fuertes corrientes que removían y arrastraban el material del incipiente frente del espigón. Finalmente, una noche, los tirios remolcaron una embarcación llena de calderos de aceite, madera, paja y azufre, con el objetivo de encallarla contra el espigón e incendiar las torres y defensas de los trabajadores de Alejandro. El barco fue lastrado en su popa para que la proa se elevara y se incrustase en el espigón, modificado además con dos mástiles frontales equipados con calderos rellenos de líquidos inflamables. Una vez remolcado por unos trirremes tirios, y aprovechando que el viento soplabla en la dirección del espigón, fue incendiado y estrellado contra el mismo (CERVERA 2021). El viento

soplabla con tanta fuerza hacia las posiciones macedónicas, que todas sus construcciones: torres, piezas de artillería y la empalizada, fueron pasto de las llamas casi de inmediato, cundiendo el pánico entre los macedonios.

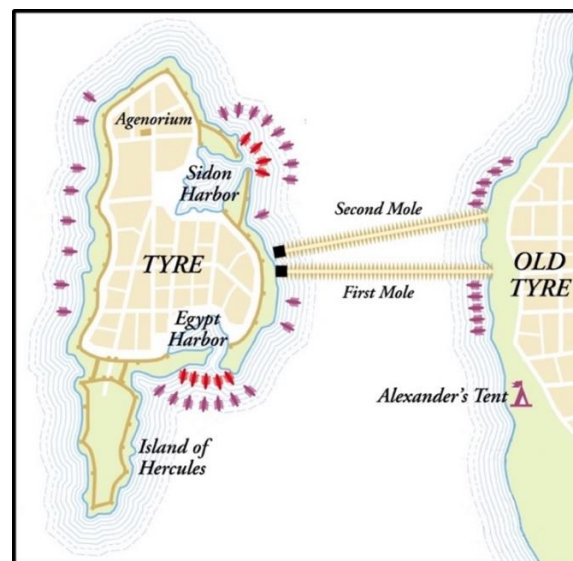


Figura 4. Ilustración que muestra la ubicación de los espigones de asedio construidos por Alejandro Magno, y que conectaron en esa época la isla de Tiro con lo que hoy es el Líbano continental. Fuente: Modificado de <https://www.appuntidistoria.net/completato-il-recupero-dellantica-citta-di-tiro/m-alex-tyre-map-4cdec04/>

Debido a los obstáculos naturales y humanos para la finalización del espigón, especialmente para el tramo final del mismo, Alejandro, el cual regresaba de un viaje a Arabia, al ver lo considerable de los daños, optó por abandonar la construcción y emprender un nuevo espigón más ancho (Figura 5), construido un poco más al norte del primero, con el fin de protegerlo del viento, y ligeramente inclinado hacia el suroeste (Figura 4), lo cual hacía que por un lado, ya no estuviera completamente expuesto a las tormentas invernales y, por el otro, que evitara en la medida de lo posible la proximidad de los combatientes tirios.

Solo tras lograr la supremacía marítima, incorporando a su flota macedónica, la fenicia (Sidón), la chipriota y la de Rodas, que acudieron a su llamado, Alejandro logró reunir una poderosa armada de más de 220 barcos (ARRIANO s.f.), pudiendo proteger de esta manera, a los obreros que construían el espigón (Figura 5), logrando así, culminar este gigantesco proyecto. Hacia el final de la batalla de Tiro, tras un asedio de siete meses, desde mediados de enero del 332 hasta mediados de julio del 332 a. C., los macedonios lograron finalmente extender el espigón hasta la muralla de la ciudad, conectando así el continente con el islote fortificado (NIR 1996).

EL FIN DEL SITIO DE TIRO

El escritor e historiador romano Quinto Curcio Rufo, cuya única obra conocida fue «Historias de Alejandro Magno de

Macedonia», y que basó su relato en fuentes griegas anteriores (DE MOLINA 1496), describe la caída de Tiro: luego de finalizar el espigón, Alejandro dio a los hombres dos días de descanso, después de los cuales ordenó traer la poderosa flota, y junto a las máquinas de asedio con catapultas (Figura 5), actuaron simultáneamente, en todos los puntos posibles, contra un enemigo ya desmoralizado.

El propio rey subió a la torre de asedio más alta, repleta de catapultas. Su valentía fue enorme, ya que su silueta era demasiado visible, debido a la insignia real y a su reluciente armadura, siendo el blanco principal de los proyectiles enemigos. Atravesó con su lanza a muchos de los defensores de las murallas, y a algunos los derribó de cabeza tras golpearlos en combate cuerpo a cuerpo con su espada o escudo, pues la torre desde la que luchaba quedaba adosada a las murallas enemigas (DE MOLINA 1496).



Figura 5. Representación alegórica del sitio de Tiro por Alejandro Magno, mostrando el espigón desde el continente y las torres de asedio.

Fuente: Open IA (2025, 22 de agosto). Gemini 2.5.
<https://gemini.google.com/app/9bea045119ecfeaa>

Para entonces, el repetido embate de los arietes montados en los barcos, había aflojado las juntas de las piedras y eventualmente las murallas defensivas del lado sur comenzaron a derrumbarse. Al mismo tiempo, las fuerzas navales de Alejandro rompieron los bloqueos en ambos puertos, destruyendo los barcos enemigos y desembarcando tropas en la costa insular. En ese momento, algunos macedonios se habían abierto paso hasta las torres que el enemigo había abandonado, mediante puentes levadizos que portaban algunas de sus naves. Los tirios fueron literalmente aplastados. Muchos buscaron refugio en los templos, principalmente niños y mujeres, pero otros volvieron a cargar contra el enemigo, aunque una mayoría se subió a los tejados, arrojando piedras y todo lo que tuvieran a mano sobre los macedonios que se acercaban. En todo el sitio, alrededor de 400 macedonios cayeron en combate (ARRIANO s.f.).

Alejandro ordenó que todos los combatientes tirios fueran ejecutados, y que los edificios fueran incendiados. Sin embargo, muchos encontraron refugio con los sidonios, entre las tropas macedónicas. Aunque estos habían entrado en la ciudad como aliados de los macedonios, también eran conscientes de su parentesco con los tirios, por lo que secretamente brindaron protección a muchos de ellos y los llevaron a sus barcos, donde fueron escondidos y transportados a Sidón. Según el historiador Curcio Rufo, se calcula que quince mil habitantes de Tiro, fueron rescatados de una muerte violenta gracias a este subterfugio (DE MOLINA 1496).

Se dice también que Alejandro, furioso por la tenaz defensa tiria y por la pérdida de muchos de sus hombres, destruyó al menos la mitad de la ciudad. Según el historiador y filósofo grecorromano Lucio Flavio Arriano (89?-175? a. C.), quien escribió la obra «Anábasis de Alejandro Magno», 8000 civiles tirios fueron masacrados tras la caída de la ciudad. Alejandro concedió el perdón a todos los que habían buscado refugio en el templo de Heracles, incluyendo al rey de Tiro y a 30 embajadores de Cartago, pero unos 30 000 residentes y extranjeros, fueron vendidos como esclavos. Alejandro también ordenó la crucifixión de unos 2000 varones en edad militar que aún se encontraban en la costa. Una de las maquinarias de asalto con la que el muro había sido echado abajo, fue llevada hasta el templo de Heracles y dedicada como ofrenda de agradecimiento por la victoria obtenida (ARRIANO s.f.).

EL EFECTO DE LA ACCIÓN DE ALEJANDRO MAGNO

El nuevo espigón construido por Alejandro, provocó un cambio inesperado en el movimiento y transporte natural de las arenas a lo largo de la playa. La dirección predominante del transporte de sedimentos a lo largo de la costa es de sur a norte, aunque las marejadas ciclónicas ocasionales también transportan sedimentos desde el norte, creando una sedimentación bidireccional (GOLDSMITH y SOFER 1983, MARRINER et al. 2008).

Luego de arrasar Tiro, los rellenos quedaron pegados al espigón, y cientos de años más tarde la isla se transformó en una península que dio forma semejante al Tiro que conocemos hoy. Durante los últimos 2350 años desde el asedio, este movimiento de sedimentos reforzó el tómbolo, con al menos 10 millones de metros cúbicos de sedimentos (NIR 1996), compuestos principalmente por arena re-sedimentada proveniente de playas cercanas, y que formaron bahías a ambos lados del espigón construido por Alejandro.

Este uso estratégico-militar del proto-tómbolo poco profundo, sin comprender los efectos en los procesos geológicos, constituye uno de los primeros ejemplos de la profunda alteración del paisaje por parte de la acción humana, y que aún se puede apreciar en el presente. La actual ciudad de Tiro ocupa el territorio de la ciudad insular original, así como el propio istmo, que se ha expandido unos 65 000 metros

cuadrados y es un lugar prominente en la actual costa libanesa (NIR 1996).

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA COSTA SUR DEL LÍBANO

La llanura de Tiro se extiende a lo largo de la costa sur del Líbano, desde la frontera entre Israel y el Líbano al sur, hasta unos 25 kilómetros al norte, donde se localiza la desembocadura del río Litani. Esta es una de las secciones más anchas de la llanura costera del Líbano, con un tamaño que oscila entre unos pocos cientos de metros y pocos kilómetros. Aquí al norte, una serie de promontorios, compuestos principalmente por areniscas del Albiense, y algunas calizas dolomíticas y cretas del Cenomaniense, afloran hasta la costa, y se adentran en aguas someras, generando barreras para la deriva litoral (NIR 1996).

Más al sur, los promontorios y acantilados están compuestos de aluvión y eolianitas cementadas, denominadas *Hajar Ramli*, que actualmente se erosionan a un ritmo muy elevado. EMERY y GEORGE (1963), sugieren que esta erosión se ha acelerado en la época moderna, conclusión que se deriva de la presencia de los yacimientos arqueológicos costeros existentes, que de otro modo ya hubiesen desaparecido hace mucho tiempo. Observaciones recientes de estas playas muestran que un porcentaje muy elevado de la arena costera ha sido extraída para fines de construcción, exponiendo las playas a una acción más enérgica del oleaje (NIR 1996).

Las costas del sur del Líbano están orientadas de SSO a NNE. Muchas de las playas existentes son muy estrechas, de apenas unas pocas decenas de metros. Sin embargo, probablemente, antes de la construcción del espigón, las costas frente a Tiro eran excepcionalmente anchas y continuas (NIR 1996). En algunas regiones de esta costa, como ya se mencionó, las montañas descienden directamente al mar y forman barreras naturales, segmentando la deriva litoral. Como resultado de todo esto, las costas se componen de celdas litorales, independientes en sus componentes y funcionamiento, separadas por pequeños promontorios. Por lo tanto, playas cercanas entre sí, pueden diferir en sus componentes, como la mineralogía y el tamaño del grano.

FUENTE DE SEDIMENTOS Y TRANSPORTE DE LOS MISMOS

Las fuentes principales de sedimentos que alimentan la costa tiria según estudios publicados por NIR (1996) son:

(a) Sedimentos de origen Cretácicos: Los sedimentos de las crestas montañosas del Líbano son transportados a las playas a través de los ríos, principalmente durante las inundaciones invernales. El principal proveedor de sedimentos a las llanuras de Tiro es el río Litani, el río libanés más largo (unos 150 kilómetros), que desemboca a unos 8 kilómetros al norte de Tiro. Las formaciones arenosas que se encuentran en la columna estratigráfica de las zonas montañosas cercanas, son las más abundantes, y pertenecen a areniscas del Cretácico

Inferior (Aptiense), conteniendo además, granos de cuarzo que provienen de una fuente granítica.

(b) Sedimentos Cuaternarios: Las crestas costeras conocidas como *Hajar Ramli* y sus arenas derivadas, se encuentran a lo largo de la mayor parte de la costa sur del Líbano. Estas arenas son muy ricas en carbonatos (EMERY y GEORGE 1963). La erosión de estas crestas ha proporcionado a las playas, grandes cantidades de estas arenas calcáreas.

La composición mineralógica de las arenas en las costas de Tiro y sus alrededores muestra que el componente principal es CaCO_3 . Los análisis de nueve muestras tomadas en el sur y norte de Tiro, realizados por NIR (1996), muestran un promedio del 80% de CaCO_3 . Las playas de la desembocadura del río Litani, ubicadas al norte, sin embargo, son mucho más pobres en CaCO_3 (solo 18-35 %). El hecho de que las playas actuales de Tiro estén compuestas principalmente por carbonatos, lleva a la conclusión de que la mayor parte del tómbolo (aproximadamente dos tercios o más) está compuesto por granos locales redepositados de las crestas costeras o *Hajar Ramli*, pertenecientes a las areniscas calcáreas cuaternarias, que probablemente cubrieron extensas áreas en el pasado.

Debido a que la costa sur del Líbano está orientada como se mencionó, de SSO a NNE, la principal deriva litoral invernal sedimentaria ocurre en dirección norte. Los vientos del norte y noroeste son responsables de la deriva litoral sedimentaria dirigida hacia el sur, que se estima es menos efectiva que la del norte (Figura 6). Sin embargo, debido a las condiciones especiales existentes alrededor de Tiro, durante los últimos 2350 años, toda la arena transportada hacia Tiro, tanto desde el norte como desde el sur, comenzó a quedar atrapada en el tómbolo o espigón construido por Alejandro Magno a partir del 332 a. C.

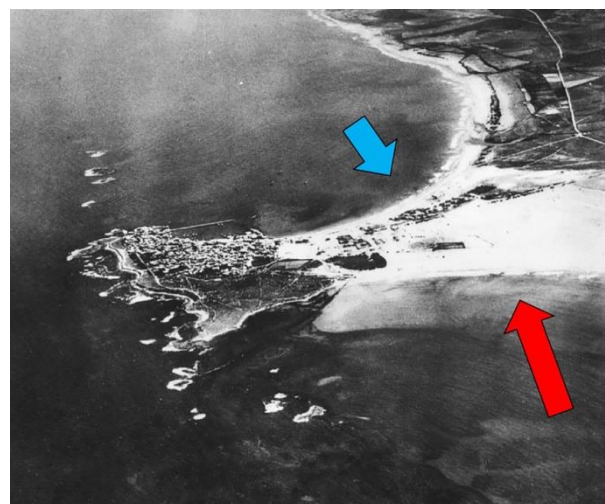


Figura 6. Fotografía aérea de Tiro tomada en 1934. Observe cómo la acumulación de arena es mucho mayor en el lado sur del tómbolo (flecha roja), ya que la dirección predominante de la deriva litoral es de sur a norte. Ocasionalmente, tormentas adicionales transportan sedimentos desde el norte (flecha azul).

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tyre-aerial-photo-by-France-Military-1934.jpg>

Según NIR (1969), en el periodo comprendido entre la época helenística hasta la romana, ocurrió un aumento de 1,20 metros del nivel del mar, lo cual probablemente ocasionó una disminución del área en el tómbolo alejandrino, por lo que el tamaño actual es un desarrollo posterior que comenzó luego del referido aumento del nivel del mar y de su estabilización en la época romana.

TOMANDO NÚCLEOS EN LA PENÍNSULA DE TIRO Y RECONSTRUCCIÓN DE LA HISTORIA GEOLÓGICA

Para investigar el peculiar istmo de arena de Tiro, que une la antigua isla costera con el continente adyacente, el Dr. Nick Marriner del Centro Europeo de Investigación y Enseñanza de las Geociencias y el Medio Ambiente (CEREGE) ubicado en Aix-en-Provence, Francia, viajó a Tiro en el 2002. Su equipo perforó más de 20 núcleos en dicho istmo, hoy día fuertemente urbanizado, así como en varios lugares de los alrededores. Los núcleos recuperados contenían sedimentos de hasta 8000 años de antigüedad. En el laboratorio, el equipo analizó los tipos de sedimentos y el contenido fósil presentes en los núcleos, para comprender mejor y reconstruir el antiguo entorno marino cercano a la costa. Luego, generaron un modelo de oleaje y migración de sedimentos, lo que ayudó a completar el panorama y entender la evolución pre y post Alejandro Magno.

Los resultados del modelado de MARRINER *et al.* (2007) permitieron elaborar conclusiones, sobretodo acerca de la evolución morfodinámica del tómbolo de Tiro desde el año 332 a. C. (Figura 7), durante la época helenística y la actualidad (Figura 8), mostrando que el espigón provocó una metamorfosis completa, forzando antropogénicamente, el sistema costero de Tiro, y acentuando muchos de los procesos genéticos del proto-tómbolo. Después del 332 a. C., las bahías de la ciudad se segmentaron definitivamente en dos ensenadas, y el cese de las corrientes litorales, generó dos células litorales desconectadas. Los registros estratigráficos muestran cambios en las posiciones de la línea de costa, caracterizadas por una rápida progradación costera en ambos flancos del tómbolo.

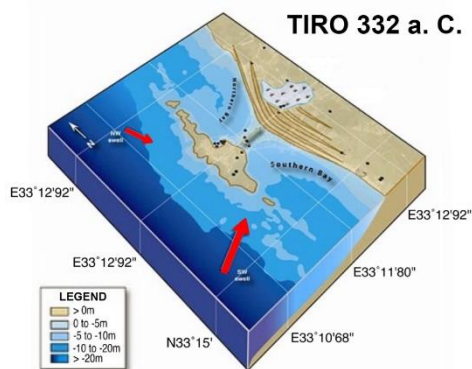


Figura 7. Reconstrucción morfodinámica de la isla de Tiro en el 332 a. C. cuando ocurre la invasión de Alejandro Magno (flechas rojas indican la dirección y magnitud del oleaje).

Fuente: Modificado de MARRINER et al. (2007).

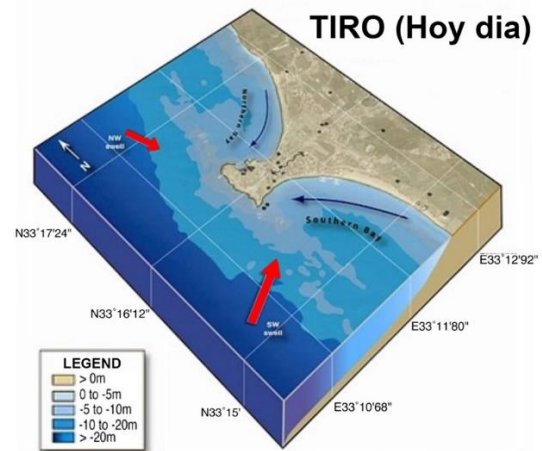


Figura 8. Aspecto morfodinámico del tómbolo de Tiro, posterior al periodo helenístico, hasta nuestros días (flechas negras indican la dirección de transporte).

Fuente: Modificado de MARRINER et al. (2007).

CONCLUSIONES

El enorme tómbolo de Tiro tiene unos 23 siglos de antigüedad y es producto directo de los espigones construidos por las tropas de Alejandro Magno, una hazaña impresionante en términos de ingeniería militar de la época. Anterior a esta acción, existía un tómbolo embrionario, resultado de la presencia costa afuera de la isla de Tiro y dos cadenas de islotes satélites al norte y al sur de la isla (Figura 7). Antes de esa etapa, probablemente el nivel del mar se había estabilizado alrededor de los 6500 años antes del presente, donde la línea costera principal se encontraba más al interior (NIR 1996). Poco después de la estabilización, una especie de proto-tómbolo comenzó a desarrollarse. Este proto-tómbolo existió prácticamente con la misma distribución areal, hasta que Alejandro Magno lo aprovechó para construir su espigón.

La construcción de Alejandro, detuvo prácticamente por completo la deriva litoral natural de los sedimentos al norte y sur en esa región. Todos los sedimentos que alcanzaron la zona del espigón, quedaron protegidos por la isla y sus islotes satélites. Los sedimentos se depositaron entonces formando un tómbolo en constante crecimiento, hasta que alcanzó la isla de Tiro. La morfología actual del tómbolo, representa la suma total de arena disponible en el sistema, que sin duda alcanzó su equilibrio hace muchos siglos (NIR 1996).

Queda poca duda de que, durante el aumento de 1,20 metros del nivel del mar, desde la época helenística hasta la romana, se produjo una disminución del área en el tómbolo alejandrino (NIR 1996). Por lo tanto, el tamaño actual del mismo, es un desarrollo posterior que comenzó luego del aumento del nivel del mar y su estabilización en la época romana. Durante el transcurso de los siglos, se añadió más arena a este complejo sistema, mediante la erosión eólica de la masa continental cercana, pero principalmente por la deriva litoral de las playas cercanas.

Se podría decir, en conclusión, que el caso de la ciudad de Tiro muestra hoy día, el efecto de los acontecimientos culturales en el paisaje circundante, consecuencia de la negativa de los ciudadanos de Tiro a rendirse ante Alejandro Magno, así como el producto del ingenio de este último y de sus ingenieros, durante el asedio a la ciudad en el año 332 a. C.

REFERENCIAS

- ARRIANO LUCIO FLAVIO s.f. *Anábasis de Alejandro Magno*. Traducción al Castellano por Alura Gonz, 2013. 273 p. <<https://books.google.com.co/books?id=fUTPAQAAQBAJ>>
- CASAS, J.E. 2025. Heródoto: Historiador, Etnógrafo, Geógrafo y ¿Geólogo?. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*. LXXXV(2) 7-22.
- CERVERA, F. 2021. *El asedio de Tiro, la dura conquista de Alejandro Magno*. Recuperado el 25 de junio, 2025, de <https://historia.nationalgeographic.com.es/a/asedio-tiro-dura-conquista-alejandro-magno_16274>
- DE MOLINA, J. 1496. *Crónica de Alejandro Magno*. Traducción al español de la versión Latina de *Historiae Alexandri Magni* Macedonis. Biblioteca Nacional de España. 221 p. <<https://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000038763&page=1>>
- EMERY, K.O. & GEORGE, C.J. 1963. *The Shores of Lebanon*. American University of Beirut, Faculty of Natural Sciences. Miscellaneous Paper 1, WHOI Contribution 1385.
- GOLDSMITH, V. & SOFER, S. 1983. Wave climatology of the southeastern Mediterranean, *Israel Journal of Earth Science*. 32: 1-51.
- MARRINER N., MORHANGE C. & MEULÉ S. 2007. Holocene morphogenesis of Alexander the Great's isthmus at Tyre in Lebanon. *Proc. Natl Acad. Sci.* 104(22): 9218-9223. <<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0611325104>>
- NIR, Y. 1996. The city of Tyre, Lebanon and its semi-artificial tombolo. *Geoarchaeology*, 11(3): 235-250.

USANDO LA CIENCIA PARA DESCIFRAR UN CRIMEN CASO ALMELINA CARRILLO 2017

Oscar Andrés LÓPEZ ¹, Elizabeth RAVEN ², José Luis LÓPEZ ³

RESUMEN

La señora Almelina Carrillo murió después de ser golpeada con una botella lanzada desde un edificio el 19 de abril de 2017, dirigida contra personas que participaban en una marcha en la Parroquia La Candelaria, Caracas. Con base a dos informes técnicos de la Fiscalía y del CICPC, fue detenido y acusado de homicidio un residente del edificio Rostol, ubicado a 39 metros del sitio donde cayó abatida la señora. El último segundo de caída de la botella fue grabado en video desde el piso 10 del edificio Darijak, situado frente a donde ocurrió el suceso.

En este trabajo se describe la investigación realizada para determinar el lugar desde donde se lanzó la botella, la cual se fundamentó en los siguientes elementos: a) análisis del video que registró la caída de la botella; b) levantamientos altimétricos y planimétricos del sitio del suceso, c) ensayos de campo, d) simulaciones con un modelo matemático para determinar la trayectoria de una botella en el espacio; e) reproducción del suceso con un modelo físico (maqueta) y f) reproducción del suceso con un modelo computacional (digital).

Se concluye que la botella no pudo ser lanzada desde el edificio Rostol, como lo indicaron los informes técnicos de la Fiscalía y del CICPC, por lo que la persona acusada es inocente. Adicionalmente, se demuestra que la botella provino del edificio Darijak. Se prueba que los informes técnicos de la Fiscalía y del CICPC no constituyen una demostración científica porque no puede ser repetida por cualquier otra persona como lo exige el método científico. Una síntesis de la investigación se puede ver en un video en <https://www.youtube.com/watch?v=FUraHkGI72g>

ABSTRACT

*Using science to solve a crime
Almelina Carrillo Case 2017*

Ms. Almelina Carrillo died after being struck by a bottle thrown from a building on April 19, 2017, aimed at people participating in a march in the La Candelaria neighborhood, Caracas. Based on two technical reports from the prosecutor's Office and the CICPC (technical and scientific police), a resident of the Rostol building, located 39 meters from the site where the woman was struck, was arrested and charged with homicide. The last second of the bottle's fall was recorded on video from the 10th floor of the Darijak building, located across from where the incident occurred.

This paper describes the investigation carried out to determine the location from which the bottle was thrown, which was based on the following elements: a) analysis of the video that recorded the bottle's fall; b) altimetric and planimetric surveys of the site of the event; c) field tests; d) simulations using a mathematical model to determine the trajectory of a bottle in space; e) reproduction of the event with a physical model (scale model), and f) reproduction of the event with a computational (digital) model.

It is concluded that the bottle could not have been thrown from the Rostol building, as indicated in the technical reports of the prosecutor's office and CICPC, and therefore the accused person is innocent. Additionally, it is demonstrated that the bottle came from the Darijak building. It is shown that the technical reports of the prosecutor's office and the CICPC do not constitute scientific proof because they cannot be repeated by any other person as required by the scientific method. A summary of the investigation can be found in a video at <https://www.youtube.com/watch?v=FUraHkGI72g>

Palabras Clave: Ciencia, crimen, Almelina Carrillo, movimiento parabólico, cinemática, trayectoria.
Keywords: Science, crime, Almelina Carrillo, parabolic motion, kinematics, trajectory

¹ Ph.D., Profesor, IMME, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela

² Arq., Profesora, Universidad Nacional Experimental del Transporte (antes IUT RC "Dr. FRP")

³ Ph.D., Profesor, IMF, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVO	32
2. METODOLOGÍA	32
3. TRAYECTORIA E IDENTIFICACIÓN DE LA BOTELLA.....	32
3.1 Trayectoria Recorrida por la Botella	32
3.2 Propiedades de la Botella	33
4. SITIO DE IMPACTO Y RELACIÓN CON EDIFICIOS ADYACENTES.....	34
4.1 Edificio Rostol	35
4.2 Edificio Darijak	36
4.3 Edificio Restaurant Gran Cesar y Edificio Diana	37
4.4 Edificio Rossi	37
4.5 Edificio Textiles	37
4.6 Edificio Granor	37
5. LANZAMIENTO DE LA BOTELLA DESDE LOS EDIFICIOS ADYACENTES.....	38
5.1 Modelo Matemático de Simulación de Lanzamientos	38
5.2 Cálculo de las trayectorias posibles; simulación de lanzamientos	39
5.3 Lanzamiento desde el PH del Edificio Rostol	40
5.4 Lanzamientos desde otros edificios.....	42
6. REPRODUCCIÓN DEL SUCESO CON UN MODELO FÍSICO	43
6.1 Modelo Físico (Maqueta)	43
6.2 Lanzamiento desde el PH del edificio Rostol y comparación con el video	44
6.3 Lanzamientos desde otros Edificios y comparación con el Video	45
7. REPRODUCCIÓN DEL SUCESO CON UN MODELO COMPUTACIONAL.....	45
7.1 Modelo Computacional	45
7.2 Lanzamiento desde el PH del edificio Rostol y comparación con el video	46
7.3 Lanzamientos desde otros Edificios y comparación con el Video	46
8. IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO DONDE FUE LANZADA LA BOTELLA.....	47
8.1 Distancia Botella-Cámara; Datos e Incógnitas	47
8.2 Prueba de Campo para determinar la Distancia Botella-Cámara	48
8.3 Uso de la Óptica Geométrica para determinar la Distancia Botella-Cámara	49
8.4 Identificación del Edificio desde donde se lanzó la Botella	49
9. REFINAMIENTO PARA INVESTIGAR LOS PISOS DE POSIBLE LANZAMIENTO DEL DARIJAK.....	50
9.1 Puntos de control de la trayectoria de la botella en el video.....	50
9.2 Criterios de evaluación	50
9.3 Sitios de lanzamiento	51
9.4 Lanzamientos desde sitios seleccionados	51
9.5 Distancia botella-cámara para cada lanzamiento	53
10. CONCLUSIONES	53
11. UNA ACLARATORIA NECESARIA	54
AGRADECIMIENTOS.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXO A	54
DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD INICIAL DE UNA BOTELLA LANZADA	54
ANEXO B	57
DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ARRASTRE PARA LA BOTELLA	57
ANEXO C	59
RELACIÓN ENTRE DIÁMETROS DE BOTELLA Y ALCANTARILLA EN EL VIDEO	59
ANEXO D.....	60
TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS Y CÁLCULO DE DISTANCIAS BOTELLA – CÁMARA	60
ANEXO E	61
CÁLCULO DE LA DISTANCIA A LA CUAL ESTÁ LA BOTELLA DE LA CÁMARA.....	61

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVO

La señora Almelina Carrillo fue gravemente herida al ser golpeada con una botella lanzada desde un edificio, lo que ocasionó su muerte cuatro días después. La botella no estaba dirigida a ella en particular, sino que fue lanzada contra una marcha de carácter político que se desarrollaba en ese momento.

El suceso tuvo lugar aproximadamente a las 10:30 am del día 19 de abril de 2017 en la Avenida Norte 13, entre las esquinas Esmeralda y Mirador, en la Parroquia La Candelaria, Municipio Libertador, Caracas. El suceso fue registrado en un video tomado desde el piso 10 del edificio Darijak, edificio localizado a pocos metros de donde fue golpeada la Señora Almelina. Existen varios otros edificios al lado y en frente del sitio de impacto.

Las investigaciones realizadas por la Fiscalía y por el CICPC (Cuerpo de Investigaciones Científicas, Penales y Criminalísticas) concluyeron que el lanzamiento fue hecho desde el último piso del Edificio Rostol y un residente del edificio fue detenido y acusado de homicidio.

El objetivo de esta investigación es identificar el sitio desde el cual se hizo el lanzamiento de la botella. La motivación de los autores se basó en la observación del video que registró el hecho, el cual condujo a postular si era posible reproducir el suceso usando una combinación de modelos físicos (maquetas) y modelos matemáticos de las trayectorias desde los posibles sitios de lanzamiento. Los autores desarrollaron esta investigación a título personal, motivados por la curiosidad científica.

2. METODOLOGÍA

La metodología seguida se describe a continuación:

- Elaborar un modelo físico (maqueta) a escala reducida, del sitio del suceso.
- Desarrollar un modelo matemático y calcular las trayectorias posibles de lanzamientos hechos desde todos los edificios cercanos.
- Colocar en el modelo físico las trayectorias obtenidas mediante simulación con el modelo matemático.
- Fotografiar en el modelo físico la trayectoria simulada desde el mismo lugar donde se grabó el suceso, y comparar la fotografía con el fotograma real del video.
- De la comparación de fotogramas (real y simulado), identificar el sitio desde fue lanzada la botella.

La metodología se repitió con un modelo computacional (maqueta digital).

Para la aplicación de esta metodología, se siguen los siguientes pasos:

- Determinación de la geometría del sitio y de los edificios cercanos (levantamiento planimétrico y altimétrico).
- Análisis del video que registró el último segundo de la caída de la botella.
- Ejecución de pruebas de campo con el fin de determinar los valores posibles de la velocidad de salida de la botella,

la cual es una variable fundamental en el modelo matemático.

- Simulación de la trayectoria de la botella en su recorrido desde los posibles sitios de lanzamiento hasta el sitio de impacto, mediante el uso de un modelo matemático tridimensional (3D) considerando fuerzas gravitatorias y aerodinámicas.
- Reproducción del suceso mediante la construcción de un modelo físico (maqueta) a escala reducida del sector donde ocurrió el hecho (calle y edificios).
- Reproducción del suceso mediante la elaboración de un modelo computacional (digital).
- Toma de fotografías con el modelo físico y el modelo digital de las trayectorias simuladas de la botella lanzada desde diferentes edificios y comparación con la imagen registrada en el video. Identificación del edificio o de los edificios desde donde es posible que se haya hecho el lanzamiento.
- Determinación de la distancia entre la botella y la cámara de video y comparación con las distancias obtenidas en cada trayectoria simulada, con la finalidad de precisar el sitio (edificio y apartamento) desde donde se hizo el lanzamiento.

Esta metodología es original de los autores, basada en la aplicación del método científico de manera interdisciplinaria a la solución de un caso criminalístico, pero algunos de sus aspectos son equivalentes a los tratados en la bibliografía tradicional de balística forense (Nieto 2014). Una limitación de la metodología está en la baja calidad del único video disponible del suceso, sin embargo, se demostró que tiene una influencia despreciable en los resultados.

3. TRAYECTORIA E IDENTIFICACIÓN DE LA BOTELLA

3.1 Trayectoria Recorrida por la Botella

El video disponible del suceso muestra el recorrido parcial de la botella durante aproximadamente un segundo, desde que entra en cámara hasta que golpea a la Sra. Almelina. El video se puede ver en: <https://www.youtube.com/watch?v=FUraHkGI72g>. El video fue captado con un celular desde el Edificio Darijak ubicado a 3,20 metros de distancia horizontal del sitio del suceso, desde el piso 10, Apartamento 10-B. La Señora Almelina se encontraba caminando sobre la Av. Norte 13 hacia el norte, en sentido contrario a la marcha que se dirigía hacia el sur (Figura 1).

La Figura 1 muestra la trayectoria de la botella la cual ha sido elaborada con la información contenida en las imágenes 106, 110, 111, 112, 113 y 129 del Informe del Ministerio Público (2017-a); son seis imágenes superpuestas tomadas del video. La botella está resaltada por un círculo de color amarillo, en total se señalan seis círculos desde el momento en que entra en la cámara por la izquierda hasta que golpea a la Sra. Almelina en la parte inferior de la figura.

3.2 Propiedades de la Botella

El video del suceso permite estimar las propiedades de la botella. El video muestra que la Señora Almeline fue golpeada justo en el momento de cruzar la cuarta de las seis rayas amarillas, contada desde el norte, que separan los puestos de estacionamiento frente al edificio Darijak, tal como se muestra en la Figura 1. La botella se rompió luego del impacto y no se obtuvieron restos que pudieran indicar el tipo de botella ni sus dimensiones. Las citadas imágenes (ver Figura 3) sugieren que la botella es transparente y de sección circular.

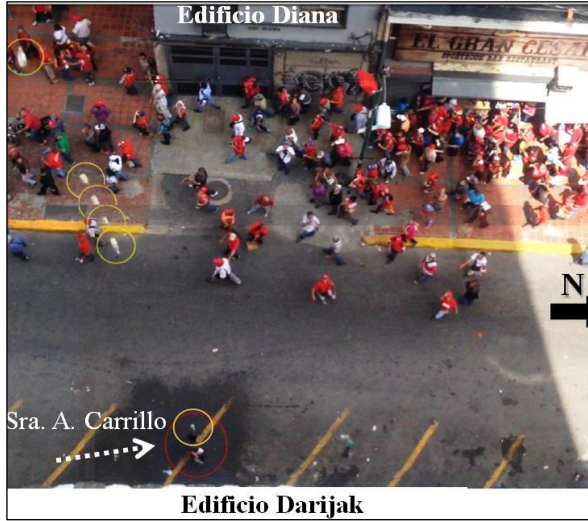


Figura 1. Trayectoria recorrida por la botella y el instante en que golpea a la Señora Almeline Carrillo, reconstruida a partir del análisis de las imágenes del video. Son seis instantes en donde la botella está destacada con un círculo. La flecha punteada muestra la dirección en que caminaba la Señora Almeline.

a) Diámetro de la botella

La Figura 2 muestra la botella justo antes del impacto. Una ampliación y medición detallada permite inferir que en la foto el diámetro (D) de la sección mayor de la botella es de aproximadamente 2/3 veces el espesor (e) de la raya amarilla. En la visita al sitio se determinó que el espesor es de $e=13$ cm, por lo que se tiene un primer estimado de $D=13$ cm $\times$ $2/3 = 8,7$ cm. Dado que la botella y la raya amarilla no están a la misma distancia de la cámara del celular, se puede mejorar la estimación del diámetro usando la óptica geométrica (Frish y Rimoreva, 1973; Físicalab, 2019). Entonces, se puede escribir:

$$\left(\frac{D}{e}\right)_{\text{Foto}} = \left(\frac{D}{e}\right) \cdot \left(\frac{L_{RA}}{L_B}\right) \quad (1)$$

Donde: $(D/e)_{\text{Foto}} = 2/3$, L_{RA} = Distancia entre la raya amarilla y la cámara, L_B = Distancia entre la botella y la cámara. Las distancias (L_{RA} y L_B) requeridas en la Formula 1 se determinaron por el teorema de Pitágoras a partir de mediciones hechas en el sitio:

$$L_{RA} = \sqrt{h_0^2 + d^2} \quad L_B = \sqrt{h_B^2 + d^2} \quad (2)$$

Donde:

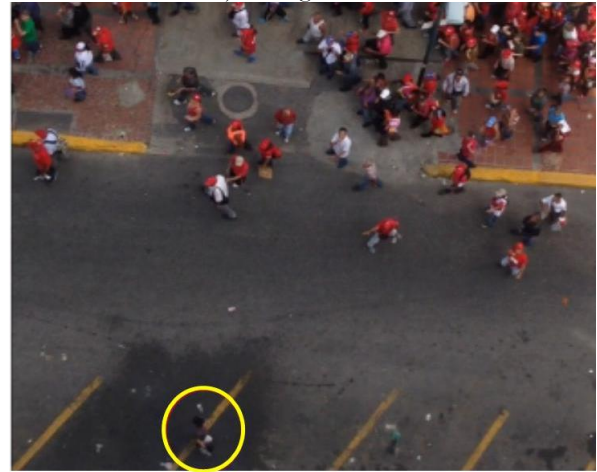
h_0 = Distancia vertical (altura) entre la cámara y la raya amarilla en la calle = 31,56 m (obtenido mediante el levantamiento altimétrico).

h_B = Distancia vertical (altura) entre la cámara y la botella = $h_0 - 1,50$ m $- 0,30$ m = 29,76 m, donde se ha supuesto que el tope de la cabeza de la señora está a una altura de 1,50 m sobre la raya amarilla (estatura promedio femenina) y con base al video (Figura 2) se considera que la botella está a 0,30 m por encima de la cabeza.

d = Distancia horizontal entre la cámara y la raya amarilla donde está la señora = 6,32 m. Sustituyendo estos valores en las Fórmulas (2) se tiene que $L_{RA} = 32,19$ m y $L_B = 30,42$ m.

Despejando D en la Fórmula (1) se tiene el diámetro de la botella $D = 0,082$ m = 8,2 cm.

a) Vista general.



b) Detalle ampliado de la vista general.

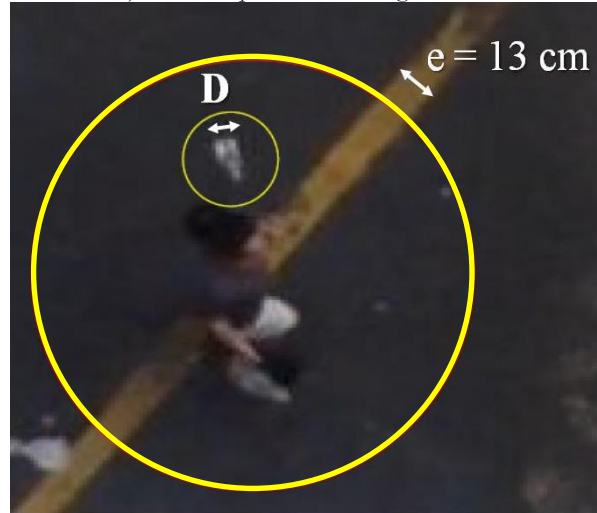


Figura 2. El diámetro de la botella se estima de la imagen captada del video justo antes de que la botella golpeará a la Sra. Almeline. La imagen inferior es una ampliación de la superior, utilizada para inferir el diámetro (D) de la botella en relación al espesor (e) de la raya amarilla

b) Altura de la botella

Del análisis de los 24 fotogramas que aparecen en el video, se seleccionó el que se muestra en la Figura 3 por ser el que

muestra la mayor relación entre la altura (H) y el diámetro mayor (D) de la botella, el cual se usó para estimar el valor de H. La Figura 3-b muestra el fotograma de donde se estimó una altura (H) de aproximadamente 3,5 veces el diámetro mayor (D) de la misma. Dado que se conoce el diámetro igual a 8,2 cm, se estima que $H=3,5 \times 8,2 \text{ cm} = 28,7 \text{ cm}$.



Figura 3. La relación altura/diámetro (H/D) de la botella se estima de esta imagen que la muestra a media altura antes de golpear a la Sra. Almelina. La imagen de abajo es una ampliación de la botella que se ve en la imagen de arriba.

c) Tipo de botella

Se investigaron las propiedades de diversas botellas de sección circular, transparentes, en el mercado nacional y se concluye que la botella lanzada es de 1 litro de capacidad. Una botella típica es la Botella numerada 8 que se muestra en la Figura 4, cuyo diámetro mayor (D) es de 8,3 cm y su altura (H) es de 29,2 cm, valores muy cercanos a los estimados en la sección previa de $D=8,2 \text{ cm}$ y $H=28,7 \text{ cm}$. Su peso es de 0,531 kg, sin líquido en su interior. Se debe destacar que las botellas más comunes de 0,75 litros tienen un diámetro algo menor, en el orden de 7,4 cm.

Aun cuando no se encontró una botella con etiqueta de colores blanco y azul tal como se ve en el video, los autores consideran que las botellas seleccionadas representan apropiadamente las características físicas de la botella que impactó a la Sra. Almelina. Las dos botellas que se muestran en la Figura 4 serán utilizadas en las pruebas de campo que se describen más adelante.



Figura 4. Botellas de geometría similar a la que golpeó a la Sra. Almelina.

4. SITIO DE IMPACTO Y RELACIÓN CON EDIFICIOS ADYACENTES

En la Figura 5 se muestra una imagen en planta del sitio del suceso sobre la Avenida Norte 13 entre la Ave. Este 7 y el Pasaje Zagarra, en la Parroquia La Candelaria, indicándose la ubicación de los edificios aledaños al área de estudio y la geometría del sitio; el punto de impacto está indicado en color rojo y localizado frente al Edificio Darijak desde el cual se grabó el video.

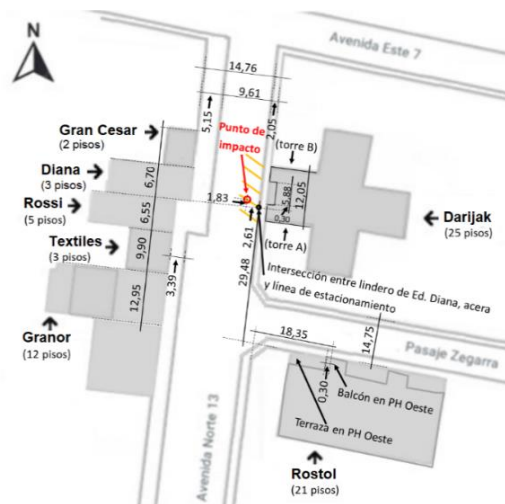


Figura 5. Vista en planta de la geometría general del sitio (en metros) con el punto de impacto en rojo, los edificios Darijak (desde donde se filmó el video), Rostol (donde vive el acusado y se presume se lanzó la botella) y otros edificios aledaños.

El punto de impacto está rodeado de varios edificios vecinos que se identifican en las Figuras 5 y 6: al este está el Edificio Darijak, al oeste los edificios Restaurant Gran Cesar, Diana, Rossi, Textiles y Granor y al sur está el edificio Rostol el cual

está separado del Edificio Darijak por el Pasaje Zegarra. Se indican en la Figura 5 las distancias horizontales entre el sitio de impacto y los edificios Darijak, Granor y Rostol. Las distancias fueron medidas en sitio y con ellas se calculó una distancia horizontal de 38,8 metros entre el sitio del impacto y un punto en la acera debajo del extremo Este de la terraza del apartamento PH del edificio Rostol el cual es el apartamento señalado como el lugar desde el cual se lanzó la botella. En la Figura 6 se muestra una imagen obtenida de la aplicación Google Earth en donde se puede observar la ubicación de los edificios y del punto de impacto.

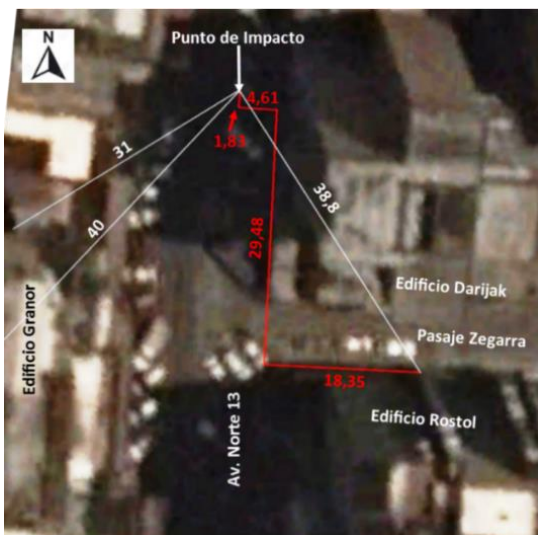


Figura 6. Punto de impacto y distancias horizontales (en metros) a los edificios Darijak, Granor y Rostol, sobre una imagen de Google Earth.

Con la información de localización de los edificios, se analizan a continuación los sitios desde los cuales se ha podido hacer el lanzamiento de la botella.

4.1 Edificio Rostol

El piso Pent House Oeste (PH) del edificio Rostol es señalado por la fiscalía como el sitio de origen del lanzamiento. Es un edificio de 21 niveles constituido por una Planta Baja, 19 pisos y el PH, ubicado en la intersección de la Ave. Norte 13 con el Pasaje Zegarra. En la foto de la Figura 7 tomada desde el sitio de impacto, se aprecia el PH. Para el momento del suceso había una terraza que abarcaba buena parte del PH, desde su lado Este indicado por el balcón en la Figura 7 hasta su lado Oeste. La mayoría de las ventanas en esta fachada Norte tienen reja lo que las descarta como sitios de lanzamiento, aceptando que dichas rejas estaban allí en la fecha del suceso. Los apartamentos sin rejas que se consideran inicialmente como sitios posibles desde donde se pudo haber hecho el lanzamiento son, de arriba hacia abajo, el PH, el Apartamento 182 en el Piso 18 (A-182), el Apartamento 172 en el Piso 17 (A-172), el Apartamento 82 en el Piso 8 (A-82) y el Apartamento 62 en el Piso 6 (A-62), los cuales se muestran en la Figura 8 y serán objeto de análisis en la siguiente sección de este estudio.

La Figura 7 muestra la distancia horizontal desde el sitio de impacto hasta un sitio ubicado debajo de los apartamentos con posibilidad de haber efectuado el lanzamiento. La menor distancia horizontal entre el punto de impacto sobre la calle y un punto sobre la acera localizado justo debajo del balcón del PH (lado Este de la terraza) del Edificio Rostol es 38,8 m.

*Foto desde el sitio de impacto, mirando hacia el PH.
Se indica la distancia horizontal (38,8 m) y vertical (59,3 m).*



*Vista desde el balcón del PH hacia la calle.
El sitio de impacto se indica por un asterisco*



Figura 7. Apartamento PH en el edificio Rostol, visto desde el sitio de impacto (izquierda). Vista desde el PH hacia el sitio de impacto (derecha). Se indica dónde estaba la cámara en el Edificio Darijak.

Pisos PH (Terraza), 18 y 17



Pisos 6 y 8



Figura 8. Apartamentos (Fachada Norte) del edificio Rostol con posibilidad de lanzamiento.

4.2 Edificio Darijak

Este edificio de 25 niveles, mostrado en la Figura 9, está en la Ave. Norte 13 justo enfrente del sitio de impacto el cual se indica en dicha figura. Son cuatro cuerpos de apartamentos, denominados aquí Norte, Sur, Este y Oeste (Figuras 5 y 6).

Vista general y Apartamento 10-B



El sitio del impacto está a pocos metros de distancia horizontal de los apartamentos.



Figura 9. Fotografías frontales del Edificio Darijak, indicando el Apartamento 10-B desde donde se tomó el video y el sitio del impacto sobre la Avenida Norte 13.

El edificio tiene una Planta Baja, una Mezzanina y 23 pisos, de donde se infiere que el Apartamento 10-B (desde donde se grabó el video, en el piso 10) está en el sitio indicado en la Figura 9, es decir en el lado Norte del cuerpo Oeste. Son dos apartamentos por piso, denominados A y B. El video muestra a la botella apareciendo por arriba y a la izquierda de la imagen, es decir que la botella fue lanzada desde un sitio ubicado al Sur del Apartamento 10-B (Figura 9). El video indica que el apartamento 10-B tiene una reja y muestra también la presencia de una mata saliendo fuera de la reja en un apartamento por debajo del 10 B, características presentes en la foto de la Figura 9 para el Apartamento 10-B ubicado en el lado Norte.

Adicionalmente, los autores realizaron una visita al edificio Darijak y comprobaron que los apartamentos tipo B están efectivamente del lado Norte. Tomando en consideración que la botella entra en el video a la izquierda (Sur) de la cámara (ver Figura 1), se considera en consecuencia la posibilidad de que la botella haya sido lanzada desde uno de los apartamentos por encima del piso 10 y localizados del lado Sur que se identifican con la letra A. De la Figura 9 se aprecia que los apartamentos de lado Sur que no tienen rejas son 23 A, 21 A, 17 A y 12 A, de los cuales es posible un lanzamiento. Sin embargo, la gran

cercanía del edificio al sitio de impacto, son solo 6,3 metros, hace que sean posibles lanzamientos que no requieran de un fuerte impulso inicial por lo que no se pueden descartar los otros apartamentos del lado Sur aun cuando posean rejas. Adicionalmente, debe considerarse también la posibilidad de que el lanzamiento haya podido provenir desde el extremo sur de uno de los apartamentos B localizados por encima del piso 10 donde estaba la cámara (ver Figura 9).

4.3 Edificio Restaurant Gran Cesar y Edificio Diana

El Restaurant Gran Cesar, edificio de 2 niveles, y el Edificio Diana de 3 niveles, están en la Ave. Norte 13 en su lado oeste, enfrente al sitio del suceso (Figura 5) y se muestran en la Figura 10. La observación del video (Figura 1) sugiere en primera instancia que no fue lanzada desde estos edificios, porque la botella entra por la izquierda de la cámara y ellos están al centro y a la derecha de la cámara. Sin embargo, son incorporados en la reproducción del suceso con el modelo físico y el modelo digital que se presenta más adelante, con la finalidad de demostrar que no es posible que sean ellos el sitio de origen del lanzamiento.



Figura 10. Edificios localizados enfrente del sitio de impacto, en el lado Oeste de la Avenida Norte 13. Fotografía tomada desde el sitio de impacto (Figura 5).

4.4 Edificio Rossi

Este edificio de 5 niveles posee una fachada cerrada de cristal, sin ventanas (Figura 10). Se considera la posibilidad de que el lanzamiento haya podido ser hecho desde la azotea.

4.5 Edificio Textiles

Es un edificio de 3 niveles (Figura 10). Las ventanas basculantes en todos sus apartamentos hacen poco probable que se haya hecho un lanzamiento desde aquí. Sin embargo, se



considera la posibilidad de que el lanzamiento haya podido provenir de esos niveles o de la azotea.

4.6 Edificio Granor

Este es un edificio de 12 niveles localizado en el lado Oeste de la Avenida Norte 13 donde se encuentra la Panadería Jhoandryx. La Figura 11 muestra una fotografía del edificio donde se pueden identificar sitios sin rejas que se señalan con un círculo y se consideran como sitios posibles de lanzamiento. Las fachadas Norte y Sur del edificio se encuentran a unas

distancias horizontales de 31 y 40 metros del sitio de impacto, respectivamente (Figura 6).



Figura 11. Edificio Granor, en el centro de la Figura, en la Ave. Norte 13. Foto tomada desde el Pasaje Zagarra. Los círculos indican apartamentos sin rejas, con posibilidad de lanzamiento. Foto J. Solé.

5. LANZAMIENTO DE LA BOTELLA DESDE LOS EDIFICIOS ADYACENTES

En esta sección se determinan las trayectorias que seguiría la botella al ser lanzada desde alguno de los edificios cercanos al sitio de impacto, los cuales fueron identificados en la sección anterior. En primer lugar, se construye el modelo matemático de simulación y luego se aplica para determinar las trayectorias de los posibles lanzamientos desde cada uno de los edificios.

5.1 Modelo Matemático de Simulación de Lanzamientos

Para determinar la trayectoria de la botella se desarrolló un modelo matemático de simulación que se basa en las ecuaciones de la física, considerando que la botella está expuesta a la fuerza de gravedad, la resistencia del aire y a la influencia del viento. El modelo utilizado ha sido verificado con éxito en el lanzamiento de pelotas de béisbol, comparando la predicción del modelo con mediciones de campo hechas por STATCAST en un juego de la MLB (López et al., 2017). En las pruebas de campo que se describen a continuación, y se detallan en el Anexo A, se obtuvo una velocidad angular media de 5 revoluciones por segundos, valor bastante pequeño, por lo cual se desprecia el efecto aerodinámico de la fuerza de

Magnus. La trayectoria de la botella depende en primera instancia de la velocidad inicial que se le pueda impartir a la botella en el momento del lanzamiento, pero también de las condiciones ambientales en el sitio (densidad del aire y acción del viento).

a) Velocidad inicial de la Botella; Pruebas de campo

La distancia que recorre un objeto lanzado al aire depende de la velocidad inicial que se le suministre en el momento del lanzamiento. Aun cuando en el medio deportivo se conoce la velocidad inicial que un atleta puede imprimirle a un objeto al ser lanzado, por ejemplo, una pelota de béisbol o de fútbol, en la bibliografía técnica consultada no se encontró información sobre lanzamiento de botellas. Por tanto, se diseñó una prueba de campo a fin de determinar la velocidad inicial que una persona le puede dar al lanzamiento de la botella. Las pruebas de campo y sus resultados se presentan en el Anexo A. Se demuestra allí que la velocidad inicial no debería superar los 17 metros por segundos (m/s) para un lanzamiento hecho por una persona dando uno o dos pasos para tomar impulso. El máximo de 17 m/s puede ser alcanzado por una persona de contextura fuerte con una trayectoria de deportista.

b) Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales del día 19 de Abril de 2017 a las 10 y 30 am se caracterizaron por una temperatura de 20 ° C, humedad relativa de 60%, presión atmosférica de 1013 hPa, a una altura (elevación) de 930 msnm. Con estos datos se obtiene una densidad del aire igual a 1,07 kg/m³. El viento se incorpora con una velocidad de 6,4 km/h viniendo desde el este. Los datos ambientales se obtuvieron de www.worldmeteo.info y www.ventusky.com.

Dado que el viento proviene del este, solo se considera su acción durante el tiempo en que la trayectoria de la botella atraviesa el Pasaje Zagarra y se desprecia su efecto durante el movimiento a lo largo de la Ave. Norte 13 debido a la presencia del Edificio Darijak, que constituye una barrera para el paso del viento.

c) La resistencia del aire

La resistencia que ejerce el aire al movimiento de la botella depende del denominado coeficiente de arrastre y del área de la botella expuesta al flujo de aire. El coeficiente de arrastre se determina experimentalmente y depende de la forma y geometría específica del objeto y de la velocidad del movimiento. Dado que no se conoce información de coeficientes de arrastre para botellas, se estimó un valor a partir de la información disponible en publicaciones especializadas sobre cilindros y utilizando las velocidades determinadas en las pruebas de campo (Anexo A). Para ello se consideraron las dos condiciones extremas de la botella en su movimiento de rotación en el espacio, una con su eje longitudinal orientado en la dirección del movimiento y otra con su eje longitudinal perpendicular al movimiento. Promediando ambos valores se obtiene un coeficiente de arrastre de 0,995 el cual se adopta

como 1,00 para propósitos prácticos. Una explicación detallada del cálculo se presenta en el Anexo B.

Dado que la botella está girando durante el movimiento, el área expuesta al flujo cambia continuamente. Por lo tanto, se calculan los valores extremos del área proyectada, los cuales corresponden a tres casos diferentes: a) El eje de la botella se encuentre perpendicular a la dirección del flujo de aire; b) El eje es paralelo al flujo y el diámetro mayor de la botella se encuentra en el frente; c) El eje es paralelo al flujo y la botella se orienta con el diámetro menor en el frente. El área promedio a considerar en los cálculos de la fuerza de arrastre se estima como el promedio entre el área de la sección rectangular para el caso del eje perpendicular al flujo y el área de la sección circular mayor para el caso del eje paralelo al flujo, obteniéndose un área de 123,72 cm² para la botella N° 5 y un área de 124,15 cm² para la botella N° 8 (Figura 4). Para los cálculos se adopta un valor de 124 cm².

5.2 Cálculo de las trayectorias posibles; simulación de lanzamientos

Con el modelo matemático se simularon lanzamientos desde los edificios descritos previamente. Se utilizó el algoritmo de cálculo que se describe en López et al. (2017), que suministra la posición (x, y, z) de la botella en el espacio en cada instante de tiempo, usando un intervalo de integración de 0,005 segundos.

El procedimiento de cálculo consiste en determinar la velocidad inicial de la botella y su ángulo de salida (vertical y

horizontal) para que llegue al punto de impacto al ser lanzada desde un apartamento en particular. Dichos valores se determinan por aproximaciones sucesivas, partiendo de unos valores iniciales e iterando hasta satisfacer la condición final de llegada al sitio de impacto.

El punto de impacto se supone a una altura de 1,60 metros sobre el nivel de calle, adoptada como la estatura de la Señora Almelina. Los resultados se muestran en las Tablas 1 y 2. La altura (H) respecto al nivel de calle de cada lanzamiento, está calculada como la altura del piso del apartamento respecto al nivel de la acera del edificio, más 15 cm de altura de la acera sobre la calle, más la altura de la mano en el instante del lanzamiento la cual se considera como 1,90 m para una persona de estatura promedio, valor obtenido de las pruebas indicadas en el Anexo A. La distancia horizontal (D) se mide desde la proyección vertical del apartamento sobre la calle hasta el sitio de impacto. El vector de dirección horizontal del viento (este-oeste) forma un ángulo con el vector de la componente horizontal del lanzamiento (desde el edificio al punto de impacto) cuyo sentido positivo está dado por la rotación de las agujas del reloj. El ángulo vertical de salida del lanzamiento se mide con respecto a la horizontal. El ángulo horizontal de salida del lanzamiento se mide con respecto a la línea que une el sitio de salida con el sitio de impacto, en sentido positivo de las agujas del reloj.

Tabla 1. Casos analizados de lanzamientos desde el Edificio Rostol. Las filas sombreadas corresponden a los lanzamientos posibles por requerir velocidades iniciales menores del límite de 17 m/s.

Piso	Apt.	Altura H	Distancia horizontal al sitio de impacto D	Viento 6,4 km/h	Ángulo Vert. de salida	Ángulo Horiz. de salida	Velocidad inicial	Tiempo de vuelo
		(m)	(m)	Ángulo (°)	(°)	(°)	(m/s)	(s)
PH (Terraza)	Lado Este	59,3	38,8	300	27	1,6	13,8	4,65
		59,3	38,8	300	0	1,75	14,3	4,00
		59,3	38,8	300	45	1,73	15,8	5,30
	Lado Oeste	59,3	32,5	300	22	1,7	11,25	4,41
		59,3	32,5	300	0	1,8	11,65	3,97
		59,3	32,5	300	45	1,7	13,25	5,01
18	182	53,9	38,8	300	22	1,6	14,2	4,20
17	172	51,2	38,8	300	22	1,55	14,5	4,09
8	82	24,2	38,8	300	22	1,4	18,1	3,07
6	62	18,8	38,8	300	22	1,35	19,5	2,84

Tabla 2. Casos analizados de lanzamientos posibles desde los otros edificios cercanos al sitio de impacto. Las filas sombreadas son los casos considerados como posibles por requerir velocidades iniciales menores del límite de 17 m/s.

Edif.	Piso	Apt.	Altura H (m)	Dist. Horizontal al sitio de impacto D (m)	Viento 6,4 km/h Ángulo (°)	Ángulo Vert. de salida (°)	Ángulo Horiz. de salida (°)	Velocidad inicial (m/s)	Tiempo De vuelo (s)
Darijak	23	23A	67,95	6,3	0	0	0	2,0	4,25
	17	17A	51,75	6,3	0	0	0	2,25	3,58
	13	13A	40,27	6,3	0	0	0	2,48	3,06
Gran C	Azotea	-	7,75	14,39	0	10	0	11,8	1,38
Diana	Azotea	-	10,45	12,24	0	11	0	8,8	1,57
Rossi	Azotea	-	15,85	16,37	0	10	0	9,7	1,97
Textiles	Azotea	-	10,45	20,47	0	15	0	13,7	1,80
Granor	10	N	29,6	33,8	225	22	0,73	15,4	3,24
	10	S	29,6	37,0	225	22	0,72	16,9	3,31
	8	N	24,2	33,8	225	22	0,72	16,4	3,00
	7	N	21,5	33,8	225	22	0,70	17,0	2,88
	7	S	21,5	37,0	225	22	0,70	18,6	2,95
	5	N	16,1	33,8	225	22	0,70	18,5	2,62
	2	N	8,0	33,8	225	35	0,75	20,3	2,70

Los parámetros de cada lanzamiento se indican en las Tablas 1 y 2 para todos los casos analizados. Las filas sombreadas en las tablas corresponden a los casos considerados como posibles por cuanto la botella alcanza el sitio de impacto con velocidades iniciales menores de 17 m/s que es el valor límite establecido. Los casos indicados en las filas no sombreadas se descartan por no ser lanzamientos posibles dado que exceden los 17 m/s.

Los apartamentos más cercanos al sitio de impacto corresponden a los del edificio Darijak. La distancia horizontal entre estos apartamentos y el sitio de impacto es de 6,3 metros, por lo que se descarta la hipótesis de que haya caído por accidente (se requiere un impulso inicial para que recorra los 6,3 m en horizontal).

5.3 Lanzamiento desde el PH del Edificio Rostol

Los parámetros de lanzamiento desde el edificio Rostol se indican en la Tabla 1. Se supuso en primera instancia un lanzamiento desde la terraza del PH, considerando sus dos extremos Este y Oeste como sitios posibles de origen (ver Figura 8). Ambos extremos están separados por una distancia de aproximadamente 10 m. La distancia horizontal (D) del extremo Este al sitio de impacto es de 38,8 m y la del extremo Oeste es de 32,5 m. También se consideraron los apartamentos 182 en el piso 18, 172 en el piso 17, 82 en el piso 8 y 62 en el piso 6 como sitios con posibilidad de lanzamiento por la ausencia de rejas en sus ventanas (Figuras 7 y 8) y porque la velocidad inicial requerida es menor a los 17 m/s establecido como valor límite. Pero no se consideran posibles lanzamientos desde los apartamentos 82 y 62 por cuanto supera el límite establecido de velocidad inicial de 17 m/s (Tabla 1).

Para el cálculo de H se determinó en la inspección una altura de la planta baja de 3,25 metros y una altura del resto de los entresijos de 2,70 metros. El vector horizontal del viento proveniente del Este, forma un ángulo de 300° con respecto al vector de la dirección horizontal del lanzamiento; este viento favorece el movimiento de la botella y actúa durante 1,7 segundos que es el tiempo de vuelo en atravesar el Pasaje Zegarra. Para el PH la altura o distancia vertical desde la mano del lanzador hasta la calle es de 59,3 m. Si el lanzamiento se hiciese desde los Apartamentos 182, 172, 82 o 62 estas alturas serían 53,9, 51,2, 24,2 y 18,8 metros, respectivamente.

Las trayectorias de lanzamiento desde la terraza (Este y Oeste) del PH y de los pisos 17 y 18 se muestran en la Figura 12.

En conocimiento de las incertidumbres existentes sobre el ángulo de salida y la velocidad inicial de la botella, para el caso de lanzamientos desde el PH, se consideraron tres casos que se muestran en la Tabla 1: 1) Una trayectoria superior dada por un ángulo máximo de salida de 45°; 2) Una trayectoria inferior dada por un ángulo mínimo de salida de 0°, y 3) Una trayectoria intermedia con un ángulo de 27° (Terraza, lado Este) y 22° (Terraza, lado Oeste). Todos estos lanzamientos son posibles por cuanto la velocidad inicial requerida no superó el límite establecido de 17 m/s. Las trayectorias se muestran en la Figura 13, indicándose las soluciones posibles limitadas entre la curva superior con el ángulo máximo de salida (45°) y la curva inferior con el ángulo mínimo de salida (0°).

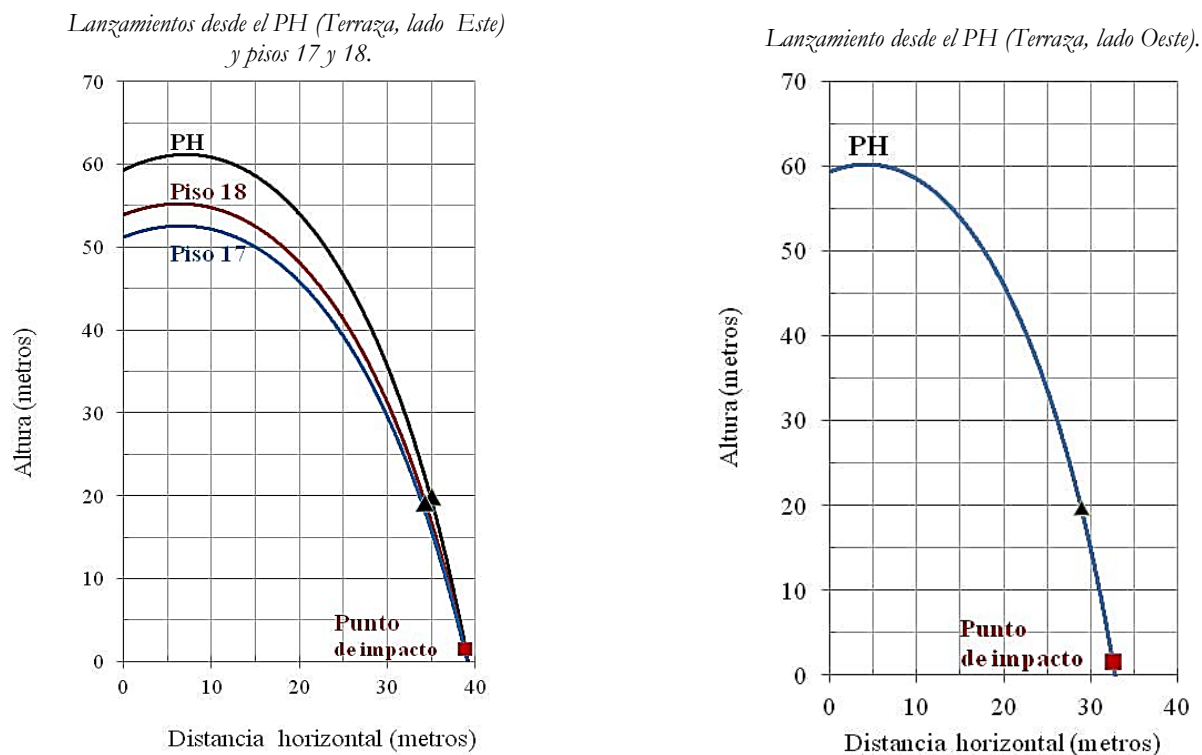


Figura 12. Trayectoria de lanzamientos desde varios pisos del Edificio Rostol.

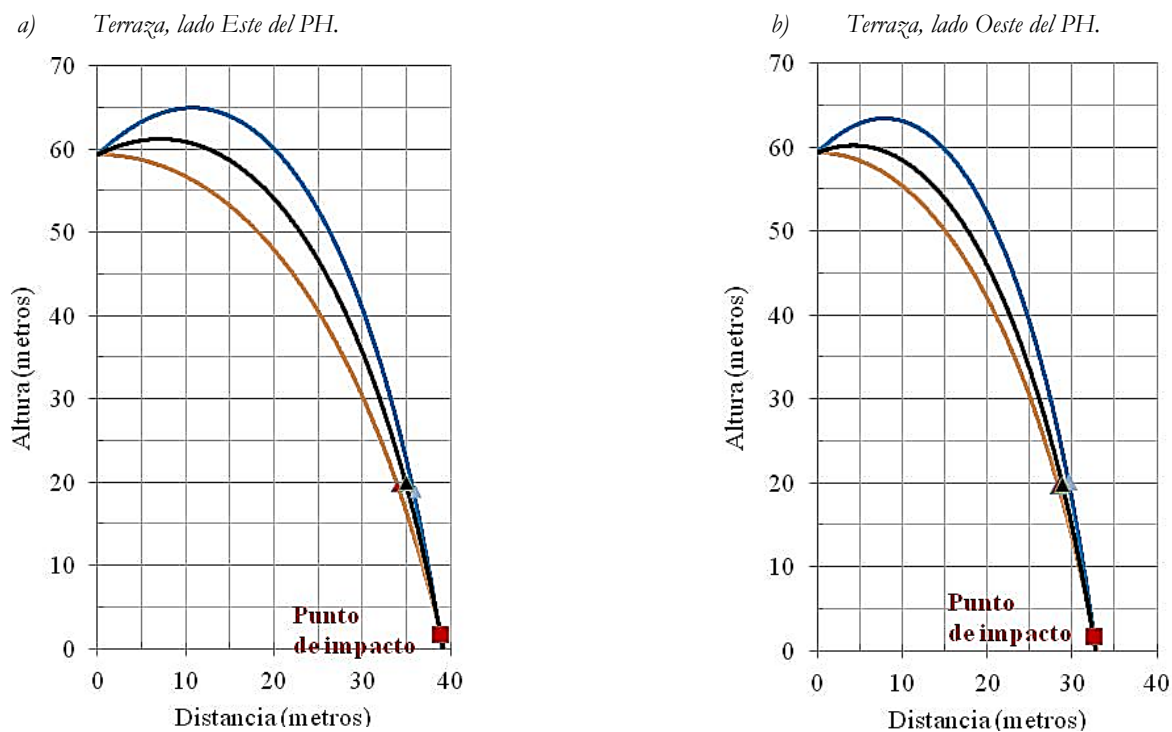


Figura 13. Trayectoria de lanzamientos desde el PH del Edificio Rostol, para varios ángulos de salida, de 0° (curva inferior), 22° (curva intermedia) y 45° (curva superior).

5.4 Lanzamientos desde otros edificios

En la Tabla 2 se presentan los parámetros para lanzamientos desde todos los otros edificios cercanos al sitio de impacto (Figura 5). Inclusive, se incluyen aquí lanzamientos desde los edificios situados al frente y más al norte del sitio de impacto (Rest. Gran Cesar y Diana).

a) Edificio Darijak

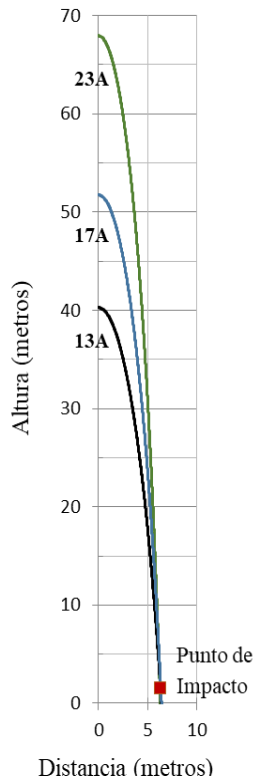


Figura 14. Trayectoria de lanzamientos desde los apartamentos A de los pisos 23, 17 y 13 del Edificio Darijak.

Las alturas en este edificio (Figura 9) se determinaron adoptando alturas de planta baja, mezzanina y entrepisos de 3,25 m, 3,25 m y 2,70 m, respectivamente. Debido a la cercanía del Edificio Darijak al sitio de impacto (Figura 1), los lanzamientos han podido realizarse desde cualquier apartamento ubicado en el lado Sur, que son aquellos identificados con la letra A (Figura 9).

Como ejemplo, se dan en la Tabla 2, mostrada previamente, los parámetros para lanzamientos desde los pisos 23, 17 y 13, observándose las bajas velocidades iniciales requeridas, en el orden de 2 m/s, para alcanzar el punto de impacto.

Debido a que los sitios de lanzamiento están en la fachada oeste del edificio, no se consideró la acción del viento proveniente del este. Las trayectorias desde los pisos 23, 17 y 13 se muestran en la Figura 14.

b) Edificio Restaurant Gran Cesar y Edificio Diana

El edificio Restaurant Gran Cesar tiene 2 pisos y el Edificio Diana tiene 3 pisos (Figura 10). Las alturas entre apartamentos en estos edificios se adoptaron como 3,00 m en la planta baja y 2,70 m en los entrepisos superiores. Los lanzamientos se supusieron desde la azotea. Las trayectorias de estos lanzamientos se muestran en la Figura 15.

c) Edificio Rossi

Se supone un lanzamiento desde la azotea de este edificio de 5 pisos (Figura 10). Las alturas se adoptan como 3,00 m en la PB y 2,70 m en los entrepisos superiores. La trayectoria del lanzamiento se muestra en la Figura 16.

d) Edificio Textiles

Se supone un lanzamiento desde la azotea de este edificio de 3 pisos (Figura 10). Se adoptaron alturas de 3,00 m en la PB y de 2,70 m en los entrepisos restantes. La Figura 16 muestra la trayectoria del lanzamiento.

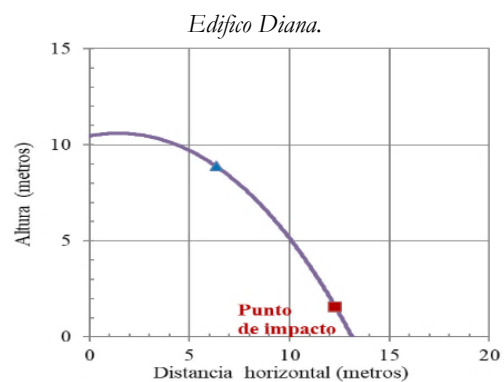
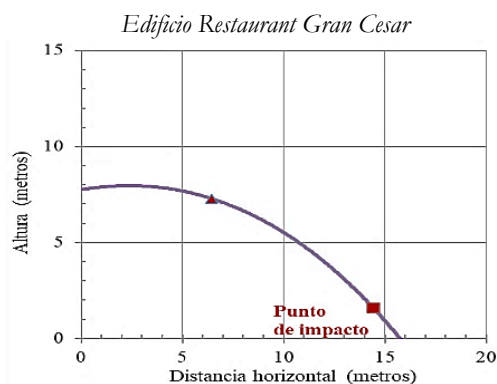


Figura 15. Trayectoria de lanzamientos desde los edificios Restaurant Gran Cesar y Diana. Los triángulos muestran la posición de la botella a los 0,80 s antes del impacto.

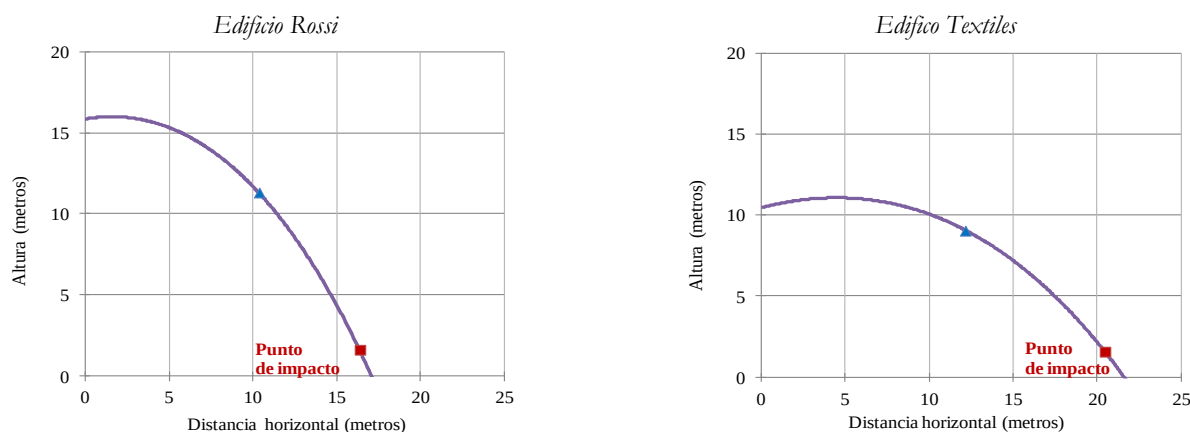


Figura 16. Trayectoria de lanzamientos desde los edificios Rossi y Textiles.

e) Edificio Granor

Las alturas en este edificio (Figura 11) se determinaron adoptando las mismas alturas de planta baja y entrepisos del Edificio Rostol, que son 3,25 m y 2,70 m, respectivamente. La dirección del viento llegando del Este forma aproximadamente 225° con la dirección del lanzamiento, con lo cual se opone al movimiento durante los 0,76 segundos iniciales del recorrido al pasar frente al Pasaje Zegarra. Solamente se consideran lanzamientos desde los apartamentos sin rejas (Figura 11). La Tabla 2 pone de manifiesto que serían posibles lanzamientos desde los pisos 8 y 10 (filas sombreadas en la Tabla 2). No se consideran posibles lanzamientos desde el Piso 7 ni desde los pisos 5 y 2 porque requerirían una velocidad inicial igual o por encima del límite de 17 m/s (filas no sombreadas en la Tabla 2). La trayectoria que hubiese seguido la botella en el caso del Apartamento Norte del Piso 10 se muestra en la Figura 17.

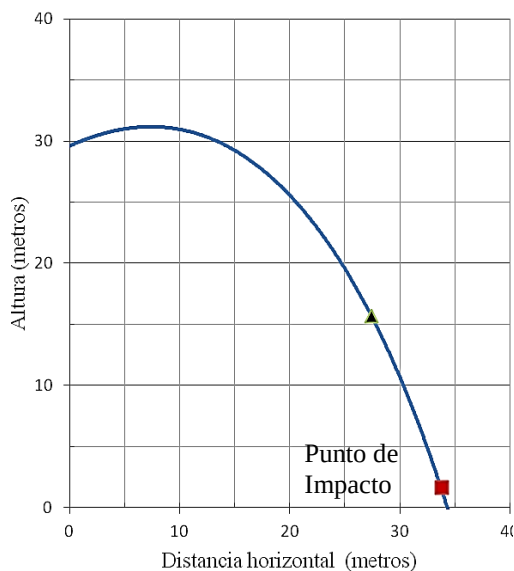


Figura 17. Trayectoria de lanzamiento desde el Piso 10, Apartamento del lado Norte del Edificio Granor.

6. REPRODUCCIÓN DEL SUCESO CON UN MODELO FÍSICO

Para reproducir lo acontecido el día del suceso se elaboró una maqueta o modelo físico a escala reducida, que permite visualizar tridimensionalmente el sitio del suceso. En la maqueta se colocan las trayectorias posibles de la botella cuando es lanzada desde cada edificio las cuales fueron determinadas en la sección anterior. Luego se procede a fotografiar en la maqueta las trayectorias de los lanzamientos desde el mismo lugar donde se grabó el video del suceso. La fotografía así obtenida de la trayectoria simulada es comparada con el video registrado ese día con la intención de inferir de dónde fue lanzada la botella.

6.1 Modelo Físico (Maqueta)

La maqueta mostrando en la Figura 18 reproduce el sitio del suceso y su entorno: la calle, los edificios y el sitio de impacto. Fue construido a una escala de 1:100, donde 1 cm en la maqueta representa 1 metro en la realidad.

Las gráficas de los lanzamientos que fueron determinadas previamente (Figuras 12 a 17), fueron dibujadas sobre papel a la escala reducida indicada y sobre ellas se colocaron y moldearon alambres que reproducen en físico las trayectorias de la botella. Los alambres fueron luego colocados en cada edificio.



Figura 18. Vistas y planta de la Maqueta donde se reprodujo el suceso. Vemos los edificios, el apartamento 10-B del Darijak, desde donde se grabó el video, el recorrido de la señora Almelina indicado en amarillo y el sitio de impacto en rojo. Y a la derecha, además vemos varias de las trayectorias reproducidas a partir del modelo matemático.

6.2 Lanzamiento desde el PH del edificio Rostol y comparación con el video

En la Figura 19 se muestra la fotografía de la trayectoria del lanzamiento simulado desde la terraza Este del PH del edificio Rostol, tomada en la maqueta desde el mismo sitio desde donde se grabó el video, es decir el Apartamento 10-B del edificio Darijak. Se muestra una franja sombreada la cual reproduce todos los lanzamientos posibles comprendidos entre la curva superior y la curva inferior indicadas en la Figura 13-a. Se aprecia que la botella entra por debajo, una diferencia significativa con lo observado en el video (Figura 1) en donde la botella entra por arriba. La trayectoria simulada de la botella viniendo del Rostol de la Figura 19 se compara con la trayectoria del video en la Figura 20, demostrándose por tanto que el lanzamiento no pudo venir del PH del edificio Rostol.



Figura 19. La fotografía de la trayectoria simulada del lanzamiento desde el PH del Rostol (Terraza, lado Este), tomada en la maqueta desde el mismo sitio donde se grabó el video (Apto. 10-B, Darijak), muestra que la botella entraría por la izquierda en el extremo inferior del cuadro.



Figura 20. Comparación entre la trayectoria simulada de la botella lanzada desde el PH del edif. Rostol tomada de la foto de la maqueta (Figura 19), con la trayectoria registrada en el video. La diferencia significativa entre ellas demuestra que la botella no vino del edif. Rostol.

Esta conclusión es igualmente válida para las otras trayectorias posibles provenientes de los pisos inferiores del edificio Rostol (Figura 12a), por cuanto sus trayectorias de llegada estarían todavía más abajo de las indicadas en la Figura 19 para el PH y por tanto muy alejadas de la trayectoria real grabada por el video. La misma conclusión se obtiene del análisis de un lanzamiento desde el lado Oeste del PH lo cual se muestra más adelante cuando se presente el modelo digital. Se concluye entonces que la botella no fue lanzada desde el edificio Rostol.

6.3 Lanzamientos desde otros Edificios y comparación con el Video

La Figura 21 compara la trayectoria observada en el video con la del lanzamiento simulado desde el Apartamento Norte del Piso 10 del Edificio Granor obtenida de la maqueta. Se aprecia cierta similitud entre ambas trayectorias.

En relación a lanzamientos desde los pisos inferiores de este edificio (Tabla 3), es de esperar trayectorias que llegarían ligeramente por debajo de la trayectoria proveniente del Piso 10, alejándose aún más de la trayectoria del video. La Figura 22 compara la trayectoria observada en el video con el lanzamiento desde el Apartamento 23A del Edificio Darijak. Se aprecia una muy buena correlación entre ambas trayectorias.

Los resultados mostrados en las Figuras 20, 21 y 22 ponen de manifiesto que el lanzamiento no vino del edificio Rostol, pero sí ha podido provenir del edificio Darijak o del Edificio Granor.

Más adelante se clarifica el origen del lanzamiento. A esta misma conclusión puede llegar cualquier persona que se tome el trabajo de elaborar un modelo físico (maqueta) y reproducir el suceso tal como se ha presentado aquí.



Figura 21. La trayectoria simulada de lanzamiento desde el apartamento Norte del piso 10 del edificios Granor muestra cierta similitud con la trayectoria registrada en el video.



Figura 22. La trayectoria de lanzamiento simulado desde el piso 23 del edificio Darijak muestra similitud con la trayectoria registrada en el video.

7. REPRODUCCIÓN DEL SUCESO CON UN MODELO COMPUTACIONAL

7.1 Modelo Computacional

El modelo digital que se muestra en la Figura 23 fue construido con la información obtenida en el levantamiento planimétrico y altimétrico realizado, que permitió conocer la geometría del lugar (Figura 5) y de todos los edificios cercanos al sitio del suceso (Figuras 7 a 11). El modelo digital permite más precisión en los cálculos que el modelo físico (maqueta) y permite agregar detalles de cada edificio, así como de personas u objetos presentes en el lugar. El modelo original fue desarrollado por Andrés Rodríguez y ampliado luego por los autores.

Las coordenadas espaciales (x, y, z) de cada una de las trayectorias posibles de lanzamientos de la botella que se presentaron en las figuras 12 a 17, fueron añadidas al modelo digital de manera de poder visualizar el recorrido de la botella en cada caso.

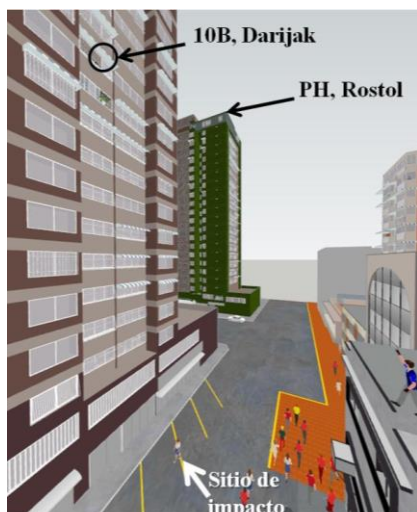


Figura 23. Vista desde el norte, el sitio de impacto, las personas, el apto. desde donde se grabó el video, el PH del Edificio Rostol y los edificios adyacentes.

7.2 Lanzamiento desde el PH del edificio Rostol y comparación con el video

En la Figura 24 se muestra la trayectoria de los lanzamientos desde el PH del edificio Rostol. Una curva corresponde al lanzamiento desde el lado Este y la otra al lanzamiento desde el lado Oeste de la terraza del PH.



Figura 24. Vista de la trayectoria de lanzamientos desde el lado Este y el lado Oeste del PH del edificio Rostol, en el modelo computacional.

En la Figura 25 se muestra una fotografía del lanzamiento tomada en el modelo computacional desde el Apartamento 10-B del edificio Darijak, desde donde se grabó el video. La franja en color gris está limitada por las dos trayectorias que proviene del lado Este y del lado Oeste, y por tanto comprenden todas

las trayectorias posibles que se pudiesen hacer con un lanzamiento desde cualquier punto de la terraza del PH.



Figura 25. Lanzamientos posibles desde el PH del Rostol se muestran por la franja gris a la izquierda. Esta fotografía tomada en el modelo computacional desde el mismo sitio donde se grabó el video (Apto. 10-B, Darijak), muestra que la botella entraría por el extremo inferior izquierdo de la imagen.

En la Figura 26 se superponen la trayectoria de la botella lanzada desde el PH del edificio Rostol, con la trayectoria registrada en el video. La imagen es una superposición de la imagen del video (Figura 1) y la del modelo computacional (Figura 25). La diferencia significativa entre las trayectorias demuestra que la botella no vino del Edificio Rostol. Este resultado es el mismo encontrado previamente con el modelo físico (Figura 20).



Figura 26. Comparación entre la trayectoria de la botella lanzada desde el PH del edificio Rostol con la del video. La imagen es una superposición de la del video (Fig. 1) y la del modelo computacional (Fig. 25). La diferencia significativa entre ellas demuestra que la botella no vino del Edif. Rostol.

7.3 Lanzamientos desde otros Edificios y comparación con el Video

La Figura 27 muestra las trayectorias de la botella en los

lanzamientos hechos desde cada uno de los edificios aledaños, en el modelo computacional. La vista de dichos lanzamientos desde el Apartamento 10-B del Edificio Darijak (donde se grabó el video), conduce a la fotografía que se muestra en la Figura 28. La superposición de las trayectorias en esta Figura 28 con la trayectoria del video (Figura 1), conduce a la Figura 29. Un examen de esta figura indica un cierto grado de similitud entre la trayectoria del video y los lanzamientos hechos desde los edificios Darijak, Granor y Textiles. Los lanzamientos desde los edificios Rossi, Diana y Restaurant Gran Cesar se alejan de la trayectoria del video y por tanto se descartan como sitios de origen.

Se concluye por tanto que el lanzamiento de la botella ha debido venir desde algunos de estos tres edificios, Darijak, Granor o Textiles. Este resultado puede ser alcanzado por cualquier persona que desarrolle su propio modelo computacional y coloque las trayectorias posibles en el mismo. En la sección siguiente se desarrolla un procedimiento para identificar el edificio desde el cual se hizo el lanzamiento.

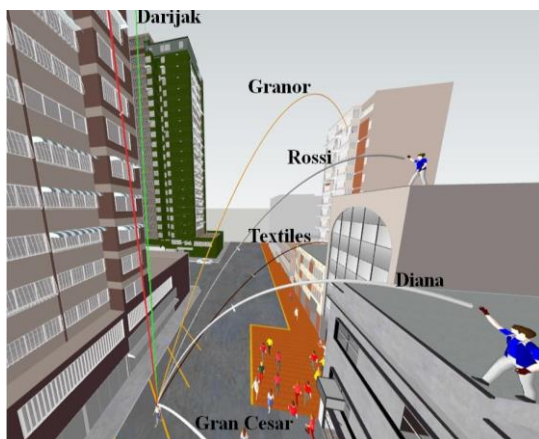


Figura 27. Trayectorias de los lanzamientos desde los edificios adyacentes. Vista desde el Norte en el modelo computacional.

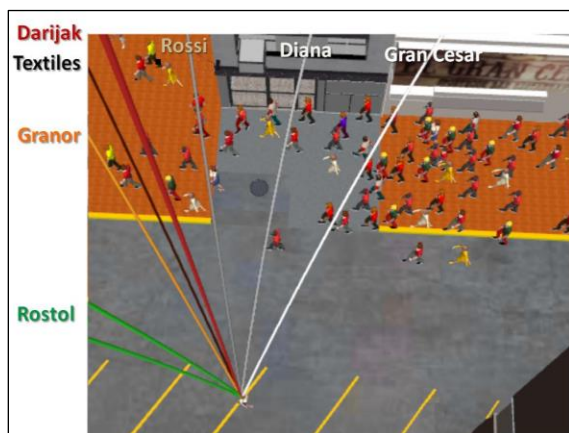


Figura 28. Trayectorias de los lanzamientos desde todos los edificios. Esta fotografía es tomada en el modelo computacional desde el mismo sitio donde se grabó el video (Apto. 10-B, Darijak).

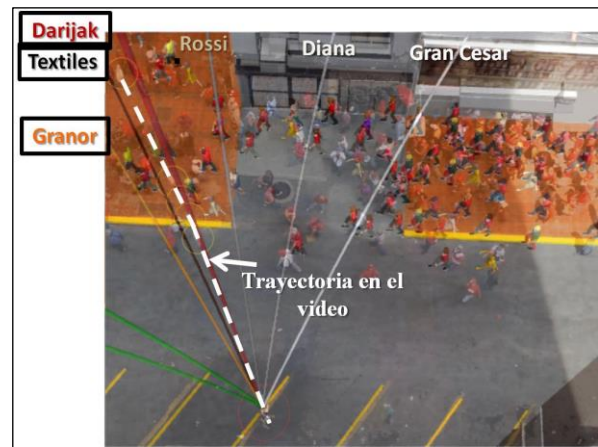


Figura 29. Las trayectorias de la botella lanzada desde los edificios Darijak, Textiles y Granor son similares con la trayectoria registrada en el video indicada por la línea blanca discontinua.

8. IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO DONDE FUE LANZADA LA BOTELLA

En esta última fase del estudio se determina la distancia a la cual está la botella de la cámara que grabó el suceso, con la finalidad de disponer de información adicional que permita identificar desde cuál de los tres edificios candidatos (Darijak, Granor y Textiles), se hizo el lanzamiento. Se utilizaron dos procedimientos para calcular la distancia, el primero es una prueba de campo y el segundo es mediante el uso de la óptica geométrica.

8.1 Distancia Botella-Cámara; Datos e Incógnitas

La primera vez que aparece la botella en el video se presenta en el fotograma de la Figura 30. En la figura se resalta la botella y la tapa de la alcantarilla sobre el piso; el cociente entre el diámetro mayor de la botella cuando aparece por primera vez en el video y el de la tapa, es de 0,33 según se indica en el Anexo C

Del análisis presentado previamente se tiene un diámetro real de la botella de 8,2 cm. El diámetro real de la tapa de la alcantarilla es de 74 cm, incluyendo el anillo que la rodea, por lo que el cociente de sus diámetros reales es $8,2/74 = 0,11$. Dado que en el fotograma la botella se ve de mayor tamaño (el cociente es 0,33), se concluye que la botella está más cerca de la cámara que lo que está la alcantarilla.

La tapa de la alcantarilla está a 12,65 m de distancia horizontal de la fachada oeste del edificio Darijak. Adoptando una distancia de 1,5 m entre esta fachada y la ventana del Apartamento 10-B, se tiene una distancia horizontal de 14,15 m entre la cámara y la tapa de la alcantarilla. Con las consideraciones geométricas del Edificio Darijak presentadas previamente, se estima que la cámara de video está a una altura de 31,6 m sobre el nivel de calle, suponiendo que la cámara estaba 0,80 m por encima del nivel del piso del apartamento 10-B. Por tanto, la distancia total entre la tapa de la alcantarilla y la cámara es de 34,62 m calculada de acuerdo al teorema de Pitágoras.

Conocido el tamaño real de la botella (8,2 cm), el tamaño real de la tapa de la alcantarilla (74 cm) y su distancia a la cámara (34,62 m), y la relación entre los diámetros de la tapa y la botella en el video (0,33), el problema consiste en determinar la distancia de la botella a la cámara que registró el suceso.



Figura 30. Fotograma donde aparece la botella por primera vez en el video. La relación entre el diámetro mayor de la botella y el diámetro de la tapa de la alcantarilla es de 0,33 en este fotograma (Ver Anexo C).

8.2 Prueba de Campo para determinar la Distancia Botella-Cámara

A fin de determinar a qué distancia de la cámara está la botella que tiene un diámetro de 0,33 veces el de la tapa de la alcantarilla, se diseñó una metodología que consiste en fotografiar con la cámara de un celular un elemento que simula la tapa, tiene su mismo diámetro (74 cm) y está a 34,62 m de la cámara, y varias botellas de aproximadamente 8,2 cm de diámetro ubicadas a diferentes distancias de la cámara. Del análisis posterior de las fotografías, se identifica la distancia a la cual está la botella cuyo diámetro mayor guarda la relación de 0,33 con el diámetro de la tapa simulada.

La Figura 31 muestra las botellas alineadas a distancias entre

9 y 20 metros de la cámara y la tapa simulada al fondo a una distancia de 34,62 m.

Las fotografías fueron hechas con dos cámaras: la Cámara 1 es un celular Samsung Galaxy Sol y la Cámara 2 es un celular Samsung Duos. Todas las fotografías fueron ampliadas un 565% para facilitar la lectura de las dimensiones de la tapa y de las botellas.

La Figura 32 muestra la variación del cociente Diámetro Botella/Diámetro Tapa con la distancia entre la botella y la cámara. Se muestran resultados para las fotografías hechas con las dos cámaras y el promedio de ambas lecturas. Para la relación Diámetro Botella/Diámetro Tapa de 0,33 obtenida del video del suceso, se deduce que la botella ha debido estar a una distancia de aproximadamente 11,65 metros de la cámara de video en el momento en que entra en el primer fotograma (Figura 30).

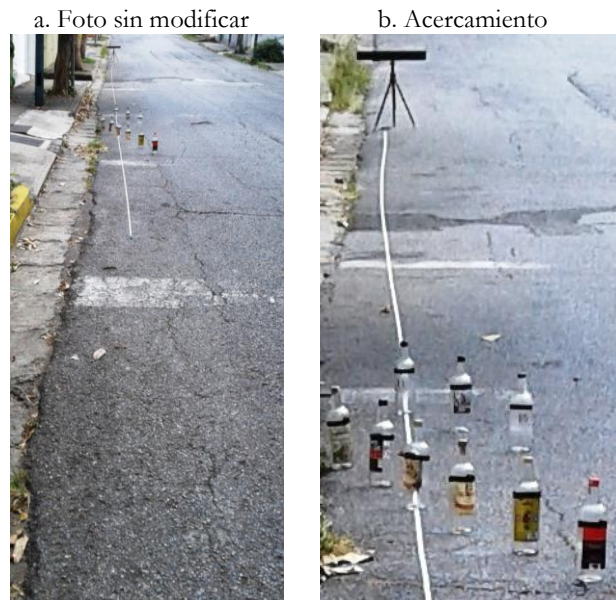


Figura 31. Fotografía desde la cámara de video a la tapa de la alcantarilla, a una distancia de 34,62 m, con botellas colocadas a diferentes distancias entre la cámara y la tapa. Al fondo está la tapa simulada de la alcantarilla de diámetro 74 cm.

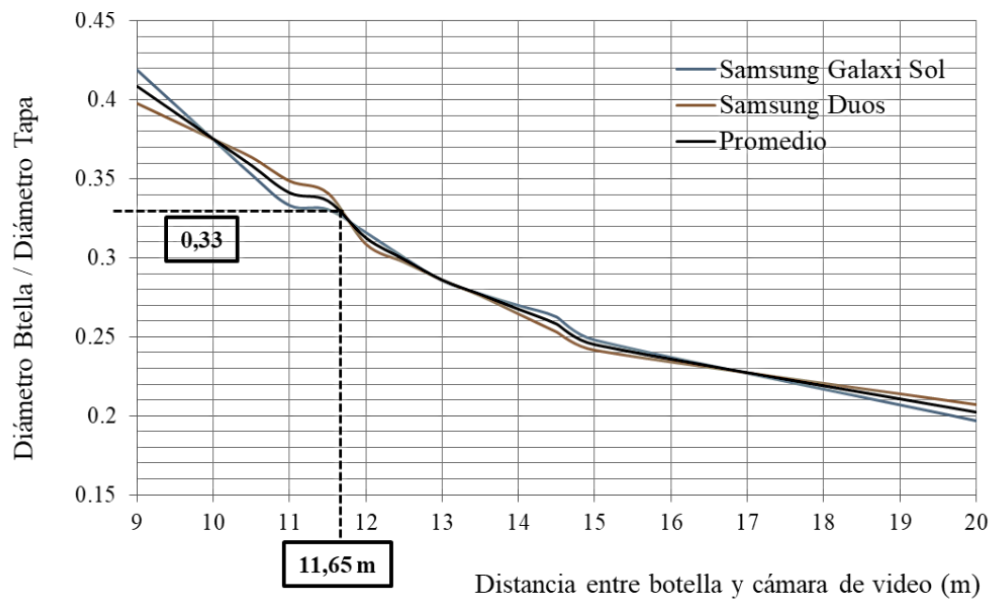


Figura 32. Distancia a la cual está la botella de la cámara en función de la relación de los diámetros de la botella y de la tapa de la alcantarilla. Para una relación de 0,33, la distancia es de 11,65 metros.

8.3 Uso de la Óptica Geométrica para determinar la Distancia Botella-Cámara

Se utilizó la óptica geométrica para determinar la distancia a la cual está la botella de la cámara al aparecer por primera vez en el video (Figura 30), lo que permite corroborar la determinación de campo hecha en la sección previa. El procedimiento de cálculo se presenta en el Anexo E. Se obtuvo una distancia de 11,51 metros, valor similar a los 11,65 metros obtenidos en la prueba de campo.

En el texto que sigue se adopta como 11,6 m la distancia entre la botella y la cámara al aparecer por primera vez en el video, el cual es aproximadamente una media gruesa de los valores encontrados en la medición de campo y en el análisis de óptica geométrica.

8.4 Identificación del Edificio desde donde se lanzó la Botella

En esta sección se determina la distancia entre la cámara que grabó el video y la botella, en cada uno de los lanzamientos desde los tres edificios candidatos (Darijak, Granor y Textiles). Esta distancia será comparada con la distancia real de 11,6 m extraída del video, a fin de determinar desde cuál edificio se hizo el lanzamiento.

En el informe de la fiscalía (Ministerio Público, 2017-a) se describen los fotogramas del video original, el cual no necesariamente se corresponde con el video comprimido disponible en internet. en donde se observa que el fotograma 106 corresponde al ingreso de la botella en el video y el fotograma 131 al momento en que impacta a Almeline (Figura

1). Son un total de 26 fotogramas. El teléfono que registró el video es un IPHONE Modelo A1428 5S cuya cámara registra 30 cuadros por segundo. Por tanto, el tiempo transcurrido entre los fotogramas 106 y 131 es $(26-1) \times 1/30 = 0,83$ segundos. Es decir, el tiempo transcurrido desde el momento en que la botella aparece por primera vez en el video y el momento del impacto es de 0,83 segundos.

La Figura 33 muestra la distancia entre la cámara y la botella para el lanzamiento desde un edificio cualquiera.

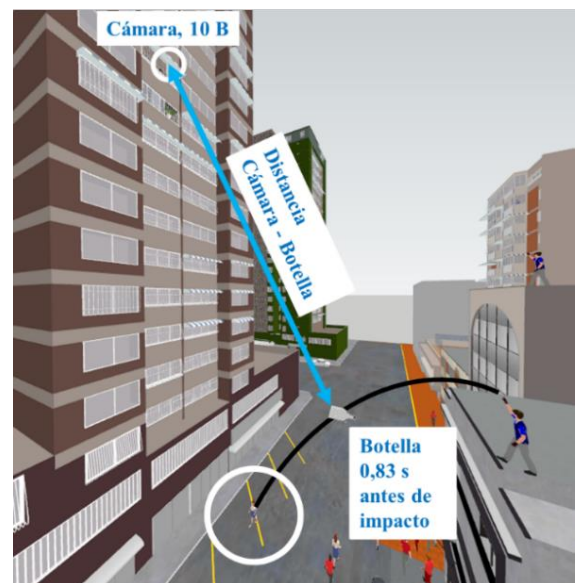


Figura 33. Distancia entre la cámara y la botella a los 0,83 segundos antes de impacto, para un lanzamiento desde un edificio cualquiera.

La distancia que interesa es la correspondiente a los 0,83 segundos antes del impacto, cuyo valor real es 11,6 metros (ver Sección 8.3) el cual se va a comparar con la distancia para los lanzamientos desde cada uno de los tres edificios.

La distancia entre la cámara y la botella a los 0,83 segundos antes del impacto, fue calculada para cada una de los lanzamientos posibles desde los distintos edificios. Para ello se definió un sistema de coordenadas globales centrado en el sitio de impacto sobre la Ave. Norte 13 y se desarrollaron las relaciones entre este sistema y los sistemas locales de coordenadas en cada edificio usados en la simulación (Figuras 12 a 17). El procedimiento de cálculo se describe en el Anexo D.

Las distancias entre la cámara y la botella a los 0,83 s antes del impacto se presentan en la Figura 34 para cada uno de los tres edificios seleccionados previamente como los lugares desde donde pudo haber sido lanzada la botella (Darijak, Granor y Textiles). Se indica en la figura la distancia de 11,6 metros determinada del análisis del video. Se aprecia que las trayectorias de los lanzamientos desde varios pisos del Edificio Granor conducen a distancias mayores a los 18,9 m, bastante alejadas de los 11,6 metros, por lo que se descarta este edificio. Igualmente, el lanzamiento desde la azotea del Edificio Textiles conduce a una distancia de 27 metros, muy alejada de los 11,6 metros, por lo que igualmente se considera que el lanzamiento no provino de este edificio. Sin embargo, los lanzamientos desde los últimos pisos del Edificio Darijak conducen a valores cercanos a los 11,6 metros obtenidos del video. Este tema se estudia en mayor detalle en la próxima sección.

Las distancias cámara-botella así obtenidas (Figura 34), fueron luego corroboradas usando dos métodos alternativos: 1) se midieron en el modelo físico usando una cinta métrica, encontrándose diferencias menores al 7% que se asocian a los errores que se introducen en el modelado físico espacial de las trayectorias de los lanzamientos en la maqueta, y 2) se midieron en el modelo computacional usando una regla digital, obteniéndose diferencias menores al 3% con los resultados del cálculo con los sistemas de coordenadas.

Se concluye entonces que el lanzamiento de la Botella fue hecho desde el edificio Darijak (Figura 9).

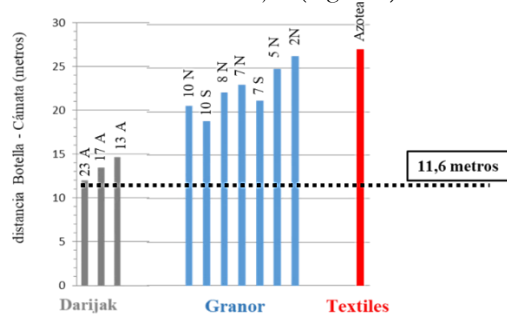


Figura 34. Distancia entre la cámara y la botella para lanzamientos desde diversos apartamentos en los edificios Darijak, Granor y Textiles. El apartamento más alto (23 A) del Edificio Darijak se ajusta mejor al valor de 11,6 metros obtenido del análisis del video.

9. REFINAMIENTO PARA INVESTIGAR LOS PISOS DE POSIBLE LANZAMIENTO DEL DARIJAK)

En la sección anterior se demostró que la botella fue lanzada desde los pisos superiores del edificio Darijak (ver Figura 34). Por otro lado, se puede apreciar en las trayectorias mostradas en la Figura 14, que las curvas de lanzamientos desde los pisos 17A y 23A (PH) están muy cercanas entre sí, especialmente entre el piso 10 (cámara de video) a 31,6 metros de altura y el sitio de impacto, lo cual hace difícil precisar el sitio desde el cual fue lanzada la botella. Las curvas de lanzamientos de los pisos 18A al 22A, estarían comprendidas entre estos dos casos límites del 17A y 23A.

Con la intención de investigar si se puede identificar con mayor precisión los pisos desde donde se ha podido hacer el lanzamiento, se introducen a continuación otros criterios de evaluación, con base a definir dos puntos de control de las trayectorias simuladas.

9.1 Puntos de control de la trayectoria de la botella en el video

La Figura 35 muestra la trayectoria de la botella en el video (línea amarilla). Se definen como puntos de control la posición de la botella en los dos sitios señalados en la figura: a los 0,83 s (primera aparición en el video) y a los 0,60 s, ambos tiempos medidos antes del impacto. Estos dos puntos serán utilizados para comparar la trayectoria simulada desde diferentes pisos y apartamentos, con la trayectoria en el video.

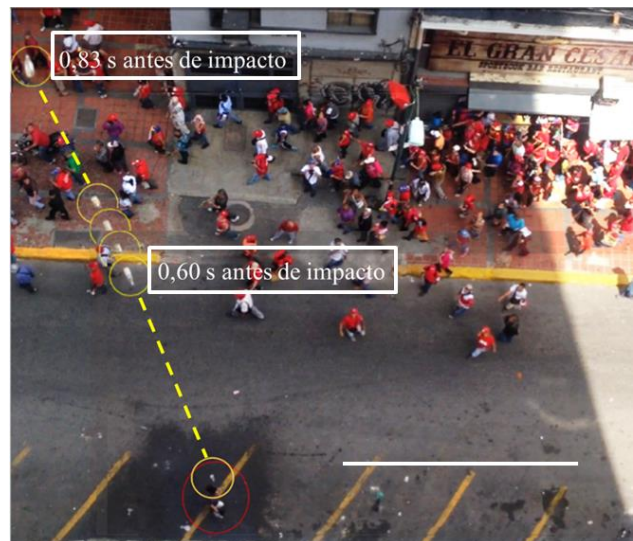


Figura 35. Se indican los dos puntos de control a 0,83 y a 0,60 segundos antes de impacto, sobre la trayectoria de la botella indicada en color amarillo en el fotograma que se construye del video.

9.2 Criterios de evaluación

Cada trayectoria calculada con el modelo matemático de simulación será comparada con la trayectoria registrada en el

video (Figura 35). Se utilizaron cuatro criterios para calificar la validez de cada trayectoria simulada:

- 1) La concordancia visual entre la posición de la botella a los 0,83 segundos antes de impacto en la trayectoria simulada y en la trayectoria registrada en el video (Figura 35).
- 2) La concordancia visual entre la posición de la botella a los 0,60 segundos antes de impacto en la trayectoria simulada y en la trayectoria registrada en el video (Figura 35).
- 3) La distancia entre la cámara que grabó el video y la botella a los 0,83 s antes de impacto, cuyo valor real es 11,6 metros (Sección 8.3).

Por otro lado, se ha observado que la trayectoria de estos lanzamientos desde el Darijak, que está muy cercano al sitio de impacto, pero a una gran elevación, es sensible a los parámetros de densidad del aire y de efectos de rotación de la botella (Magnus), por lo que se decidió incorporar las incertidumbres presentes en los mismos, buscando un mejor ajuste en los resultados. Debe tenerse presente que este refinamiento en el cálculo no afecta los resultados de los lanzamientos desde distancias mayores, como fue el caso de los otros edificios presentados previamente, por lo que se mantienen las conclusiones antes presentadas.

9.3 Sitios de lanzamiento

Se escogieron los posibles sitios de lanzamiento indicados en la Figura 36:

Sitio a, localizado en el Apartamento B, extremo sur del balcón a 0,38 m de la pared.

Sitio d, localizado en el Apartamento A, en la habitación, a 1,10 m de la pared norte.

Debe destacarse que en los cálculos previos se había supuesto un lanzamiento desde el punto medio (balcón) del Apartamento A.

Atención especial se puso en el Apartamento 10-B desde donde se grabó el suceso, con la finalidad de poder determinar el sitio y posición correcta de la cámara del celular en el momento de la grabación a fin de insertar dicha información en el modelo computacional. El lugar donde estaba el celular que grabó el suceso, es el balcón (Figura 9), desde el borde superior de la pared que sirve de baranda de 0,93 metros de altura. Luego de ubicar la cámara en el punto donde mejor se ajusta al espacio físico del balcón y tomar varias fotografías variando la posición horizontal y la inclinación del celular, se logró un buen ajuste entre la fotografía y el video, concluyéndose que el lente de la cámara del celular ha debido estar a una distancia horizontal de 1,06 m de la pared sur del balcón, a una altura de 0,95 m del piso, a unos 10 cm hacia afuera del balcón e inclinado verticalmente unos 40° hacia arriba con respecto a un plano horizontal. Haciendo los cálculos necesarios se concluye que la cámara estaba a una distancia horizontal de 6,22 m y a una altura de 31,56 m en

relación al punto de impacto sobre el pavimento de la calle (ver Figura 36).

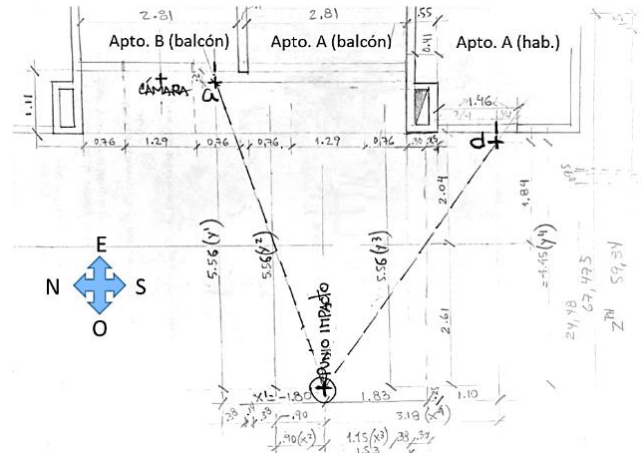


Figura 36. Planta esquemática de los apartamentos A y B del edificio Darijak, mostrando los dos sitios (a, d) de simulación de lanzamientos de la botella, el punto de impacto y la localización de la cámara

9.4 Lanzamientos desde sitios seleccionados

Con la finalidad de evaluar el ajuste de los lanzamientos a los puntos de control indicados en el video (Figura 35), se definieron rangos posibles de algunos parámetros, considerando las incertidumbres presentes (Anexo B). Una densidad del aire para el momento y lugar de ocurrencia del suceso, entre un mínimo de 1,02 kg/m³ y un máximo de 1,08 kg/m³, con lo que los valores extremos del coeficiente de arrastre (Cd) son 0,70 y 1,2. Se incorporó la fuerza de Magnus, dado que se encontró que tiene influencia en las trayectorias de objetos lanzados desde gran altura pero que recorren una pequeña distancia horizontal, como es el caso del Edificio Darijak. Del video se estimó una rapidez rotacional hacia adelante de 2,31 rotaciones por segundo lo que equivale a 138,6 rpm. El área promedio de la sección transversal de la botella se adoptó en 125 cm² y el radio efectivo de 9,3 cm.

El modelo de simulación se corrió varias veces variando los parámetros de densidad y resistencia del aire (coeficiente de arrastre) dentro de los rangos establecidos previamente. Igualmente se consideraron varias opciones para el ángulo vertical de salida. Los resultados que se muestran a continuación se obtuvieron con los valores de 1,05 kgf/m³ para la densidad del aire, 0,89 para el coeficiente de arrastre y 0° para el ángulo vertical de salida.

La Figura 37 muestra las trayectorias de los lanzamientos hechos desde el sitio "a" en los pisos 23 (PH), 20 y 18. El sitio "a" es el sitio más al norte entre los cuatro sitios escogidos para hacer los lanzamientos (Figura 36). El gráfico de la izquierda está dibujado a una escala real, es decir manteniendo la escala horizontal igual a la escala vertical. En el gráfico de la derecha se aumentó la escala horizontal de manera de ver mayores detalles e identificar diferencias entre los lanzamientos desde diferentes pisos. Se aprecia una gran similitud entre las tres

trayectorias desde los tres pisos escogidos cuando la botella se aproxima al punto de impacto el cual está a 1,50 metros sobre la calle. Los triángulos muestran la posición de la botella a los 0,83 s antes del impacto el cual corresponde al momento en que la botella aparece por primera vez en el video. Los rombos muestran la posición de la botella a los 0,60 s antes del impacto (ver Figura 35). En el gráfico con la escala horizontal ampliada es posible visualizar las pequeñas diferencias entre la posición de las botellas en las tres trayectorias a los 0,83 s. Se aprecia que la botella lanzada desde el PH está un poco más arriba que la lanzada desde el piso 20 y esta a su vez más arriba que la lanzada desde el piso 18. Lanzamientos desde otros pisos intermedios quedarían localizados entre las tres trayectorias indicadas en la figura.

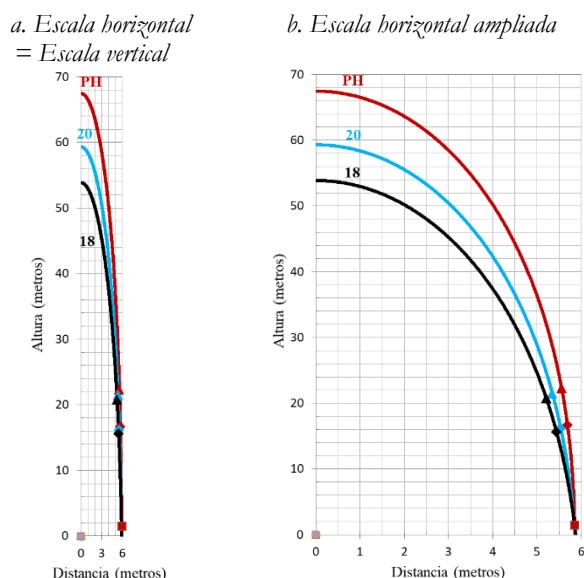


Figura 37. Trayectoria calculada de lanzamientos desde el sitio “a” de los pisos PH, 20 y 18 del Edificio Darijak. Los triángulos muestran la posición de la botella a los 0,83 s antes del impacto. Los rombos muestran la posición de la botella a los 0,60 s antes de impacto. El cuadrado muestra el sitio de impacto sobre la Señora Almelina.

En la Figura 38 se presenta la misma información de la Figura 37 pero con lanzamientos desde el sitio “d” el cual está en el extremo sur de los sitios escogidos (Figura 36). Solo se aprecian ligeras diferencias al comparar las trayectorias de los lanzamientos desde el sitio “a” (Figura 37) con los lanzamientos desde el sitio “d” (Figura 38).

En la Figura 39-a y 39-c se muestran fotografías tomadas con el modelo computacional 3D de las trayectorias de los lanzamientos hechos desde los sitios “a” y “d” en los apartamentos localizados en los pisos PH (23), 20 y 18. Son fotografías tomadas desde el mismo sitio donde estaba la cámara en el Apartamento 10 B desde donde se filmó el suceso, las cuales se comparan con la trayectoria obtenida del video en la Figura 39-b. Nótese que las tres trayectorias de los lanzamientos hechos desde el sitio “a” prácticamente coinciden, pero muestran ciertas diferencias para lanzamientos desde el sitio “d”.

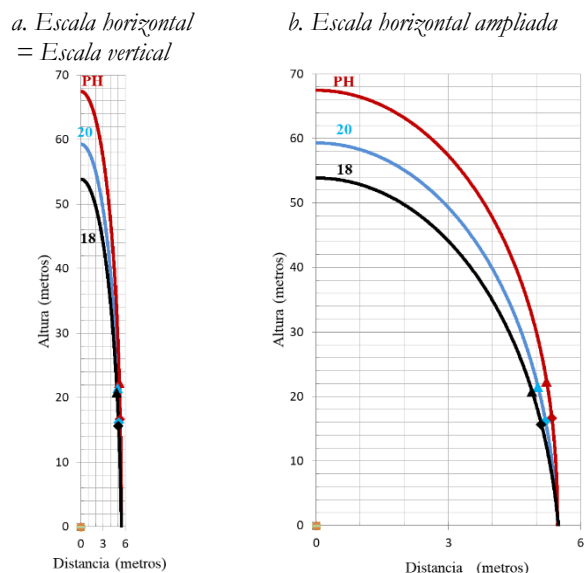


Figura 38. Trayectoria de lanzamientos desde el sitio “d” de los pisos PH, 20 y 18 del Edificio Darijak. Los triángulos muestran la posición de la botella a los 0,83 s antes del impacto. Los rombos muestran la posición de la botella a los 0,60 s antes de impacto.

En la Figura 39-a y 39-c se muestran fotografías tomadas con el modelo computacional 3D de las trayectorias de los lanzamientos hechos desde los sitios “a” y “d” en los apartamentos localizados en los pisos PH (23), 20 y 18. Son fotografías tomadas desde el mismo sitio donde estaba la cámara en el Apartamento 10 B desde donde se filmó el suceso, las cuales se comparan con la trayectoria obtenida del video en la Figura 39-b. Nótese que las tres trayectorias de los lanzamientos hechos desde el sitio “a” prácticamente coinciden, pero muestran ciertas diferencias para lanzamientos desde el sitio “d”.

Los tres elipsoides rojos representan en cada trayectoria la posición de la botella a los 0,80 segundos antes de impacto, mientras que los tres rombos más abajo muestran la posición de la botella a los 0,60 segundos antes de impacto, los cuales deben ser comparados con las dos rectas horizontales blancas que indican la posición real de la botella en el video (puntos de control).

De la comparación entre las tres imágenes de la Figura 39 se puede destacar la similitud entre las trayectorias de los lanzamientos mostrados; tomando en consideración que estos resultados son muy sensibles a ligeras variaciones en los parámetros del modelo, es difícil dar una respuesta con mayor precisión. Por ejemplo, una pequeña variación en los valores de la densidad del aire o del coeficiente de arrastre o del coeficiente de Magnus, puede modificar la posición relativa de las trayectorias y de las botellas en los puntos de control, favoreciendo una trayectoria sobre otra. Esta característica del problema dificulta el poder mejorar la precisión de los resultados.

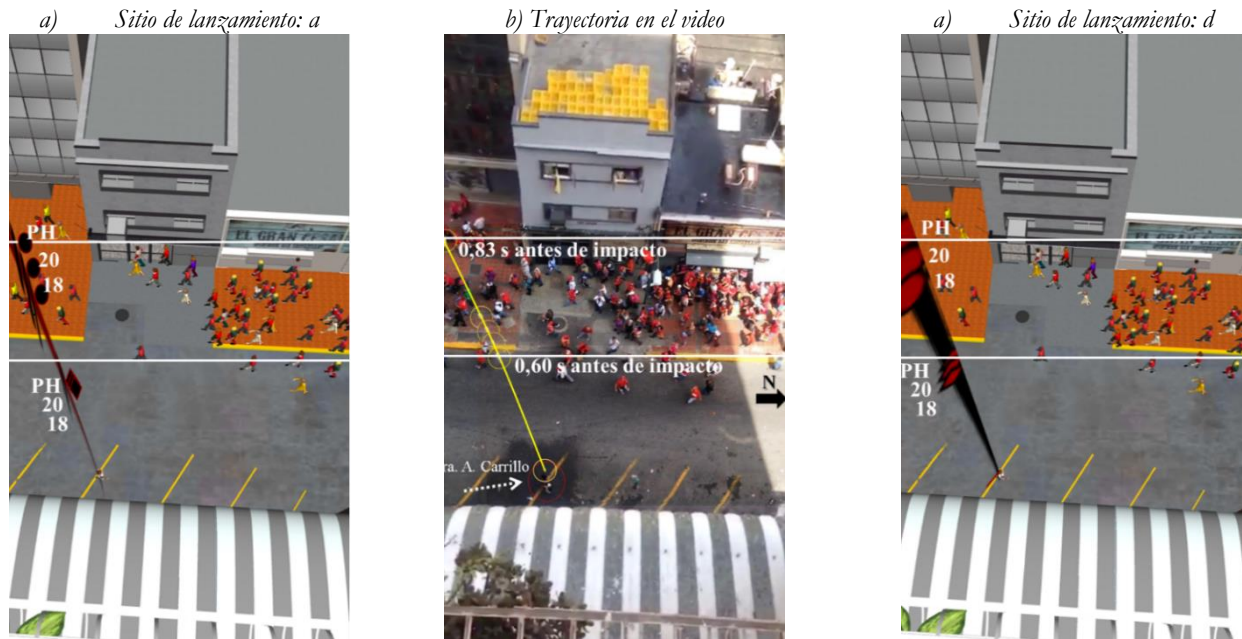


Figura 39. Comparación entre trayectorias de lanzamientos desde los pisos 23 (PH), 20 y 18 y trayectoria en el video. Se muestran los lanzamientos desde los sitios "a" y "d" y la posición de la botella a los 0,83 s y 0,60 s antes de impacto.

9.5 Distancia botella-cámara para cada lanzamiento

La distancia entre la cámara que grabó el suceso y la botella cuando aparece por primera vez en el video a los 0,83 segundos antes de impacto, fue determinada en la Sección 8.3 en donde se encontró que vale 11,6 metros. La distancia entre la botella y la cámara para cada uno de los lanzamientos simulados, se determinó siguiendo el mismo procedimiento presentado en la Sección 8.4 (ver Figura 33 y 34) y los resultados se presentan en la Figura 40 y se comparan con el valor real de 11,6 m.

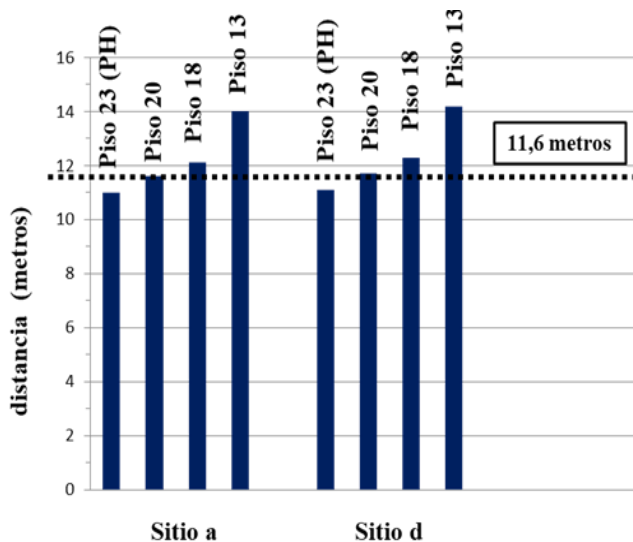


Figura 40. Distancia entre la cámara y la botella para lanzamientos desde diversos pisos y sitios en el edificio Darijak, y comparación con el valor real de 11,6 metros obtenido del video.

Se aprecia que todos los lanzamientos desde los pisos superiores (18 a 23) tienen valores en el entorno de los 11,6 m.

Solamente los lanzamientos desde el piso 13, se alejan de este valor. Se puede concluir que el lanzamiento provino desde uno de los apartamentos localizados en los pisos superiores del edificio Darijak, probablemente por encima del piso 17, pero la precisión del modelo no permite refinar aún más estos resultados.

10. CONCLUSIONES

a) La metodología seguida en esta investigación es original de los autores y se fundamenta en los tres pilares del método científico: El trabajo de campo (levantamientos altimétrico y planímetro), el trabajo en el laboratorio (video, ensayos experimentales, modelado físico en maqueta) y trabajo con modelos matemáticos y simulación numérica (trayectorias de lanzamientos), apuntando a determinar el sitio de lanzamiento de la botella que provocó la muerte de la Sra. Almelina.

b) El suceso se reprodujo colocando las trayectorias de lanzamientos hechos desde cada uno de los edificios cercanos al sitio, en el modelo físico (maqueta) y luego repetido en el modelo computacional. Se tomaron fotografías de las trayectorias de los lanzamientos posibles desde el mismo sitio donde se grabó el suceso y se compararon con el fotograma del video. Los resultados ponen de manifiesto que el lanzamiento de la botella no vino del Edificio Rostol, como concluyeron los informes técnicos del CICPC y de la Fiscalía.

c) Se demuestra que la botella fue lanzada desde los últimos pisos del edificio Darijak.

d) A esta conclusión puede llegar cualquier persona que se tome el trabajo de elaborar un modelo físico (maqueta) o un modelo computacional y reproducir el suceso, como lo exige el método científico.

e) Se concluye que lo más probable es que el lanzamiento haya sido hecho desde uno de los apartamentos localizados por encima del piso 17 (inclusive) en el edificio Darijak. La precisión del modelo no permite refinar más allá porque las trayectorias y la posición de la botella de los diferentes lanzamientos simulados están muy cercanas entre sí y son muy sensibles a ligeras variaciones en los parámetros de la densidad y resistencia del aire y a las condiciones iniciales.

f) Se hicieron variaciones numéricas en los cálculos, considerando las incertidumbres propias de cada parámetro para detectar posibles márgenes de error, y se demostró que no afectan los resultados finales.

11. UNA ACLARATORIA NECESARIA

El indiciado del crimen fue detenido el 03/05/2017 y acusado de homicidio calificado en primer grado con crimen de odio, dos semanas después de ocurrido el suceso (19/04/2017). Una copia del informe de la investigación que se describe en este artículo, fue entregada al Fiscal General de la Republica el 22/04/2019. El detenido fue liberado el 13/10/2020 bajo medida cautelar sustitutiva de libertad con régimen de presentación, mientras se efectuaba el juicio. Hasta la fecha en que se presenta este artículo (22/09/2025) todavía no ha culminado el juicio.

AGRADECIMIENTOS

A Jorge Solé y su equipo por el apoyo dado para realizar la prueba de campo de lanzamientos de botellas. El modelo digital inicial fue elaborado por Andrés Rodríguez y luego ampliado por los autores. A Leonardo Araujo por el apoyo en el tema de la óptica geométrica. A Francisco López quien participó en las pruebas de campo. A los dos árbitros anónimos cuyas observaciones mejoraron la claridad del artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Daily, J.W., and Harleman, D., 1973, "Fluid Dynamics", Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Físicalab (2019). <https://www.fisicalab.com/tema/optica-geométrica>. Consultado el 05/02/2019.
- Frish S. y Rimoreva A. (1973). Curso de Física General. Tomo 3. Capítulo XVIII Óptica Geométrica Aplicada. Segunda Edición. Editorial Mir, Moscú.
- Ministerio Público (2017-a). INFORME CRIMINALÍSTICO N° MP-CCC-224-2017, 30 de mayo de 2017. Causa N° MP-177608-17. Archivo: ALMELINA confidencial Informe análisis audiovisual.
- Ministerio Público (2017-b). INFORME CRIMINALÍSTICO N° MP-CCC-224-2017, 15 de junio de 2017. Causa N° MP-177608-17. Archivo: ALMELINA Informe Criminalístico Integral.
- ALMELINA confidencial Informe análisis audiovisual
- López J.L., López O. A., Raven E., López A. (2017). Analysis of Galarraga's home run of May 31, 1997. Baseball Research Journal, , Vol. 46, N° 2, Fall 2017, SABR.

Nieto A., J. (2014). Apuntes de criminalística, Cuarta edición, Tecnos.

Vennard, J.K., and Street, R.L., 1976, "Elementary Fluid Mechanics", John Wiley & Sons, Inc.

ANEXO A

DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD INICIAL DE UNA BOTELLA LANZADA

La distancia que puede recorrer una botella depende en gran medida de la velocidad inicial que pueda imprimirle la persona que hace el lanzamiento. Tomando en consideración que no se conoce información sobre la velocidad inicial de botellas lanzadas, se diseñó una prueba de campo para medir dicho valor.

A.1 Prueba de campo

Las pruebas de campo se realizaron en un terreno deportivo al sureste de Caracas. La prueba consistió en el lanzamiento de la botella en un sitio plano y la medición de la distancia recorrida con una cinta métrica. El terreno se cubrió con láminas de anime a fin de minimizar los chances de rotura y proteger la cancha. El lanzamiento fue filmado con dos cámaras, un plano general que muestra el recorrido completo de la botella (Figura A.1) y un plano medio que muestra la salida de la misma (Figura A.2). Una regla vertical fue colocada detrás del lanzador para medir la altura inicial de salida de la botella. Del análisis del video se determina la altura inicial y el tiempo de vuelo desde su salida hasta llegar al nivel del terreno.



Figura A.1. Ejecución de la prueba de lanzamiento de botellas en campo. Imagen extraída del video de J. Solé.



Figura A.2. Detalle del lanzamiento de la botella y medición de altura y tiempo de salida. Imagen extraída del video de J. Solé.

Se realizaron 13 pruebas con dos lanzadores, el primero de 63 kg de peso y altura 1,69 m, que se denomina lanzador promedio y el segundo de 77 kg de peso y altura 1,75 m, de contextura atlética, que se denomina lanzador fuerte. Se realizaron lanzamientos según dos condiciones, una denominada sin impulso en donde la persona lanza la botella luego de dar un paso y otra denominada con impulso en donde lanza luego de dar dos pasos. La Tabla A.1 muestra la distancia horizontal medida (D_m) en cada prueba. Las botellas utilizadas son descritas en la Sección 3.2, que se muestran en la Figura 4.

Tabla A.1. Características de las pruebas realizadas y distancia horizontal medida en campo.

Prueba N°	Botella N°	Lanzador	Condición	Distancia horizontal medida D_m (m)
1	5	Promedio	Sin impulso	15,00
2	5	Promedio	Sin impulso	16,51
3	5	Promedio	Sin impulso	16,37
4	5	Promedio	Con impulso	16,00

5	5	Promedio	Con impulso	18,60
6	5	Promedio	Con impulso	16,50
7	5	Fuerte	Sin impulso	14,70
8	8	Fuerte	Sin impulso	22,26
9	8	Fuerte	Sin impulso	20,81
9-2	8	Fuerte	Sin impulso	20,80
10	8	Fuerte	Con impulso	24,11
11	8	Fuerte	Con impulso	20,10
12	8	Fuerte	Con impulso	23,08

La Tabla A.2 muestra los valores obtenidos del análisis del video: altura inicial (h_0), tiempo de vuelo hasta llegar al nivel del terreno (t_v) y número de rotaciones de la botella durante el vuelo (N_R). En las pruebas 8 y 10 no se registró el tiempo de vuelo debido a una falla en la grabación. También se indica en dicha tabla la distancia horizontal de salida (X_0) determinada del video, dado que en algunos lanzamientos el lanzador no inició desde la marca horizontal 0,00 sino que lanzó desde unos centímetros antes de llegar al 0,00. La Distancia horizontal medida corregida (D) de cada lanzamiento está dada por $D = D_m - X_0$ y se muestra en la última columna de la Tabla A.2.

Tabla A.2. Parámetros obtenidos del análisis del video: altura inicial, tiempo de vuelo, número de rotaciones, distancia horizontal de salida y distancia horizontal medida corregida.

Prueba N°	Lanzador	Condición	Altura inicial h_0 (m)	Tiempo de vuelo t_v (s)	Número de rotaciones N_R	Distancia horizontal de salida X_0 (m)	Distancia horizontal medida corregida D (m)
1	Promedio	Sin impulso	1,90	1,125	6,75	0,00	15,00
2	Promedio	Sin impulso	1,95	1,29	7,0	0,00	16,51
3	Promedio	Sin impulso	1,95	1,29	6,5	0,00	16,37
4	Promedio	Con	1,90	1,125	7,5	-0,20	16,20
5	Promedio	Con	1,90	1,29	7,3	0,00	18,60
6	Promedio	Con	1,90	1,125	7,8	-0,20	16,70
7	Fuerte	Sin impulso	2,14	1,42	6,3	0,00	14,70
8	Fuerte	Sin impulso	2,15	-	-	-0,10	22,36
9	Fuerte	Sin impulso	2,15	1,58	-	-0,40	21,21
9-2	Fuerte	Sin impulso	2,15	1,54	7,5	-0,10	20,90
10	Fuerte	Con	2,15	-	-	-	24,11
11	Fuerte	Con	2,15	1,42	8,5	-0,45	20,55
12	Fuerte	Con	2,15	1,83	7,5	-0,45	23,53

A.2 Determinación de la velocidad inicial

La velocidad inicial (V_0) de la botella lanzada en las pruebas de campo fue determinada mediante un modelo matemático de simulación de lanzamientos, teniendo como datos de entrada los parámetros medidos y calculados previamente (Tabla A.2).

El modelo matemático considera el recorrido de la botella en el espacio sujeta a la resistencia del aire y el efecto del viento, además de la fuerza de gravedad. Una descripción detallada del modelo se puede consultar en López et al. (2017). El modelo está descrito por dos ecuaciones diferenciales no lineales que

deben ser resueltas en forma simultánea por métodos numéricos.

La resistencia del aire se incluye en la denominada fuerza de arrastre. Se adoptó una densidad del aire de 1,07 kg/m³, de acuerdo a la condición ambiental estándar en Caracas. El coeficiente de arrastre para la botella se estimó según se indica en el Anexo B, extrapolando información obtenida de investigaciones publicadas sobre el comportamiento de cilindros, adoptándose un valor de 0,995. El área promedio de la botella a considerar en los cálculos de la fuerza de arrastre se estima como el promedio entre el área de la sección rectangular

para el caso del eje de la botella siendo perpendicular al flujo y el área de la mayor sección circular para el caso del eje paralelo al flujo, obteniéndose un valor de 123,72 cm² para la botella N° 5 y 124,15 cm² para la botella N° 8 descritas en la Tabla B.3 y Figura 4. Detalles del cálculo se encuentran en el Anexo B. Dados los valores pequeños medidos de velocidad rotacional y tomando en consideración la argumentación descrita en el Anexo B se considera despreciable la fuerza de Magnus y no se incorpora en el cálculo de la trayectoria de la botella.

El procedimiento de cálculo consiste en determinar los valores de velocidad inicial (V_0) y ángulo inicial (θ_0) tales que, saliendo la botella desde una altura inicial conocida (h_0), llegue al sitio de caída definido por los valores conocidos de distancia horizontal (D) y tiempo de vuelo (t_v). Para determinarlos, se sigue un procedimiento iterativo de tanteo y error, suponiendo valores iniciales de θ_0 y V_0 y haciendo los lanzamientos desde la

altura h_0 hasta acertar los valores conocidos de D y t_v . El primer valor del ángulo inicial (θ_0) para iniciar el proceso iterativo se adopta como el valor dado por la formulación clásica de lanzamiento de proyectiles que ignora los efectos del aire y del viento:

$$\theta_0 = \operatorname{tg}^{-1} \left[\frac{\frac{1}{2} g t_v^2 - h_0}{D} \right]$$

Los valores obtenidos luego de aplicar el proceso iterativo para cada prueba se muestran en la Tabla A.3. Se indica también la velocidad rotacional (ω) promedio de la botella durante su trayectoria, en revoluciones por minuto (rpm), determinada a partir del número de rotaciones (N_R) y tiempo de vuelo (t_v) dados en la Tabla A.2, mediante la fórmula $\omega = 60 N_R / t_v$.

Tabla A.3. *Ángulo inicial (grados) y Velocidad inicial (metros por segundo) determinadas a partir de la simulación matemática del lanzamiento en cada prueba. Se indica también la velocidad rotacional (revoluciones por minuto) calculada.*

Prueba N°	Lanzador	Condición	Ángulo Inicial θ_0 (°)	Velocidad Inicial V_0 (m/s)	Velocidad rotacional ω (rpm)
1	Promedio	Sin impulso	15,0	14,85	360
2	Promedio	Sin impulso	19,5	14,7	325
3	Promedio	Sin impulso	18,8	15,2	302
4	Promedio	Con impulso	14,0	16,1	400
5	Promedio	Con impulso	17,0	16,7	339
6	Promedio	Con impulso	13,0	16,8	416
7	Fuerte	Sin impulso	25,4	12,5	267
8	Fuerte	Sin impulso	-	-	-
9	Fuerte	Sin impulso	23,0	16,5	-
9-2	Fuerte	Sin impulso	23,4	16,2	292
10	Fuerte	Con impulso	-	-	-
11	Fuerte	Con impulso	20,0	16,8	360
12	Fuerte	Con impulso	29,0	14,85	245

Las trayectorias de la botella en cada prueba obtenidas con el modelo matemático se muestran en la Figura A.3. La escala

vertical está aumentada en relación a la horizontal para los efectos de diferenciar mejor cada trayectoria.

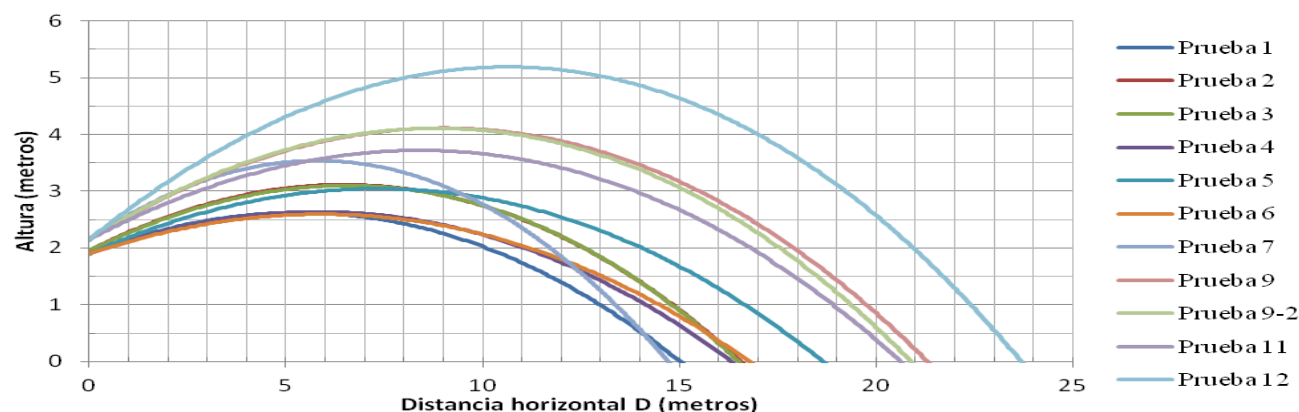


Figura A.3. Trayectoria de la botella en cada una de las pruebas. La escala vertical está aumentada para diferenciar mejor cada trayectoria.

A.3 Rango posible de velocidades iniciales de lanzamiento de botellas

Los valores de velocidad inicial de la botella indicados en la Tabla A.3 se promediaron a fin de estimar un rango de valores posibles que le puede imprimir una persona. La Tabla A.4 muestra estos promedios. Se aprecia que los valores del lanzador promedio y del lanzador fuerte resultaron ser similares, probablemente porque el lanzador promedio resultó ser más fuerte de lo esperado. Para los efectos de simular el lanzamiento de la botella desde un edificio, se concluye que se puede adoptar una velocidad inicial que no sea mayor que 17 m/s.

Tabla A.4. Velocidad inicial promedio calculada para un lanzador promedio y un lanzador fuerte, con y sin impulso.

Lanzador	Velocidad inicial promedio Sin Impulso (m/s)	Velocidad inicial promedio Con Impulso (m/s)	Velocidad Inicial Promedio (m/s)
Promedio	14,92	16,53	15,73
Fuerte	15,07	16,75	15,91

ANEXO B

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ARRASTRE PARA LA BOTELLA

B.1 Condiciones meteorológicas

Datos meteorológicos estimados para el 19/4/17 a las 11 am, usando www.worldmeteo.info y www.ventusky.com:
Temperatura: $T = 20^{\circ}\text{C}$
Humedad relativa: HR = 60% (temporada seca)
Presión atmosférica: $P = 1013\text{ hPa}$
Velocidad viento: $V_w = 6,4\text{ km/h}$ viniendo del este.

B.2 Cálculo de la densidad del aire

Utilizando la herramienta Density Altitude Calculator: https://wahiduddin.net/calc/calc_da_rh.htm, con los datos anteriores y con los siguientes valores de altitud:

Elevación del terreno = 900 msnm (extraída de Google Earth)

Altura estimada de la botella en el sitio de lanzamiento = 30 m

Elevación estimada de la botella = 930 msnm

Se obtiene una densidad del aire igual a: $\rho = 1,07\text{ kg/m}^3$.

B.3 Cálculo del coeficiente de arrastre

El coeficiente de arrastre C_d depende del Número de Reynolds NR, el cual está dado por (ver Tabla B.1):

$$NR = \rho V D / \mu$$

ρ = densidad del aire = $1,07\text{ kg/m}^3$

V = velocidad de la botella

D = diámetro representativo de la botella = $8,3\text{ cm}$

μ = viscosidad dinámica del aire = $1,85 \times 10^{-5}\text{ kg/m/s}$

Tabla B.1. Cálculo del Número de Reynolds de la botella para diferentes condiciones del lanzamiento. Las velocidades han sido obtenidas de las mediciones de campo

Caso	V (m/s)	Número de Reynolds	Reynolds $\times 10^4$
Lanzador normal sin impulso	13.70	64567	6.46
Lanzador fuerte sin impulso	13.82	65136	6.51
Lanzador normal con impulso	15.14	71376	7.14
Lanzador fuerte con impulso	15.26	71922	7.19

Primera aproximación para el cálculo de C_d

Aproximando la botella por un cilindro circular de longitud infinita colocado perpendicularmente a la dirección del flujo, se puede utilizar la solución clásica obtenida experimentalmente en el laboratorio y que se presenta en la Figura B.1. Para valores del Número de Reynolds comprendidos entre 6 y 7×10^4 se obtiene del gráfico un coeficiente de arrastre igual $C_d = 1,2$

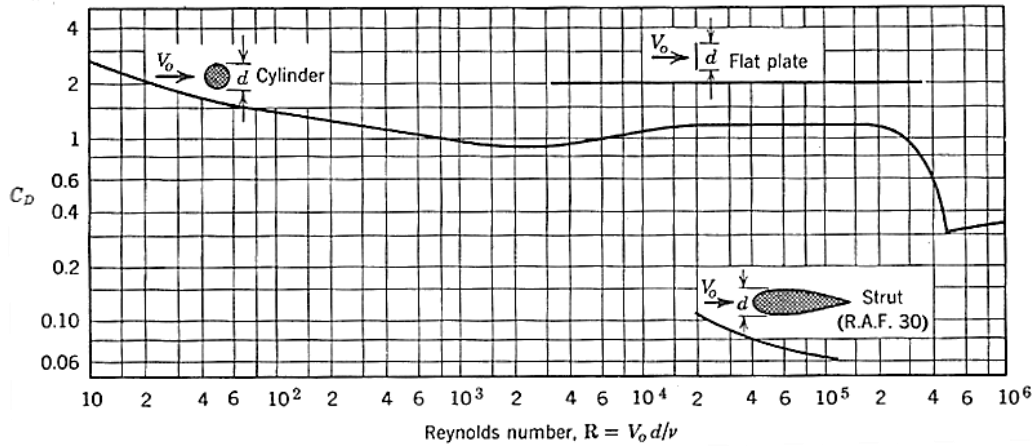


Figura B.1. Coeficiente de arrastre para un cilindro circular de longitud infinita colocado perpendicular a la dirección del flujo (Vennard & Street, 1976).

Segunda aproximación para el cálculo de C_d

Utilizando los resultados reportados por Daily & Harleman (1973) los cuales se presentan en la Tabla B.2, se puede obtener otra aproximación para el coeficiente de arrastre. Suponiendo que la botella se aproxima por un cilindro de longitud finita L y diámetro D se obtienen los siguientes valores:

Longitud del cilindro: $L = 29,2$ cm

Diámetro del cilindro: $D = 8,3$ cm

Relación $L/D = 3,52$

Utilizando la relación $L/D = 3,52$ e interpolando en la Tabla B.2 se obtiene para el coeficiente C_d :

Caso 1: cilindro normal al flujo, $C_d = 0,70$

Caso 2: cilindro paralelo al flujo, $C_d = 0,88$

Tomando el promedio de los dos valores se obtiene, $C_d = 0,79$

Conclusión: dado que la botella se desplaza girando sobre un eje que es perpendicular al eje de la propia botella, se puede esperar que la resistencia que oponga el flujo sea mayor que la representada por los coeficientes de arrastre especificados en la Tabla B.2. Por lo tanto, se sugiere adoptar un valor de C_d igual al promedio de los valores obtenidos mediante las dos aproximaciones arriba descritas. En consecuencia, se recomienda usar un valor de $C_d = 0,995$.

Tabla B.2. Coeficientes de arrastre para diferentes objetos (Daily and Harleman, 1973).

Object	c/d	L/d	$R = V_0 d / \nu$	C_D
Circular cylinder, normal to flow		1	10^5	0.63
		5	10^5	0.74
		20	10^5	0.90
		∞	10^5	1.20
		5	$> 5 \times 10^5$	0.35
Elliptic cylinder, normal to flow	2	∞	$> 5 \times 10^5$	0.33
		∞	4×10^4	0.60
		∞	10^5	0.46
		∞	2.5×10^4 up to 10^5	0.32
		∞	2.5×10^4	0.29
Square cylinder, normal to flow	8	∞	2×10^5	0.20
		∞	3.5×10^4	2.0
Circular disk, normal to flow	0	∞	10^4 up to 10^5	1.6
		∞	$> 10^3$	1.12
Circular cylinder, parallel to flow	0	∞	$> 10^3$	1.12
		1		0.91
		4		0.87
		7		0.99
Rectangular flat plate, normal to flow	1	∞	$> 10^3$	1.10
		5		1.20
		20		1.50

B.4 Cálculo del área de la botella

Para calcular la fuerza de arrastre hay que determinar el área proyectada de la botella en un plano perpendicular a la dirección del flujo. La Figura B.2 presenta un esquema indicando las características geométricas de la botella típica usada en los experimentos, y cuyos elementos geométricos se definen en la Tabla B.3.

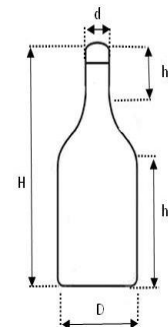


Figura B.2. Características geométricas de una botella típica.

Tabla B.3. Elementos geométricos de las botellas usadas en los experimentos de campo.

Botella N°	Peso	Altura Total	Diámetro mayor	Diámetro menor	Altura sección mayor	Altura sección menor
	(gr)	H (cm)	D (cm)	d (cm)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)
5	520	29,2	8,3	2,6	19	7
8	531	29,2	8,3	2,7	19	7

Dado que la botella está girando el área expuesta al flujo cambia continuamente. Por lo tanto se calculan los valores extremos del área proyectada, los cuales corresponden a tres casos diferentes: a) caso en que el eje de la botella se encuentre perpendicular a la dirección del flujo de aire; b) caso en que el eje es paralelo al flujo y el diámetro mayor de la botella se encuentra en el frente; c) caso en que el eje sea paralelo al flujo y la botella se oriente con el diámetro menor en el frente.

La Tabla B.4 presenta el cálculo de las áreas proyectadas para los diferentes casos en que se orienta el eje de la botella. El área promedio a considerar en los cálculos de la fuerza de arrastre se estima como el promedio entre el área de la sección rectangular para el caso del eje perpendicular al flujo y el área

de la sección circular (Área-1) para el caso del eje paralelo al flujo, obteniéndose un valor de:

$A = 123,72 \text{ cm}^2$ para la botella N° 5.

$A = 124,15 \text{ cm}^2$ para la botella N° 8.

Tabla B.4. Área de la botella expuesta al paso del flujo. El Área-1 corresponde al diámetro máximo y el Área-2 al diámetro mínimo.

Botella N°	Eje perpendicular al flujo				Eje paralelo al flujo		
	Área sección mayor	Área sección menor	Área sección intermedia	Total área normal al flujo	Área-1 paralela al flujo	Área-2 paralela al flujo	Área promedio expuesta al flujo
	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
5	157.7	18.2	17.44	193.34	54.11	5.31	123.72
8	157.7	18.9	17.60	194.20	54.11	5.73	124.15

ANEXO C

RELACIÓN ENTRE DIÁMETROS DE BOTELLA Y ALCANTARILLA EN EL VIDEO

En este apéndice se describe el procedimiento para determinar la relación entre el mayor diámetro de la botella y el diámetro de la tapa de alcantarilla, que aparecen en el video en el primer fotograma. Se hizo a partir de dos fotogramas, el correspondiente a dicho instante, para obtener el diámetro de la botella y otro en un momento en el que no había transeúntes sobre la tapa, para medir esta última.

En la Figura C.1 (izquierda) vemos cómo se superpuso la imagen 129 (derecha) sobre la 106 (izquierda), ambas del Informe del Ministerio Público (2017-a). Dado que hubo movimientos de cámara en el tiempo entre ambas imágenes, se transparentó ligeramente la imagen 129 y se escaló su tamaño y ángulo para hacerla coincidir de manera precisa con la 106.

Luego se ampliaron tanto la botella como la alcantarilla, se rotó la botella hasta hacerla vertical y se midieron ambas con la herramienta de visualización de tamaño del programa Publisher, como se presenta en la Figura C.2.



Figura C.1. Superposición y ajuste de fotogramas 106 y 129 del video del suceso (Ministerio Público, 2017-a).

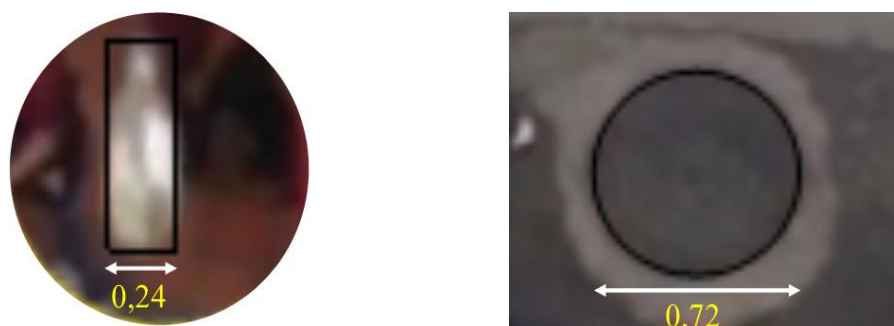


Figura C.2. Ampliación de la botella y la alcantarilla, a partir de la Figura C.1, para su medición.

El cociente entre los diámetros medidos es, Botella/alcantarilla = 0,24 / 0,72 = 0,333, lo cual quiere decir que la tapa de la alcantarilla es tres veces más grande que la botella cuando ésta aparece por primera vez en el video (fotograma 106 del video).

ANEXO D

TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS Y CÁLCULO DE DISTANCIAS BOTELLA – CÁMARA

Es este apéndice se describe el procedimiento seguido para calcular la distancia entre dos puntos en el espacio, el primero dado por la ubicación de la cámara de video que registró el suceso y el segundo por la ubicación de la botella a los 0,83 segundos antes del impacto determinada en cada una de las trayectorias obtenidas con el modelo matemático de simulación para cada uno de los tres edificios candidatos. En vista de que las trayectorias están descritas en términos de un sistema de coordenadas locales para cada edificio, se necesita definir un único sistema de coordenadas globales a fin de determinar la distancia entre la botella y la cámara en cada lanzamiento.

Se presentan a continuación las fórmulas para transformar coordenadas desde los ejes locales de cada edificio hasta unos ejes globales. Se definen (x, y, z) como los ejes de coordenadas globales cuyo centro está sobre la calle en la Ave. Norte 13 justo debajo del punto de impacto, con el eje x paralelo a la Ave. Norte 13 y apuntando hacia el Sur, el eje y apuntando hacia el este y el eje z vertical. Los sistemas locales son (x_D , y_D , z_D), (x_R , y_R , z_R) y (x_G , y_G , z_G) para los edificios Darijak, Rostol y Granor, respectivamente.

Edificio Darijak

Origen de coordenadas locales: A nivel de calle y en el punto medio de la ventana principal de los apartamentos A (lado sur), de la fachada Oeste del edificio. El eje y apunta hacia el sitio de impacto y el eje x es paralelo a la Ave. Norte 13 y apunta hacia el norte.

$$x = -x_D \quad y = 6,3 - y_D \quad z = z_D$$

Las coordenadas de la cámara que filmó el suceso y de la botella a los 0,83 s antes de impacto, para cada lanzamiento

desde los apartamentos seleccionados, están dadas en la Tabla D.1.

Edificio Granor

Origen de coordenadas locales: A nivel de calle, y en el punto medio de la ventana principal de los apartamentos del lado Norte de la fachada Este del edificio. El eje y apunta hacia el sitio de impacto y el eje x apunta hacia sureste. El eje z es vertical y apunta hacia arriba. El ángulo θ es el que forma el eje x con el eje x_R en el sentido de las agujas del reloj.

$$\theta = 41,5^\circ$$

$$x = x_G \cos \theta - y_G \sin \theta + 22,6$$

$$y = x_G \sin \theta + y_G \cos \theta - 25,54$$

$$z = z_G$$

Las coordenadas de la botella a los 0,83 s antes de impacto, para cada lanzamiento desde los apartamentos seleccionados, están dadas en la Tabla D.2.

Edificio Textiles

Origen de coordenadas locales: A nivel de calle y en el punto medio de la terraza del edificio en su fachada este.

El eje y apunta hacia el sitio de impacto y el eje x apunta hacia sureste. El eje z es vertical y apunta hacia arriba. El ángulo θ es el que forma el eje x con el eje x_T en el sentido de las agujas del reloj.

$$\theta = 40,62^\circ$$

$$x = x_T \cos \theta - y_T \sin \theta + 13,33$$

$$y = x_T \sin \theta + y_T \cos \theta - 15,54$$

$$z = z_T$$

Las coordenadas de la botella a los 0,83 s antes de impacto, para cada lanzamiento desde la terraza está dada en la Tabla D.3.

Distancia entre la cámara y la botella

La distancia d se obtiene de:

$$d = [(x_C - x_B)^2 + (y_C - y_B)^2 + (z_C - z_B)^2]^{0,5}$$

donde (x_C , y_C , z_C) son las coordenadas de la cámara y (x_B , y_B , z_B) son las coordenadas de la botella en el sistema global. La distancia (d) en cada caso se presenta en la Tabla D.3.

Tabla D.1. Coordenadas de la botella a los 0,83 s antes de impacto, para lanzamientos desde apartamentos seleccionados en los últimos pisos del Edificio Darijak. Se muestran también las coordenadas de la cámara en el piso 10, Apto. 10-B.

DARIJAK	Coordenadas Locales (m)			Coordenadas Globales (m)		
Apartamento	x_D	y_D	z_D	x	y	z
23 A (PH)	0	5,50	21,38	0	0,801	21,38
17 A	0	5,31	19,60	0	0,989	19,60
13A	0	4,97	18,16	0	1,32	18,16
Cámara (10-B)	2,925	0	31,6	-2,925	6,3	31,6

Tabla D.2. *Coordenadas de la botella a los 0,83 s antes de impacto, para lanzamientos desde apartamentos seleccionados del Edificio Granor.*

GRANOR	Coordenadas Locales (m)			Coordenadas Globales (m)		
Apartamento	x _G	y _G	z _G	x	y	z
10 N	0,02	27,14	16,17	4,64	-5,20	16,17
10 S	0,02	30,01	16,19	2,73	-3,05	16,19
8 N	0,02	26,36	14,86	5,15	-5,78	14,86
7 N	0,02	26,01	14,01	5,38	-6,05	14,01
7 S	0,02	28,77	14,18	3,56	-3,98	14,18
5 N	0,03	24,95	12,42	6,09	-6,83	12,42
2 N	0,03	25,02	10,58	6,05	-6,78	10,58

Tabla D.3 *Coordenadas de la botella a los 0,83 s antes de impacto, para un lanzamiento desde la azotea del Edificio Textiles.*

Textiles	Coordenadas Locales (m)			Coordenadas Globales (m)		
Apartamento	x _D	y _D	z _D	x	y	z
Azotea	0,00	11,76	9,27	5,68	-6,62	9,27

Tabla D.4. *Distancia (d) entre la cámara y la botella a los 0,83 segundos antes del impacto, para lanzamientos desde apartamentos seleccionados en los 3 edificios candidatos.*

Edificio DARIJAK		Edificio GRANOR		Edificio Textiles	
Apartamento	Apartamento	Apartamento	d (m)	Apartamento	d (m)
23 A	11,97	10 N	20,68	Azotea	27,19
17 A	13,45	10 S	18,89		
13A	14,62	8 N	22,17		
		7 N	23,04		
		7 S	21,24		
		5 N	24,93		
		2 N	26,33		

ANEXO E

CÁLCULO DE LA DISTANCIA A LA CUAL ESTÁ LA BOTELLA DE LA CÁMARA

En la Figura 30 se tienen dos objetos, la botella y la tapa de alcantarilla. Se conocen los tamaños reales de la botella y de la tapa, y la distancia de la tapa a la cámara que hizo el video. El problema consiste en determinar la distancia a la cual está la botella de la cámara, en el momento en que aparece por primera vez en el video, utilizando la óptica geométrica. La teoría asociada al tema se encuentra en Frish y Timoreva (1973) y FísicaLab (2019).

La cámara está a una altura de 31,56 m sobre el nivel de la calle y a 10 cm (horizontalmente) afuera de la pared divisoria del balcón del apartamento 10-B.

A partir de la formulación de la óptica geométrica, se tiene lo siguiente:

$$\left(\frac{D}{D_A}\right)_{\text{Foto}} = \left(\frac{D}{D_A}\right) \cdot \left(\frac{S_A}{S_B}\right) \quad (1)$$

Donde:

D_A = Diámetro de la tapa de la alcantarilla (medido)
=74 cm.

D = Diámetro de la mayor sección transversal (base) de la Botella = 8,2 cm.

$\left(\frac{D}{D_A}\right)_{\text{Foto}}$ = la relación entre el diámetro de la botella y el diámetro de la tapa de la alcantarilla en la fotografía del video, el cual es igual a 1/3 (Ver Anexo C).

S_A = Distancia de la cámara al centro de la tapa de la alcantarilla = 34,62 m.

S_B = Distancia de la cámara a la Botella cuando aparece por primera vez en el video.

Despejando S_B de la Fórmula (1) se obtiene:

$$S_B = S_A \cdot \left(\frac{D}{D_A}\right) \cdot \left(\frac{D_A}{D}\right)_{\text{Foto}} \quad (2)$$

Sustituyendo por los correspondientes valores se encuentra que $S_B = 11,51$ m.

Es decir, la botella al aparecer por primera vez en el video está a 11,51 metros de la cámara del celular que estaba grabando desde el Apartamento 10-B.

NOTAS TÉCNICAS

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 CASAS¹

ABSTRACT

The French and Indian War confronting the North American colonies of the British Empire against those of the French, each side being supported by various Native American tribes, began with a dispute over control of the Forks of Ohio river. Some events that occurred in the summer of 1739 in this river, led to the birth of American vertebrate paleontology. In June of that year the major of Montreal Charles Le Moyne, Second Baron de Longueuil, was sent in a military expedition to aid the French colony of Mississippi, to repel the pro-British Chickasaw Indians who were besieging the area and blockading the Mississippi. During a stop of this military expedition along the lower Ohio River, a party of Abenaki Indian hunters' canoes went out searching for food to feed the army, camped along the river. When they arrived back, the Indians unloaded a strange cargo of an enormous fossilized femur, several huge molars, and a great ivory tusk. Later, and recognizing the importance of these fossils, Longueuil sailed crossing the Atlantic to France, reaching Paris in late 1740. The fossils were placed in Louis XV's cabinet of curiosities (*du cabinet du Roi*), under the direction of French naturalist Count Buffon and Louis Daubenton. A few years later, the fossils collected from the Ohio River by the unnamed Indian hunters in Longueuil's army, made scientific history, becoming the first American fossils ever studied by scientists, marking the official birth of the American vertebrate paleontology. Today, these famous fossils, belonging to *Mammut americanum* are still preserved in the collection of the Paleontology Laboratory at the National Museum of Natural History in Paris.

RESUMEN

De una expedición militar, al gabinete del rey Luis XV

La Increíble Historia del Nacimiento de la Paleontología de Vertebrados en Norteamérica

La guerra franco-indígena que enfrentó a las colonias norteamericanas del Imperio Británico contra las francesas, contó el apoyo de diversas tribus nativas americanas, comenzando de esta manera una disputa por el control del río Ohio. Acontecimientos ocurridos en el verano de 1739 en dicho río, propiciaron el nacimiento de la paleontología de vertebrados norteamericana. En junio de ese año, el alcalde de Montreal, Charles Le Moyne, segundo barón de Longueuil, fue enviado en una expedición militar para ayudar a la colonia francesa de Mississippi y repeler a los indígenas pro-británicos, que asediaban la zona. Durante una parada de esta expedición militar a lo largo del río Ohio inferior, un grupo de canoas de cazadores indígenas abenaki salió en busca de alimento para el ejército acampado. Al regresar, los indígenas descargaron un extraño cargamento: un enorme fémur fosilizado, varios molares enormes y un gran colmillo de marfil. Posteriormente, y reconociendo la importancia de estos fósiles, Longueuil navegó cruzando el Atlántico hacia Francia, llegando a París en 1740. Los fósiles fueron depositados en el gabinete de curiosidades de Luis XV (*du cabinet du Roi*), bajo la dirección del naturalista francés, el conde Buffon, y Louis Daubenton. Años más tarde, los fósiles recolectados en el río Ohio por los cazadores indígenas anónimos del ejército de Longueuil hicieron historia científica al convertirse en los primeros fósiles estadounidenses estudiados por científicos, marcando el nacimiento oficial de la paleontología de vertebrados norteamericana. Hoy en día, estos famosos fósiles, pertenecientes al *Mammut americanum*, aún se conservan en la colección del Laboratorio de Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural de París.

Keywords: geology, paleontology, mammut, indigenous, Longueuil

Palabras clave: geología, paleontología, mamut, indígenas, Longueuil

Introduction

Dr. Adrienne Mayor in her interesting book "Fossil Legends of the First Americans" (MAYOR 2005) made a vivid description of some events that occurred in the summer of 1739 in the Ohio River, that led to the birth of American

vertebrate paleontology. The protagonists: Charles Le Moyne, Second Baron de Longueuil - major of the government of Montreal; and an Indian hunting party (Algonquian-speaking Abenakis), that were part of a French military expedition traveling by lakes and rivers, from Quebec to New Orleans.

¹ MSc. Geología, McMaster University, Canadá. Escuela de Petróleo (UCV). Correo-e: jcasas@geologist.com

The French and Indian War

The French and Indian War (Figure 1), was one of many French-British conflicts fought during the Second Hundred Years' War (1689-1815). Between 1700 and 1750, the colonial populations of Canada and Louisiana increased significantly, forcing expansion into the Ohio River Valley region. During this period, the French strengthened military ties and existing trade relationships with numerous Indian groups, sparking competition with the British for indigenous allies. The struggle for control over North America (Figure 2), developed into the French and Indian War (1754–1763), which confronted the North American colonies of the British Empire against those of the French, each side being supported by various Native American tribes (BRITANNICA 2025). At the beginning of the war, the French colonies were home to approximately 60,000 settlers, whereas the British colonies boasted nearly 2 million inhabitants. Outnumbered, the French relied significantly on their native allies to combat the British forces.



Figure 1. Painting depiction of a battle between British and the French colonist. The French and Indian War was a fight for supremacy of the Ohio Valley. Source: <https://www.pbs.org/video/the-french-and-indian-war-nrw6um/>

The French colonists were supported by the Wabanaki Confederacy members: Abenaki, Mi'kmaq, Algonquin, Lenni Lenape, Passamaquoddy, Penobscot, and some others like Ojibwa, Ottawa, Shawnee, and the Wendat tribe. The British colonists were supported several times by the Iroquois, Catawba, Chickasaw, and Cherokee tribes. Most of the fighting took place primarily along the frontiers between New France and the British colonies, from Newfoundland in the north, to the Province of Virginia in the south. It began with a dispute over control of the confluence of the Allegheny River and Monongahela River called the Forks of Ohio, and the site of the French Fort Duquesne (the hill where the famous Fort Duquesne battle was fought in 1758, is today called Grant Street, in the city of Pittsburgh).



Figure 2. Map showing the different claims just before the French and Indian War. Source: Library of the US Congress. <https://www.loc.gov/resource/g3701sm.gct00483/?sp=11>

The Expedition

In June 1739 the town major of Montreal Charles Le Moyne, Second Baron de Longueuil (1687-1755), was sent by Governor Charles de Beauharnois (1671-1749) to Louisiana to aid the founder and governor of that colony, Jean-Baptiste Le Moyne de Bienville (1680-1767), Longueuil's uncle. Le Moyne Longueuil's mission was to help repel the pro-British Chickasaw Indians who were besieging New Orleans and blockading the Mississippi. During the beginning of 1739, Longueuil (Figure 3 and 4) spent his time recruiting Indian men for his army in southern Quebec, most probably with the assistance of Jesuit missionaries. At that time, the christianized Abenaki people were the French's strongest and most dependable allies, in opposition to the Iroquois and Hurons, who were their enemies. Given this context, if indigenous individuals in Le Moyne's army were recruited by the Jesuits, it is highly probable that they were predominantly Abenakis (MAYOR 2005).

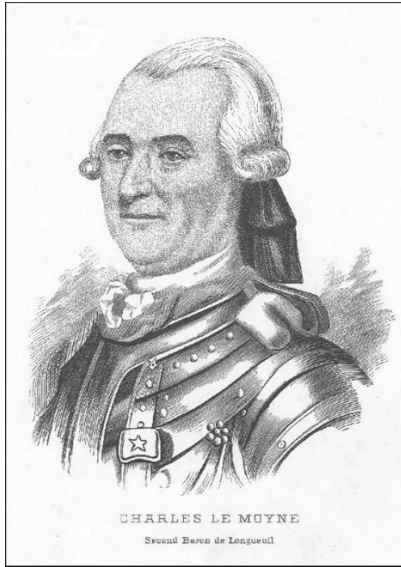


Figure 3. Portrait of Charles Le Moyne, Second Baron de Longueuil - Archives de Montréal. Source:

https://www.biographi.ca/en/bio/le_moyne_de_longueuil_c/charles_1687_1755_3E.html#lg=1&slide=0

The expedition of 442 men, composed of 123 French soldiers and 319 Native American warriors departing from Quebec, was commanded by Charles Le Moyne de Longueuil himself (LACHANCE 2003). The fleet of war canoes left Montreal paddling down the St. Lawrence River, Lake Ontario, Oswego River, Lake Erie, Lake Chautauqua (which was reached late in August). Then they turned southward to the Allegheny river, followed it to the Ohio river, near the place where Fort Duquesne later stood. After that, they descended the Ohio heading for the Mississippi River. Their original

target destination was the French port of New Orleans, to aid the governor of that French colony (MAYOR 2005).

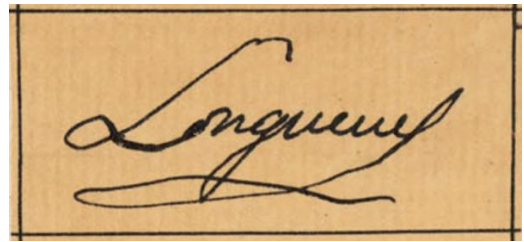


Figure 4. Autograph signature of Charles Le Moyne, Second Baron de Longueuil. Source: <https://recherche-collection-search.bac-lac.gc.ca/eng/Home/Record?app=fonandcol&IdNumber=4313185&ecopy=e010957220-v8>

One night, during a stop along the lower Ohio River, a party of Indian hunters' canoes returned to feed the army of French Canadians and Indians camped along the river (in what is now Kentucky territory). The canoes were laden with more than fresh wild meat. A bunch of curious soldiers gather around to watch the Indians as they unload a strange cargo: an enormous fossilized femur, nearly as tall as a man, several huge molars, and a great ivory tusk. According to an early French map indicating the "place where elephant bones were found" in 1739, the Indians went hunting on the southern side of the lower Ohio River. They were in the area of the rapids, some miles east of modern-day Louisville, Kentucky. Le Moyne de Longueuil's fossil locality was mapped by Gaspard Joseph Chaussegros de Lery (1721-1797) an 18-year-old engineer who accompanied the expedition, and it was recorded on a manuscript drawn up (Figure 5), from de Lery's data in 1740 by Philippe de Hautmesnil de Mandeville, Sieur de Larigny, a senior infantry captain with the Louisiana regiment (CASAS 2025).



Figure 5. Partial map of the Ohio River, drawn in 1740 by Philippe de Hautmesnil de Mandeville, Sieur de Larigny, from an approximate traverse by Gaspard Joseph Chaussegros de Lery in 1739.

The site of the discovery of fossil bones by Longueuil's Indian group in 1739 is shown with a red dot in this manuscript map. Original from: "Depot des Cartes et Plans de la Marine, Service Hydrographique" Paris. Source: Image from the public Library and Archives of Canada (LAC). <https://heritage.bnf.fr/france-amériques/en/depot-cartes-et-plans-marine>

After the perilous journey traveling down the Ohio and Mississippi rivers, and withstanding attacks by the Chickasaws, ultimately the fossils arrived safely to Fort Assumption, on the Mississippi River, near the present site of Memphis, where Longueuil's army joined the Louisiana troops under Bienville. At the end, Le Moyne de Longueuil's expedition was considered a military failure. The Chickasaws defeated the French and Indian armies, and the French ultimately surrendered to the English later in 1763. After the conclusion of the Chickasaw Campaign in the spring of 1740, Le Moyne de Longueuil went on to New Orleans, taking the fossils with him. Recognizing the importance of these fossils, they sailed crossing the Atlantic to France, reaching Paris in late 1740. The fossils were placed in Louis XV's (1710-1774) cabinet of curiosities (*du cabinet du Roi*), under the direction of the famous French naturalist George-Louis Leclerc, Count Buffon (1707-1788). A few years later, the big bone, molars, and tusk collected from the Ohio River by the unnamed Indian hunters in Longueuil's army, made scientific history, becoming the first American fossils ever studied by scientists (MAYOR 2005), marking the official birth of the American vertebrate paleontology.

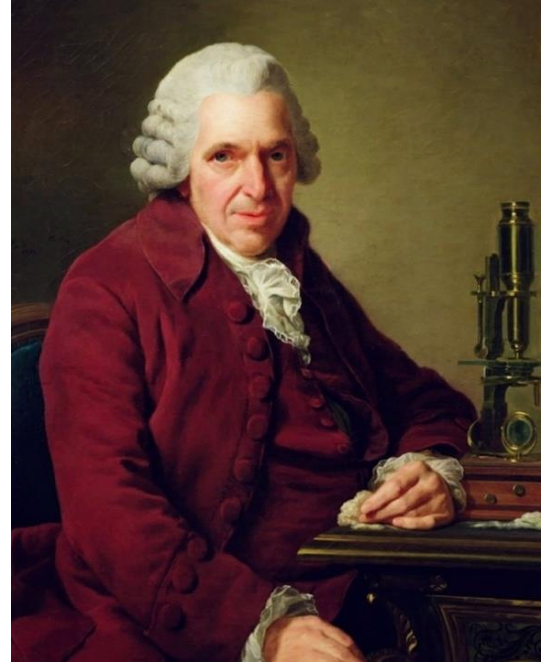


Figure 6. Portrait of French naturalist Louis Jean-Marie Daubenton (1716-1800) by Alexander Roslin (1791). Musée des Beaux-Arts, Orléans, France. Source: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/da/Louis_Jean-Marie_Daubenton_-_Alexander_Roslin.jpg

The study of the American fossils

In 1762, Louis Jean-Marie Daubenton (1716-1800) a member of the French Academy of Sciences (1744), keeper and demonstrator of the King's cabinet in the *Jardin du Roi*, and elected member of the American Philosophical Society, read his scientific paper on the Ohio fossils to the French Royal Academy (MAYOR 2005). Dealing primarily with the femur taken to France by Le Moyne de Longueuil. Daubenton (Figure 6) attempted to elucidate its relative relationships with a figure (DAUBENTON 1764a), in which this femur, one from a Siberian mammoth, and one from a recent elephant, were compared (Figure 7). This comparative method for identifying fossils is a procedure that seems quite obvious now, but it was long in being adopted by the scientific community. It is one of the most basic principles in the rise of vertebrate paleontology, and it may fairly be dated from Daubenton.

Daubenton credited the anonymous Indians (*“les Sauvages”*) as the finders, mentioning the events of their discovery and establishing the comparative procedure for identifying those vertebrate fossils. He also recognized the femur and tusks as elephantine, but the molars were wrongly interpreted as belonging to a species of carnivorous hippopotamus (TASSY 2002). More and more fossils from the New World were studied and compared over the next century. However, it was not until the late eighteenth century that it was definitively established that the large bone and the molars discovered by the Indian hunters belonged to a distinct herbivorous species related to the elephant, specifically the extinct North American mastodon (*Mammuth americanum*).

So, the discovery made by the Indians in 1739, that led to Daubenton's publications (DAUBENTON 1764a, 1764b and 1764c), should be hailed in the annals of scientific history as the beginning of the American paleontology. In 1821, the great French naturalist Jean Léopold Nicolas Frédéric, Baron Cuvier, known as Georges Cuvier (1769-1832), also credited the Indian hunters in Le Moyne de Longueuil's army, with the discover of the first specimens of the *“mammoth d'Amérique”*. From the beginning, Daubenton and Cuvier included the so-called *“les Sauvages”* as part of the discovery (MAYOR 2005). It is clear that for thousands of years, the Indians collected fossils for their own uses. For Native American cultures, "bones" often hold a significant spiritual meaning, representing the essence of life, connection to the animal world, and sometimes even the afterlife, with different tribes utilizing bones for tools, ornaments, and ritualistic practices due to their durability and symbolic value. Essentially, bones were seen as a tangible

reminder of the life force within an animal, making them highly revered. But in this epoch, European scientists were still struggling to understand the meaning of these petrified remains of large and unknown creatures.

of judging or guaranteeing their association". Even though Gaylord Simpson was a superb paleontologist, his colossal eagerness to place Longueuil at center stage, led him to distort and mask an amazing historical event.

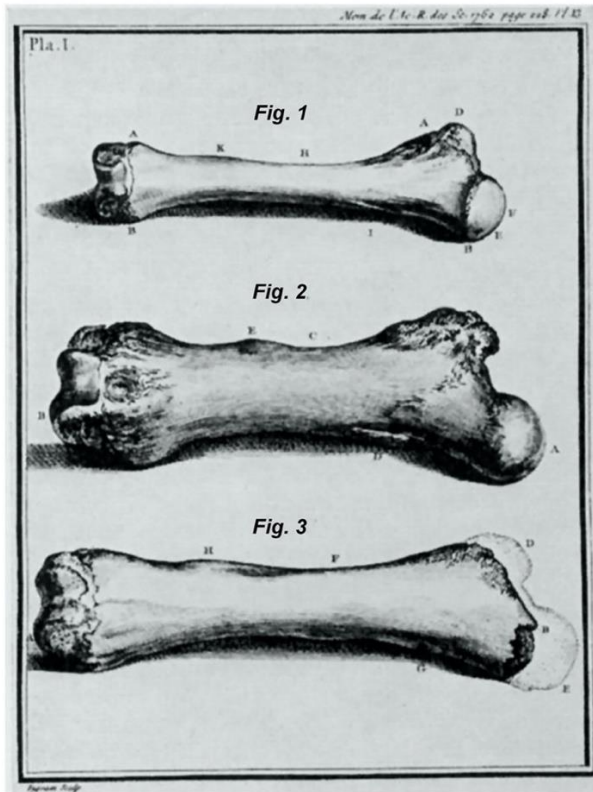


Figure 7. Comparison by Daubenton (1764a) of femora from a recent elephant (Fig. 1), American mastodon from the Longueuil's expedition (Fig. 2), and a Siberian mammoth (Fig. 3). Source: Modified from SIMPSON (1942).

Unfortunately, throughout the years, the 1739 episode at what is now known as Big Bone Lick, has frequently been described from the perspective of European scientists, obliterating the importance of the Indian fossil finders during Le Moyne de Longueuil's expedition (MAYOR 2005). In 1942, American paleontologist George Gaylord Simpson (1902-1984) published a paper in *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 86, titled: "The Beginnings of Vertebrate Paleontology in North America". In this publication, SIMPSON (1942), perhaps the most influential paleontologist of the twentieth century, and a major participant in the modern evolutionary synthesis, discussed the beginnings of vertebrate paleontology in North America, and wrote in a footnote: "Indians were probably involved in the discovery of this locality, but even in that instance they cannot fairly be called the discoverers". Gaylord Simpson argued that the full credit should go only to Charles Le Moyne de Longueuil alone, rejecting Daubenton's description that the Indian hunters were the only ones who actually observed the fossils *in situ* and that they were responsible for collecting and delivering them to Longueuil. Gaylord Simpson also wrote: "Daubenton insisted at some length that the bones were found by savages, incapable

Big Bone Lick

A swamp area, now called Big Bone Lick State Historic Site (Figure 8), is considered the place where the Abenaki guides traveling with Longueuil's army, discovered the mastodon fossils in 1739. However, today at Big Bone Lick State Park in Kentucky, an official biased landmark stated: "Discovered in 1739 by the French Capt. Charles Le Moyne de Longueuil, this famous saline-sulfur spring was frequented for thousands of years by Indians and vast herds of buffalo, deer, and other animals. The first English explorers found here scattered over the lick countless bones and teeth of the extinct Pleistocene elephants, the Mammoth and the Mastodon" (BIG BONE LICK STATE HISTORIC SITE s.f.). In this landmark (Figure 9), there is no mention that Indian hunters actually discovered the fossils and brought them back to Le Moyne de Longueuil's camp. Here too, at the "Birthplace of American Vertebrate Paleontology," Gaylord Simpson's misrepresented vision endures wrongly.



Figure 8. Entrance to Big Bone Lick State Park – Birthplace of American Vertebrate Paleontology. Boone County, Kentucky. Source: <https://parks.ky.gov/explore/big-bone-lick-state-historic-site-7807>

Dr. Adrienne Mayor (MAYOR 2005) stated that clearly, it was the Indians' choice to collect the heavy bones and carry them to their camp that day in 1739. That simple decision was the trigger that initiated paleontological inquiries by Europeans in the New World soon after. Undoubtedly the physical evidence of the fossils themselves and the French historical record that it was "*les Sauvages*" supplying wild meat for Le Moyne de Longueuil's army who discovered the fossils in 1739, support the idea that the Indian party deserves this long-forgotten recognition. Acknowledging this, the first turning point in American paleontological history has been reached.



Figure 9. Historical marker at Big Bone Lick scenic drive - From US 42 near Beaverlick via KY 338 by Big Bone. Source: <https://www.kentuckytourism.com/explore/big-bone-lick-scenic-drive-4845>

An examination of the Philippe de Mandeville's map casts some doubt that Le Moyne de Longueuil's fossil place is located in the now-called Big Bone Lick site. Simpson in 1942 stated: "At present it cannot be affirmed that Longueuil's locality is known or that it was, or was not, Big Bone Lick". The problem is that the actual Ohio River does not match the map of the river drawn in 1740 by Mandeville (Figure 5) in that area. It is believed, however, that Longueuil's fossil locality is situated on the south side of the Ohio (now Kentucky) between the present cities of Covington and Louisville (SIMPSON 1942).

The Indian/Longueuil Fossils at the National Museum of Natural History in Paris

Since about 1865, guarding the entrance of the Paleontological Gallery, at the top of an iron staircase, two great mastodon femurs from the New World were held upright by iron supports. A South American bone on the left was labeled as a supposed gift from the great German geographer and naturalist Alexander von Humboldt (1769-1859) to Cuvier (today it is labeled: *Stegomastodon* from Argentina, a gift of M. Bonnement). The North American mastodon femur to the right was labeled "A Gift of Thomas Jefferson". Nonetheless, as Dr. Mayor mentioned in her book (MAYOR 2005), an American scholar and Associate Professor at Princeton University studying Jefferson's papers in Paris, Howard C. Rice (1904-1980), uncovered a long-dated mistake in 1951. By comparing the meticulous records kept by Thomas Jefferson (1743-1826) of the fossils he sent to Paris, and also Cuvier's records of the specimens received, Rice discovered a mistake and established that the North American femur perfectly matches Daubenton's detailed drawing of the fossil brought to Paris in 1740 by Longueuil. Because of that, there is no doubt that this femur is the very same one found by the Abenaki hunters in the mentioned expedition in 1739. But it was not until 2001, that the label was partially corrected (TASSY 2002). Now the North American femur at the National Museum of

Natural History in Paris (Figure 10) reads: "*Proboscidiens—Mastodonte américain (Mammut americanum)—Fe'mur gauche—Gisement de Big Bone Lick (Kentucky, USA). Pleistocene re'cent—Ce fe'mur, de'couvert au bord de la rivie're Ohio par le baron de Longueuil en 1739, a e'te' de'crit en 1764 par L.J.M. Daubenton qui en de'montra les affinite's e'le'phantines*". Translation: Unfortunately, the real first finders of the *Mammut americanum* are still ignored by the science (CASAS 2025).

The three molars that Daubenton said were brought back by Longueuil in 1740, were listed in the *Cabinet du Roi* by Daubenton under the numbers MCVI, MCVII, and MCVIII and wrongly interpreted as hippopotamus molar teeth. Today, they are preserved in the collection of the Museum's Paleontology Laboratory (Paris), under the respective numbers 1621, 1622 and 1623 (Figure 11), as *Mammut americanum* molars (TASSY 2002). Superb fully assembled *Mammut americanum* skeletons (male and female), are displayed at the University of Michigan (Figure 12).



Figure 10. Original Mastodon left femur, discovered in 1739 by Indian hunters on the Ohio River, and brought to Paris by Charles Le Moyne, Second Baron de Longueuil in 1740. Described in 1764 by Louis Jean-Marie Daubenton, it is actually on display on the Paleontological Gallery at the National Museum of Natural History in Paris. Tag is 12 cm long. Source: Modified from TASSY (2002).

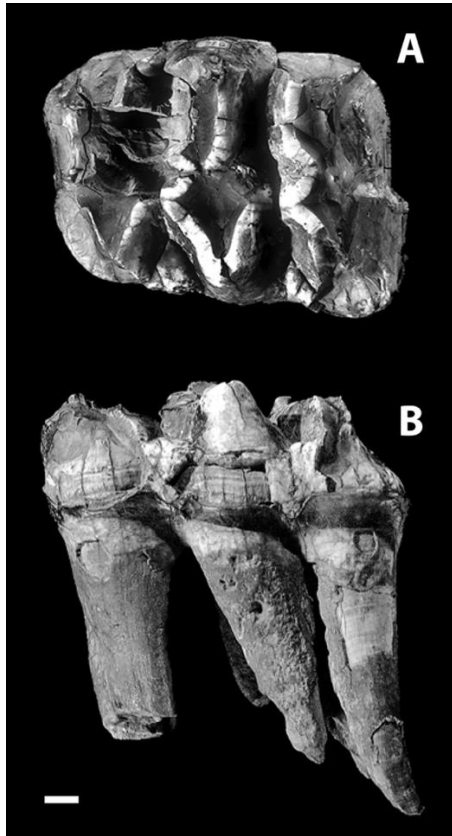


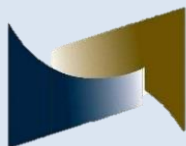
Figure 11. *Mammut americanum* molar. Catalog MNHN 1623. A) occlusal view; B) vestibular view. This molar, brought to Paris by Charles Le Moyne, Second Baron de Longueuil in 1740, was listed by Daubenton (1764a) under the number MCVII. Scale (white bar): 1 cm. Source: Modified from TASSY (2002).



Figure 12. Mounted male (left) and female (right) *Mammut americanum* skeletons at the University of Michigan Museum of Natural History, Ann Arbor, Michigan. Source: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Male_%26_female_mastodons_front.jpg

REFERENCES

- BIG BONE LICK STATE HISTORIC SITE s.f. Retrieved on January, 11th 2025, from <https://parks.ky.gov/explore/big-bone-lick-state-historic-site-7807>
- BRITANNICA. 2025. *French and Indian War*. Retrieved April 13, 2025 from <https://www.britannica.com/event/French-and-Indian-War>
- CASAS, J. 2025. The Birth of the North American Vertebrate Paleontology. *AAPG Explorer*, 5: 22-28 https://explorer.aapg.org/story/articleid/68745/the-birth-of-north-american-vertebrate-paleontology?utm_medium=website&utm_source=1
- DAUBENTON L. J. M. 1764a. Mémoire sur des os et des dents remarquables par leur grandeur. *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, Année MDCCLXII, avec les Mémoires de Mathématiques & de Physique, pour la même Année 1762, Tome premier: 206-229. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/333789#page/6/mode/1up>
- DAUBENTON L. J. M. 1764b. Description de L'Éléphant, in BUFFON G. L. LECLERC DE, *Histoire Générale et particulière, avec la Description du Cabinet du Roi*. Volume 11. Imprimerie Royale, Paris: 94-142.
- DAUBENTON L. J. M. 1764c. Description de la partie du Cabinet qui a rapport à l'Histoire naturelle de L'Éléphant, in BUFFON G. L. LECLERC DE, *Histoire générale et particulière, avec la Description du Cabinet du Roi*. Volume 11. Imprimerie Royale, Paris: 143-197.
- LACHANCE, A. 2003. *Le Moyne De Longueuil, Charles, Baron De Longueuil (1687-1755)*, in Dictionary of Canadian Biography, vol. 3, University of Toronto/Université Laval. Retrieved April 13, 2025, https://www.biographi.ca/en/bio/le_moyne_de_longueuil_charles_1687_1755_3E.html
- MAYOR, A. 2005. *Fossil Legends of the First Americans*. Princeton University Press, 488 p.
- SIMPSON, G.G. 1942. The Beginnings of Vertebrate Paleontology in North America. *Proceedings of the American Philosophical Society*. Symposium on the Early History of Science and Learning in America. 86(1): 130-188.
- TASSY, P. 2002. L'émergence du concept d'espèce fossile: le mastodonte américain (Proboscidea, Mammalia) entre clarté et confusion. *Geodiversitas* 24(2): 263-294. <https://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/articles/pdf/g2002n2a1.pdf>



Academia Nacional
de la Ingeniería y el Hábitat

ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT

BOLETÍN 68

PARTE II

VIDA DE LA ACADEMIA¹

¹ Sección no arbitrada

**COMPENDIOS DE TRABAJOS DE
INCORPORACIÓN ACADÉMICA**

INTERPRETACIÓN INTEGRADA DE ANOMALÍAS GRAVIMÉTRICAS Y MAGNÉTICAS, A PARTIR DE DATOS SATELITALES, EN EL ESCUDO DE GUAYANA: Estados BOLÍVAR Y AMAZONAS¹

Inírida RODRÍGUEZ MILLÁN²

RESUMEN

Se presentan los resultados de la integración de datos gravimétricos y magnéticos satelitales y en términos geológicos, del Escudo de Guayana como parte del cratón homónimo en territorio venezolano, estados Bolívar y Amazonas. Se realizaron mapas de relieve, Anomalías de Aire Libre (AAL), Anomalías de Bouguer (AB) y Anomalías Magnéticas (AM), a partir de las bases de datos satelitales ETOPO1, EIGEN 6C4 y EMAG2 v3, cartografiados mediante la herramienta GMT (Generic Mapping Tools). Se aplicó el procedimiento de continuación analítica del campo hacia arriba CAHA y se seleccionó la CAHA 80km como la más apropiada para la separación regional-residual, ya que no experimenta mayores variaciones, aunque se incrementa esa altura. Tanto el mapa de AB como el de AB regional (CAHA 80km) ilustran el efecto regional del Escudo, con la forma oblonga de los contornos que perfilan la morfología del Escudo. Esta tendencia regional está, asimismo, muy bien expresada a gran escala por los contornos regionales de CAHA 35km y 50km de los datos de anomalía magnética.

El producto final y más importante de este estudio es el mapa de profundidad de la discontinuidad de Moho en el Escudo de Guayana, sobre el cual hay que destacar que es el primero en su estilo para el área de la Guayana venezolana y ha sido generado por inversión de datos gravimétricos satelitales. Se aprecia la profundización de Moho de oeste a este en un rango de 41 a 44.5 km, siendo la máxima profundidad a esa interfase la alcanzada entre 59°- 63° O de longitud y 4°- 6°N de latitud. Los contornos de AB asociados al Moho evidencian la respuesta gravimétrica de una estructura oblonga con orientación preferencial E-O y suaves gradientes en sus flancos principalmente al sur y al oeste. Hacia el noreste se advierte un incremento en el gradiente y se mantiene la orientación E-O sobre terrenos de la Provincia de Imataca. Los contornos de Moho, en la región centrosur del Edo. Amazonas, se orientan en dirección NO, alineados con la serie de paleorifts que caracteriza esa región del Escudo; y los regionales, tanto gravimétricos como magnéticos evidencian el contacto entre los dominios Casiquiare y Ventuari. El regional gravimétrico refleja el buzamiento de Moho hacia el NE, siendo ésta la mayor componente de dicho regional.

ABSTRACT

Gravity and magnetic anomalies interpretation from satellite data, at the Guayana shield, Bolívar and Amazonas states, Venezuela

The results of the integration of satellite gravimetric and magnetic data are presented, and in geological terms, those of the Guiana Shield as part of the homonymous craton in Venezuelan territory, Bolívar and Amazonas states. Maps of relief, Free Air Anomalies (FAA), Bouguer Anomalies (BA), and Magnetic Anomalies (MA) were created from the satellite databases ETOPO1, EIGEN 6C4, and EMAG2 v3, mapped using the GMT (Generic Mapping Tools) software. The procedure of upward analytical continuation (UAC) of the field was applied, and the UAC 80km was selected as the most appropriate for the regional-residual separation, since it does not experience major variations, even if that height is increased. Both the BA map and the regional BA map (UAC 80km) illustrate the regional effect of the Shield, with the oblong shape of the contours that outline the Shield's morphology. This regional trend is also well expressed on a large scale by the regional UAC 35km and 50km contours of the magnetic anomaly data.

The final and most important product of this study is the map of the depth of the Moho discontinuity in the Guiana Shield, which should be highlighted as the first of its kind for the Venezuelan Guiana area and has been generated by the inversion of satellite gravimetric data. The deepening of the Moho from west to east is observed in a range of 41 to 44.5 km, with the maximum depth to that interface reached between 59°- 63° W longitude and 4°- 6° N latitude. The BA contours associated with the Moho show the gravimetric response of an oblong structure with a preferential E-W orientation and gentle gradients on its flanks, mainly to the south and west. Towards the northeast, an increase in the gradient is noted, and the E-W orientation is maintained over terrains of the Imataca

¹ Compendio del Trabajo de Incorporación Académica (TIA) ante la Ilustre Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) de Venezuela, como requisito parcial para optar a su incorporación como Miembro Correspondiente Nacional.

² Ph.D., docente e investigadora, Universidad Central de Venezuela -UCV, Caracas, Venezuela. Correo-e: iniromil@gmail.com

Province. The Moho contours in the south-central region of Amazonas State are oriented in a NW direction, aligned with the series of paleorifts that characterize that region of the Shield; and the regionals, both gravimetric and magnetic, show the contact between the Casiquiare and Ventuari domains. The gravimetric regional reflects the dip of the Moho towards the NE, which is the largest component of this regional.

Palabras clave: interpretación gravimétrica y magnética, mapa de Moho, Escudo de Guayana.

Keywords: gravity and magnetic interpretation, Moho map, Guayana Shield

CAPÍTULO I

1.1. Introducción

El estudio de las anomalías gravimétricas y magnetométricas se ha consolidado, durante el último siglo, como un instrumento esencial para la investigación de la estructura del subsuelo, ampliamente extendido gracias al desarrollo de gravímetros y magnetómetros de muy alta precisión, junto a datos de ubicación y topografía adquiridos mediante sistemas de posicionamiento satelital (*Global Positioning System* -GPS), y más recientemente por el uso de plataformas tecnológicas que se han instalado para facilitar la adquisición y un muestreo sistemático de datos de los campos gravitacional y geomagnético, altura y coordenadas de latitud y longitud, en formatos y estándares de uso universal. Sumado a esto, el mejoramiento de los métodos y técnicas para el procesamiento e interpretación de los datos, con la incorporación de códigos computacionales interactivos y con facilidades gráficas, ha contribuido a posicionar notablemente a la dupla conformada por los métodos gravimétrico-magnéticos, con el adecuado sustento en datos geológicos, como una poderosa herramienta para la interpretación integrada del subsuelo con diferentes fines, a saber: exploración petrolera, minera, y muy especialmente para el modelado geológico, estructural y tectónico en zonas de escudos y cratones.

La actual cobertura de datos se ha multiplicado gracias al accionar de nuevas misiones satelitales, impulsando mejoras en la “calidad del dato” que es ahora más preciso, confiable y accesible. Si a esto se añade un adecuado procesamiento de datos diseñado para resaltar las anomalías de interés geológico en un área particular de un mapa, es indudable que se traducirá en mejoras en la interpretación y el modelado del subsuelo, ya que las anomalías gravimétricas y magnéticas, adecuadamente calibradas con buen conocimiento geológico son clave para el conocimiento de la Tierra y sus recursos.

1.2. Objetivos del trabajo.

General: Caracterizar mediante la integración de datos gravimétricos y magnéticos satelitales y en términos geológicos el Escudo de Guayana.

Específicos:

1. Procesar los datos de gravedad y campo geomagnético disponibles para el estudio mediante técnicas avanzadas de inversión y estimación de profundidad/geometría de las fuentes.

2. Interpretar los resultados obtenidos mediante su correlación con la geología de la región e integración con otras fuentes de datos disponibles.
3. Producir un mapa de la Discontinuidad de Mohorovicic –MOHO del Escudo de Guayana, a partir de datos de Anomalías de Bouguer.

1.3. El Escudo de Guayana

A los efectos de incorporar en este trabajo los aspectos geológico-estructurales y tectónicos más significativos y relevantes del área objeto de estudio “el Escudo de Guayana (guayano-amazónico venezolano), en los estados Bolívar y Amazonas”, el lector es referido a la extensa bibliografía y referencias publicadas por González de Juana et al. (1980), Case et al. (1984), Sidder y Mendoza (1991), y particularmente por el geólogo Vicente Mendoza, autor de numerosas publicaciones sobre la geología y tectónica de esta región, en especial a su trabajo “Evolución geotectónica y recursos minerales del Escudo de Guayana en Venezuela”, de cuya síntesis se presentan en esta sección los elementos esenciales para la interpretación gravimétrico-magnética objeto de este trabajo (Mendoza (2000, 2012).

Los mapas geológicos y tectónicos que han constituido sustento fundamental para la autora en la investigación de esta área han sido compilados o editados por Corpoven (1989), Sidder y Mendoza (1991), Wynn y Bond (1993); Wynn et al. (1993), González de Juana et al. (1980), Pimentel de B. (1984), Hackley et al. (2006) y Mendoza (2012), que proveen una visión general del Escudo de Guayana venezolano y cercanas áreas circundantes; así como aquellos de Herrero y Navarro (1989) que contienen una cobertura gravimétrica y magnética superpuesta sobre la información geológica detallada del área.

Como antecedentes de la cartografía geológica en el área de estudio, cabe destacar el mapa geológico del Escudo de Guayana venezolano, producido digitalmente sobre la base de los mapas geológicos a escala 1:500.000 compilados por el U.S. Geological Survey y la Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., entre 1990 y 1992, utilizando datos geológicos (Sidder and Martínez, 1990; Sidder and Mendoza, 1991), geofísicos (Graterol, 1988; Herrero and Navarro, 1989) entre una extensa compilación de publicaciones disponibles a la fecha. Los mapas resultantes, a escala 1:1.000.000, transformados en archivos ARC-INFO, constituyeron valiosas referencias para la interpretación de la región de Guayana.

El escudo de Guayana, expresión del Cratón Amazónico del Precámbrico de Sur América, que ocupa la región norte de Brasil, los territorios de la Guayana Francesa, Suriname, Guyana y Venezuela, se extiende entre latitudes 1° N – 9°N y longitudes 59°O -70°O, y estuvo unido a la región occidental de África hasta la ruptura de la Pangea, de la cual formó parte integral hasta unos 200 Ma atrás.

El área cratónica venezolana está constituida principalmente por rocas ígneas y metasedimentarias, con batolitos graníticos de composición homogénea, así como esquistos verdes ampliamente distribuidos (Case et al., 1984). Desde cotas cercanas al nivel del mar, la superficie del Escudo de Guayana se eleva lentamente hacia el Sur en vastas mesetas o tepuyes que alcanzan alturas topográficas de 1.200 - 1.800 m sobre el nivel de las sabanas que las rodean, como el Auyantepui y Roraima, siendo el Monte Roraima el punto más alto del *plateau* (2.810m).

El Escudo de Guayana en territorio venezolano está localizado al sur del río Orinoco y conformado por las provincias geológicas de Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima (Mendoza et al., 1977; González de Juana et al., 1980), las cuales se han definido en función de sus direcciones estructurales, estados de deformación tectónica, asociaciones litológicas y metalogénicas, y edades. En la Figura N° 1 se ilustran las provincias litotectónicas que se describen a continuación.

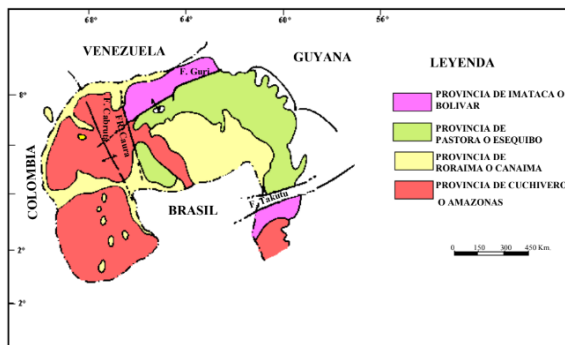


Figura N° 1. Provincias Litotectónicas del Escudo de Guayana, Venezuela. (Mendoza et al., 1977).

1.3.1. Provincia de Imataca.

La Provincia de Imataca ocupa la región extrema norte del Escudo de Guayana, donde aflora en una faja angosta de unos 550 Km. de longitud que se extiende en dirección SOS-ENE (NE-SO) desde el río Caura al oeste hasta el Delta Amacuro al este y, en dirección N-S con una anchura variable entre 50 y 130 Km desde el río Orinoco al norte hasta la falla de Guri, al sur. (Menéndez, 1968; Mendoza, 1973, 1977). La falla de Guri constituye el rasgo tectónico más relevante del Escudo de Guayana, la cual se comporta como falla inversa de ángulo alto, con superposición de rocas de Imataca sobre Pastora, en la parte continental, y como una falla de transformación en su extensión oceánica hacia el Atlántico (Mendoza, 2012).

Mendoza (2000, 2005a) señala que, desde el punto de vista litológico, la Provincia de Imataca está formada por rocas de alto grado metamórfico, incluidos gneises graníticos, granulitas félsicas (60% - 75%), anfibolitas, granulitas máficas y ultramáficas (15% - 20%). Se presentan, asimismo, cantidades menores de formaciones bandeadas de hierro (*banded iron formations* –BIF) constituidas principalmente por asociaciones cuarzo-magnetita, que se localizan en pliegues isoclinales y se presentan en bandas y lentes ricos en cuarzos (con espesores de pocos centímetros a 10 m, variables localmente entre 10 y 200 m) alternados con bandas ricas en óxidos de hierro.

La Provincia de Imataca contiene, adicionalmente, remanentes de cinturones de rocas verdes trondhgemíticas, tonalíticos y granodioríticos (CRV – TTG) y gneises tipo Complejo Granítico Supamo de 2,1-2,2 Ga (comunicación personal Grande, 2024), superpuestos en forma de *klippen* o napas erosionadas, así como mármol dolomítico, charnockitas, anortositas, granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales menos metamorizados y más jóvenes. Según Espejo (1974), hacia la porción occidental del complejo, se desarrollan domos equidimensionales, muchos de ellos orientados en dirección norte-sur.

Las rocas de alto grado metamórfico han sido interpretadas por Mendoza (2012) como evolucionados primitivos de CRV y complejos graníticos potásicos y sódicos, varias veces tectonizados y metamorizados hasta alcanzar las facies anfibolita y granulita, en la colisión de microcontinentes, siendo luego parcialmente metamorizados de forma retrógrada. La secuencia está intrusionada por 15 cuerpos graníticos básicos; entre ellos, La Esperanza y Real Corona.

En términos estructurales, la Provincia de Imataca registra más de seis dominios tectónicos, separados entre sí por grandes fallas tipo corrimientos. Internamente el plegamiento es isoclinal con replegamiento más abierto. En la parte norte, los pliegues tienen rumbo NO mientras que en la parte sur la tendencia dominante de los pliegues es N60-70E que es la que predomina regionalmente, es decir, aproximadamente paralelas a la falla de Guri. La Provincia de Imataca exhibe un contacto superior discordante con rocas de la Provincia de Pastora y su contacto inferior se desconoce, aun cuando se especula que haya formado parte del basamento de la secuencia supracortical de los cinturones de rocas verdes (Kalliskoski, 1965).

No se han encontrado rocas similares a las del Complejo Imataca al oeste del río Caura, lo que ha llevado a concluir que dicho cauce, también denominado “sutura Caura” (Mendoza, 2012), además de constituir el límite occidental de esta provincia y la zona de contacto con las provincias de Pastora y Cuchivero, podría marcar el límite del borde continental próximo a una zona de subducción o constituir parte de una corteza sílica parcialmente asimilada y parcialmente afectada por las intrusiones de la Asociación Cuchivero y del Granito Rapakivi del Parguaza.

En concordancia con las determinaciones de edad del protolito de Imataca, mediante análisis radiométricos por los métodos Rb/Sr y U/Pb en roca total, González de Juana et al. (1980) destacan que Imataca comprende las rocas más antiguas que a la fecha han sido datadas en el Escudo de Guayana (3.600-3.500 m.a.). Otras determinaciones de edades radiométricas en rocas del complejo arrojan valores del orden de los 3.000 a 2.700 m.a. en los gneises y 2.000 m.a. en los granitos intrusivos (Espejo, 1974).

1.3.2. Provincia de Pastora

La Provincia de Pastora, ubicada al sur de la Provincia de Imataca, con la cual se encuentra en contacto a través de las fallas de Guri (E) y Santa Bárbara (O), se extiende hacia el sur hasta su contacto con la Provincia de Roraima en las cercanías del Parque Nacional Canaima y, en sentido oeste-este, desde el río Caura hacia el este, hasta los límites con la región del Esequibo, Guyana, Surinam y la Guayana Francesa (Menéndez, 1968; Mendoza, 2000, 2012).

La Provincia de Pastora incluye como litología predominante rocas volcánicas ácidas, intermedias y básicas con sedimentos asociados, que han sufrido metamorfismo regional de bajo grado, en las facies de los esquistos verdes y de la anfibolita. Esta provincia está formada por una secuencia supracortical de rocas verdes ubicadas preferentemente en zonas sinclinoides entre domos graníticos (Mendoza 1973, 1977).

Según Mendoza (2012), la Provincia de Pastora -también denominada Provincia del Oro- está conformada por antiguos CRV delgados, tectonizados, tipo “Carichapo”, con tendencias estructurales próximas a N-S (N10E a N20O), formados en/o cerca de un arco de islas en una zona de convergencia, así como por CRV más jóvenes, anchos, menos tectonizados y menos metamorfizados, tipo “Botanamo”, con orientaciones preferenciales de dirección E-O (N70-80E), formados en la cuenca ante-arco. Adicionalmente, incluye complejos graníticos TTG (tonalita, trondhjemitita, granito: granitos sódicos) como el Complejo Granítico de Supamo, el cual ha sido descrito por Mendoza et al. (1977) como un conjunto de rocas graníticas intrusivas incluidas tonalitas, trondhjemitas, granodioritas cuarzo-monzonitas, gneises y migmatitas, de edad alrededor de 2.817 ± 57 m.a – 2.595 ± 50 m.a.

El espesor estratigráfico del CRV de Pastora es de cerca de 8-10km, con volcánicas máficas a félsicas metamorfizadas y metasedimentarias. La facies metamórfica varía de sub-esquisto verde en el centro del cinturón de anfibolita, producida por metamorfismo termal cerca del contacto con el Granito de Supamo.

En la Provincia de Pastora se distingue la presencia de estructuras mayores, de gran extensión, entre las que destacan: arqueamientos dómicos granítico-gnéisico-migmatíticos (Menéndez, 1972), cinturones de rocas verdes (CRV) asociados con flexuras muy complejas, en forma de sinclinorios, acomodados entre los arqueamientos y/o domos graníticos-gnéisicos que los rodean (Menéndez, 1973; Gibbs, 1979;

Condie, 1981) y fallas de distintos tipos y edades, con patrones de lineamientos NW en la unidad basal de la Asociación Carichapo y NE en la unidad más joven o Asociación Botanamo. Con relación a los posibles basamentos que se pueden presentar en esta provincia, Mendoza (1973, 1977) considera que fue un basamento oceánico de composición máfica, con extremos continentales actualmente aflorantes: Complejos de Imataca al norte y Kanukú en Guyana, y granitos sódicos de los Complejos de Supamo y Bártica en Venezuela y Guayana, respectivamente. Mediante la aplicación de diferentes métodos de datación, entre ellos el de U-Pb, Menéndez (1994) ha establecido una edad entre 2050 y 2300 Ma para la unidad.

La Provincia de Pastora contiene variados depósitos de hierro y yacimientos menores de caolín, manganeso y bauxita; se caracteriza, asimismo, por la presencia de importantes recursos auríferos y de metales base como Cu, Pb, Zn y Mn. Los depósitos de oro se formaron al final de la orogénesis Transamazónica cuando gran parte del proceso de traslado tectónico y cierre oceánico había ocurrido y aún continuaron algo más tarde de tal cierre. El cierre oceánico se inició hacia los 2.100 Ma, concluyó hacia los 2.000 Ma y con ello la aloctonía y la formación final de los depósitos de oro. En esta provincia se encuentran las unidades El Callao y Las Cristinas, ambas contentivas de grandes depósitos auríferos, con edad de mineralización aurífera de unos 2.060 Ma. (Mendoza, 2012).

1.3.3. Provincia de Cuchivero

La Provincia de Cuchivero se ubica en la región sur-central y occidental del Escudo de Guayana venezolana, ocupa gran parte del estado Bolívar desde donde se extiende hacia el sureste del estado Amazonas, formando parte de las rocas del Proterozoico no-diferenciado (Siddler y Mendoza, 1995; Mendoza, 2012). Está conformada esencialmente por rocas plutónicas en las que predominan los granitos calco-alcalinos, así como rocas meta-volcánicas félsicas y meta-sedimentarias, que en gran proporción se distribuyen ocupando sinformes entre grandes masas graníticas y siguiendo un patrón estructural N-NE; además, presenta sills, diques de diabasas y vetas pegmatíticas.

Las rocas que constituyen a la Superasociación de Cuchivero fueron formadas en un ambiente post-colisión, asociado a procesos de metamorfismo de bajo grado, regional, con intrusiones comagmáticas graníticas, emplazadas en un periodo ulterior, unos 10-20 Ma después de las Riolitas de Caicara (lavas y tobas riolíticas levemente metamorfizadas de 1.760 Ma). En cuanto a la edad de esta provincia se han realizado diferentes dataciones por los métodos de K/Ar (Martín B., 1968) que lo sitúan entre 1.100 y 1.800 Ma, durante los eventos Orinoquense y Transamazónico.

Una de las diferencias fundamentales entre los granitos post-colisionales, tipo “Cuchivero”, y los granitos rapakivi, tipo “Parguaza”, es que los primeros son de tendencia calco-alcalina, poco diferenciados, mientras que los segundos son de tendencia tholeítica muy bien diferenciados. En concordancia

con Mendoza (2005b), es importante destacar lo significativo que ha sido el proceso de acreción de nueva corteza continental al Cratón Amazónico gracias a los grandes volúmenes que representan los rapakivis y otras intrusiones, a la ya añadida por los arcos magmáticos tipo Cuchivero, en el Mesoproterozoico. Como elementos característicos de la Provincia de Cuchivero, es relevante señalar también la presencia de la carbonatita intrusiva de cerro Impacto, de lamprofiros y de las kimberlitas eclogíticas diamantíferas de Guaniamo.

Según refiere Mendoza (2012), Schulze y colaboradores (2005) han postulado que infrayacente a los granitos tipo Guaniamo y de las facies equivalentes del Granito Rapakivi del Parguaza, es decir, debajo de zonas en las cuales afloran rocas de la provincia de Cuchivero, se encuentra un basamento tipo “Imataca” /manto neoarqueano, obductado, que a su vez yace sobre litósfera oceánica arqueana subductada. Con relación al contacto superior, discordantemente, sobre el Supergrupo Cedeño yacen rocas metasedimentarias de muy bajo grado del Supergrupo Roraima.

La zona de contacto o sutura entre las provincias de Imataca, Pastora y Cuchivero se localiza hacia el actual río Caura y marca una gran discordancia en tiempo (3,41 Ga de Imataca y 2,2 Ga de Pastora versus 1,80 Ga de Cuchivero), composición y metamorfismo: granulitas y anfibolitas de Imataca, y esquistos verdes y anfibolitas de Pastora, vs. rocas volcanoplutónicas félsicas calcoalcalinas, sin metamorfismo o con muy bajo grado metamórfico de la Asociación Cuchivero; así como de tendencias estructurales (ENE de Imataca, NO de Pastora y NE de Botanamo versus NNO de Cuchivero) que se denomina Frente Tectónico o Sutura Caura. (Mendoza, 2005b, 2012).

Hace unos 210-200 M.a. se inició la separación de África de Sur América, dando origen al Atlántico, con la última reactivación de la falla de Guri, actuando como una falla transcurrente en zona continental y como falla de transformación en áreas oceánicas. A través de la falla de Guri y de fallas paralelas y subparalelas a ella (fallas Guasipati, Laguna, etc.) en el Escudo de Guayana se emplazaron rocas toleíticas máficas y hasta alcalino-máficas (comunicación personal, Grande 2024). El Escudo de Guayana permaneció estable desde entonces con levantamientos isostáticos, dejando algunos graben con depósitos de sedimentos terciarios como los de Kanukú en Guyana.

La Provincia de Cuchivero contiene el gran batolito de Granito Rapakivi de Parguaza (Mendoza, 1973), donde se desarrolló el yacimiento de bauxita de Los Pijiguaos. Su potencial aurífero es bajo excepto en el extremo sur donde posiblemente contenga un cinturón de rocas verdes (USGS y CVG TECMIN C.A, 1973). En la región de Guaniamo se encuentran yacimientos aluvionales de diamante en producción y se han ubicado cuerpos de kimberlita asociados. Posee, asimismo, un buen potencial de mineralización de Ti, Nb-Ta, Zr y Sn en aluviones y suelos residuales.

1.3.4. Provincia de Roraima

El Grupo Roraima ocupa la zona central del estado Bolívar, extendiéndose en dirección N-S desde los límites del Parque Nacional Canaima hasta el sur del estado Bolívar, cercanías de la población de Santa Elena de Uairén, región suoriental extrema del Escudo de Guayana, y en dirección oeste – este desde las cercanías del río Paragua, en el estado Amazonas, hasta la zona limítrofe con Guyana y Surinam. Adicionalmente, se encuentran remanentes erosionales de esta provincia en la parte SO del estado Bolívar (Jaua Sarisariñama), en la serranía de La Neblina (sur del Edo. Amazonas), en los tepuyes Duida-Marahuaca (zona central Edo. Amazonas) y en los cerros Autana y Yaví (Amazonas occidental). El afloramiento de este grupo ocurre en forma de tepuyes (mesetas aisladas, muy comunes en esta provincia), siendo entre éstos los más conocidos: Autana, Cuao, Parú, Morrocoy, Duida-Marahuaca, Yapacana, Cuquenán, Roraima, los cerros de La Neblina, Avispa y Aracamuni en el extremo sur del país.

Para Mendoza (2012), el Súpergrupo Roraima está conformado por areniscas arcósicas, cuarcitas, conglomerados, lutitas y tobas vítreas, no metamorizadas, de edad Proterozoico Inferior, intrusionadas por extensos cuerpos tabulares de diabasas y rocas gabronóriticas cuarcíferas a máficas, olivínicas, atribuidas a la Asociación Avanavero. Los sedimentos presentes en el Grupo Roraima mantienen una disposición casi horizontal y en su constitución predominan cuarzo arenitas con menores proporciones de areniscas, lutitas y tobas volcánicas silicificadas.

La Provincia de Roraima comprende las últimas rocas depositadas sobre el Cratón Guayanés, tras la Orogénesis Transamazónica. La depositación de los sedimentos de Roraima ocurrió durante un periodo de millones de años posterior a la estabilización del cratón. Esta sedimentación no es la única responsable de la subsidencia en la región; entre los factores contribuyentes existen desde procesos geotectónicos y de levantamiento del cratón, hasta el crecimiento de la corteza por procesos pasivos millones de años después. Según Gibbs y Barron (1993), la corteza continental al este del Edo. Bolívar es más densa, como se observa en las Provincias Imataca y Pastora, por haber sufrido un proceso termal más reciente que los procesos termales debilitados en la corteza arqueana occidental.

Las rocas sedimentarias del Grupo Roraima son de origen continental y transicional, producto de la depositación en ambientes mayormente fluviales, deltaicos a localmente marino-costeros, lacustrinos, en canales de ríos de baja sinuosidad y llanuras aluviales, distributarios deltaicos encima de lagos interdeltaicos, lagunas costaneras a bahías interdeltaicas, playas sin barras y llanuras intramareales (Mendoza, 2012). El ambiente de sedimentación para la secuencia de Roraima es el de una cuenca tectónica en constante hundimiento; este fenómeno permitió el alojamiento de grandes espesores de sedimentos, de los cuales quedan como residuo los tepuyes. La Provincia de Roraima carece de un marcado tectonismo y se caracteriza por la presencia de

sinclinales suaves muy abiertos, de muy bajo buzamiento, con algún fallamiento. Los únicos depósitos sedimentarios geológicamente jóvenes, son de aluviones depositados en los valles que separan los macizos montañosos (Urbani, 1976).

En el Escudo de Guayana no se conocen formaciones más jóvenes, descansando directamente sobre el Grupo Roraima. La edad del Grupo Roraima ha sido determinada en forma relativa, por métodos radimétricos en rocas ígneas intrusivas (diabasas) y tobas asociadas. Tales edades, dentro del Grupo Roraima en Venezuela oriental, Brasil, Guyana y Surinam, varían entre 1.700 - 1.800 Ma haciéndose más jóvenes hacia el oeste (inverso al comportamiento del espesor sedimentario en el Grupo). El Grupo Roraima incluye hasta 3.700 m de espesor en areniscas rosadas y rojas, con tobas jasperoides, conglomerados, limolitas y lutitas.

En la Provincia de Roraima se reconocen varios tipos de depósitos minerales y algunos potenciales depósitos epitermales auríferos localizados en la cuenca del río Parguaza, cercano al tepuy Yapacana en el estado Amazonas, así como vetas de cuarzo aurífero intrusivas en sedimentos de Roraima, en particular hacia su base. La mineralización aurífera es local y de tipo secundario. Destacan, también, conglomerados que son fuentes de diamante y oro aluvial al este del Escudo (Mendoza, 2012). Es igualmente concebible la formación de depósitos de uranio en el contacto entre la Provincia de Roraima y el basamento. Por otra parte, la meteorización de las intrusiones básicas en el Grupo Roraima ha originado la formación de extensos mantos de lateritas bauxíticas, especialmente en Venezuela y parte de Guyana.

En la Figura N° 2 se presenta el Mapa Geológico en alto relieve del Escudo de Guayana (Tomado y modificado de Hackley et al., 2005)

1.3.5. Provincias/Dominios del Estado Amazonas.

Bajo la denominación “Rocas proterozoicas sin dividir o sin diferenciar” dada por CVG Tecmin CA-USGS (Sidder y Mendoza, 1995), se agrupa al conjunto de rocas que cubren el territorio del Edo. Amazonas, incluidos remanentes de CRV, metasedimentos pelíticos y samíticos asociados con metamorfismo en la facies de la anfibolita, granitos (TTG) y potásicos intrusivos, que parecieran ser equivalentes a los CRV del tipo Pastora-Botanamo, pero más tectonizados por efectos de fallamiento y cizallamiento intenso, predominantemente en dirección NE. Las provincias de Imataca, Pastora y Cuchivero, que forman parte del basamento, no están claramente identificadas en la región del Edo. Amazonas, sino bajo la precipitada “zona sin diferenciar”. Sólo en la región más septentrional del Edo. Amazonas, al norte de San Fernando de Atabapo, se reconoce la presencia de la Provincia de Cuchivero. La Provincia de Roraima, por su parte, está presente en las mesetas o tepuyes.

Barrios et al. (1985), sobre la base de dataciones por métodos isotópicos U-Pb, Rb-Sr y K-Ar de más de 300 muestras de rocas colectadas en el estado Amazonas, han propuesto la definición de dos dominios petrotectónicos producto de dos eventos geotermiales de diferentes edades en esa región. Un dominio llamado Ventuari (DV) (Subprovincias Ayacucho y Manapiare), conformado por rocas granítico-gnéisicas de carácter regional que datan de la orogénesis Transamazónica (2.200 - 1.800 Ma), con relieve accidentado, asociaciones vulcano-plutónicas, coberturas sedimentarias tabulares con relieve plano altamente erosionado (rara vez alcanzan los 500 m.s.n.m.), rocas metamorizadas con foliación de débil a intensa, escasos afloramientos de granitoides, algunos afectados por migmatización, sin reportes de macizos alcalinos, intrusiones y cobertura. La Subprovincia de Ayacucho comprende rocas graníticas, cuarzo en abundancia, con biotita, epidoto y magnetita; ocasionalmente se presenta interestratificada con metavolcánicas. La Subprovincia de Manapiare está conformada por intrusiones de rocas tipo Riolitas de Caicara, y de granitos biotíticos, como los de Kakurí y Parú, tipo Granito de Santa Rosalía de la Asociación Cuchivero.

Mendoza et al. (1977) citan dos dominios adicionales, pocos estudiados, los dominios del Alto Orinoco y de Siapa. En el Dominio tectónico del Alto Orinoco ocurren asociaciones similares a los CRV del Paleozoico y Mesoproterozoico Temprano, y hacia el extremo S-SE de la Subprovincia de Manapiare abundan granitos rapakivis, tipo Parguaza, entre los que destacan el Granito de Parima y el Granito de Surucucú. Y al sur del Dominio Casiquiare, hacia el extremo meridional del Edo. Amazonas, según Barrios et al. (1985), se encuentra el Dominio de Siapa (DS) conformado por granitoides afectados por metamorfismo regional, con una edad de formación de 1.693 ± 33 Ma, contemporánea con la del Dominio Casiquiare y el evento Río Negro – Jurueña.

Según Mendoza (2012), el pico o máximo del metamorfismo y magmatismo sintectónico de estas rocas ocurrió entre 1.880 - 1.780 Ma y se correlaciona con la orogénesis Transamazónica, posterior al cierre de Pastora contra Imataca y la pre-sedimentación de la base del Grupo Roraima, e incluyó intrusiones ligeramente posttectónicas como las de la Asociación Cuchivero en la parte norte y SE del Escudo, con rocas afectadas por muy poco o ningún metamorfismo, a gneises graníticos tonalíticos y dioríticos, más antiguos que Cuchivero. De lo anterior se deduce que el Cratón Amazónico del continente Suramericano tenía un margen oriental pasivo, con el inicio de la sedimentación de la parte basal del Grupo Roraima, afectado por intrusiones anorogénicas máficas (Asociación Avanavero), mientras que al otro extremo del Cratón Amazónico, el borde oeste era un margen activo y la zona de subducción estuvo migrando hacia el oeste, quizá hasta comienzos del Neoproterozoico (1,0 Ga), es decir el mismo modelo de la cordillera andina actual.

INTERPRETACIÓN INTEGRADA DE ANOMALÍAS GRAVIMÉTRICAS Y MAGNÉTICAS, A PARTIR DE DATOS SATELITALES, EN EL ESCUDO DE GUAYANA: Estados BOLÍVAR Y AMAZONAS

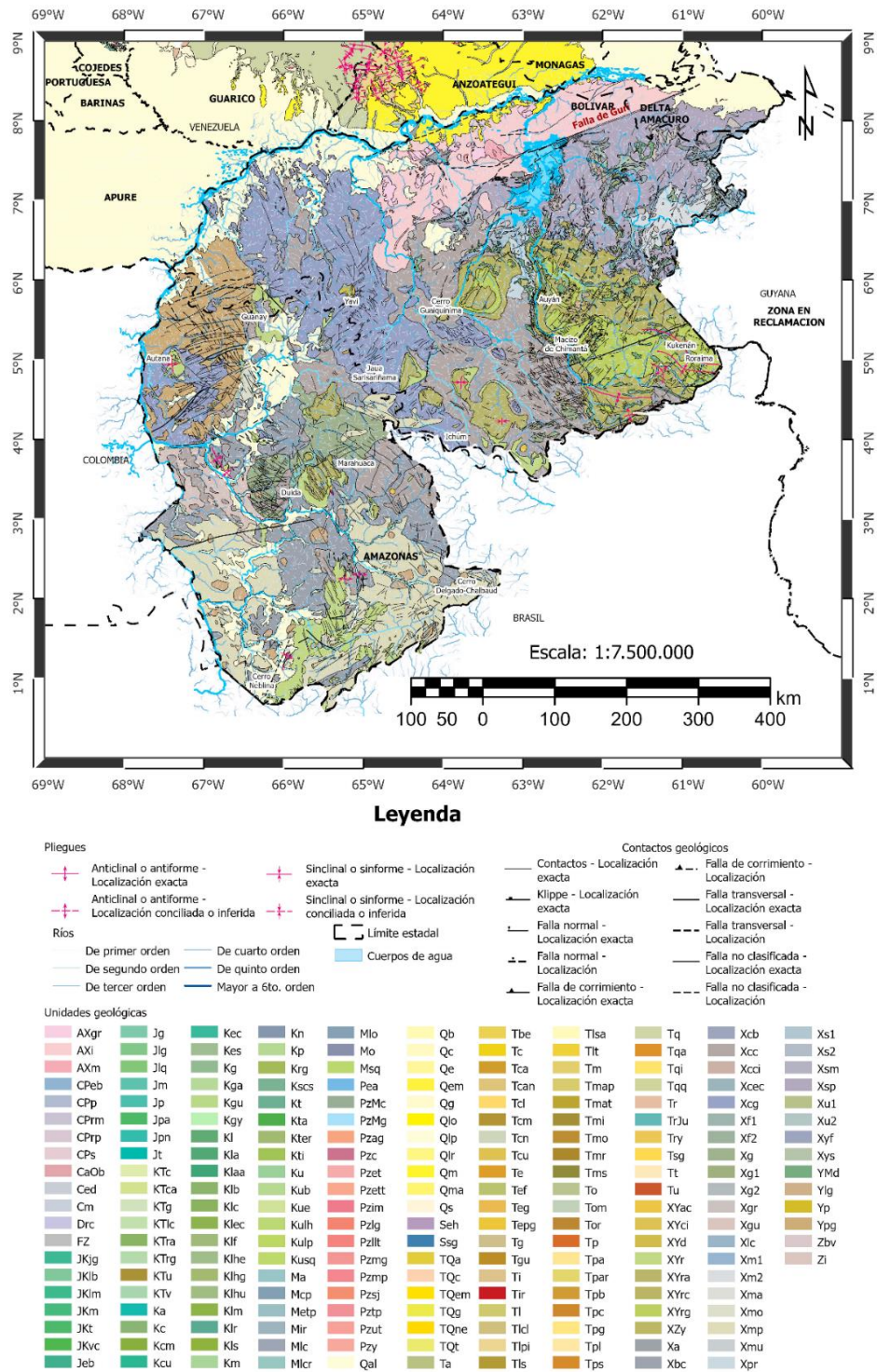


Figura N° 2. Mapa geológico en alto relieve del Escudo de Guayana (Tomado y modificado de Hackley et al., 2005).

Barrios et al. (1985) han señalado que el curso del río Orinoco marca la zona límite entre los dominios Ventuari y Casiquiare (DV y DC), perfilando a su vez la zona de sutura entre las provincias conformadas por los cinturones móviles Maroní - Itacaiúnas y Río Negro - Jurueña, ambas fajas móviles derivadas de material sub-cortical. La zona donde el río

Orinoco cambia de curso de NO (Santa Bárbara-Alto Orinoco) a N-S (Atabapo-Puerto Ayacucho) y que tiene dirección E-O (Atabapo-Santa Bárbara), representa un frente tectónico o zona de sutura donde se enfrentan las rocas anorogénicas como el Granito Rapakivi del Parguaza, al norte de Atabapo (1.450 - 1.560 Ma) vs. migmatitas granítico-

tonalíticas, tipo Complejo Granítico Supamo inmediatamente al sur de Atabapo y gneises y migmatitas de Macabana, próximos a Santa Bárbara (1.859 ± 30 Ma). Esta zona marca también el contacto entre los dominios Ventuari y Casiquiare (Barrios et al., 1985) y entre las provincias Maroní-Itacaiúnas y Río Negro-Juruena (Gaudette y Olszewski, 1985, en Mendoza, 2012).

Así pues, es conveniente reagrupar las rocas aflorantes en el estado Amazonas en cinco provincias o dominios petrotectónicas que Mendoza y otros (1977) denominaron de la siguiente forma: Ayacucho, Manapiare, Alto Orinoco, Siapa y Casiquiare. Las subprovincias Ayacucho y Manapiare equivalen al Dominio Ventuari y las del Alto Orinoco, Siapa y Casiquiare equivalen al Dominio Casiquiare, redimensionado, y se extienden a los cinturones móviles de Maroní-Itacaiúnas y Río Negro Juruena en Brasil (Barrios y otros, 1985). En la Figura N° 3 se ilustran las Provincias Petrotectónicas del Estado Amazonas, tomado de Mendoza (2000).

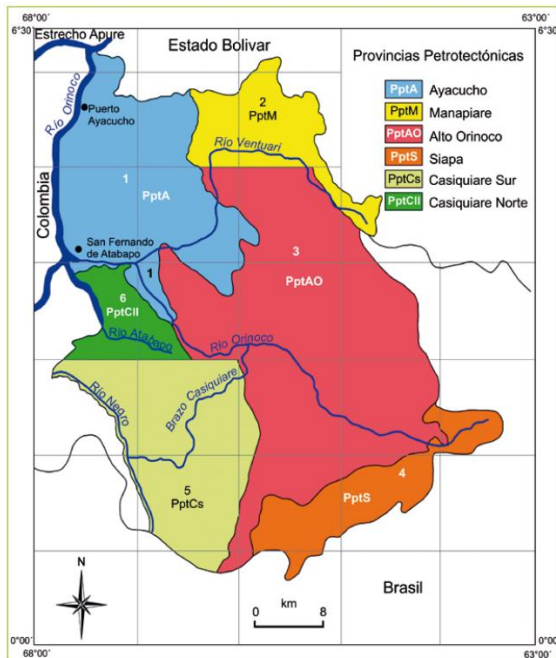


Figura N° 3. Provincias petrotectónicas del Estado Amazonas (Tomado de Mendoza, 2000)

1.4. Cuerpos Graníticos en el Escudo de Guayana

Según González de Juana et al. (1980), en la Guayana venezolana se distinguen, a grandes rasgos, de acuerdo a su composición química, petrografía y estudios radiométricos, cuatro conjuntos de rocas graníticas considerados como los más representativos de la Guayana venezolana, a saber:

a) Gneises graníticos del Complejo Imataca (3.600 Ma – 2.700 Ma): Dentro de este conjunto granítico se describen rocas gnéissicas, foliadas a masivas, leucocráticas a mesocráticas, metamorizadas, asociadas a rocas granulíticas y

anfibolíticas, y se distinguen gneises graníticos, gneises félsicos y charnokitas, pertenecientes a la Provincia de Imataca.

b) Granitos Sódicos del Complejo Supamo (3.000 Ma – 2.200 Ma): Comprenden rocas masivas a foliadas, que forman cuerpos dómicos ensanchados contra apretados sinformes de “rocas verdes”. Las rocas graníticas de este conjunto están metamorizadas al nivel de las facies de los esquistos verdes y anfibolita epidótica.

c) Granitos del Grupo Cuchivero (alrededor de 1.900 Ma): Son rocas masivas a foliadas, con altos contenidos de SiO_2 , metamorizadas a las facies de los esquistos verdes, parte inferior; en conjunto, corresponde al Grupo Cuchivero y a los granitos jóvenes.

d) Granitos post-tectónicos del Parguaza (1.600 Ma – 1.500 Ma): Incluye rocas masivas, post-tectónicas, localmente recrystalizadas, pero aparentemente no metamorizadas. Destaca su alto contenido de xenolitos de muy variada composición. En este grupo están comprendidos, entre otros, los granitos rapakivi de Parguaza.

1.5. Cinturones de Rocas Verdes –CRV del Escudo de Guayana.

Bajo la denominación de Cinturón de Rocas Verdes (CRV) se describe a estructuras sinformes de grandes dimensiones, constituidas por secuencias supracorticales volcánico-sedimentarias envueltas por cuerpos graníticos sódicos, que cubren extensas áreas en los escudos del Precámbrico (Menéndez, 1994). En general, los CRV son mayormente de origen volcánico, parcialmente sedimentarios y representan remanentes de coberturas superficiales. La mayoría son de edad Arqueozoico, sin embargo, se conoce la existencia de un número menor de CRV de edad Proterozoico, como algunos de los que afloran en el Escudo de Guayana.

Un típico CRV del Arqueano se constituye a partir de una unidad de rocas volcánicas máfico – ultramáficas, continúa con una unidad de volcánicas máfico – félsicas, seguida de una unidad sedimentaria de rocas volcánicas calcoalcalinas, grauvacas y lutitas, para terminar en una unidad sedimentaria arenácea de cuarcitas, subgrauvacas y conglomerados. Los cinturones del Proterozoico Temprano mantienen la misma secuencia, excepto por el pobre desarrollo de lavas ultramáficas en la unidad máfico – ultramáfica inicial. Como señala Menéndez (1994), en la Guayana Venezolana se han identificado varios CRV y sus remanentes en la Provincia de Imataca (La Esperanza, Remanente del Torno y Remanente de Río Claro) y en la Provincia de Pastora (Guasipati, La Introducción, El Caroní y El Dorado).

1.6. Evolución tectónica del Escudo de Guayana.

Según González de Juana et al. (1980), los principales eventos tectónicos que marcan la evolución del Escudo de Guayana, de más antiguo a más joven, se reflejan en las provincias de Guayana en: Guriense, por el método Rb/Sr en roca, edades

entre 3.000 – 3.600 Ma, las edades más antiguas detectadas en el Escudo de Guayana, corresponden a la edad del protolito de Imataca, al Complejo Granítico de Supamo, al sur de la falla de Guri. Este evento quedó impreso en las rocas del Complejo Imataca, por determinaciones Rb/Sr en roca total que han dado una edad de 2.800 Ma.

Evento Pre-Transamazónico: La edad K/Ar de 2.100 Ma, registrada en biotita en las trondhjemitas de Guri indica un evento termal producido por rocas que cristalizaron próximas a ellas, como son los granitos potásicos o granitos jóvenes (Granito de San Pedro y Granito de la Encrucijada).

Evento Transamazónico: Este evento ha sido registrado en la Provincia de Cuchivero o Amazonas. La edad de formación de las rocas de esta provincia se basa en determinaciones Rb/Sr en isócronas de roca total de 1.875 Ma para el Granito de Santa Rosalía, 1875 Ma para el Granito de San Pedro y 1.740 Ma Rb/Sr en isócronas de roca total para el Granito de La Paragua.

Evento Parguazense: Este evento está representado por rocas del Grupo Suapure, o sea el Granito del Parguaza y el de Los Pijiguaos. Determinaciones Rb/Sr en isócronas de roca total y U/Pb dan una edad entre 1.400 – 1.600 Ma.

En concordancia con la secuencia de eventos litotectónicos del Escudo de Guayana, presentada por Sidder y Mendoza (1995) y Mendoza (2012), se describen a continuación los aspectos esenciales de las fases determinantes en la evolución tectónica del Escudo de Guayana venezolana, el cual ha sido partícipe durante su historia geológica de cuatro ciclos tecto-termales de significación mundial, comenzando por la Orogénesis Guriense (3.600 – 2.700 Ma.), que junto a la Orogénesis Pre Transamazónica, Guayanense o Aroensis (2.600 – 2.100 Ma.) representa el inicio de la formación de CRV primitivos sin eclogitas ni esquistos azules, seguida por la Orogénesis Transamazónica (2.000 – 1.700 Ma., la Orogénesis Nickeriana/Orinoquense (1.200–800 Ma.), más un evento local llamado Brasiliano o Panafricano (600 – 500 Ma.)

Es a partir del Arqueano (3.800 – 2.500 Ma) cuando, producto de las convecciones de calor del manto, en períodos de grandes inestabilidades, cambios y evolución en la interfase manto-corteza, con predominio de plumas mantelares, cuando se da paso a la tectónica de placas con zonas de subducción de poca pendiente.

El Complejo de Imataca, en el Escudo Guayanés, se formó durante la Orogénesis Guriense, un período signado por levantamiento, fallamiento (fallas de Guri y Kanukú) con intrusión de los primitivos CRV por rocas gabroide-dioríticas en asociación TTG. Posterior a la Orogénesis Guriense, la Orogénesis Pre Transamazónica se caracteriza por la anfibolitización, granulitización y migmatización de microcontinentes que durante y luego de su aglutinación por colisiones múltiples, se adicionaron unos a otros, hasta constituir el espeso cratón Imataca-Kanukú, etc., hacia 2.7-2.5 Ga, para formar parte del 1er gran supercontinente denominado Guayanensis (Mason et al., 1995).

A consecuencia de los efectos de las plumas mantelares, el supercontinente Guayanensis entró en disrupción (2.400 – 2.300 Ma), dando paso al emplazamiento del manto superior a la corteza Imataca, del momento. La Orogénesis Transamazónica, iniciada en el Paleo-Proterozoico, constituye una etapa de diversos cambios tectónicos desde el desarrollo de océanos, la formación de rocas graníticas (Asociación Cuchivero) interpretadas por Sidder y Mendoza (1995) como granitos post-colisión o post cierre del océano, la formación y/o reactivación de rocas graníticas TTG de Supamo, la finalización del magmatismo, etc.

Durante el período final de la acreción del Cratón Amazónico, se produjo un largo, persistente e irregular proceso de sedimentación que cubrió en forma discordante los granitos rapakivi del Parguaza, en ambientes fluviales y marinos poco profundos, y duración alrededor de unos 400 - 700 Ma (entre 1.900 y 1.500 Ma). Esta extensa cubierta de areniscas, cuarcitas y otras rocas sedimentarias silíceas, constituye la actual Provincia de Roraima (Mendoza, 2000).

El último ciclo de los cuatro eventos tectónicos del Escudo de Guayana, conocido a nivel mundial como Orogénesis Nickeriana y en los terrenos suramericanos como Orinoquense es de edad similar a la Grenvilliana. Esta Orogénesis Nickeriana fue un periodo de reajustes isostáticos con extensa reactividad tectonomagmática; se caracterizó por el aglutinamiento de bloques, milonitización y reactivación de fallas como la de Guri.

El quinto evento de significación mundial, denominado Brasiliano o Panafricano, se inició después de la disrupción del supercontinente Rodinia (830 – 700 Ma). Según Mendoza (2012), no existen evidencias de este quinto evento en el Cratón de Guayana venezolana. La partición de este último (200 Ma), junto al emplazamiento de diques de diabasa tholeiíticos, determinó la formación del actual Océano Atlántico y del Cratón Amazónico de Suramérica, con el Escudo Guayanés al norte y el Escudo de Guaporé al sur, coincidiendo con la última reactivación de la Falla de Guri, que actuó como falla transcurrente en zona continental y como falla de transformación en áreas oceánicas.

Desde su consolidación el Escudo de Guayana ha permanecido estable, con levantamientos isostáticos y extenso desarrollo de cuencas sedimentarias en sus bordes NO a NE (Apure-Barinas, Guárico y región Oriental de Venezuela hasta el delta del río Orinoco) que acumulan importantes espesores de sedimentos con significativas reservas de hidrocarburos. (Mendoza, 2012).

Como consecuencia de ajustes isostáticos epigénicos, a partir de la disrupción de la Pangea, con la separación de África de Sur América y la formación y desarrollo del Océano Atlántico, aun en progreso, se produjo un levantamiento general del Escudo de Guayana, en especial el Complejo de Imataca, lo más antiguo comenzó a emerger y a inclinarse hacia el Sur. Levantamiento e inclinación original pudo añadirse

durante la Orogénesis del Cenozoico Medio, de fines del Cretácico, cuando se produce una retirada general de los mares en Venezuela, alcanzando su máximo en el Eoceno Superior durante el cual no se registra sedimentación en toda Venezuela, excepto en algunos surcos remanentes. Este levantamiento último ocasionó una más acelerada erosión del Escudo y subsecuente depositación en cuencas localizadas al Norte del Río Orinoco (Olmoro y otros, 1986) y la formación de graben por reactivación de antiguas fallas al NW del Caura (Mendoza, 2000).

La evolución tectónica de las provincias estructurales revela que la parte norte de Suramérica no se originó por acrecentamiento continental, sino por agregación lateral de material síalico, proveniente en gran parte de una corteza primitiva granodiorítica y en menor proporción de otros materiales (corteza oceánica, sedimentación eugeoclinal, etc), que hundidos y refundidos con material del manto a una profundidad no mayor al tope de la zona de baja velocidad sísmica en la parte superior del manto (50-60km) se emplazaron a niveles corticales con efectos boyantes. Es así, que la evolución tectónica del Escudo de Guayana no puede explicarse por la “cratonización de los continentes” o el “acrecentamiento continental” como se ha aplicado en África y Canadá, sino por el contrario la parte norte de Sur América creció por agregación lateral de material mayormente síalico (Mendoza, 2000, 2005b).

Es decir, que durante ese intervalo 1.86-1.77 Ga, el continente suramericano o Cratón Amazónico tenía un borde este pasivo, con intrusiones anorogénicas, ácidas y máficas (Asociación Avanavero) con inicio de la sedimentación de la parte basal del Grupo Roraima, mientras que al otro extremo del Cratón Amazónico, el borde oeste era más activo y la zona de subducción estuvo emigrando hacia el oeste hasta el comienzo del Neoproterozoico (1.0 Ga) (Mendoza, 2000).

1.7. Minerales en el Escudo de Guayana.

En esta sección se hace una sucinta referencia a la presencia de recursos minerales en el Escudo de Guayana, dada su importancia para el desarrollo nacional (Figura N° 4).

Mendoza (1985) ha señalado que los mayores yacimientos y reservas de oro en el mundo se encuentran localizados en o referidos a los CRV del Arqueano y Proterozoico Temprano. En ese contexto, los principales depósitos de oro de interés comercial en Venezuela ocurren en los conglomerados pre-Roraima (Los Caribes, pre-Uarién) y en Cinaruco, Carmelitas, La Esmeralda y Siapa-La Neblina. A esto se añaden extensos horizontes de conglomerados pre-Roraima como los de Guapuchi, Carmelitas Moriche en el río Ventuari, los de Cinaruco y los de La Neblina-Baria posiblemente ricos en oro y metales radioactivos, y los conglomerados cuarcíferos de Roraima, tales como los de Yapacana, donde la minería ilegal esporádica ha extraído oro.

Según Dardenne (2005, en Mendoza, 2012) y Rodríguez (1985), entre otros, los principales recursos minerales en el

Cratón Amazónico particularizado para Venezuela, están representados en el Paleoarqueano por depósitos de hierro de El Pao, tipo “Algoma” en el Complejo Imataca, Venezuela, y por el Paleoproterozoico (2,5 Ga – 1,8 Ga), dividido en la época del manganeso (2,2 Ga) con el manganeso del Cerro San Cristóbal del CRV Botanamo de Venezuela y la época del oro del Transamazónico (2,1 Ga – 2,0 Ga) con los depósitos de oro de El Callao, Botanamo, La Camorra-El Dorado, Km 88 y Las Brisas-Las Cristinas.

En opinión de Bellizzia et al. (1980), al norte del estado Amazonas hay evidencias de pequeñas mineralizaciones de niobio y terbio de edad precámbrica (1.900 a 1.500 Ma) en rocas ígneas concordantes, así como grandes depósitos de placeres de estaño del Terciario y del Cuaternario, y evaporitas de entre 1.500 y 600 Ma con presencia de Uranio hacia el borde sureste de la región. Mientras que los granitos tipo San Carlos de Río Negro pueden considerarse como fuentes probables de columbita-tantalita e ilmenita.

Según Sidder y Mendoza (1995), en concentrados de batea en el Alto Paragua cerca del límite de Venezuela con Brasil se ha observado la presencia de casiterita. Así mismo, se ha reportado interés para Nb, Th y Ce a lo largo de unos 3 Kms por 1 Km de ancho, también con valores importantes de Ba, P, Zn, Pb y cantidades menores de Mo, Bi, Sn, Ag, Au y Be en la carbonatita de Cerro Impacto, particularmente en Cerro Norte. Se reportan además contenidos de Sn y fragmentos de columbita-tantalita en aluviones, eluviones y pegmatitas intrusivas en zonas de falla y cizalla del Granito Rapakivi del Parguaza, entre Los Pijiguaos y Puerto Ayacucho.

En cuanto a los diamantes en Guayana, Reid (1974) refiere su presencia en conglomerados basales de Roraima y Grande (2005) destaca que en la región de Guaniamo, Edo. Bolívar, aflora un conjunto de mantos y diques de kimberlita, cuya meteorización ha producido ricos placeres aluviales diamantíferos, explotados desde 1950 con métodos artesanales; esas kimberlitas de Guaniamo son las únicas halladas hasta ahora en Venezuela.

Los principales recursos minerales explotados en la Provincia de Cuchivero, según Mendoza (2000), son las minas de bauxita de Los Pijiguaos y los diamantes de Quebrada Grande en Guaniamo, además del potencial en zirconio, niobio, fósforo de la Carbonatita de Cerro Impacto, y de otros complejos alcalinos como La Churuata; más casiterita y columbita-tantalita aluvionales de Agua Mena, derivadas de pegmatitas y rocas sieníticas asociadas al Granito Rapakivi de Parguaza.

Para Venezuela y su desarrollo nacional es de gran importancia la presencia de una gran franja, en la parte norcentral del estado Bolívar, que contiene altas concentraciones de elementos minerales útiles en la industria tales como hierro, bauxita, oro, entre otros, sin dejar de considerar el gran potencial hidroeléctrico de la región y la mayor cercanía a la región centro norte del país donde se encuentra la mayor concentración poblacional.

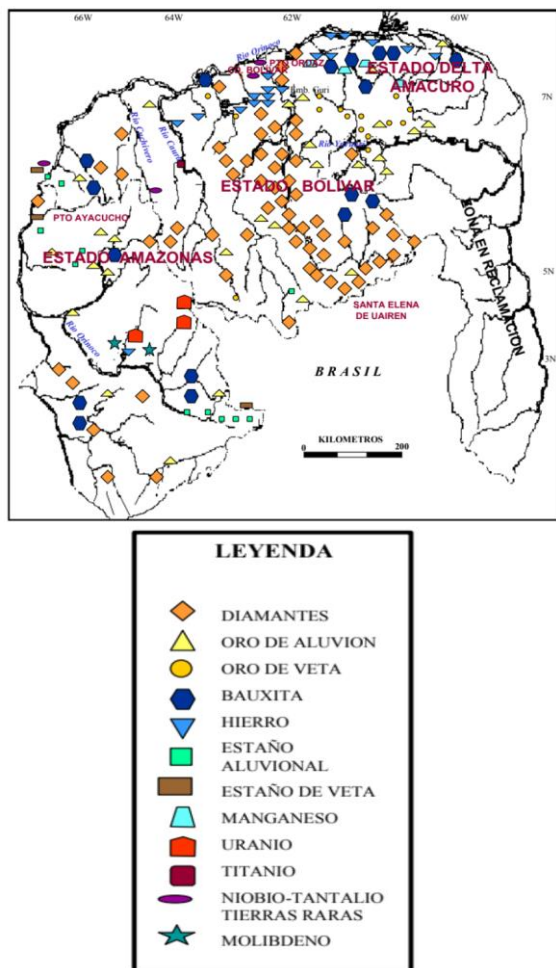


Figura N° 4. Mapa de Localización de Ocurrencias de Minerales en Guayana. (CVG TECMIN, C.A., 1995)

En síntesis, el Escudo de Guayana es de vital importancia para el desarrollo de Venezuela, como fuente de recursos minerales especialmente los críticos o estratégicos, de allí la necesidad de contar con políticas institucionales orientadas a la exploración detallada del territorio, la cuantificación de reservas y la concreción posterior de planes de explotación que permitan proyectar al país con miras a una mayor relevancia internacional.

CAPÍTULO II

2.1. Anomalías gravimétricas y magnetométricas. Generalidades.

En su más amplio contexto, los métodos gravimétricos y magnetométricos de exploración geofísica tienen como objetivo fundamental la localización de anomalías de los campos potenciales, gravitacional y magnético, respectivamente, y el establecimiento de la relación que existe entre ellas y la estructura del subsuelo, dadas las variaciones

laterales de las propiedades físicas que los sustentan, a saber: densidad y magnetización. Cuando las rocas del subsuelo son relativamente densas, pesadas y poseen alta magnetización, con relación al medio que las rodea, se producen anomalías gravimétricas y magnéticas positivas (“máximos”); caso contrario, cuando son ligeras y de baja magnetización, se obtienen anomalías negativas (“mínimos”).

La gravimetría y la magnetometría son, además, métodos que comparten facilidades en cuanto a los mecanismos de adquisición (accesibles por tierra, aire, mar y vía satelital), procesamiento e interpretación de datos, lo cual se traduce en ventajas adicionales en las diferentes etapas del trabajo, en los costos y en la producción de resultados integrados.

La unidad común de medición en la exploración gravimétrica es el miligal, siendo ésta la unidad de aceleración debida a la gravedad ($1\text{Gal} = 1 \text{ cm/s}^2$) y el valor promedio en la superficie terrestre es del orden de 980.000 mGal. En comparación, las anomalías gravimétricas en la exploración minera y petrolera en sí, exceden unos pocos cientos de miligales. En tanto, para el campo geomagnético, la unidad de medición usualmente utilizada es el gamma o nanoTesla, $1\gamma = 1\text{nT} = 10^{-5} \text{ Gauss}$. En el sistema CGS la intensidad de magnetización (M) es el EMU (*electromagnetic unit*). En el SI la unidad es el Amperio/metro, siendo $1 \text{ EMU} = 1 \text{ A/m}$. (Telford et al., 1976).

Además del efecto gravimétrico causado por la heterogeneidad de la densidad de las unidades geológicas en el subsuelo, el valor de la gravedad medido en un punto cualquiera de la superficie terrestre depende también de la latitud y altitud del punto de medición, de los efectos de marea y de la topografía de los terrenos circundantes (Dobrin y Savit, 1988; Parasnis, 1986).

En cuanto al campo geomagnético, la clásica representación de sus componentes vectoriales, en un sistema de coordenadas cartesianas (x,y,z) (Figura N° 5), ilustra los elementos que lo constituyen y permiten su definición en un punto específico, en los siguientes términos: la magnitud del campo geomagnético (F), la componente horizontal (H), la componente vertical (Z), la declinación (D) i.e. el ángulo entre el meridiano magnético y el geográfico, y la inclinación (I), el ángulo de buzamiento del vector F con respecto a la horizontal, que puede tener valores entre -90 y 90 grados en los polos magnéticos y cero en el Ecuador magnético. El plano vertical que pasa por F y H es el meridiano magnético local. (Nettleton, 1971, 1976).

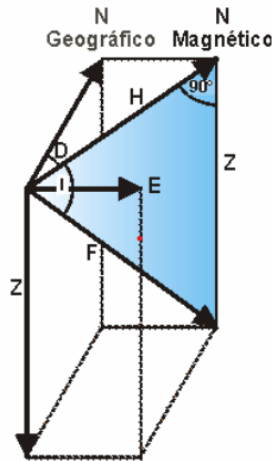


Figura N° 5. Componentes del campo magnético bajo un sistema cartesiano de coordenadas XYZ.

Los elementos magnéticos antes identificados se relacionan entre sí mediante las siguientes expresiones: $H = F \cos I$; $Z = F \sin I = H \tan I$; $X = H \cos D$; $Y = H \sin D$. Siendo $X^2 + Y^2 = H^2$ y $X^2 + Y^2 + Z^2 = H^2 + Z^2 = F^2$.

La susceptibilidad magnética es la capacidad de un cuerpo para adquirir imantación al estar sometido a un campo magnético y se representa por la letra k . Ésta es la propiedad física que sustenta el método magnético y depende esencialmente de la cantidad de materiales ferromagnéticos presentes en las rocas del subsuelo, Parasnis (1986). La susceptibilidad magnética de las rocas sedimentarias está en el orden de 0 a 50×10^{-6} unidades CGS mientras que las ígneas y metamórficas están en el orden de 0.01 a 0.005 unidad CGS, de lo que se desprende que la susceptibilidad magnética de las rocas ígneas metamórficas es unas 100 veces mayor que la de las sedimentarias.

La intensidad magnética terrestre cambia su dirección de una forma lenta e irregular, por lo que además de las fuentes que generan las anomalías magnéticas, asociadas a la diversidad en la susceptibilidad magnética y la magnetización de las entidades geológicas que conforman el subsuelo, existen otras variaciones temporales que pueden clasificarse en diurnas solares-lunares, seculares y tormentas magnéticas, y que requieren ser corregidas. Las de mayor importancia en la prospección e investigación geofísica son oscilaciones, menores pero rápidas, con periodicidad de unas 24 horas y amplitud de 25 gammas por término medio, que constituyen la Variación Diurna. Las de más largo alcance son cambios que progresan lentamente durante décadas o siglos, se expresan como desviaciones en la declinación, en la inclinación y en los distintos componentes de la intensidad del campo geomagnético, conforman la Variación Secular. Las de mayor impacto son bruscas distorsiones del campo geomagnético que por analogía meteorológica se denominan “tormentas magnéticas”. Éstas producen cambios característicos en los elementos magnéticos que dependen principalmente de la latitud y tienen notoria importancia práctica pues obligan a

suspender las operaciones de adquisición de datos magnéticos ya que no hay forma de corregir los datos magnéticos por los efectos no previsibles de las tormentas.

En el contexto de las anomalías magnéticas de muy largo alcance, es importante mencionar las inversiones de la polaridad del campo geomagnético que, por evidencia fundamentada en estudios de magnetización remanente, han ocurrido unas 170 veces durante los pasados 100 millones de años. Estas inversiones dejan un registro en las rocas que permiten a los especialistas en estudios paleomagnéticos evaluar la deriva de continentes en el pasado y el bandeamiento de los fondos oceánicos como resultado de la tectónica de placas (Telford et al., 1976).

2.2. Gravimetría y Magnetometría Satelital.

La gravimetría y la magnetometría satelitales constituyen una herramienta de uso reciente, podría inclusive decirse que es la herramienta de adquisición de datos potenciales del siglo XXI, que ha fortalecido notablemente el estudio global de los campos gravitacional y geomagnético, facilitando el libre acceso a datos esenciales para el desarrollo de modelos gravimétricos y magnetométricos, amén de los topográficos, requeridos por proyectos de investigación en los diversos campos de aplicación de la Geofísica, incluidos estudios de la corteza profunda, hasta la definición de la interfase corteza-manto, como estudios más someros para la definición de cuencas sedimentarias de interés en la prospección de hidrocarburos, entre otros.

Además de su alta calidad y resolución, los datos potenciales y geoidales medidos desde satélite tienen ventajas adicionales sobre los métodos tradicionales de medición; entre otras, cabe destacar la homogeneidad en la captura de datos medidos por sensor, una amplia cobertura, fácil acceso desde distintas aplicaciones y disponibilidad sin costos.

Los satélites más importantes para las mediciones del campo gravitacional de la Tierra, han sido:

a) El satélite CHAMP ((**C**hallenging **M**inisatellite **P**ayload), el primero en ser lanzado al espacio, año 2000, para la observación de datos potenciales terrestres destinados a estudios del interior de la Tierra, los océanos y la atmósfera (Reigber et al., 2002).

b) Los satélites gemelos GRACE (**G**ravity **R**ecovery and **C**limate **E**xperiment) que realizaron mediciones detalladas del campo gravitatorio terrestre (2002-2007; Pavlis et al., 2012). Las contribuciones de GRACE sirvieron de base para la generación del modelo EGM2008 (**E**arth **G**ravitational **M**odel 2008), de mayor precisión y, subsecuentemente, modelos mucho más precisos, el WGM2012 (**W**orld **G**ravity **M**odel 2012) y GGMplus (**G**lobal **G**ravity **M**odel plus).

c) El satélite GOCE7 (**G**ravity field and steady-state **O**cean **C**irculation **E**xplorer), activo 2009-2013, tuvo como misión determinar la altura del geoides con una precisión de 1-2 cm y

anomalías del campo de la gravedad con una precisión de 1 mGal.

El EGM2008 (Pavlis et al., 2012) se constituyó a partir de la integración de información proveniente del satélite GRACE, gravedad terrestre, gravedad derivada de altimetría y aerogravimetría, en una malla equiangular de 5 minutos arco, y fue publicado por la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial (National Geospatial Intelligence Agency, NGA) en 2008, utilizando como sistema de proyección el WGS84 (*World Gravity System* 84). Con relación al WGM2012 (*World Gravity Model* 2012), es un modelo derivado del EGM2008 y del DTU10 (modelo gravimétrico oceánico) combinados con el modelo topográfico ETOPO1 *Global Relief*, que desarrolla mapas de anomalías de gravedad de la Tierra (Aire Libre, Bouguer e isostática), calculados a escala global sobre la geometría esférica, en un mallado de alta resolución (1x1 minuto) (Balmino et al., 2011).

El EMAG2 es un modelo combinado a partir de mediciones compiladas de satélites a 4km por encima del geoide, más adquisiciones aero y marino transportadas. La secuencia seguida para la obtención del modelo EMAG2 incluye la combinación de las retículas a 4 km de altitud por encima del geoide por el método de mínimos cuadrados, realizada con retículas preexistentes en áreas continentales, y la resolución fue de 1 arc min o 2 arc seg a una altura de 4 km por encima del geoide (Maus et al., 2009).

Con referencia al *datum* para la determinación de elevaciones a ser utilizadas en la evaluación de los datos potenciales, vale hacer ciertas precisiones que son esenciales para el procesamiento e interpretación de los datos gravimétricos y magnéticos. Según los nuevos estándares (Hinze et al., 2005), el *datum* o nivel de referencia internacional a utilizar es el elipsoide terrestre, i.e. el modelo matemático que mejor se aproxima al geoide (superficie equipotencial correspondiente al nivel medio del mar convencionalmente utilizado como *datum*). La heterogeneidad en la densidad de los materiales por debajo del geoide genera variaciones en la atracción gravitacional que se traducen en ondulaciones del geoide y por consiguiente diferencias de altura cuyos efectos deben ser igualmente corregidos (Lowrie, 2007).

2.3. Anomalías Gravimétricas y Magnetométricas.

Las dos anomalías gravimétricas de uso más frecuente en Geofísica son la Anomalía de Aire Libre (AAL) y la Anomalía de Bouguer (AB). Ambas parten del concepto fundamental de que una anomalía gravimétrica es la diferencia entre el valor de la gravedad observada (en un punto determinado, previamente corregida por las variaciones temporales deriva y mareas) y el valor de la gravedad teórica para la latitud específica del punto de medición, que de conformidad con los planteamientos de Hinze et al. (2005) y las recomendaciones de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG) debería ser un modelo elipsoidal de referencia único y universal, el del Sistema de Referencia Geodésico (GRS80) que es muy similar al

WGS84 y al correspondiente Marco Terrestre de Referencia Internacional (*International Terrestrial Reference Frame -ITRF*).

Lo ocurrido hasta ahora es que las anomalías calculadas usando el geoide y el elipsoide como *datum* han coexistido; no obstante, la recomendación general es la utilización GRS80 como *datum* vertical único para favorecer la integración de datos a escala mundial.

La anomalía de Aire Libre toma en cuenta la variación vertical de la gravedad entre el *datum* de referencia (el elipsoide terrestre) y la altura de la estación gravimétrica considerada ésta como si estuviese en el aire, de allí su nombre “Aire Libre”, como si no existiese masa ni efecto gravimétrico a ella asociado (Keller et al., 2006) y se determina mediante la expresión genérica:

$$AAL = G_o \pm CAL - G_t$$

Donde G_o es la gravedad observada corregida por efectos de marea y deriva instrumental, CAL es la corrección de altura que debe ser aplicada para compensar la variación de la gravedad con referencia al *datum* elipsoidal y G_t es la gravedad teórica.

En contraste con la AAL, la Anomalía gravimétrica de Bouguer (o anomalía gravimétrica de Bouguer elipsoidal donde el *datum* es el elipsoide) toma en consideración el efecto de la masa situada entre la estación gravimétrica y el nivel de referencia que es el elipsoide; ésta es la denominada lámina de Bouguer, ahora acotada a la concha esférica, cuyo espesor es la altura de la estación y σ la densidad de la masa de rocas en ella contenida. Puede calcularse directamente a partir de la AAL a la cual deben incorporarse la corrección de Bouguer (CB).

$$AB = AAL \mp CB$$

Visto que por lo general la superficie de la Tierra es topográficamente irregular y que pueden existir variaciones topográficas en los alrededores de la estación gravimétrica, es necesario aplicar una corrección adicional para compensar el efecto que éstas tienen en la medida gravimétrica; ésta es la Corrección Topográfica que se calcula siguiendo el esquema de Hammer (1939) y la anomalía de Bouguer a la cual se ha aplicado la corrección topográfica (CT) se denomina Anomalía de Bouguer Completa (AB_c)

$$AB_c = AB + CT$$

Los cambios incorporados en los procedimientos revisados (Keller et al., 2006; Hinze et al., 2005; Li et al., 2006), para minimizar errores en el cálculo de las anomalías gravimétricas han considerado, además, efectos por la masa atmosférica, correcciones topográficas, por curvatura de la Tierra, efectos asociados a gradientes verticales de 2do orden, lo que sin duda alguna influye en la precisión de las anomalías gravimétricas especialmente en sus componentes de gran longitud de onda. Es necesario, asimismo, señalar la utilización de la fórmula de Somigliana (1930) para el cálculo de la gravedad teórica sobre

la superficie elipsoidal en lugar de la Fórmula Internacional de la Gravedad usada convencionalmente antes de la revisión de los estándares.

Según Hinze et al. (2005), los errores resultantes de la utilización del geoide o el elipsoide como *datum* vertical son muy pequeños (usualmente menores a los 10 mGal) y, por ende, despreciables para la mayoría de los propósitos geofísicos, ya que afectan esencialmente la anomalía gravimétrica en sus grandes longitudes de onda, es decir en las componentes regionales del campo gravitacional; pero por consistencia en los procedimientos y para eliminar errores en el futuro, los modelos digitales de elevación deberían ser convertidos a modelos digitales estructurados para realizar los procedimientos de corrección topográfica.

Las bases de datos revisadas, por otra parte, han contribuido a mejorar la precisión, particularmente en las anomalías gravimétricas de gran longitud de onda, como resultado de incorporar todas las correcciones nuevas y usar el mismo *datum* vertical para todas las regiones. El uso del elipsoide es consistente, asimismo, con las alturas inherentemente obtenidas por GPS, lo cual es cada vez más importante en la determinación de la altura de las estaciones gravimétricas.

A este respecto, y en particular sobre datos validados estadísticamente por Rosales (2023) en el Municipio Cedeño, Edo. Bolívar, es pertinente destacar las similitudes encontradas entre los datos gravimétricos satelitales del modelo EIGEN-6C4 y datos terrestres, en términos numéricos y estadísticos; en general, existe una dependencia lineal positiva y un alto coeficiente de correlación entre ellos. Se delimitó, asimismo, que en un 80% de los casos los datos satelitales cumplen con los límites de incertidumbre permitidos, y que parte de las diferencias entre los datos terrestres y los satelitales se debe a las variaciones geomorfológicas que ocurren en la zona de estudio y a los errores provenientes de las cotas del DEM SRTM-GL1 elipsoidal. Estos resultados, aunados a las correspondencias numéricas y espaciales observadas, permitieron validar los datos gravimétricos satelitales como equivalentes a los terrestres siempre y cuando sean utilizados en estudios regionales y de reconocimiento.

En el proceso de interpretación gravimétrica, el punto de partida es el análisis de la AAL, la anomalía gravimétrica relacionada solo con la elevación de las estaciones de medición sin considerar las masas de la Tierra involucradas, y su comparación con los mapas de relieve topográfico. La AAL, como una medida de la variación de la masa de la Tierra, constituye una aproximación de 1er orden para determinar el estado hidrostático de la Tierra, entendido éste como el grado o nivel de compensación de las variaciones corticales de masa (incluyendo los efectos de topografía y batimetría de océanos y lagos) por cambios más profundos en masa, lo que se traduce en que en algún nivel de profundidad dentro de la Tierra hay equilibrio isostático. De allí que, en un sentido regional, las AAL pueden ser usadas para evaluar el estado de equilibrio isostático de la Tierra (Keller et al., 2006). La anomalía de Bouguer elipsoidal, a diferencia de la AAL elipsoidal, muestra

poca relación con el relieve topográfico y viene a ser la anomalía gravimétrica de uso más extendido en la interpretación geológico-estructural del subsuelo.

El campo geomagnético no es constante y varía, tanto en intensidad como en dirección, en respuesta a las múltiples variaciones que existen en la susceptibilidad magnética y en la magnetización de los materiales que conforman la estructura del subsuelo, esta última debida en parte a la inducción del campo terrestre y en parte a su imanación permanente o remanente. La intensidad magnética inducida depende mayormente de la susceptibilidad magnética y del campo imador, mientras que la magnetización permanente es función de la historia geológica de la roca (Dobrin y Savit, 1988).

Las anomalías magnéticas (AM), por su parte, se determinan a partir de la comparación entre la intensidad magnética total (IMT) observada y el valor del campo geomagnético de referencia internacional (International Geomagnetic Reference Field -IGRF), componente de longitud de onda larga generada mediante un modelo matemático que permite determinar el campo magnético total en cualquier punto sobre la Tierra; representando lo que en gravimetría es la gravedad teórica o normal. El modelo contiene coeficientes armónicos esféricos, derivados de observaciones y datos satelitales, y es revisado cada cinco años.

$$AM = IMT - IGRF$$

Las anomalías de Bouguer y las anomalías magnéticas requieren a menudo ser sometidas a procesos de filtraje ya que contienen efectos asociados a una amplia variedad de fuentes. En este contexto, las anomalías potenciales pueden ser visualizadas en el dominio de la frecuencia como la suma de efectos característicos de las estructuras ubicadas a gran profundidad (gran longitud de onda y baja frecuencia) que constituyen las anomalías regionales, más el de las estructuras cercanas a la superficie (menor longitud de onda y alta frecuencia) que son las residuales.

En la actualidad existe un conjunto importante de técnicas que ayudan a resaltar las anomalías, tales como primeras derivadas en diferentes direcciones, particularmente en la dirección del rumbo y buzamiento de las principales estructuras que permiten resaltar orientaciones preferenciales; segundas derivadas verticales para destacar máximos y mínimos, esenciales para la interpretación de anomalías magnéticas principalmente por su condición de bipolaridad magnética; señal analítica, para el análisis de gradientes; continuación analítica de los campos gravimétrico y magnético, para la identificación de anomalías regionales y sus correspondientes anomalías residuales; y reducción al polo (RTP) y reducción al ecuador (RTE) para el caso específico de la interpretación de las anomalías magnéticas.

El punto de cierre del proceso de procesamiento e interpretación de datos potenciales se logra con el modelado de las anomalías gravimétricas y magnéticas, regionales y

residuales, mediante la aplicación de técnicas que permiten la visualización del subsuelo en formatos 2D y 2.5D sobre perfiles seleccionados acorde al rumbo u orientación preferencial de los contornos isoanómalos, o aproximaciones 3D que pueden ser plasmadas en mapas que ilustren la topografía de niveles de interés geológico en el subsuelo, por ejemplo el tope del basamento y la discontinuidad de Moho o interfase corteza-manto, entre otros.

2.4. Gravimetría y magnetometría para la caracterización geológico-estructural de escudos y cratones.

La potencialidad de los métodos gravimétricos y magnéticos para la caracterización geológico-estructural de los escudos y cratones es consecuencia de la naturaleza de los notorios contrastes existentes entre las propiedades físicas, densidad y magnetización, que presentan las diversas unidades geológicas que los conforman. Así, los cratones constituyen las raíces de los continentes, es decir la parte más antigua de los mismos, que no han sufrido deformación importante desde el Precámbrico y pueden estar conformados por escudos, donde afloran directamente rocas del Precámbrico o están cubiertas por rocas sedimentarias más recientes y de escaso espesor. Desde el punto de vista geofísico las variaciones de la densidad y la magnetización, propiedades físicas que sustentan los métodos de prospección gravimétrica y magnética respectivamente, son las responsables de las anomalías de gravedad y magnetismo observadas en esas regiones.

A título ilustrativo, cabe destacar que los cuerpos graníticos se asocian usualmente con anomalías gravimétricas negativas, a causa de que su densidad es relativamente menor a la de las rocas que los rodean (Bott, 1953; 1956) y esos contrastes de densidad ocurren en los primeros kilómetros de la corteza. La baja densidad de las rocas graníticas es consecuencia de su composición, que incluye principalmente minerales poco densos como cuarzo y feldespato. Mediciones experimentales atribuyen un límite inferior de 2.58 g/cm^3 para la densidad del granito, aunque determinaciones de densidad en rocas graníticas del Complejo El Baúl, Edo. Cojedes, arrojan valores aún menores, alrededor de 2.52 g/cm^3 (Arráiz et al., 2008). Adicionalmente, es posible considerar variaciones laterales de la densidad en los complejos graníticos, lo cual debe ser respaldado con el adecuado muestreo y la medición de densidades para justificar las anomalías observadas. La densidad de la roca caja normalmente no excede 2.80 g/cm^3 , por lo que los contrastes de densidad solo excepcionalmente excederían 0.2 g/cm^3 (Bott y Smithson, 1967).

2.5. Estudios geofísicos previos en sectores del área de estudio.

En el caso particular de este estudio integrado gravimétrico-magnético del escudo de Guayana venezolana, es producto del trabajo continuo en una línea de investigación en la que a la fecha la autora ha dirigido y supervisado como tutora

académica quince (15) Trabajos Especiales de Grado (TEG) de estudiantes de Ingeniería Geofísica, en diversas zonas de los estados Bolívar y Amazonas, partiendo de estudios basados en la recuperación y análisis de datos aeromagnéticos en el estado Amazonas por acuerdo UCV-INGEOMIN, 2 TEG, Ángel Erasmo (2002) y Roger Sierra (2001), seguido de estudios gravimétricos y aeromagnéticos con fines de exploración minera en el estado Bolívar (acuerdo UCV-INGEOMIN, 8 TEG, Natalia Adrián, Rafael Azuaje, Nanvir Escorihuela, Leonardo Morgado, Liz Lozano, Maylin Pérez, Emgelberth Vargas y Alexander Díaz en 2004) y, finalmente, trabajos sobre procesamiento e interpretación de datos gravimétrico-magnéticos satelitales en el estado Amazonas (5 TEG: Luis Rangel, Wendel Joseph, Erick Kuznir, Luis Castro y Alaila Ladera, 2014-2015). En la Figura N° 6 se ilustra la localización de las áreas estudiadas en los referidos trabajos.

A continuación, se presenta una sucinta relación de las metodologías y resultados alcanzados en el desarrollo de los antes referidos TEG, que han servido como antecedentes a esta investigación.

Durante los años 1959-1961 las empresas internacionales Air Service Corporation of Pennsylvania y Hunting Geology and Geophysics Ltd realizaron, respectivamente, la adquisición, de datos magnéticos aerotransportados, a lo largo de líneas de vuelo con orientación N 22° W (o N20W) (o N30W y líneas de control N60E), espaciadas entre sí a 500 metros, altura de vuelo de 152 m.s.n.t., amarrados a tierra en estación fija; seguido del procesamiento e interpretación de esos datos aeromagnéticos, a partir de los cuales se generaron mapas de Intensidad Magnética Total a escala 1:50.000 en 1973, siendo el intervalo entre contornos igual a 20 gammas. Estos mapas, patrimonio del Instituto de Geología y Minería (INGEOMIN), se encontraban en formato analógico, situación que motivó la solicitud por parte de esa Institución al Departamento de Geofísica de la UCV para contribuir a su preservación.

A los fines antes mencionados, en el marco de un acuerdo de cooperación interinstitucional UCV-INGEOMIN, se diseñó la estrategia para la preservación de tan valiosa información, la cual consistió en la digitalización de los mapas de datos aeromagnéticos en formato analógico, la generación de una base de datos en formato digital, la validación estadística convencional y el análisis geoestadístico de los datos, la generación de nuevos mapas de IMT con criterio geoestadístico, el reprocesamiento de los datos aplicando herramientas para la separación de efectos regionales y residuales, la determinación de profundidades de fuentes mediante análisis espectral y la interpretación bidimensional de los mismos mediante modelos 2D con apoyo en la integración de información magnética, gravimétrica, sísmica y geológica de superficie. En esta etapa del proyecto participaron 10 estudiantes, quienes de esta manera desarrollaron sus Trabajos Especiales de Grado para optar al Título de Ingenieros Geofísicos.

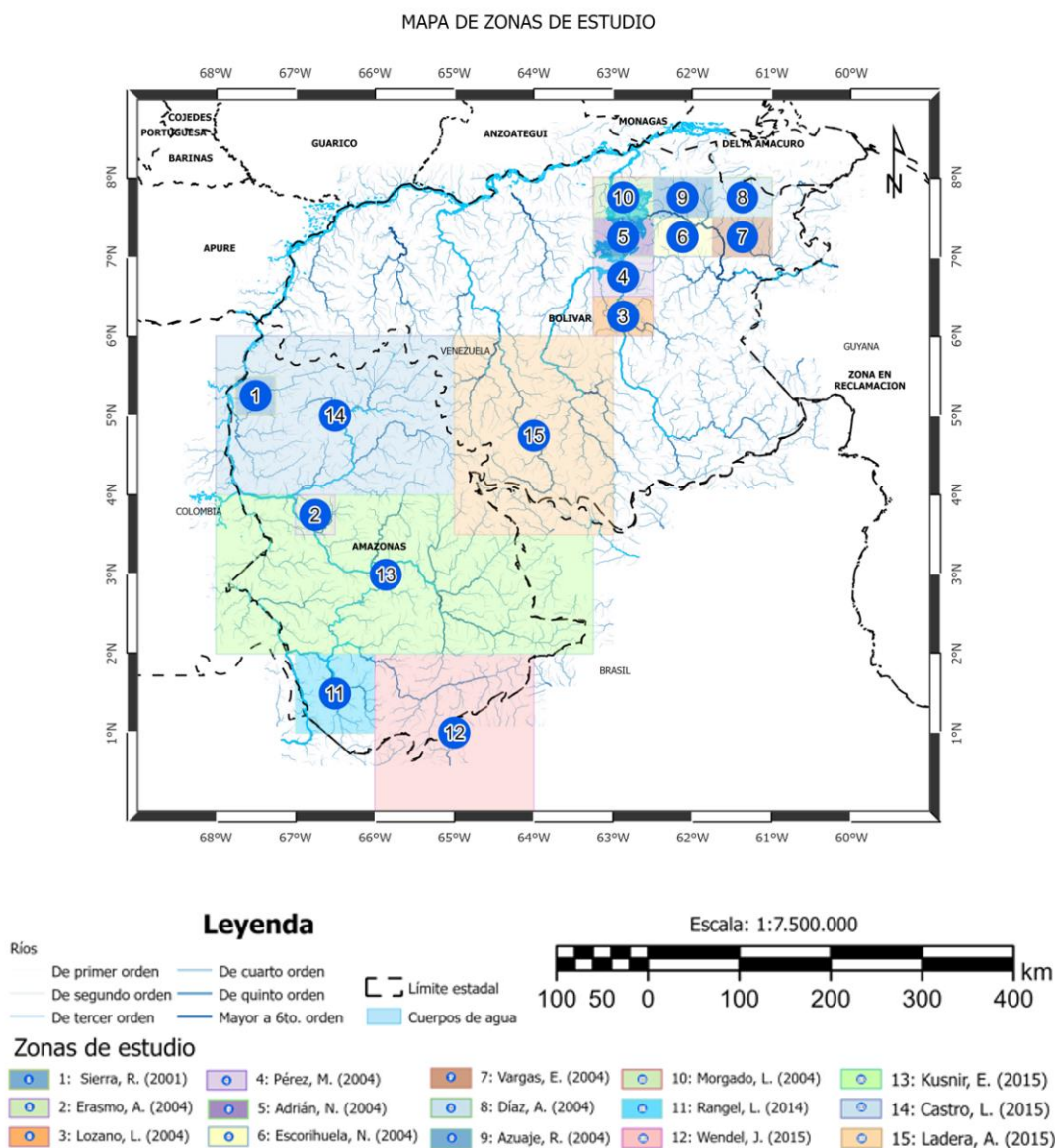


Figura N° 6. Mapa de ubicación de los Trabajos Especiales de Grado, Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, UCV, realizados en el Escudo de Guayana, como antecedentes de este estudio integrado.

Para la elaboración de los mapas gravimétricos se usó la base de datos de la Red Gravimétrica Nacional. A los datos gravimétricos (Anomalías de Bouguer -AB), al igual que a los datos aeromagnéticos (Intensidad Magnética Total -IMT), se les aplicó el análisis estadístico (Davis, 1966) para la determinación de medidas de tendencia central y de dispersión mediante algoritmos y software disponibles a la fecha, se demostraron las condiciones de normalidad a través de los respectivos histogramas de frecuencia de AB e IMT, se realizó el análisis geoestadístico para conocer la distribución espacial y las direcciones de tendencia de las variables en estudio, y se cartografiaron los datos para obtener los mapas de anomalías de Bouguer e IMT.

Los mapas generados fueron correlacionados con información geológica de superficie de las respectivas áreas de estudio, para las correspondientes asociaciones geológico-geofísicas, se aplicaron métodos de separación regional-residual para la identificación de anomalías de fuente profunda y somera respectivamente y se realizó la propuesta de perfiles para la interpretación bidimensional del subsuelo.

Como contribución del proyecto conjunto se elaboró la base de datos de IMT y AB integrada de toda la zona estudiada, a partir de la cual se consolidaron los mapas geológico, de Intensidad Magnética Total y de Anomalías de Bouguer del área nororiental del Escudo de Guayana de las zonas correspondientes a la unificación de los datos de los Trabajos Especiales de Grado de Rafael Azuaje, Natalia Adrián, Nanvir

Escorihuela, Emgelberth Vargas, Maxlin Pérez, Liz Lozano, Alexander Díaz y Leonardo Morgado que se presentan en Rodríguez et al. (2006). Asimismo, se modelaron secciones bidimensionales del subsuelo, las cuales abarcan todo el cinturón verde de Guasipati y están controlados por el modelo sísmico de velocidades de Chalbaud (2001). Se ha modelado el tope de Imataca a una profundidad aproximada de 10 km; y la Provincia de Pastora conformada por el Complejo Supamo cuyo tope alcanza una profundidad de 6 km. Los máximos valores de IMT y de AB están fuertemente controlados por la presencia de rocas pertenecientes a la Provincia de Imataca, en particular la presencia de cuarcitas ferruginosas. Del análisis espectral de los perfiles E – O (250 Km. de extensión), se determinó que la anomalía de la fuente más profunda, atribuible a la interfase corteza-manto, corresponde a una profundidad variable entre 35 -37 km; seguida de la interfase corteza superior-corteza inferior (20,6 Km); el contacto litológico entre la Provincia de Imataca y el Complejo Supamo (5-8 Km), además de intrusiones graníticas del Complejo Supamo en contacto con la Provincia de Pastora (3-4 km).

Otros antecedentes incluyen el estudio de Graterol et al. (1988) para correlacionar la gravimetría regional y la ocurrencia aurífera en la Provincia Pastora, utilizando los datos de la Red Gravimétrica Nacional correspondiente al área. Con este trabajo se obtuvo un Mapa de Anomalía de Bouguer de la región y la separación regional-residual; con el residual mediante los cambios laterales de densidad se identificaron patrones estructurales y fallas.

En el ámbito de lo nacional a lo local, cabe destacar el trabajo de Orihuela et al. (2011) quienes, con base en el mapa de anomalías magnéticas de Venezuela, elaborado a partir de los datos satelitales de la misión CHAMP mediante el uso del modelo EMAG2 con 2 arco minuto, reducido a 4 km por encima del geoide, han señalado que el Escudo Guayanés exhibe principalmente anomalías negativas en el rango de 0 a -120 mGal, aunque se observa la presencia de pequeñas y dispersas anomalías positivas.

2.5.1 Reconocimiento Geológico de Campo

Como parte de la investigación en la región noreste del Edo. Bolívar se realizó un reconocimiento geológico de la zona de estudio, incluida la toma de muestras de rocas de diferentes afloramientos, con el fin de realizar un estudio mineralógico y calcular los valores de densidad y susceptibilidad magnética de muestras colectadas en campo, valores que fueron utilizados en la construcción de los modelos geológicos. Durante este reconocimiento geológico se logró identificar y reconocer en afloramientos la litología presente en el área, se observó el contacto entre las provincias de Imataca y Pastora en la falla de Guri (N80°E) y de la Provincia Pastora se estudió con más detalle el Grupo Supamo, donde es notoria la presencia de rocas que han sido meteorizadas, granitizadas y fuertemente plegadas.

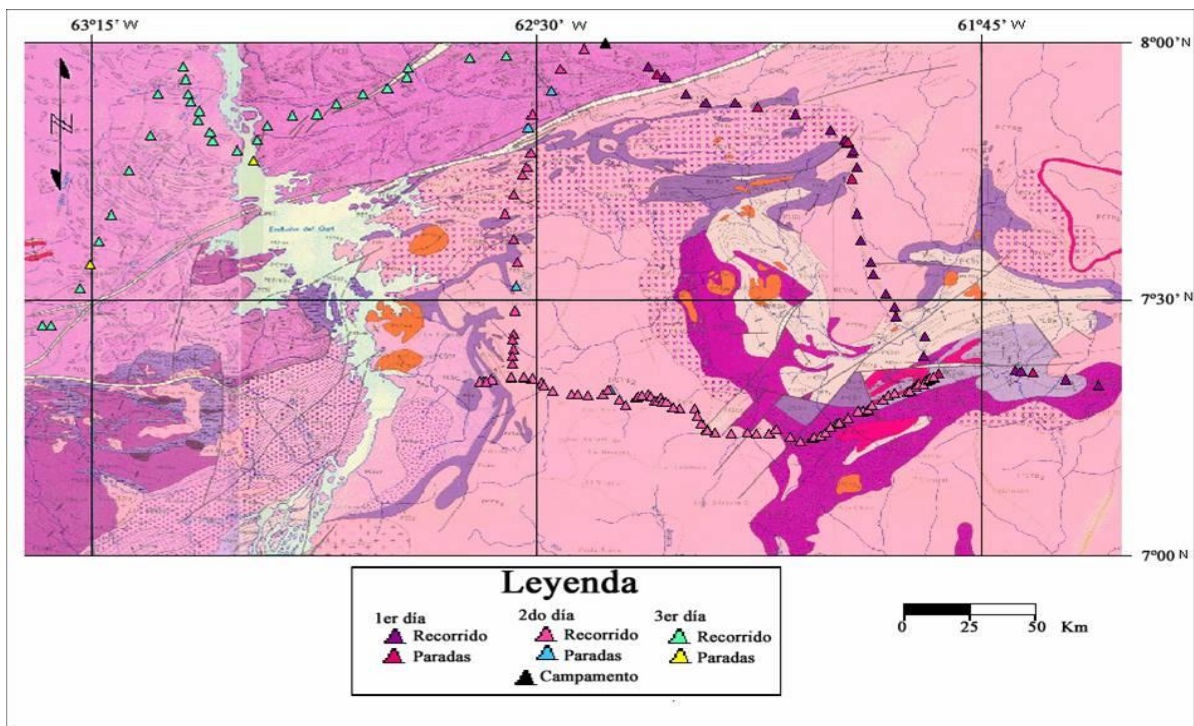


Figura N° 7. Reconocimiento geológico en un sector del área de estudio, Proyecto UCV-INGEOMIN (2003) con indicación de puntos de recolección de muestras de rocas, para identificación de litologías y medición de densidad y susceptibilidad magnética.

El reconocimiento geológico se realizó en un período de 3 días de estudio en la vía Guasipati – El Callao – Tumeremo (23/10/2003), la vía de Ciudad Piar (Ferrominera) a la represa del Guri (24/10/2003) y, para culminar el reconocimiento, se recorrió la vía Upata - El Manteco –El Callao (25/10/2003); este recorrido puede ser apreciado en la Figura N° 7. Es importante destacar, asimismo, como valioso aporte, la determinación de valores de susceptibilidad magnética y densidad de muestras de rocas recolectadas en el Estado Bolívar, que han permitido tener mejor control de esas propiedades en el modelado de perfiles.

2.6. Estudios gravimétrico-magnéticos en el Estado Amazonas.

La última etapa de estudios previos a este trabajo se concretó con la realización de 5 TEG (Rangel, 2015; Joseph, 2015; Kusnir, 2015; Castro, 2015 y Ladera, 2015) cuya localización se indica en la Figura N° 6 y cuyo objetivo general se orientó hacia la interpretación de la estructura del subsuelo del Escudo de Guayana en la región ocupada por el Estado Amazonas, con base en la integración de datos gravimétricos y magnéticos satelitales. Siguiendo el mismo esquema de trabajo, se organizaron las respectivas bases de datos gravimétricos y magnéticos, y se realizaron las correcciones correspondientes para obtener las anomalías gravimétricas y magnéticas, las cuales fueron validadas a través de los respectivos análisis estadístico y geoestadístico; seguidamente, se cartografiaron con base en el sistema WGS84 y se interpretaron los mapas gravimétricos y magnéticos, con relación a las estructuras geológicas de la zona en estudio. Se determinaron las anomalías regionales y residuales por el método de Continuación Analítica del campo Hacia Arriba (CAHA); así como las profundidades de las fuentes anómalas mediante los métodos del análisis espectral, deconvolución de Euler y filtrado por frecuencia, para concluir con la propuesta de modelos 2D del subsuelo a través de perfiles gravimétrico-magnéticos.

Las bases de datos satelitales utilizadas, generadas con datos provenientes de las misiones GOCE, GRACE, CHAMP, fueron: a) Datos gravimétricos y magnéticos de la Agencia Bolivariana para las Actividades Espaciales (ABAE), (García, 2009); b) Datos de topografía y de AAL, a disposición del público geocientífico en la página web de la Universidad de California en San Diego (UCSD). c) Modelo del campo gravitatorio terrestre (Global Gravity Model -GGMplus), de acceso libre en la web (Universidad de California en San Diego (UCSD). No incorpora los datos de elevación de terreno, por lo que requirió ajuste al modelo de elevación SRTM DEM de mayor resolución, mediante procedimientos matemáticos de interpolación, realizados por el programa Generic Mapping Tool (GMT) de acceso libre en la web. d) Modelo de anomalía gravimétrica y magnética, generado a partir de datos satelitales de la misión espacial CHAMP (Challenging Minisatellite Payload) más datos aero y marino transportados, del Earth Magnetic Anomaly Grid (EMAG2) (Maus, 2009).

El procesamiento de los datos requirió la elaboración de códigos computacionales diseñados para la aplicación de

correcciones de aire libre, Bouguer y Topográfica, siendo 2,67 g/cm³ la densidad utilizada. Para la corrección topográfica se utilizaron dos modelos digitales de elevación, expandiendo el área en 0.25° para el modelo local y 0.5° en todas direcciones para el modelo regional; la corrección topográfica se efectuó mediante el *software* Oasis Montaj el cual basa sus cálculos en las contribuciones de las zonas cercanas, intermedias y lejanas, descritas por los algoritmos de Nagy (1966) y Kane (1962).

Las diferentes bases de datos utilizadas en el estudio gravimétrico, con sus respectivas resoluciones, permitieron que dicho estudio fuese mucho más completo y sus resultados fuesen más confiables y conclusivos. La verificación de la coherencia y consistencia de las anomalías obtenidas fue sólo posible gracias a haberlas realizado a partir de tres bases de datos diferentes, pudiendo entonces compararlas. Fue en dicha comparación que se verificó en qué zonas específicamente los datos de ABAE no se correspondían con la realidad geológica, viendo así una relación entre grandes cambios topográficos y los errores de dicha base de datos. En cambio, la base de datos del modelo GGMplus, muestra consistencia en todo el análisis realizado en este estudio, recomendándose su uso, siempre y cuando se tome en cuenta su elevada resolución espacial y por ende las consecuencias que esto genera en el análisis de profundidad. (Kusnir, 2015; Castro, 2015, Ladera, 2015). No obstante, vale destacar que los modelos gravimétricos de bajas resoluciones, como los de ABAE y UCSD, no fueron descartados una vez obtenidos los datos de mayor resolución del modelo GGMplus, sino que fueron integrados en un análisis global, extrayendo de cada modelo sus fortalezas y los resultados de mayor confiabilidad.

Análisis Espectral: Este estudio permite el análisis de los datos, definir el nivel de ruido y el diseño de todos los filtros calibrados sobre los elementos geológicos, que son las fuentes de la señal. A partir de los espectros de potencia de los datos gravimétricos y magnetométricos satelitales, verificadas las condiciones de normalidad estadística, se estimaron las profundidades de fuentes anómalas en el subsuelo: Moho (O-E entre 41 y 44 km de profundidad), el límite corteza superior/corteza inferior (entre 16-21 km de profundidad), y una tercera interfase con un amplio rango de profundidades según la región del Escudo. Las profundidades evaluadas por el método del análisis espectral reflejan valores similares entre las diferentes bases de datos gravimétricas usadas, y éstas a su vez se corresponden con lo planteado en los modelos generados.

Entre los aportes generales cabe destacar la elaboración de mapas geológico-estructurales de las zonas de trabajo de Rangel (2004), Joseph (2004), Kusnir (2015), Ladera (2015) y Castro (2015) basados en la integración de datos compilados de Venezuela (Mapa Geológico de Venezuela de Hackley, Urbani, Karlsen y Garrity, 2006), Colombia (Mapa Geológico de Colombia-MGC (2007) y Tapias et al.(2007)) y de Brasil (Mapa Geológico de Amazonas del Servicio Geológico de Brasil (Alves et al., 2015), en los cuales se puede observar una alta correlación entre las estructuras y formaciones geológicas de los tres países.

2.6.1. Aplicación de la deconvolución de Euler: caso Estado Amazonas.

La determinación de profundidades de fuentes anómalas se realiza básicamente a partir de dos métodos, el análisis espectral y la deconvolución de Euler.

El espectro de potencia es una herramienta matemática que permite estimar las profundidades de fuentes de las anomalías de una región. Siguiendo lo expuesto por Bhattacharyya (1966), al graficar a una escala lineal la frecuencia en función del logaritmo de la energía, se distinguen intervalos de frecuencia donde la variación logarítmica de la energía con la frecuencia puede ser representada por una función lineal, con amplitudes decreciendo a medida que incrementa la frecuencia. Por lo tanto, la pendiente de esa línea recta será proporcional a la profundidad al tope de la fuente que produce la anomalía. La pendiente de la recta se obtiene a través de $m = \arctg(\varphi)$ donde φ es el ángulo que forma la recta con el eje X. La profundidad (z) a la que se encuentra la fuente anómala se encuentra calculando la pendiente de la recta tangente y seguidamente se sustituye en la ecuación $z = m/4\pi$.

Por otra parte, Regan y Hinze (1976) señalan que cuando se llevan a cabo estudios de campos potenciales con el fin de conocer profundidades regionales, es necesario contar con un tamaño del mapa de trabajo que sea al menos seis veces mayor a la profundidad de las fuentes anómalas. Siguiendo este criterio, en virtud de la extensión del área ocupada por el Escudo de Guayana, cuyas dimensiones aproximadas son $11^\circ \times 9^\circ$, se establece que excede con creces los requerimientos para alcanzar el objetivo más profundo en este estudio, que es la profundidad a la interfase corteza-manto o Moho (36 a 38 km de profundidad aproximada para la discontinuidad de Moho en el Cratón de Guayana, según Niu et al. (2007) y Schmitz et al. (2000), además de diversas determinaciones en la región de Guayana por los autores relacionados con este estudio.

Deconvolución de Euler: Permite la definición de la posición y profundidad de las fuentes gravimétricas y magnéticas mediante la aplicación de la Ecuación de Homogeneidad de Euler.

$$(x - x_0) \frac{\partial f}{\partial x} + (y - y_0) \frac{\partial f}{\partial y} + (z - z_0) \frac{\partial f}{\partial z} = -N(f - B)$$

Dónde: X, Y y Z: coordenadas de ubicación de la fuente. x_0 , y_0 y z_0 : posición del cuerpo estudiado. f: campo potencial, N: índice estructural, B: valor regional del campo total, y es un método que se aplica con mejores logros cuando se hace sectorizado.

El método de la deconvolución de Euler se utiliza como estimador de profundidades de estructuras sobre un área determinada, y requiere como parámetros de cálculo, los datos gravimétricos y magnéticos, más un índice estructural que debe seleccionarse acorde con el tipo de estructuras cuya

profundidad se requiere determinar. Es un buscador de frontera que se basa en la ecuación de homogeneidad de Euler (Thompson, 1982; Reid et al., 1990) donde la homogeneidad es expresada según el índice estructural (SI) la cual es una medida del cambio de atenuación del campo con la distancia de la fuente.

A objeto de exhibir las fortalezas de la deconvolución de Euler, las Figuras N° 8 y 9 ilustran el contacto entre los dominios Casiquiare y Ventuari, en el Edo. Amazonas, diferenciando claramente zonas dominadas por diferentes rangos de profundidad, entre 0-1 km y 0-10 km, separadas por una alineación N45W, menos al sureste del mismo, en el cual las alineaciones más notorias tienen una dirección preferencial E-W, característica del dominio de Siapa.

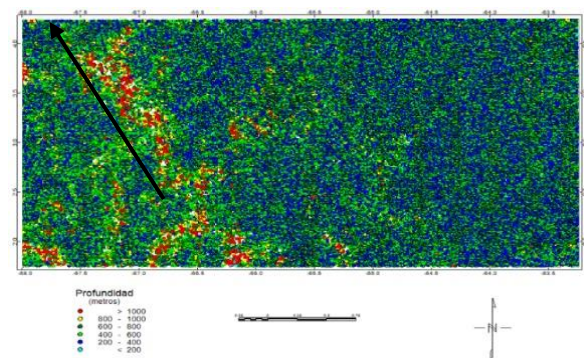


Figura N° 8. Mapa de profundidades de fuente anómala a partir de la deconvolución de Euler, base de datos de Kusnir (2015) y profundidad de 0-1 km.

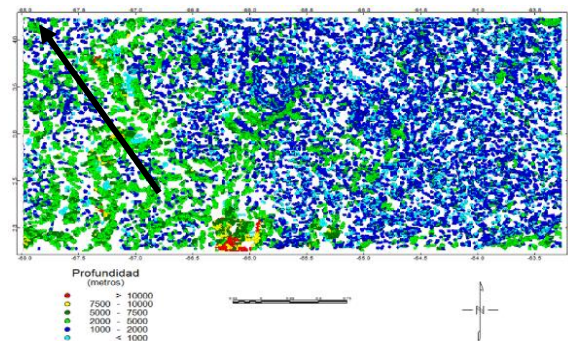


Figura N° 9. Mapa de profundidades de fuente anómala a partir de la deconvolución de Euler, base de datos de Kusnir (2015), profundidad de 1-10 km.

De allí que se haya tomado como ilustración el aplicado en la zona de estudio de Kusnir (2015), con óptimos resultados para la discriminación y definición de posibles límites entre dominios petrotectónicos en profundidad, en particular entre los dominios Ventuari (E) y Casiquiare (O), corroborando planteamientos geológicos, como la tendencia de estructuras tipo rifts y fallas asociadas. El Dominio Casiquiare en todos estos mapas muestra contactos más profundos que el de Ventuari.

2.7. Restricciones para el modelado gravimétrico-magnético integrado.

Con el propósito de imponer restricciones adicionales para la interpretación y modelado del subsuelo de la región del EG se cuenta, asimismo, con datos de profundidades estimadas por Chalboud (2001) a partir de estudios de refracción sísmica en la región norte del estado Bolívar (Figura N° 10), que condujeron a la interpretación de un modelo cortical del Escudo de Guayana en el que la corteza superior se presenta conformada por dos capas, la primera con un espesor entre 8-10 Km, con una variación lateral de la velocidad desde 6.1 Km/s (oeste) hasta 6.0 Km/s (este); la segunda capa profundiza hasta 20-21 Km. y presenta una velocidad variable entre 6.3-6.2 Km/s en dirección O-E. La corteza inferior incluye, igualmente, dos capas, la superior profundiza hasta unos 30-32 Km. con una variación de la velocidad en dirección O-E de 6.6-6.7 Km/s, mientras la capa inferior exhibe una variación de la velocidad de 6.95-6.9 Km/s en la misma dirección, variando la profundidad a la Discontinuidad de Mohorovicic, desde unos 43 km al este hasta unos 46 km al oeste.

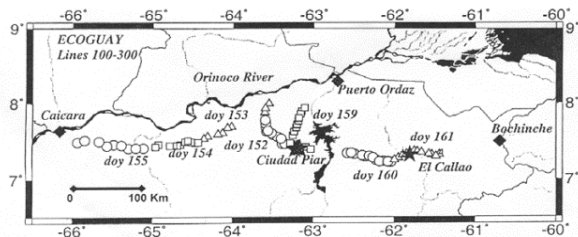


Figura N° 10. Mapa de localización de líneas sísmicas, limitada por las localidades de Caicara al oeste y Bochínche al este, con centro de disparo en Ciudad Piar. Línea 300 (este de Ciudad Piar) y Línea 900 (este de El Callao), tomado de Schmitz et al. (2000).

Schmitz et al. (2000) modelaron la estructura cortical de una zona al noreste del estado Bolívar, a partir de datos sísmicos de refracción profunda y gravimetría. Las líneas sísmicas con direcciones E-O, se ubicaron en formaciones del Precámbrico del Escudo de Guayana cubriendo una extensión de 600 km. Los resultados condujeron a interpretar la existencia de una corteza superior con velocidades entre 6 y 6,5 km/s, hasta una profundidad de 20 km; por debajo de ésta la corteza inferior con velocidades entre 6,4 y 6,7 km/s. De lo anterior se desprende que la discontinuidad de Moho presenta una suave inclinación de 41 a 46 km de profundidad hacia el oeste con una velocidad en el manto superior de 8,1 km/s y una velocidad promedio de la corteza de 6,5 km/s. Con relación a las respuestas gravimétricas, la anomalía de Bouguer varía desde 30 mGal en el oeste del estudio hasta -20 mGal en el este, a lo largo del perfil principal E-O, sugiriendo una profundización de Moho en dirección O-E, en contradicción con los resultados de la sísmica que muestran uniformidad lateral de la corteza con una ligera inclinación hacia el oeste. Schmitz et al. (2000) atribuyen ese desajuste a variaciones laterales de densidad entre el Arqueano y la corteza

Proterozoica, así como restos de corteza oceánica subducida debajo de la parte occidental del Escudo de Guayana o diferencias de densidad entre la astenósfera Arcaica y Proterozoico. Posteriormente, Niu et al. (2007) en un estudio sísmico utilizando ondas primarias P y S de fuentes receptoras, estimaron profundidades corticales para distintas regiones del país, entre ellas al Escudo Guayanés, cuyo espesor cortical fue establecido en 37 km.

Más recientemente, el análisis de los resultados de estudios sísmicos de gran ángulo realizados en Venezuela ha permitido la elaboración de un mapa que unifica la información de profundidad a Moho de varios proyectos previos con los resultados derivados del proyecto Giame (Figura N° 11). Para ello se contó con información detallada de la región Caribe sur, del Sistema Montañoso del Caribe en Venezuela, así como de los Andes venezolanos y cuencas adyacentes, mientras que la cobertura de datos de la región occidental del país y en el Escudo de Guayana es escasa. Estimados grosos de la profundidad a Moho arrojan valores de 25 km (cuenca de Venezuela), 35km (costa norte de Venezuela), 40-45 km (cuencas Barinas-Apure- Guárico y Escudo de Guayana). Se proyectan valores en exceso de 50 km para la Cuenca Oriental de Venezuela (COV) y la región sur de los Andes venezolanos (Schmitz et al., 2021).

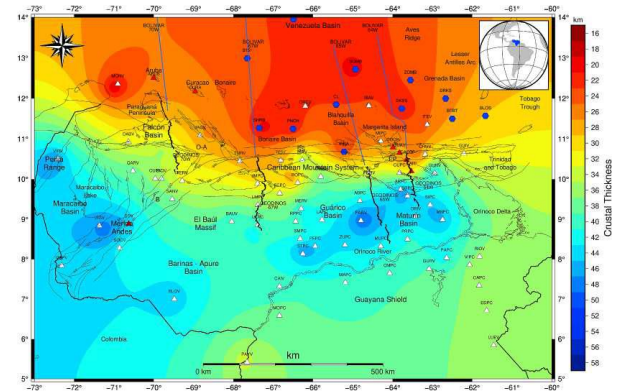


Figura N° 11. Mapa de profundidades a Moho del norte de Venezuela a partir de datos de sísmica de gran ángulo (modificado de Niu et al., 2007). Localización de estaciones sismológicas: FUNVISIS y BOLÍVAR con triángulos blancos; estaciones RICE e IRIS identificadas con triángulos rojos y OBS con hexágonos azules. Perfiles sísmicos de BOLIVAR/GEODINOS señalados como referencia. Valores de profundidad dados en km. (Schmitz et al., 2021)

CAPÍTULO III

3.1. Anomalías gravimétricas en el Escudo de Guayana: estados Bolívar y Amazonas.

Estudios previos recientes han abordado la interpretación de datos gravimétricos y magnéticos en forma sectorizada por provincias geológicas del área ocupada por el Escudo de Guayana, particularmente es oportuno citar el de Linares

(2021) por la caracterización que ha realizado mediante la aplicación de herramientas de resaltado de anomalías gravimétricas y magnéticas residuales mediante derivadas direccionales, estudios de gradientes anómalos, entre otros.

En contraste, el abordaje asumido en esta investigación es de carácter más regional, con el propósito primario de contribuir a dilucidar la morfología de la interfase corteza-manto, requerida para la producción del mapa de Moho basado en mapas de AAL y AB total, más la CAHA de AB a diferentes alturas y sus correspondientes residuales. En el caso de los datos magnéticos se presentan los mapas de los elementos característicos del campo magnético (Declinación, Inclinación, Intensidad Magnética Total (IMT) e IGRF) más los mapas de anomalías magnéticas, CAHA y RTE. El producto final, el mapa de Moho del escudo de Guayana en Venezuela, y su correspondiente anomalía de Bouguer asociada, serán finalmente contrastados con las anomalías gravimétricas y magnéticas regionales para su validación.

3.1.1. Fuente de los datos gravimétricos

Los mapas de anomalías gravimétricas fueron elaborados a partir de los datos de gravedad observada del modelo combinado Eigen 6C4, debidamente procesados mediante códigos computacionales de aplicación de las ecuaciones de Hinze et al. (2005) y LaFehr et al. (1991) hasta obtener las correspondientes anomalías de aire libre y Bouguer completa.

3.2. Procesamiento de los datos gravimétricos

3.2.1. Anomalía de Bouguer Completa

Para todas las estaciones gravimétricas adquiridas, llevadas a un mismo nivel de referencia elipsoidal, se aplicó la siguiente secuencia de correcciones a objeto de conformar la base de datos de Anomalías de Bouguer Completa (*ABtotal*) para una densidad de Bouguer $\rho = 2.67 \text{ g/cm}^3$.

Ecuación para el cálculo de la Anomalía de Bouguer total:

$$ABtotal = g_{obs} \pm \delta_{gh} \mp C_B - BB + C_t + \delta_{g_{atm}} - g_T \quad \text{Ec. 1}$$

Donde: g_{obs} = gravedad observada
 δ_{gh} = corrección de Aire Libre de 2do orden
 C_B = corrección de Bouguer
 BB = corrección de Bullard
 C_t = corrección topográfica
 $\delta_{g_{atm}}$ = corrección por variaciones atmosféricas
 g_T = gravedad teórica

Para la corrección de aire-libre de 2do orden, se utilizó la siguiente expresión:

$$\delta_{gh} = -(0.3087691 - 0.0004398 \sin^2 \varphi)h + 7.2125 \times 10^{-8} h^2 \quad \text{Ec. 2}$$

Siendo φ = latitud de la estación en radianes
 h = elevación en metros (desde el nivel del mar)

Corrección de Bouguer:

$$C_B = 2\pi\rho \gamma h \quad \text{Ec. 3}$$

Corrección de Bullard o corrección de Bouguer de 2do orden:

$$BB = 2\pi\gamma\rho(\mu h - \lambda R) \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

BB: corrección de Bullard o Bouguer B.

γ : Constante de Gravitación Universal

ρ : densidad (en g/cm^3)

h : elevación de la estación en metros (desde el nivel del mar)

R : radio de la Tierra (6371km) + h

Determinación de las constantes adimensionales:

$$\mu = \left(\frac{1}{3}\eta^2 - \eta\right) \quad \text{Ec. 5}$$

$$\eta = \frac{h}{R}$$

$$\lambda = \frac{1}{3} \left\{ (d + f\delta + \delta^2)[(f - \delta)^2 + k]^{1/2} + p + m \log_e \frac{n}{f - \delta + [(f - \delta)^2 + k]^{1/2}} \right\} \quad \text{Ec. 6}$$

siendo:

$$d = 3\cos^2\alpha - 2 \quad \text{Ec. 7}$$

$$f = \cos\alpha \quad \text{Ec. 8}$$

$$k = \sin^2\alpha \quad \text{Ec. 9}$$

$$P = -6\cos^2\alpha \sin\alpha/2 + 4\sin^3(\alpha/2) \quad \text{Ec. 10}$$

$$m = -3\sin^2\alpha \cos\alpha$$

$$n = 2[\sin(\alpha/2) - \sin^2(\alpha/2)] \quad \text{Ec. 11}$$

Corrección atmosférica:

$$\delta_{g_{atm}} = 0.874 - 9.9 \times 10^{-5}h + 3.56 \times 10^{-9}h^2 \quad \text{Ec. 12}$$

Cálculo de la gravedad teórica, mediante la fórmula de Somigliana (1930):

$$g_T = \frac{g_e(1 + k \sin^2 \varphi)}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{1/2}} \quad \text{Ec. 13}$$

Donde:

g_e = gravedad normal en el ecuador (978032.67715mGal)

k = constante ($k=0.001931851353$)

e = excentricidad de la Tierra ($e^2=0.0066943800229$)

La anomalía de Bouguer completa así calculada, según los nuevos estándares (LaFehr et al., 1991; Hinze et al., 2005), además de la corrección de Bouguer tradicional, correspondiente a una lámina de extensión infinita ($C_B = 2\pi\sigma h$ y h , también llamada corrección de Bullard A), incorpora la corrección de Bullard B (reduce la lámina infinita a un casquete esférico de radio superficial 166.7 km), la corrección atmosférica y la corrección topográfica (corrección Bullard C).

3.3. Mapas topográfico y de anomalías gravimétricas del área de estudio.

Los mapas de anomalías gravimétricas fueron generados mediante el *software Generic Mapping Tools –GMT* (Wessel y Smith, 1995). El dato topográfico, al tener menor resolución, fue interpolado según las posiciones gravimétricas mediante el empleo de la herramienta GMT, haciendo uso del comando *surface* el cual toma datos de tipo (x,y,z) espaciados aleatoriamente y produce un archivo binario de valores de $z(x,y)$ de acuerdo a la solución de la Ec. 14, la cual describe el método de interpolación de tipo “*adjustable tensión continuous curvature splines*”

$$(1 - T) \cdot L(L(z)) + T \cdot L(z) = 0 \quad \text{Ec. 14}$$

Donde L indica el operador Laplaciano y T es un factor de tensión cuyos valores se encuentran entre 0 y 1 (utilizado para los datos de anomalías); para el dato topográfico el valor sugerido es 0.35 (Wessel y Smith, 1995).

En la Figura N° 12 se presenta el mapa de relieve topográfico del área de estudio construido a partir de la base de datos ETOPO1, el cual evidencia la contrastante topografía del Escudo de Guayana, caracterizada por una amplia región de topografía media, 200 - 400 m.s.n.m., con valores extremos máximos estrechamente asociados a los tepuyes y mínimos asociados a las depresiones y cauces de ríos, reflejando la accidentada topografía de la extensa región que ocupa el Escudo de Guayana.

3.3.1. Mapa de Anomalías de Aire Libre.

A continuación se compara la fisonomía del relieve terrestre de la región, con la anomalía de aire libre (Figura N° 13), en la cual por definición han sido compensados los efectos asociados a la correspondiente elevación de los puntos de muestreo, o sea en las estaciones gravimétricas de la base de datos del modelo de elevación ETOPO1, y las condiciones de equilibrio isostático establecen como requisito la similitud entre el comportamiento de ambas variables.

Desde el punto de vista cualitativo es notoria la correlación entre las AAL (Figura N° 13) y la topografía (Figura N° 12), con dominio general de AAL entre -40 y 40 mGals en la mayor parte del área comprendida por el Escudo de Guayana y regiones aledañas.

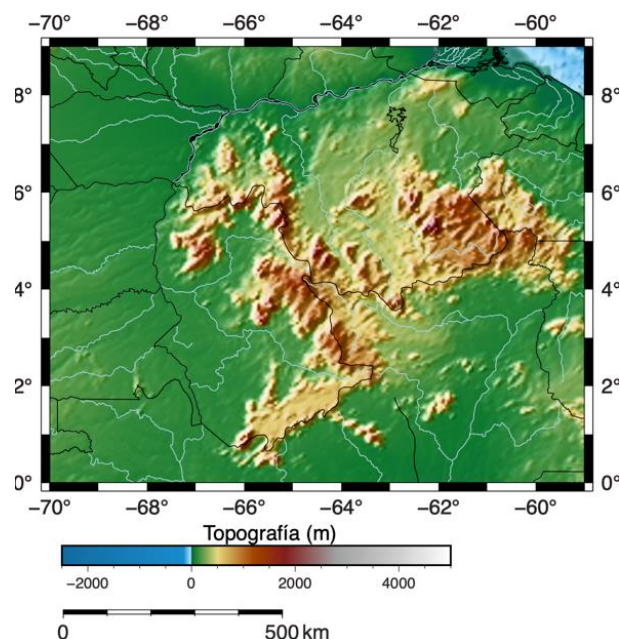


Figura N° 12. Mapa de relieve topográfico del área de estudio, modelo ETOPO1

Las AAL perfilan con impresionante precisión las zonas de elevada topografía, particularmente las características formas de relieve asociadas a los tepuyes, coincidiendo inclusive en su orientación y magnitud acorde con la máxima elevación. Los tepuyes aparecen reflejados con sus respectivos máximos (+50 a +100 mGal) y contrastando con ellos, entre tepuyes, se pueden identificar algunos mínimos locales de -20 a -60 mGal. Por citar algunos, tenemos el tepuy o cerro Duida – Marahuaca (2.900 m, AAL > 70 mGal); la Serranía La Neblina (3.000 m, AAL > 80 mGal); Cerro Guaiquinima (1.659 m, AAL > 70mGal). El más destacado y preponderante mínimo (-60 mGal), con franca orientación NO, notorio por su extensión areal, ocurre en la región central del estado Amazonas; es el de menor magnitud de la región y acompaña el curso del río Orinoco-Ventuari, en la región del rift Suapure-Mavaca.

En la región centronorte a noreste del escudo, los contornos de AAL delinean el área de afloramiento de la Provincia de Imataca, caracterizada por una orientación preferencial noreste y máximos gravimétricos en el orden de 50 mGal. Más al norte, en el extremo septentrional del mapa, cercano al delta del Orinoco comienza a insinuarse el mínimo que bastante más al norte, fuera del área de estudio, cercano a la región de Pedernales (Lat 10° N), alcanza el valor de -200mGal en el depocentro de la Cuenca Oriental de Venezuela.

Hacia el noroeste, teniendo como límite occidental el río Caura, se distingue un máximo en exceso de +40 mGal, que partiendo del escudo en dirección NO, pasa el curso del río Orinoco, y cambia su orientación a $\approx N60W$ siguiendo la morfología y prolongación del Complejo Ígneo-metamórfico de El Baúl entre las cuencas de Guárico y Barinas-Apure, marcando así su expresión gravimétrica en la AAL. Al oeste del río Caura, acompañando a la elevada topografía de orientación N-S, se distingue un conjunto de cierres positivos de AAL con

magnitudes en exceso de 30mGals. En la región del estado Amazonas, el bajo relieve topográfico del Dominio Casiquiare al sur, y su baja respuesta gravimétrica, del orden de -10 mGal, contrasta con el alto relieve del Dominio Ventuari y su respuesta gravimétrica, superior a los 60 mGal, al norte.

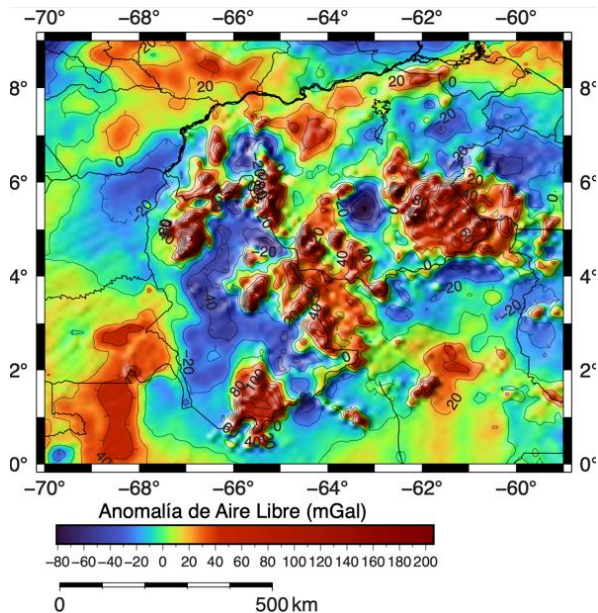


Figura N° 13. Mapa de Anomalías de Aire Libre

En general, la región alrededor del escudo, con una topografía muy poco accidentada, en el rango 200- 400m, se caracteriza por la presencia de anomalías de AAL entre -20 y +40 mGal, excepto en la región limítrofe de los estados Bolívar y Apure, y en la zona fronteriza colombo-venezolana, donde ocurre un mínimo de -20 mGal orientado en dirección paralela al curso de río Orinoco ($\approx$ N40E). La evidente correlación positiva y dependencia de AAL vs Topografía son aspectos que sustentan la existencia de condiciones isostáticas en la región.

3.3.2. Mapa de Anomalías de Bouguer Completa

El mapa de Anomalías de Bouguer (AB) (Figura N° 14) exhibe, a grandes rasgos, una clara expresión gravimétrica regional del cratón de Guayana, en forma de óvalo con orientación NE de su eje mayor, que de noreste a suroeste, en sección transversal, prácticamente duplica sus dimensiones. Sobre el escudo, el patrón de las AB cubre un rango de 35 a -120 mGal, predominantemente negativas, con abundantes mínimos alineados con ejes de dirección NW en el Edo. Amazonas y localmente E-O al sur del Edo. Bolívar.

Bordeando el escudo, se despliegan anomalías de Bouguer positivas en un rango de +30 a +120 mGal, estando la anomalía de fondo sobre el mismo en el orden de +30 a +40 mGal. Se aprecian gradientes más suaves al sur (0.3 – 0.5 mGal/km) que al norte (1.0 -1.2 mGal/km). Sobre el Escudo de Guayana, particularmente en la provincia de Imataca al

norte, resaltan anomalías de Bouguer positivas que llegan a exceder los 80 mGal, y se asocian con rocas de alta densidad distinguibles en numerosos afloramientos. El límite sur de esta provincia lo constituye la falla de Gurí, posible zona de sutura entre dos bloques continentales, que marca el contacto con rocas de la Provincia de Pastora. En el extremo NW de Imataca, los contornos de AB se proyectan siguiendo la orientación del complejo ígneo-metamórfico de El Baúl y describiendo el basamento de las cuencas de Barinas y Apure.

Hacia los bordes norte, sur y oeste del cratón, la región se distingue por la presencia dominante de anomalías de Bouguer positivas, con valores máximos locales de 40 mGal, sugiriendo entre otras posibilidades la disminución de la profundidad a la discontinuidad de Mohorovicic, un incremento en la densidad de las rocas corticales o la presencia de rocas de alto grado de metamorfismo (ej. granulitas, micaesquistos) como ha sido reportado por Tadjou et al. (2009) en sus estudios sobre el cratón del Congo. En la región SE, partiendo del máximo de AB con orientación preferencial N30E, se aprecia un ramal de esa anomalía que toma el rumbo del graben de Kanukú en Guyana central.

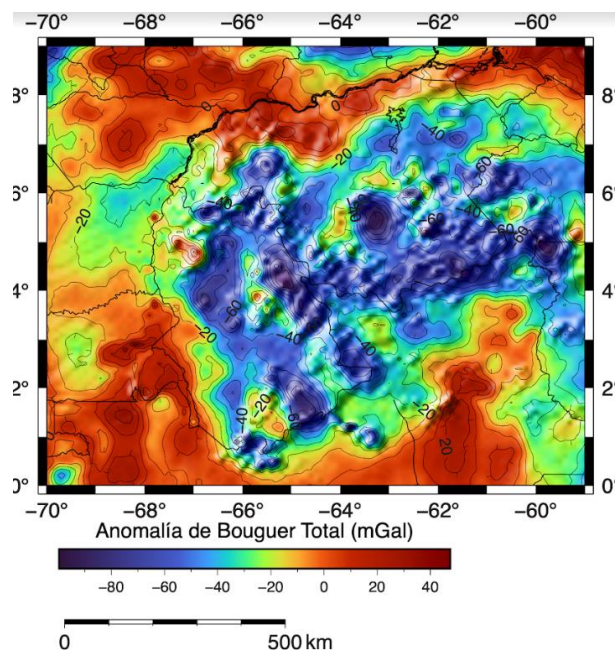


Figura N° 14. Mapa de Anomalías de Bouguer Total, para la densidad $\rho_B = 2.67 \text{ g/cm}^3$

Mención especial ha de hacerse a la identificación de un conjunto de anomalías de Bouguer asociadas a los tepuyes que exhiben valores mínimos de AB del orden de -30 a -80 mGal sobre un piso de -30 a -40 mGal. Hacia la frontera Venezuela-Brasil, en la región del tepuy Roraima, las AB alcanzan magnitudes de -60 a -90mGal. Usualmente se presentan anomalías positivas en AAL asociadas a los tepuyes (120 mGals) y AB negativas (-100 mGal); excepción hecha de la región de tepuyes al NW de Amazonas con valores de AAL (120 mGal) y AB (80 mGal), ambas positivas de alta magnitud,

hacia la serranía del Autana, evidenciando posibles fuentes de alta densidad en el subsuelo. Situación similar pero de sentido contrario ocurre al sur del embalse de Guri, región entre tepuyes, donde se distingue un mínimo de AAL (-40 mGal) y AB (-80 mGal) asociado a rocas graníticas intrusivas.

En el área que actualmente ocupa el estado Amazonas venezolano, región occidental de escudo de Guayana, se distinguen dos alineaciones de mínimos absolutos de AB, que se extienden por más de 400 km en dirección N45W y alcanzan valores mínimos extremos de -160 mGals; esta anomalía es muy significativa, ya que constituye la indudable expresión gravimétrica de dos de los rifts que han sido identificados en la región por Martín (1972, mencionado por Soares, 1985; Figura N° 15 en este estudio), a saber: el rift Ventuari-Labajouri (1) al este y el rift Suapure-Mavaca (2) al centro. Se distingue, asimismo, el límite entre los diferentes dominios (Casiquiare, Ventuari y Siapa) cuya naturaleza pareciera ser principalmente de tipo estructural, no composicional. Es decir que, aunque estos tres dominios están constituidos en su mayor parte por cuerpos graníticos de composiciones litológicas parecidas, presentan diferentes espesores y profundidades en sus contactos.

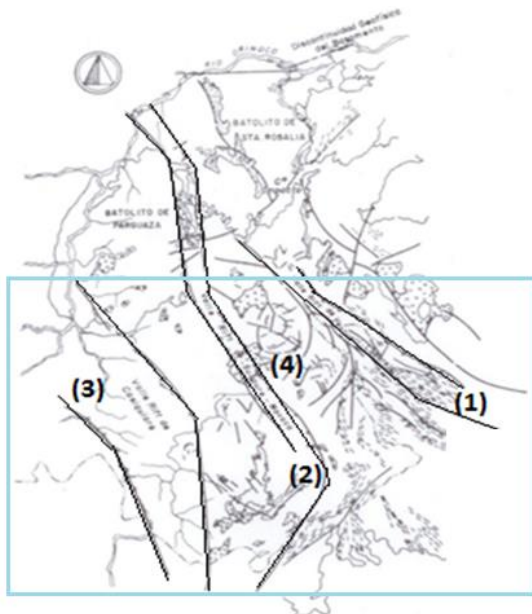


Figura N° 15. Rasgos tectónicos y valles de rift de la plataforma amazónica (Fuente: Martín, 1972, en Soares, 1985). (1) Rift Ventuari-Labajouri. (2) Rift Suapure-Mavaca. (3) Valle rift del Casiquiare. (4) Tepuy Duida-Marahuaca.

Conversaciones con Grande (2015) han permitido inferir que los tres paleorifts intracontinentales identificados en la zona son evidencia de un proceso de apertura continental, que posiblemente se inició en el oeste del cratón amazónico, con el más antiguo, el denominado rift Casiquiare (3), que presenta una mayor erosión respecto al siguiente rift Suapure-Mavaca (2) y termina con el Ventuari-Labajouri (1) sin llegar a lograr la separación total de la corteza continental, pero que

posiblemente puede haber dado lugar a una corteza adelgazada.

La prolífica presencia de rocas graníticas en el escudo de Guayana, ya sea en afloramientos como soterrados bajo la cubierta sedimentaria de Roraima o intrusivos en otras unidades que conforman las provincias de Guayana y los dominios del Amazonas, tiene su expresión gravimétrica negativa en muchos espacios, tales como Parguaza, cuyo valor de anomalía es negativo, pero de mediana intensidad; y Atabapo, en la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, con AB -60 mGal.

3.4. Anomalías Gravimétricas Regionales - Residuales

Las estructuras de grandes dimensiones, usualmente a gran profundidad en el subsuelo, producen anomalías de Bouguer que se caracterizan por ser ondas amplias y suaves, llamadas de tendencia regional o simplemente anomalía regional. Sobre éstas se encuentran usualmente superpuestos los efectos de fuentes anómalas locales, de extensión limitada y menor longitud de onda, a las que se denomina anomalías residuales o locales. (Nettleton, 1976; Lowrie, 2007; entre otros).

Para cartografiar las anomalías regionales o residuales, en el transcurrir del tiempo, se ha descrito un conjunto de métodos matemáticos que permiten la generación de superficies de tendencias regionales; una vez analizadas éstas, mediante la aplicación de criterios matemáticos y estadísticos, se puede seleccionar la más adecuada y representativa de las fuentes profundas, que una vez sustraídas del campo observado permiten identificar las anomalías de efecto someros, residuales o locales. En el desarrollo de este trabajo, pasamos por la aplicación de diferentes métodos para determinar tendencias regionales, desde los iniciales por tendencias polinómicas (utilizados en la 1ra fase), e incorporado paulatinamente métodos de más reciente aplicación como la continuación analítica del campo hacia arriba o hacia abajo y el filtrado por diferentes frecuencias para la determinación de las anomalías regionales, hasta métodos que buscan resaltar anomalías de fuente superficial, y de hecho vienen a constituir mapas de anomalías residuales.

Como la gravedad es un campo potencial, es continuo, lo que hace posible determinar matemáticamente cómo sería el campo si se hubiera medido a diferentes niveles o alturas. La continuación analítica hacia arriba (CAHA) de una anomalía de Bouguer o magnética elimina los efectos de fuentes superficiales y mejora el campo regional. La continuación hacia abajo es de uso más limitado por cuanto, aunque tiende a eliminar el efecto regional, también puede producir efectos atribuibles a fuentes pequeñas o superficiales de dudosa interpretación geológica. En cuanto a los procedimientos para filtrado por frecuencias, las altas frecuencias son las responsables de la respuesta más somera y local, mientras que las bajas frecuencias son responsables de las respuestas a las fuentes más profundas y regionales; este proceso parte del estudio del espectro de frecuencias de la anomalía gravimétrica o magnética objeto de estudio y de la selección del rango de

frecuencias a utilizar; uno de los más utilizados, el filtrado pasa bajo, garantiza la eliminación de las altas frecuencias si se utiliza el filtro y rango de frecuencias adecuado para tal fin (pasa bajo). En estudios corticales o de gran escala, las estructuras pequeñas o locales son de menor interés que las causantes de las anomalías regionales; de allí que la aplicación de un filtro pasa bajo sea muy apropiada (Lowrie, 2007). Conocer de antemano qué frecuencia de corte utilizar, es obviamente esencial para generar los mapas de anomalías regionales. El filtrado pasa alto, puede también ser utilizado de esta forma para generar inmediatamente la superficie de tendencia residual.

Entre los procedimientos para el resaltado de anomalías residuales, se encuentran los métodos basados en el cálculo de derivadas del campo, en un amplio rango, desde las direccionales (X, Y) para destacar anomalías en una orientación particular, usualmente la del rumbo y la del buzamiento de estructuras geológicas de interés, utilizadas en las diferentes fases de este proyecto de investigación, hasta las derivadas verticales.

En esta etapa de integración e interpretación regional del Escudo de Guayana, vista la gran heterogeneidad geológico estructural, que se traduce en variaciones de densidad y propiedades magnéticas de las múltiples fuentes, con la consecuente notoria diversidad de orientación y buzamiento de las mismas, no he considerado procedente la elaboración de mapas de derivadas direccionales, que pueden ser visualizados en trabajos como el de Linares (2021), restringiendo el estudio de anomalías gravimétricas a la aplicación de la Continuación Analítica del campo hacia arriba -CAHA y su correspondiente residual.

3.4.2. Mapa de Continuación Analítica del Campo - CAHA de 80 km.

La Continuación Analítica del Campo hacia arriba CAHA es usada para la interpretación de anomalías gravimétricas y magnéticas, como un filtro para remover anomalías producidas por fuentes superficiales. En la Figura N° 16 se ilustra el mapa de CAHA 80 km seleccionado como el más representativo de la estructura regional del Escudo de Guayana tras un procedimiento evaluativo, comparando los mapas regionales de CAHA a distintas alturas (desde 10 hasta 100 km), mediante el método de Zeng et al. (2007); se seleccionó la CAHA 80 km como aquella a partir de la cual no se advierten cambios significativos en el mapa regional aunque se incremente la altura de cálculo.

El rango de valores de anomalía de Bouguer continuada 80 km hacia arriba cubre desde máximos del orden de -5 mGal hasta valores mínimos de -45 mGal. La orientación preferencial de los contornos es noreste ($\approx$ N70E). Los contornos reflejan la morfología de la estructura profunda del Escudo de Guayana, caracterizada por una estructura oblonga cuyo mínimo de -45 mGal se ubica en las coordenadas 5°N/62°O, y los valores de anomalía incrementan gradualmente hasta alcanzar un máximo de -5 mGal en las

zonas de borde del área de estudio. En cuanto a los gradientes en el mapa de CAHA 80, se advierten suaves gradientes desde el sur (0.1 mGal/km), desde el oeste (0.15 mGal/km) y desde el norte (0.11 mGal/km) hacia el mínimo de la anomalía.

La anomalía así calculada refleja la estructura profunda del subsuelo y servirá de base para la predicción del mapa de la discontinuidad de Moho en la zona de estudio. Los resultados pueden ser correlacionados con los obtenidos en estudios sísmicos realizados por Schmitz et al. (2021), aunque como se observa en la Figura N° 11 prácticamente no existen datos duros que soporten los contornos de Moho en latitudes menores a 8°N y den mayor fiabilidad a ese mapa de Moho en la región del Escudo.

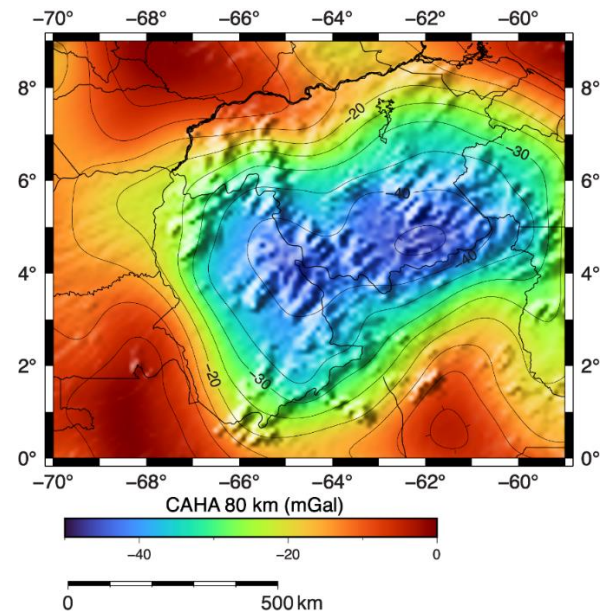


Figura N° 16. Mapa de Continuación Analítica CAHA-80 km del Escudo de Guayana.

El mapa de anomalías residuales, resultado de la diferencia entre el mapa de AB y la CAHA 80, representa las contribuciones de alta frecuencia en el área de estudio y como puede observarse, acentúa las contribuciones de las estructuras más superficiales, descritas en el mapa de AB (Figura N° 14) entre las cuales destacan: la anomalías máximas en la Provincia de Imataca, los mínimos asociados a la presencia de cuerpos graníticos diversos, los mínimos relacionados con los graben de orientación NO que marcan el contacto entre los dominios Casiquiare y Ventuari en el Edo. Amazonas. Es notoria la alta correlación positiva entre el mapa de AB y el residual de la CAHA80, lo que corrobora el peso que tienen las anomalías de alta frecuencia en el Mapa de AB y la importancia del método CAHA para su aislamiento y categorización.

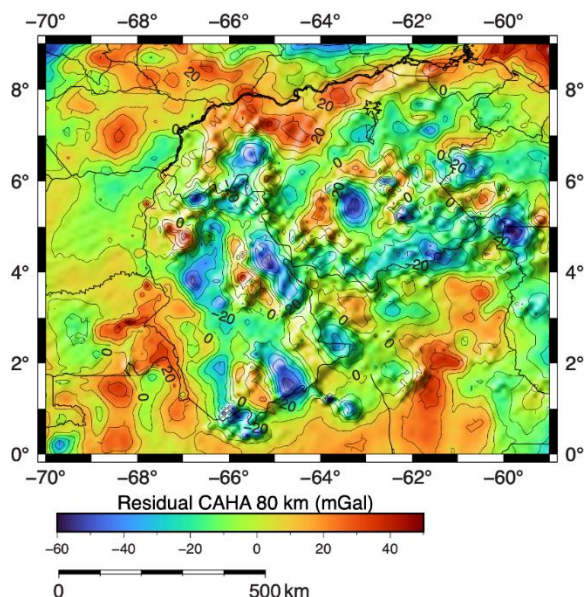


Figura N° 17. Mapa Residual de la Continuación Analítica CAHA-80

CAPÍTULO IV

4.1. Anomalías magnetométricas en el escudo de Guayana: estados Bolívar y Amazonas.

Una vez que los datos magnéticos han sido procesados y debidamente cartografiados, corresponde el análisis de los mismos en términos del comportamiento de los elementos constitutivos del campo geomagnético local y de las características geológicas y propiedades magnéticas de las unidades que conforman el subsuelo del área. Dada la importancia de limitar la ambigüedad inherente en la interpretación, es esencial contar con información geológica confiable de las fuentes anómalas, partiendo de la identificación de las rocas ígneas y metamórficas presentes en el subsuelo, dado que son las que mayor contribución aportan a las anomalías magnéticas en función de su magnetización. Como datos de referencia, los valores de susceptibilidad magnética que usualmente se atribuyen al basamento están en el orden de 1.500×10^{-6} unidades c.g.s. El rango de valores para las rocas ígneas comprende valores entre 2.000×10^{-6} , para las rocas graníticas o pórfidos con alto contenido en cuarzo y cercano a los 1.500×10^{-6} para las dioritas y diabasas (Nettleton, 1971). Es igualmente importante identificar la interfase magnética de Curie, o nivel de profundidad del subsuelo a la cual un material deja de ser ferromagnético.

Se requiere, entonces, identificar en los mapas las orientaciones preferenciales de los contornos isoanómalos, que proveen información sobre el rumbo de las estructuras, gradientes de anomalías que se relacionan con la profundidad a la fuente anómala, siendo mayores mientras más somera sea la fuente, y la presencia de máximos, mínimos o cuplas máximo-mínimo relacionadas con la Inclinação del campo magnético.

4.1.1. Fuente de los datos magnetométricos.

Describir el contexto para la interpretación magnetométrica pasa por la elaboración de un conjunto de mapas que definen las características de los elementos del campo geomagnético en la zona objeto de estudio. En principio, cabe señalar que la fuente de datos magnetométricos utilizada proviene del modelo combinado EMAG2 v3 (Earth Magnetic Anomaly Grid 2, versión 3), con resolución espacial de 2 minutos de arco y altura de muestreo 4km por encima del geode. A la fecha, el EMAG2 v3 es el modelo matemático más recomendable para representar el campo geomagnético en estudios corticales, a partir del cual se han elaborado los mapas de Declinación, Inclinação, IGRF e Intensidad Magnética Total (IMT) que se ilustran en las Figuras N° 18 a 21 respectivamente. Al igual que con los datos gravimétricos, todos los mapas magnéticos fueron elaborados mediante el *software Generic Mapping Tools – GMT* (Wessel y Smith, 1995).

La interpretación magnética comienza con el estudio del campo observado, que es usualmente el mapa de IMT; a efectos prácticos el registro de datos magnéticos puede ser considerado el mismo que se tendría si los sedimentos no estuvieran presentes.

4.1.2. Mapas de Isógonas e Isóclinas.

Como se ilustra en las Figuras N° 18 y 19 que representan los contornos de isógonas e isóclinas del área de estudio; los contornos de declinación magnética, con orientación N10°O, varían de este a oeste, con mínimos de -14 grados en el este y máximos de -11 grados en el oeste (promedio de -12,5 grados), mientras la inclinación magnética (I), con orientación N70°E exhibe variaciones de Sur a Norte, entre los 18 y 34 grados (promedio de 23 grados).

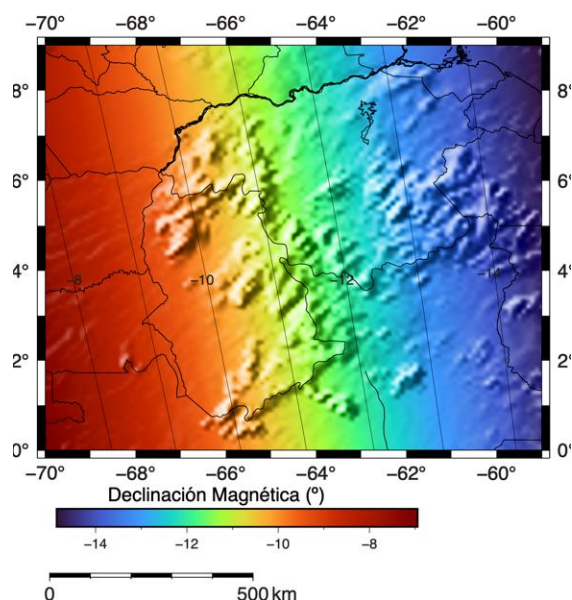


Figura N° 18. Mapa de Isógonas del Escudo de Guayana

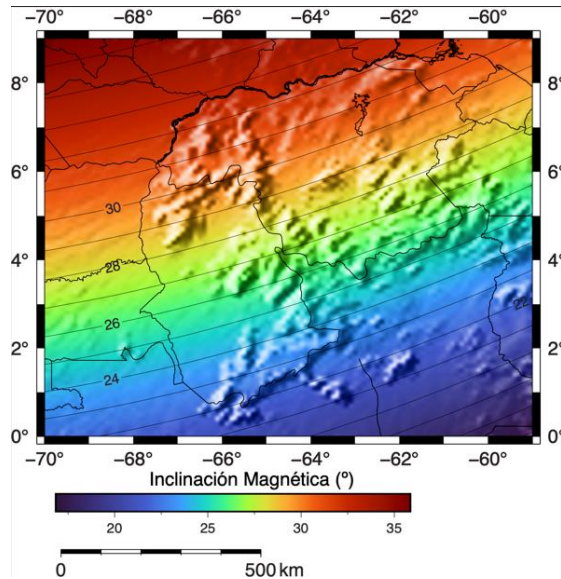


Figura N° 19. Mapa de Isóclinas del Escudo de Guayana.

4.1.3. El IGRF: Campo Geomagnético de Referencia Internacional.

El Campo Geomagnético de Referencia Internacional (International Geomagnetic Reference Field - IGRF) (Figura N° 20) es un modelo matemático que se utiliza para calcular a gran escala, el campo magnético teórico de la Tierra sobre la superficie del planeta; tiene un rango que varía entre los 25000 y 65000 nanoteslas (nT) (NOAA, 2014). Debido a que los cambios seculares no son predecibles, la referencia internacional debe ser actualizada cada 5 años sobre la base de mediciones en observatorios fijos. En la región del Escudo de Guayana, el IGRF tiene un comportamiento lineal con orientación preferencial de los contornos N70°E, valores máximos hacia el noroeste en el orden de 30500 nT y mínimos en el orden de 28500 nT hacia el sureste, lo cual concuerda con las tendencias globales presentes en el área bajo estudio.

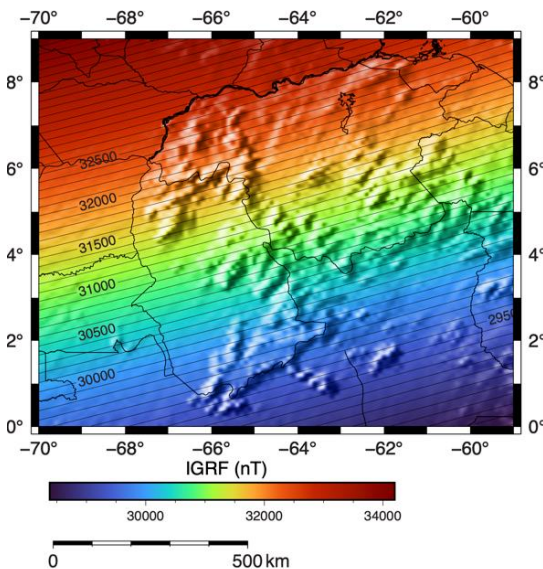


Figura N° 20. Mapa del IGRF del Escudo de Guayana

4.1.4. Intensidad Magnética Total (IMT)

El Mapa de Intensidad Magnética Total (IMT) (Figura N° 21) refleja los contrastes de susceptibilidad magnética del subsuelo hasta la isoterma de Curie, ie: la profundidad, a nivel cortical y manto superior, en la cual se alcanza la temperatura de Curie y con ello la imposibilidad de las rocas para adquirir magnetización inducida. Sobre esta componente se solapan las restantes fuentes de anomalía magnética: interfase corteza-manto y contrastes corticales.

En el área de estudio la IMT se refleja en contornos de orientación N70E y cubre un rango de valores desde 33500 nT en el extremo noroeste del área, hasta 28500 nT en el sureste.

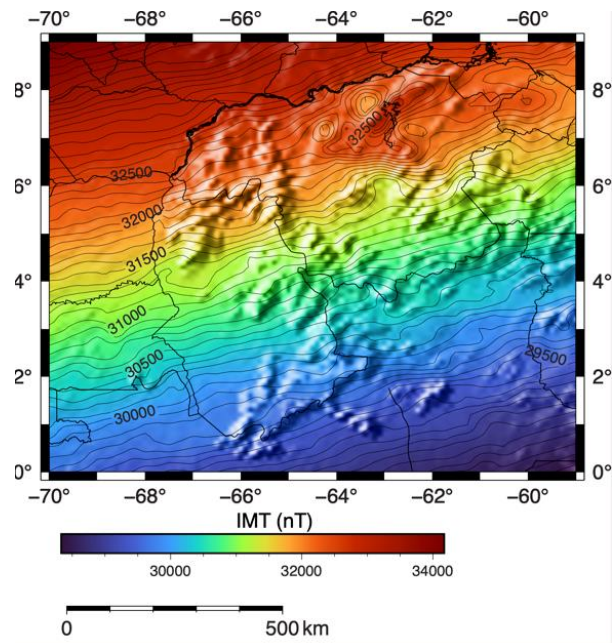


Figura N° 21. Mapa de Intensidad Magnética Total. IMT del Escudo de Guayana.

4.2. Mapas de Anomalías Magnéticas.

A partir de los datos magnéticos de la base de datos EMAG2 v3 se calculó la Anomalía Magnética mediante la expresión:

$AM = IMT \text{ (valor medido)} - IGRF \text{ (campo magnético teórico)}$.

4.2.1. Mapa de Anomalía Magnética Total.

En la Figura N° 22 se presenta el Mapa de Anomalías Magnéticas del área ocupada por el Escudo de Guayana, objeto de investigación de este estudio, el cual posee valores de AM en un rango de -400nT a + 160 nT, con un vacío de información en el sector demarcado entre coordenadas de 4°-6° de latitud Norte, y 62°30'O a -64°O de longitud oeste, por ausencia de datos del campo geomagnético (Orihuela et al., 2011). En la interpretación cualitativa de los mapas

isoanómalos, se busca describir la disposición de las curvas de anomalía, identificando sus ejes negativos y positivos, de modo que puedan ser explicadas las discontinuidades magnéticas; posterior a ello, corresponde precisar las características específicas (frecuencia, anchura, forma, intensidad y orientación) de las anomalías, ya que, al igual que en el caso gravimétrico, suelen ser indicativas de la disposición, profundidad y extensión de la fuente.

Entre los aspectos más importantes a resaltar del análisis del mapa de AM destaca el dominio de valores de anomalía entre -100 y +100 nT, con predominio de anomalías esencialmente positivas, con orientación NE a E-O y mínimos muy aislados que localmente llegan a tener valores anómalos de -110 nT. Ése es el marco sobre el que resalta por su continuidad $\approx$ N60E, su extensión espacial por más de 500km y la característica expresión de cupla magnética (-400 nT a +200 nT), la más conspicua anomalía de intensidad magnética del escudo de Guayana y de Venezuela. Esta anomalía se extiende desde la sutura Caura al oeste, hasta el delta del Orinoco al este, con su polo negativo en terrenos de la Provincia de Imataca y el polo positivo en la Provincia de Pastora. La línea de inflexión entre los polos de la anomalía marca el rumbo de la falla de Gurí y la anomalía magnética es la expresión del contacto entre las referidas provincias geológicas.

Otra anomalía magnética de significación regional es la banda magnética de dirección $\approx$ E-O que atraviesa el estado Amazonas, en la latitud $\approx$ 3°N, posiblemente asociada al límite entre los dominios Casiquiare (S) y Ventuari (N) y a la presencia del Granito de Atabapo, de darse las condiciones entre las propiedades magnéticas de las rocas que lo circundan. Es evidente, asimismo, la alineación de contornos magnéticos con magnitudes de 100 nT al sur del Estado Bolívar, en territorio brasileño, que se proyecta hasta la región central de Guyana marcando la orientación del graben de Takutú.

Adicionalmente se distinguen diversas anomalías magnéticas locales, que podrían ser fuente de interés para la exploración minera, como las que ocurren en las cercanías del cerro Yapacana y en la Serranía La Neblina identificadas como potenciales depósitos auríferos, por anomalías magnéticas asociadas a intrusiones alcalinas como la Formación La Churuata que presenta depósitos de uranio (Bellitzia et al., 1980; Kusnir, 2015; Castro, 2015).

Los diferentes contrastes intermedios que representan los datos magnéticos podrían ser debidos a diferencias composicionales intracorticales que no necesariamente representan diferencias significativas en densidad. Debido a que las unidades rocosas presentes en el subsuelo pueden encontrarse amalgamadas y metamorfozadas, es probable que puedan ser diferenciadas en función de sus propiedades magnéticas, aunque en términos de su densidad, sean similares sólo a grandes rasgos.

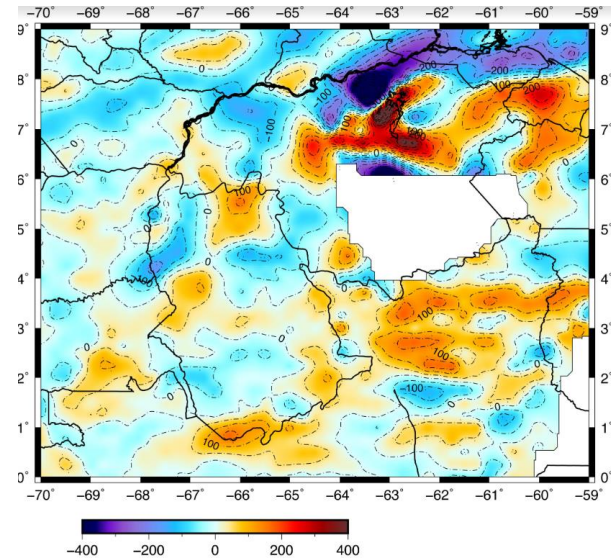


Figura N° 22. Mapa de Anomalías Magnéticas del escudo de Guayana. Base de datos del modelo EMAG2 v3 (Maus et al., 2009)

4.2.2. Mapas Regionales de Anomalía Magnética Total.

Dado el carácter regional de esta investigación y con el objeto de tener mayor información sobre la estructura profunda a partir de datos magnéticos en respaldo a la información gravimétrica para el modelado de la discontinuidad de Mohorovicic en el Escudo de Guayana, se realizó el análisis espectral de los datos geomagnéticos mediante el espectro de potencia radialmente promediado y se determinaron las siguientes interfases en los siguientes niveles: 35 km para la más profunda; 25 km para la profundidad intermedia asociada a la interfase corteza superior-corteza inferior; y 10km para la interfase somera, relacionada con el tope del basamento, posiblemente rocas ígneas y CRV. Por otro lado, el espectro de los datos magnéticos revela que la isoterma de Curie podría estar ubicada a unos 50 km de profundidad, poco más profunda que el Moho determinado por gravimetría; de allí que su efecto pueda hacerse visible en el respectivo mapa de CAHA 50 km.

Hacia el norte y el extremo sur de la zona, las magnitudes magnéticas tienden a ser positivas, mientras que hacia el centro del Escudo tienden a ser negativas. El mínimo se alcanza hacia el noreste, con anomalías cercanas a los -400 nT y el máximo, justo al sur de esta última, con una magnitud de +300 nT. Este gradiente consiste en una de las primeras evidencias de la frontera mencionada, que en el mapa reducido al ecuador revela una especie de fallamiento que corre E-O por el paralelo 6°N. Esto concuerda con la tendencia regional que presentan las anomalías de Bouguer, entre -30 mGal y 0 mGal, que se presentan en la zona de transición.

En la Figura N° 23 se muestra el mapa generado a partir de la continuación analítica del campo de la anomalía magnética a 35 km de altura. En este mapa se advierte una mayor intensidad magnética hacia el sureste de la zona en estudio, en particular

en el Dominio de Siapa, en comparación con la zona norte compuesta de bajos magnéticos en todas sus longitudes geográficas. Se observa también en dicho mapa el alto magnético asociado al contacto entre los dominios de Casiquiare y Ventuari, el cual tiene una dirección aproximada N70W. Esto implica que, mayormente, las anomalías magnéticas observadas son de índole local. Entre las más importantes se mencionan los máximos magnéticos en las cercanías del cerro Yapacana (orden de 160 nT) y al suroeste del mismo, al sur del tepuy Duida-Marahuaca (orden de 50 nT), en La Serranía la Neblina (orden de 100 nT) y en la Serranía Parima-Tapirapecó (orden de 70 nT).

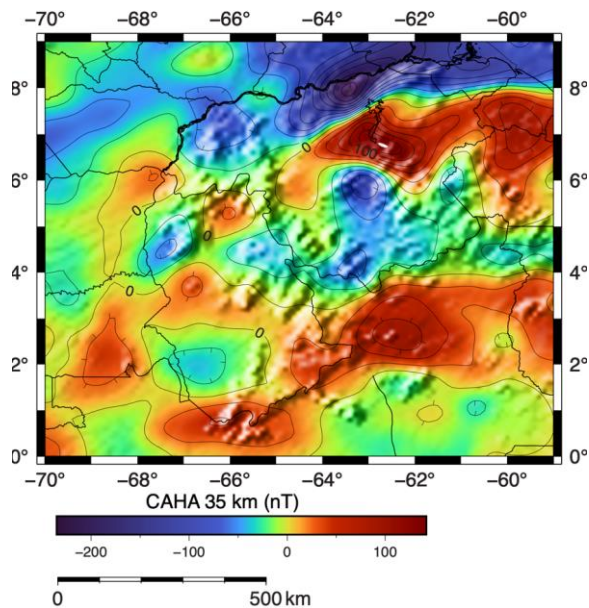


Figura N° 23. Mapa de CAHA 35 km de Anomalías Magnéticas del Escudo de Guayana.

El mapa de CAHA 35 de anomalías magnéticas que se ilustra en la Figura N° 23 pone en evidencia el efecto magnético regional del Escudo de Guayana, rescatando el efecto de su estructura profunda de forma oval, con una orientación NE a E-O de su eje. Es notorio, asimismo, como se perfila la cupla magnética asociada a la Provincia de Imataca con la CAHA 35 de anomalía magnética que se ilustra en la Figura N° 23 y como se evidencia la continuidad en el subsuelo de la anomalía que refleja la morfología y continuidad del Arco de El Baúl hacia el noroeste.

Existen grandes condiciones de similitud entre los mapas magnéticos de CAHA 35 y CAHA 50, (Figuras 23 y 24) particularmente en lo que corresponde a la caracterización de la parte más profunda del cratón de Guayana; sólo se advierten ligeras diferencias en la magnitud de las anomalías hacia la región centro occidental del Escudo de Guayana, posiblemente reflejo de contribuciones residuales más visibles a 35km.

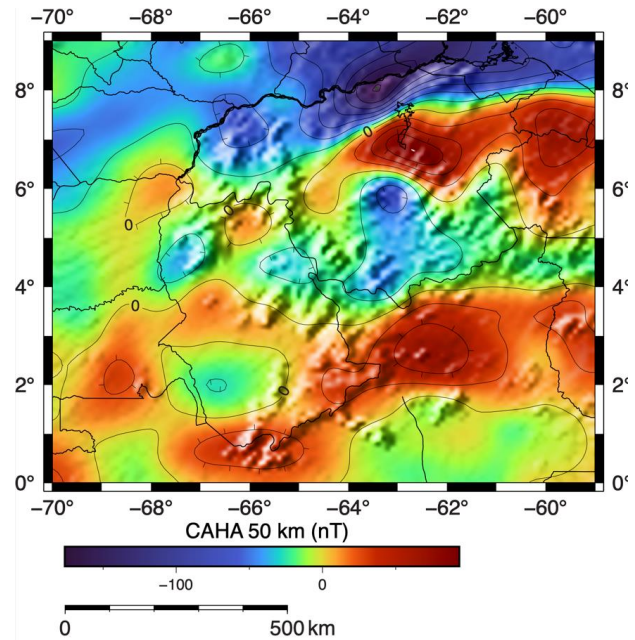


Figura N° 24. Mapa de CAHA 50 km de Anomalías Magnéticas del Escudo de Guayana.

4.2.3 Mapa de Reducción al Ecuador

Con relativa frecuencia los mapas de anomalías magnéticas pueden manifestar la presencia de anomalías con marcada polarización que dificulta su interpretación, situación que puede ser solventada aplicando los métodos de “Reducción al Polo -RTP” o de “Reducción al Ecuador -RTE” que, según Blakely (1996), tienen por objeto transformar las anomalías magnéticas bipolares a anomalías monopolares centradas directamente sobre el cuerpo que las causa, simplificando así su interpretación. Para ello, los datos de intensidad magnética total, según su ubicación geográfica, deben ser reprocesados asumiendo que el campo magnético inducido tiene una inclinación de 90° y una declinación de 0°, para la Reducción al Polo, e inclinación de 0°, para la Reducción al Ecuador. En estos métodos se establece como premisa que los cuerpos están magnetizados bajo inducción, por lo que tendrían la dirección del campo magnético terrestre, lo que hace que no sea resolutivo si los cuerpos poseen magnetismo remanente. La Reducción al Polo es aplicable en regiones donde la declinación es superior a los 10° y la latitud magnética debe tener valores mayores de 30°, por lo que esta aplicación no es resolutiva para datos adquiridos en áreas cercanas o sobre el ecuador magnético. En casos como el que nos ocupa, donde el área de estudio se ubica entre latitudes 0° a 9° Norte, es más precisa la aplicación de la Reducción al Ecuador, que de igual manera no es eficiente si la latitud magnética es superior a 60°. En este mapa, para reducir el efecto magnético relacionado con la inclinación del campo y poder ubicar las estructuras, se llevó a cabo la reducción de los datos al ecuador, con los valores mostrados en las Figuras 18 y 19 para la declinación e inclinación magnéticas respectivamente.

En el mapa de RTE (Figura N° 25) se ilustran los contornos de anomalía magnética reducidos al ecuador magnético, presenta un rango de anomalías entre -126 nT y 117 nT, donde las anomalías negativas se encuentran principalmente relacionadas a los granitos de Cuchivero y a la sección engrosada de Río Negro. Con la aplicación de este operador, se logra ubicar con mayor exactitud, las respuestas anómalas sobre las fuentes que las generan. Así, en el mapa de RTE, se perfilan con mayor detalle las componentes positiva y negativa de la anomalía sobre la Provincia de Imataca, se visualiza con mayor detalle la anomalía regional positiva envolvente del Cratón de Guayana y los mínimos relacionados con la parte más profunda del mismo, así como los cuerpos graníticos con expresión magnética mínima dado que no presentan usualmente altos valores de magnetización. Se observan, igualmente, mayores gradientes al norte.

En cuanto a la anomalía magnética que marca los límites entre los dominios de Casiquiare y Ventuari en el Edo. Amazonas, es aún más marcada, resaltando la continuidad de las anomalías en territorio colombiano al oeste, como hacia Brasil, al este, prolongándose hasta el graben de Takutú en Guyana. Mediante la reducción al ecuador magnético -RTE, se determinó un comportamiento similar a la anomalía magnética de la zona, en donde se tienen máximos magnéticos locales entre los meridianos 65°O y 64°O, cercanos a la Serranía de Maigualida (al norte de la región) y del Jaua-Sarisariñama (al sur), que probablemente corresponde al contraste magnético de las rocas de origen mantelar y las rocas plutónicas de la Provincia de Cuchivero. Los mínimos del mapa de RTE, se encuentran localizados en la frontera con Brasil y en el noroeste del mapa y alcanzan valores de -200 nT; hacia el territorio brasilero el aumento del contraste magnético pudiera ser producto de las formaciones ígneas de Brasil descritas en los mapas geológicos de la zona.

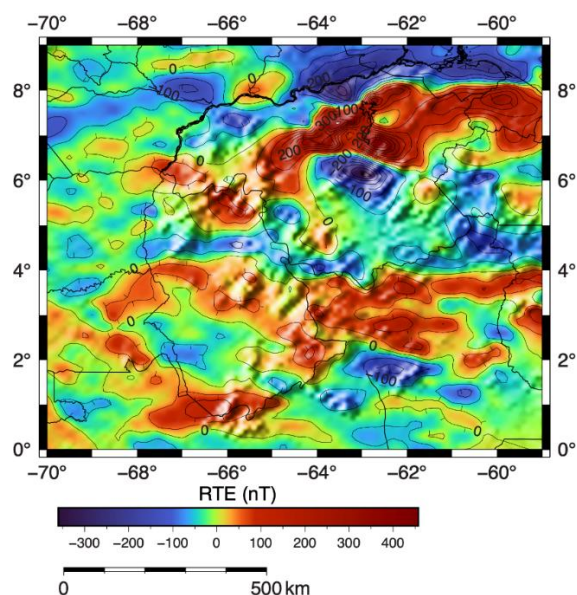


Figura N° 25. Mapa de RTE de Anomalías Magnéticas del Escudo de Guayana.

CAPÍTULO V

5.2. Modelado de MOHO mediante inversión gravimétrica.

5.2.1. Estimación de profundidades de fuentes anómalas: análisis espectral.

El procedimiento seguido para la generación de mapa de Moho comprende la siguiente secuencia de pasos: a partir de la anomalía de Bouguer total (Figura N° 14), cuyas condiciones de normalidad estadística, previamente determinadas, se ilustran en la Figura N° 26, se hizo el estudio de su correspondiente espectro de potencia, determinándose las profundidades (z) asociadas a cada pendiente (m) (Figura N° 27) mediante la relación $z = m/4\pi$ y se identificó el rango de número de onda/longitud de onda que debe corresponder a la profundidad de Moho, utilizando como referencia los valores publicados en Schmitz et al. (2021). Posteriormente, se utilizó un filtro pasabanda para el rango encontrado, que corresponde a la banda entre 72 km y 250 km (Figura N° 28). El tipo de filtro pasabanda usado es cuadrado en su representación en el dominio de Fourier.

Como ha señalado Lowrie (2007), al filtrar las longitudes de ondas de la banda seleccionada, se están eliminando las irregularidades observadas en el mapa de anomalía de Bouguer, dejándolo más suave que el original o enfatizando las anomalías de interés. Por ejemplo, en estudios de la corteza terrestre, como el actual, a gran escala, las estructuras pequeñas o locales son de menor interés que las anomalías regionales, por lo que su efecto puede ser disminuido mediante la aplicación de un filtro de paso bajo. La aplicación de este filtro deriva en la inclusión del artefacto conocido como el fenómeno de Gibbs, en la señal de salida. Este artefacto modifica la señal cerca de los bordes, al ser de menor longitud de onda y amplitud que la señal objetivo, por lo cual puede ser aceptado como parte del error asociado a la metodología.

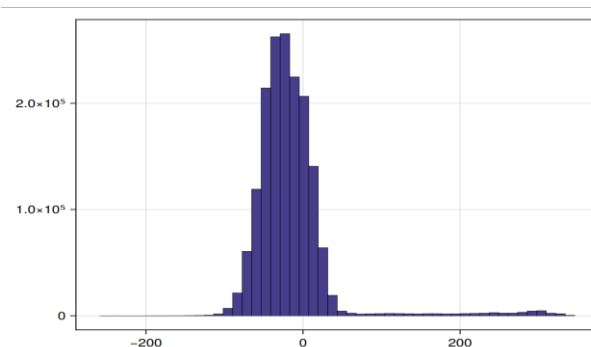


Figura N° 26. Distribución estadística de los datos de Anomalía de Bouguer Completa del Escudo de Guayana.

Una vez aislada la componente de la anomalía de Bouguer total que corresponde a la interfaz de Moho, se utilizó el método inverso de Parker (1973) para obtener la forma de Moho. El método de Parker permite calcular la anomalía

potencial que genera una interfaz ($\Delta g(k)$) a cierta profundidad (p) dado un contraste de densidades ($\Delta \rho$), a través de la transformada de Fourier:

$$\Delta g(k) = e^{-kp} 2\pi G \Delta \rho H(k) \quad \text{Ec. 15}$$

La ecuación se puede reestructurar para realizar el proceso contrario, es decir obtener la forma de la interfaz a partir de la anomalía gravimétrica. En este caso hemos considerado como p la profundidad estimada con el espectro de potencia (42.9 km) y $\Delta \rho$ el contraste de densidad entre el manto superior (3300 kg/m³) y la corteza inferior densa (2950 kg/m³). El mapa que ilustra la interfase corteza-manto así calculada, es decir el

mapa de la discontinuidad de Moho, se presenta en la Figura N° 29.

$$\Delta g(k) = e^{-kp} 2\pi G \Delta \rho H(k) \quad \text{Ec. 16}$$

Siendo Y_1 a Y_4 las ecuaciones de rectas tangentes identificadas en la Figura N° 33.

$$Y_1 = -995.88 x + 1E + 06 \quad y \quad R^2 = 0.9788$$

$$Y_2 = -537.80 x + 1E + 06 \quad y \quad R^2 = 0.9705$$

$$Y_3 = -323.94 x + 944831 \quad y \quad R^2 = 0.9823$$

$$Y_4 = -208.70 x + 621358 \quad y \quad R^2 = 0.9964$$

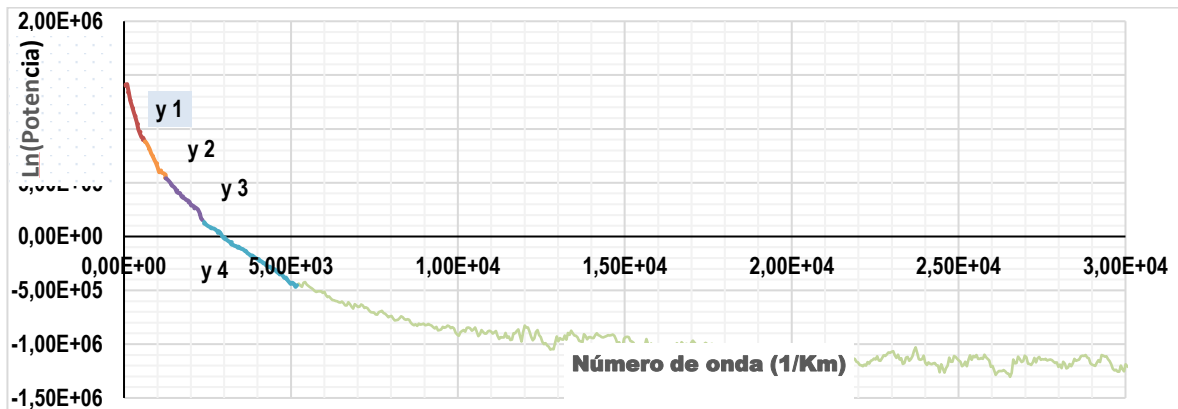


Figura N° 27. Espectro de potencia de la Anomalía de Bouguer Total

M	Z (km)	R ²	Error m	Error	Error Z (km)	Recta
-995,9	-79,2	97,88%	2,12%	7,12%	-5,6	Y1
-537,8	-42,9	97,11%	2,89%	7,89%	-3,4	Y2
-323,9	-25,8	98,35%	1,65%	6,65%	-1,7	Y3
-208,7	-16,6	99,64%	0,36%	5,36%	-0,9	Y4

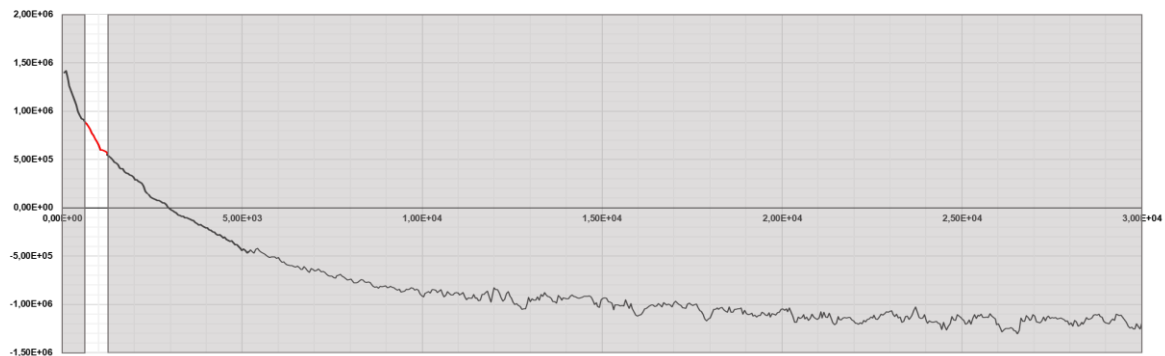


Figura N° 28. Aplicación de filtro pasabanda para el rango encontrado, que corresponde a la banda entre 72 km y 250 km

En la Figura N° 27 se observa la distribución de frecuencias de AB en el Escudo de Guayana, que puede ser asociada principalmente a cuatro discontinuidades, la más profunda a 80 km, posiblemente de nivel litosférico; la profunda, a 40 km se relaciona con la interfase corteza-manto o discontinuidad de Moho; la intermedia, a 26 km asociada con la interfase corteza inferior- corteza superior o discontinuidad de Conrad; y la somera a 16 km que se debe corresponder con fuentes mucho más cercanas a la superficie que constituyen los basamentos locales.

La transformación del aporte gravimétrico de la discontinuidad de Moho a profundidad a través del método de Parker (1972), se realizó aprovechando las capacidades de la transformada de Fourier multidimensional del paquete FFTW.jl del lenguaje comunicacional Julia v1.10

5.2.1. Mapa de Moho del Escudo de Guayana.

En la Figura N° 29 se ilustra el mapa de profundidad de Moho en el Escudo de Guayana, primero en su estilo para el área de la Guayana venezolana, obtenido a partir de datos gravimétricos satelitales. Como puede observarse, la profundidad de Moho varía en un rango de 41 a 44.5 km profundizando de oeste a este, ubicándose la máxima profundidad a esa interfase entre 59°- 63° O de longitud y 4°-6°N de latitud. Las profundidades interpretadas para Moho en este modelo guardan buena relación con datos previos determinados a partir de análisis espectral de anomalías gravimétricas en diferentes sectores del cratón (Kusnir, Castro, Ladera, 2015) y en modelos 2D previamente interpretados (Rodríguez et al., 2006). Los contornos describen una estructura oblonga con orientación preferencial muy cercana a la E-O. Suaves gradientes se aprecian en sus flancos principalmente en las zonas sur y oeste. Al noreste incrementa el gradiente y se mantiene la orientación E-O sobre terrenos de la Provincia de Imataca. En la región centrosur del Edo. Amazonas los contornos de Moho se orientan en dirección NO, alineados con la serie de paleorifts que caracteriza esa región de Escudo.

Con el propósito de validar el mapa de Moho se utilizaron dos estrategias, la primera, analizarlo a través de la comparación con el mapa de Continuación Analítica de la Anomalía de Bouguer total (CAHA 80 de AB, Figura N° 16) y la segunda interpretarlo en términos de la Anomalía de Bouguer calculada para la interfaz de Moho es este trabajo (Figura N° 30). Estos dos mapas de AB, a gran escala, reflejan buenas coincidencias, principalmente en la orientación de los contornos y en la ubicación espacial (4.5°N y 62°O) del mínimo gravimétrico asociado a la mayor profundidad de Moho.

Esta interpretación está en concordancia con la propuesta de una formación cratónica cuya máxima profundidad a la discontinuidad de Moho se ubica a 44km y debería, además, exhibir variaciones corticales de densidad en los bordes tectónicos del cratón con los cuerpos que lo rodean. El relieve de la discontinuidad de Moho concuerda igualmente con los rangos de profundidad determinada en los análisis espectrales

(Kusnir, Castro, Ladera, 2015) y en las secciones corticales 2D interpretadas a nivel regional, en el orden de los 40 km. Es clara y evidente, por otra parte, la tendencia de profundización de Moho de oeste a este.

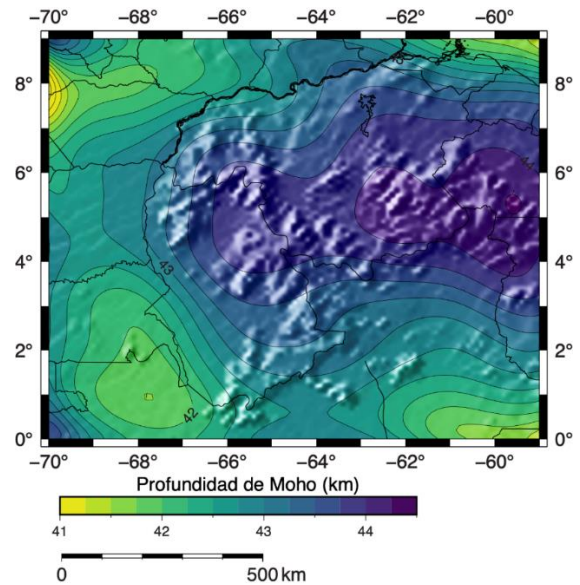


Figura N° 29. Mapa de contornos de Profundidad de Moho en el Escudo de Guayana

Con relación al mapa de AB de Moho (Figura N° 36), cabe destacar un hallazgo muy interesante que puede venir a clarificar la interpretación del basamento del Complejo Igneo Metamórfico de El Baúl, por cuanto se identifica con meridiana claridad la continuidad hacia el noroeste de la anomalía de Bouguer que partiendo del escudo se proyecta en la dirección NW de ese complejo. Hacia el sur y el oeste del área de estudio, máximos de AB (50 y 60 mGal, respectivamente), flanquean la estructura del cratón, limitando su extensión al sur y el oeste del área de estudio.

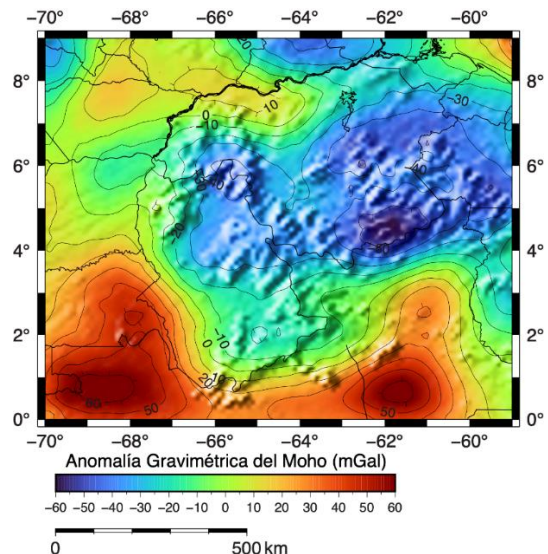


Figura N° 30. Mapa de Anomalía Gravimétrica de Moho en el Escudo de Guayana.

SUMARIO Y CONCLUSIONES

Esta sesión está dedicada a presentar un sumario sobre los antecedentes de esta investigación y concluye con los resultados a la fecha actual.

El Escudo de Guayana ha sido objeto de estudio, de larga data, por parte de numerosos investigadores. En particular, en el área de las Geociencias, por tratarse de un área que tanto interés genera en virtud de su potencial minero, hidroeléctrico, turístico, entre otros y, en particular, ha sido tema de debate el conocimiento de su estructura cortical mediante la aplicación de métodos potenciales, sólidamente apoyados en el conocimiento geológico del área gracias a los tratados sobre las características litológicas, estructurales y tectónicas que han aportado imprescindible información tan vital para la interpretación geofísica, entre quienes es imposible no mencionar la referencia más amplia y universalmente citada, Mendoza (2000, 2012), Mendoza et al. (2019), y Barrios (1985) para el estado Amazonas.

Por otra parte, es esencial mencionar que la línea de investigación central en este trabajo ha sido la aplicación de métodos gravimétricos y magnéticos, para el conocimiento de la estructura del subsuelo que comprende el Escudo de Guayana, en el marco del cratón de Guayana en Venezuela. Desde el año 2005 ha significado la recuperación de datos gravimétricos y magnéticos de diversas fuentes, pasando por la integración de datos producto de levantamientos terrestres y aerotransportados (Sierra, Erasmo, Lozano, Azuaje, Vargas, Escorihuela, Díaz, Adrián, Morgado y Pérez, 2004-2005) hasta la inclusión de datos satelitales (Rangel, Joseph, Kusnir, Castro y Ladera, 2015) del estado Amazonas, para concluir con la integración de datos, procesamiento e interpretación con nuevos aportes que se presentan en este documento.

En esencial señalar, asimismo, que las técnicas y métodos aplicables en el procesamiento e interpretación de los datos, desde 2005 a la fecha actual, se han enriquecido considerablemente durante este lapso, gracias al desarrollo tecnológico, *hardware* más poderosos, nuevos *software* e inclusive la incorporación de metodologías usuales en otras disciplinas, que han permitido sin duda alguna tener mejor control de calidad de los datos y de los procesos matemáticos, estadísticos, geoestadísticos, espectrales, tras bastidores, para lograr mediante la sinergia entre estudios geofísicos y geológicos una mejor interpretación de la estructura del subsuelo en la región objeto de estudio.

En una 1ra fase, la recuperación de datos aerotransportados fue el objetivo primario, los trabajos de Joseph (2005) y Rangel (2005) fueron la “escuela” para el diseño del procedimiento a seguir para convertir mapas (formato analógico) a bases de datos (formato digital). En una 2da fase, se amplió el tamaño del área a estudiar y, aparte de profundizar en el uso de procedimientos para garantizar condiciones estadísticas y geoestadísticas de los datos, se cumplió con una fase de integración de datos que culminó con la producción de mapas gravimétrico-magnéticos.

La transición del uso de datos terrestres y aero transportados a datos satelitales ha constituido, sin lugar a dudas un paso trascendental, que llevó a unificar datos y homogeneizar información de diversas fuentes, que requirió además mayor entrenamiento en el uso de grandes cantidades de datos. Un objetivo cumplido en esa 3ra fase fue la validación de diversas bases de datos de uso internacional, lo que se cumplió con los datos gravimétricos y magnéticos del Edo. Amazonas, con el añadido que no sólo fue posible determinar cuál podría ser la base de datos más adecuada a los estándares actuales, sino que permitió el uso de diferentes bases de datos para el logro de determinados objetivos específicos, aprovechando las fortalezas de cada base de datos en función de sus potencialidades.

Finalmente, arribamos a la fase de final, que se consolida en este trabajo, donde la palabra clave es “integración y nuevos aportes” que se refleja en los mapas de anomalías gravimétricas y magnéticas del Escudo de Guayana, calculados a partir de las bases de datos de más amplia aceptación a la fecha (ETOPO1, para datos de relieve topográfico; EIGEN-6C4, para datos gravimétricos; y EMAG2-v3, para datos magnéticos).

Un inciso necesario impone hacer referencia a la transición ocurrida en el procesamiento de los datos gravimétricos, que de la clásica representación de las anomalías gravimétricas referenciadas al geoide, pasaron a ser referenciadas al elipsoide terrestre, incorporadas correcciones por efectos atmosféricos y por el ajuste entre el geoide y el elipsoide, ajustada la gravedad teórica de referencia internacional y calculadas las anomalías de Aire Libre y Bouguer conforme a los nuevos estándares de uso internacional (Hinze et al., 2005; y LaFerhr, 1991). Así, los mapas de AAL y AB (Figuras N° 13 y 14) construidos bajo estos nuevos estándares, pueden ser correlacionados sin limitación alguna con los de otras regiones del mundo por cuanto están todos amarrados a los mismos datos de referencia internacional, en topografía, datos gravimétricos y datos magnéticos.

La presentación de estos productos finales constituye el punto de partida para la interpretación. Es conveniente señalar en este punto, que durante las 2 últimas décadas se ha consolidado el análisis de los datos gravimétricos y magnéticos en el dominio de la frecuencia; de ser un dato visto en el dominio espacial ha pasado a ser visto en términos de ondas y frecuencias que una vez discriminados pueden ser atribuidos a diferentes fuentes anómalas, y determinadas sus profundidades mediante el análisis de sus correspondientes espectros de potencia. La aplicación de métodos para la separación de efectos regionales y residuales, correspondientes a fuentes profundas y superficiales respectivamente, y de otros filtros de bandas de frecuencia específicas, pasa por la discriminación previa en un análisis espectral. Hoy día es también de uso frecuente y hasta rutinaria, la utilización de métodos como la deconvolución de Euler para la determinación de profundidades, la continuación analítica de los campos gravimétrico y magnético (CAHA) para la obtención de las anomalías regionales y el cálculo de efectos residuales a partir

de la comparación con los datos de anomalía al nivel de referencia, así como el uso de derivadas de las anomalías en diferentes direcciones (x, y, z) para el resaltado de lineamientos estructurales de interés geológico.

Ahora bien, en medio de la gran diversidad de métodos aplicables a los fines de la integración e interpretación gravimétrica y magnetométrica del Escudo de Guayana, vista la diversidad geológica manifiesta en la notoria variación de orientación y buzamiento de las estructuras geológicas, en la heterogeneidad de las propiedades físicas (densidad y susceptibilidad magnética), y fundamentalmente en atención al carácter regional de este estudio, he estructurado su abordaje en la etapa final concentrándolo en el estudio de anomalías gravimétricas regionales mediante la aplicación de la Continuación Analítica del campo hacia arriba CAHA 80 km y su correspondiente residual. Con respecto a la interpretación magnética, luego de evaluar el comportamiento de los elementos descriptivos del campo magnético (D, I, IGRF, IMT) y las anomalías magnéticas, se incorpora el análisis de los efectos regionales mediante las CAHA 35 y 50 km, y la reducción al ecuador (RTE).

El producto final y más importante de esta investigación es el mapa de profundidad de la discontinuidad de Moho en el Escudo de Guayana, sobre el cual hay que destacar que es el primero en su estilo para el área de la Guayana venezolana, obtenido a partir de datos gravimétricos satelitales. No existe a la fecha ningún mapa de Moho de esta región; los publicados por Schmitz et al. (2021) cubren la región norte de Venezuela, con muy limitada información sísmica entre las latitudes 5° a 8° Norte y ausencia total de datos por debajo de los 5°N.

De modo que, sobre la base de la investigación realizada, teniendo como antecedente 15 TEG coordinados y supervisados, con la publicación parcial de algunos resultados (Rodríguez et al., 2006) y de este documento final que refleja la interpretación integrada del Escudo de Guayana podemos precisar las siguientes conclusiones:

1. La estrategia de recopilación y rescate de información magnetométrica, permitió la elaboración del mapa magnetométrico del sector comprendido en la región central del Edo. Bolívar (Fase I, 2005); es importante porque viene a representar una visión local de las anomalías magnéticas residuales, brinda algunas recomendaciones sobre posibilidades de desarrollos mineros en la zona y, a los efectos de la interpretación de las AM, se corresponde con las anomalías de alta frecuencia identificadas en esa región.
2. El reconocimiento geológico realizado en la zona central del Edo. Bolívar, con la visita a afloramientos básicamente correspondientes a las Provincias de Imataca y Pastora, incluida la observación de una zona de milonita de la falla de Guri, y la recolección de muestras de rocas para su caracterización litológica y determinación de densidades y susceptibilidades magnéticas, representan un valioso y permanente aporte

por cuanto estos datos son parámetros esenciales, de referencia, para el modelado del subsuelo.

3. El estudio gravimétrico magnético de la región del Edo. Amazonas (Fase II, 2014-2015) constituyó una experiencia necesaria porque introdujo, en principio, la utilización de datos satelitales para el estudio de esa región, previa evaluación de las bases de datos satelitales disponibles en línea y la selección de las más adecuadas, para la identificación y delimitación de los dominios tectónicos característicos de esa región del escudo de Guayana.
4. Para el análisis de datos satelitales se experimentó probando diferentes métodos y técnicas de interpretación, para resaltar anomalías de interés, contactos y alineaciones estructurales. Resultados como los ilustrados en las Figuras N° 8 y 9 de Kusnir (2015) demuestran la potencialidad de la deconvolución de Euler para la identificación de zonas de contrastantes litologías o diferencias en profundidades de fuente.
5. La utilización de los espectros de potencia ha demostrado ser una herramienta fundamental para la discriminación de niveles de profundidad de fuente, que ha orientado la identificación de profundidades a las discontinuidades de Moho, Conrad y otros niveles más someros como tope del basamento. Los estimados de profundidad a Moho, más confiables en la medida de ser calculados a partir de mallas con la mayor cobertura espacial de datos disponible, que por sugerencia de Regan y Hinze (1976) debería ser por lo menos 6 veces la profundidad objetivo, arrojan valores de profundidad a Moho en un rango de 38-43 km y han servido de referencia para el Mapa de Profundidad a Moho (Figura N° 29).
6. La robustez de los resultados finales es justamente consecuencia de los múltiples ejercicios de prueba y contraste entre las técnicas y metodologías aplicadas localmente; así como de la verificación de la coherencia y consistencia de las anomalías obtenidas, y de su validación en términos geológicos.
7. La interpretación de anomalías a escala regional en los mapas de Anomalías de Bouguer, IMT, y sus correspondientes residuales ha permitido la identificación de estructuras ícono en el Escudo de Guayana, entre otras y sin ser exhaustivos: a) la falla de Guri, la más conspicua de la región norte del Escudo de Guayana, con expresión positiva en AB y de cupla magnética en IMT; b) la notoria presencia de cuerpos graníticos ampliamente extendidos por toda la región con su característica expresión de mínimos gravimétricos. c) la posible continuación del escudo hacia el noroeste, con expresión de máximo gravimétrico del complejo ígneo-metamórfico de El Baúl; d) la sutura del Caura, bien delimitada en el mapa, dividiendo los dominios gravimétricos de Cuchivero respecto a la tendencia que presentan Imataca y Pastora. e) los lineamientos de orientación NO en la región del Amazonas con mínimos asociados a los graben descritos por Soares (1985); f) la estructura de orientación NE, al sur del escudo, en territorio brasileño, que tiene continuidad hasta el graben de Takutú en Guyana; todo esto en el ámbito estructural

más regional de la anomalía gravimétrica de forma oval con orientación preferencial NE y mínimos de -40 mGal que representa el Escudo de Guayana venezolana.

8. El mapa de contornos de profundidad de Moho en el Escudo de Guayana, cuyo relieve se ha plasmado en el mapa correspondiente (Figura N° 29) en el cual se evidencia su profundización de oeste a este en un rango de 41 a 44.5 km, siendo la máxima profundidad a esa interfase la alcanzada entre 59°- 63° O de longitud y 4°- 6°N de latitud. Las profundidades interpretadas para Moho en este modelo guardan buena relación con datos previos determinados a partir de los análisis espectrales de anomalías gravimétricas en diferentes sectores del cratón (Kusnir, Castro, Ladera, 2015) y en modelos 2D interpretados en los TEG correspondientes y publicados en Rodríguez et al. (2006). Los contornos de Moho y su respectivo mapa de Anomalía de Bouguer describen una estructura oblonga con orientación preferencial muy cercana a la E-O. Se aprecian suaves gradientes en sus flancos principalmente al sur y al oeste. Hacia el noreste se advierte un incremento en el gradiente y se mantiene la orientación E-O sobre terrenos de la Provincia de Imataca. Los contornos de Moho, en la región centrosur del Edo. Amazonas, se orientan en dirección NO, mostrando su alineación con la serie de paleorifts que caracterizan esa región de Escudo; y los regionales, tanto gravimétricos como magnéticos evidencian el contacto entre los dominios Casiquiare y Ventuari. El regional gravimétrico, por su parte, refleja el buzamiento hacia el NE de la discontinuidad del Mohorovicic, siendo ésta la mayor componente de dicho regional.

AGRADECIMIENTOS.

Mi reconocimiento primordial es para la Universidad Central de Venezuela (UCV), mi *alma mater*. Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de personas esenciales en mi desarrollo académico y profesional. De allí mi especial gratitud al Acad. Julio César Ohep por su invitación a formar parte de la Comisión de Minería y Materiales, mi vía de ingreso a la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat en 2021. Gracias a mis alumnos y tesis de Guayana: Ángel Erasmo, Roger Sierra, Liz Lozano, Rafael Azuaje, Emgelberth Vargas, Nanvir Escorihuela, Alexander Díaz, Natalia Adrián, Leonardo Morgado, Maxlyn Pérez, Luis Rangel, Wendell Joseph, Erick Kusnir, Luis Castro y Alaila Ladera; así como al Profesor Sebastián Grande por su invaluable asesoría geológica y por liderar la excursión de reconocimiento en el área de estudio. Mi especial agradecimiento al Profesor Janckarlos Reyes por su constante colaboración. En el desarrollo de los mapas y el modelado del subsuelo, la colaboración fue clave; por ello, valoro profundamente el respaldo de mis alumnos, hoy colegas Ing. Ana K. Sánchez y Mariano Arnáiz Rodríguez, por su constante apoyo y participación en interesantes discusiones que enriquecieron las implicaciones geológicas de los resultados.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS CITADAS

- ADRIAN, N. 2004. Estudio Aeromagnético del Escudo de Guayana en la zona de El Manteco, Norte del Estado Bolívar. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 79pp.
- ALVES, R., R. LEÃO, E. B. DA SILVA y L. F. REZZANO. 2015. Mapa geológico simplificado de Brasil. Escala 1:6.000.000. Serviço Geológico do Brasil.
- ARRAIZ, D., E. DINIS, I. RODRÍGUEZ y F. URBANI. 2008. Interpretación integrada del macizo ígneo-metamórfico de El Baúl, Edo. Cojedes, Mem. XIV Congreso Venezolano de Geofísica.
- AZUAJE, R. A. 2004. Estudio aeromagnético de la zona de Cupacuy, Norte del estado Bolívar. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 79pp.
- BALMINO, G., N. VALES, S. BONVALOT y A. BRIAIS. 2011. Spherical harmonic modelling to ultra-high degree of Bouguer and isostatic anomalies. Bureau Gravimétrique International, Geosciences Environment Toulouse Observatory. DOI 10.1007/s00190-011-0533-4.
- BARRIOS, F., U. CORDANI y K. KAWASHITA. 1985. Caracterización geocronológica del Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Memorias del VI Congreso Geológico de Venezuela. Ministerio de Energía y Minas. Dir. de Geología. Pub. Esp. 10(III):1432-1478.
- BHATTACHARYYA, B. K. (1966). Continuous spectrum of the total-magnetic-field anomaly due to a rectangular prismatic body. *Geophysics*, 31(1), 97-121.
- BELLIZZIA, A. (1976). Mapa Geológico Estructural de Venezuela. Ministerio de Energía y Minas. Caracas. Escala 1:500000. Mapa geológico.
- BELLIZZIA, A., N. BELLIZZIA y S. RODRÍGUEZ. 1980. Mapa metalogénico de Venezuela. <<http://www.pdv.com/lexico/museo/minerales/image/metalogénico.jpg>>.
- BLAKELY, R. 1996. Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications. Cambridge University Press. Recuperado desde ISBN 0-521-57547-8.
- BOTT, M.H.P. 1953. Negative gravity anomalies over acid "intrusions" and their relations to the structure of the Earth's crust. *Geol. Mag.* 90:257-267.
- BOTT, M.H.P. 1956. A geophysical study of the granite problem. *Quart. J. Geol. Soc. London* 112:45-67
- BOTT, M.H.P. y S. B. SMITHSON. 1967. Gravity investigations of subsurface shape and mass distribution of granite batholiths. *Geological Society of America Bull.* 78:859-878.
- CASE, J., T. HOLCOMBE y R. MARTÍN. 1984. Map of geological provinces in the Caribbean region. In: W.R. Bonini, R.B. Hargraves y R. Shagam (Eds). *The Caribbean-South American plate boundary and regional tectonics*. *Geol. Soc. of Amer. Mem.* 162:1-30.
- CASTRO, L. 2015. Caracterización Estructural del Subsuelo de la Región Norte del Estado Amazonas mediante el Modelado Gravimétrico y Magnético usando Datos

- Satelitales. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 127pp.
- CHALBAUD, D. 2001. Determinación del espesor cortical del Escudo de Guayana a partir del análisis de información de sísmica de refracción. Trabajo Especial de Grado. Departamento de Geofísica. Universidad Simón Bolívar. 117pp.
- CONDIE, K. C. 1981. The composition and evolution of the continental crust: rare earth element evidence from sedimentary rocks. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 301, 381–399.
- CORPOVEN. 1989. Mapa de anomalías magnéticas de Venezuela. Escala 1:500.000, 24 hojas en proyección cónica conforme de Lambert.
- CVG TECMIN, C.A. 1995. Mapa de Localización de Ocurrencias de Minerales en Guayana.
- DAVIS, J. 1966. *Statistic and Data Analysis in Geology*. Ed. Library of Congress Cataloging. Pub. New York. 549pp.
- DÍAZ, A. J. 2004. Estudio geofísico integrado del sur-oriente del país, San Rafael de Imataca, estado Bolívar. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 79pp.
- DOBRIN, M. B. y C. H. SAVIT. 1988. *Introduction to Geophysical Prospecting* (4th ed.), New York, McGraw-Hill. 867 pp.
- ERASMO, A. 2002. Análisis Geoestadístico y Espectral de Datos Aeromagnéticos de la zona centro-occidental del Edo. Amazonas, Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 89pp.
- ESCORIHUELA, N. C. 2004. Interpretación de datos aeromagnéticos con fines de exploración minera en la zona San Rafael-El Callao. Escudo de Guayana, Estado Bolívar. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 79pp.
- ESPEJO, A. 1974. Geología de la Región El Manteco-Guri, Estado Bolívar, Venezuela. En: Memoria IX Conferencia Geológica Inter-Guayanas, Ciudad Guayana, Estado Bolívar, 7–14 de mayo 1972. Boletín de Geología, Pub.Esp. No. 6, Dirección de Geología, Caracas, pp. 207–248.
- GARCÍA, A. 2009. Mapas de anomalías de gravedad y magnetismo de Venezuela generados a partir de datos satelitales. Trabajo Especial de Grado, Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 199pp.
- GAUDETTE, H. E. y W. J. OLSZEWSKI. 1985. Determination of radiometric ages, Amazonas Territory, Venezuela. Muñoz MI (Ed.) Mem. I Simp. Amazónico, Pto. Ayacucho, Bol. Geol., Pub. Espec. 10, Ministerio de Energía y Minas, Caracas. 733–746 pp.
- GIBBS, A.K. 1979. Geology of the Pre-Cambrian shield of the Guiana Craton, South America. *Ph.D. Thesis*, Harvard University, Cambridge, Mass.
- GIBBS, A. K. y C. N. BARRON. 1993. The Geology of the Guiana Shield. Ed. por N.Y. Oxford University Press, Monographs on Geology and Geophysics, Núm. 22, p. 246.
- GONZÁLEZ DE JUANA, C., J. AROZENA y X. PICARD CADILLAT. 1980. Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas. Tomo I. Caracas: Foninves. 1031pp.
- GRANDE, S. 2005. Las kimberlitas de Guaniamo, Venezuela. *GEOS* 38: 21-23.
- GRATEROL, V. et al. 1988. Mapa de anomalías de Bouguer de la República de Venezuela, Universidad Simón Bolívar, Caracas, escala 1:20.000.000.
- HACKLEY, P., F. URBANI, A. KARLSEN y C. GARRATY. 2006. Mapa Geológico de Venezuela. Escala 1:750.000. US. Geological Survey, file report 2006-1109. <<http://pubs.usgs.gov/of/2006/1109>>
- HAMMER, S. 1939. Terrain corrections for gravimeter surveys. *Geophysics* 9: 184-194
- HERRERO, E. y J. NAVARRO. 1989. Mapa de anomalías magnéticas de Venezuela: Venezuela, Ministerio de Energía y Minas, hojas a escala 1:500,000.
- HINZE, W., C. AIKEN, J. BROZENA, B. COAKLEY, D. DATER, G. FLANAGAN, R. FORSBERG, T. HILDENBRAND, G. RANDY KELLER, J. KELLOGG, R. KUCKS, X. LI, A. MAINVILLE, R. MORÍN, M. PILKINGTON, D. PLOUFF, D. RAVAT, D. ROMÁN, J. URRUTIA- FUCUGAUCHI, M. VÉRONNEAU, M. WEBRING y D. WINESTER. 2005. New standards for reducing gravity data: The North American gravity database. *Geophysics* 70(4): J25-J32.
- KALLIOKOSKI, J. 1965. Geología de la parte norte-central del Escudo de Guayana, Venezuela. Min. Minas e Hidrocarburos. Bol. Geol. VII (13):44-56
- KANE, M. 1962. A comprehensive system of terrain corrections using a digital computer. *Geophysics* 27: 455-462.
- KELLER, G.R., T. HILDENBRAND, W. HINZE, X. LI, D. RAVAT y M. WEBRING. 2006. The quest for the perfect gravity anomaly: Part 2 — Mass effects and anomaly inversion.
- KUSNIR, E. 2015. Integración gravimétrica y magnética a partir de datos satelitales en la zona central del estado Amazonas. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica. Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 176pp.
- LADERA, A. 2015. Modelado Gravimétrico y Magnético del Escudo Guayanés a través del uso de Datos Satelitales en la región Suroeste del Estado Bolívar. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 155pp.
- LaFEHR, T. R. 1991. An exact solution for the gravity curvature (Bullard B) corrections. *Geophysics* 56(8): 1179-1184.
- LI, X., T. HILDENBRAND, W. HINZE, G. R. KELLER, D. RAVAT y M. WEBRING. 2006. The quest for the perfect gravity anomaly: Part 1 — New calculation standards. Mem Annual Meeting SEG/New Orleans, Gravity anomaly Sesión. P: 859-863.

- LINARES, F. 2021. Caracterización del Escudo de Guayana a partir de datos de Gravedad. Trabajo de Grado de Maestría. Dpto. de Geología. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 116pp.
- LOWRIE, W. 2007. Fundamentals of Geophysics, 2nd ed. Cambridge, New York, Melbourne. 381 pp.
- LOZANO, L. M. 2004. Interpretación de datos aeromagnéticos con fines de prospección minera en la zona circundante al Río Antabare, estado Bolívar. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 116pp.
- MARTÍN B., C. (1968). Edades isotópicas de rocas venezolanas. Memorias Bol. Geol. (Caracas), 10, 19, 356-380.
- MARTÍN B., C. 1972. Paleotectónica del Escudo de Guayana. Conf. Geol. Inter. – Guayanas IX. Ciudad Guayana, Venezuela. Mayo 1972, Memoria, Bol. Geol., Caracas, Pub. Esp. 6: 251-305.
- MASON et al. 1995. Geology and mineral deposits of the Venezuelan Guayana Shield. U.S. Geological Survey (USGS) y C.V.G., Técnica Minera. Geology and mineral deposits of the Venezuelan Guayana Shield. U.S. Geological Survey Bulletin 2124. Ed. Sidder, G. B., García Gerdes, A. E., and Stoesser, J. W.
- MAUS, S., U. BARCKHAUSEN, H. BERKENBOSCH, N. BOURNAS, J. BROZENA, V. CHILDERS, F. DOSTALER, J. D. FAIRHEAD, C. FINN, R. B. VON FRESE, C. GAINA, S. GOLYNSKY, R. KUCKS, H. LÜHR, P. MILLIGAN, S. MOGREN, D. MÜLLER, O. OLESEN, M. PILKINGTON, R. SALTUS, B. SCHRECKENBERGER, E. THÉBAULT y F. CARATORI. 2009. EMAG2: A 2-arc-minute resolution Earth Magnetic Anomaly Grid compiled from satellite, airborne and marine magnetic measurements. En: Geochem. Geophys. Geosyst., Vol.10, Q08005, doi: 10.1029/2009GC002471
- MENDOZA, V. 1973. Evolución tectónica del Escudo de Guayana (Resumen). II Cong. Latinoamericano de Geol. Mem. Bol. Geol. Caracas. 75 pp.
- MENDOZA, V. 1977. Evolución Tectónica del Escudo de Guayana. Cong. Latinoamericano Geol. II. Mem. Bol. Geol. Caracas. Pub. Esp. 7(III): 2237-2270.
- MENDOZA, V. 1980. Petrotectonic Provinces of the Amazonas Territory, Guiana Shield, Venezuela. 26th International Geological Congress, Paris, July 7-17, 1.980. Resumes V1: 99pp.
- MENDOZA, V. 1985. Potencial aurífero de Guayana. Memorias del VI Congreso Geológico de Venezuela. Pp.4038-4068
- MENDOZA, V. 2000. Evolución geotectónica y recursos minerales del Escudo de Guayana en Venezuela (y su Relación con el Escudo Sudamericano). Geos UCV 2:184.
- MENDOZA, V. 2005a. Evolución geotectónica y recursos minerales del Escudo de Guayana en Venezuela. Geos UCV 38:61-64.
- MENDOZA, V. 2005b. Geología de Venezuela, Tomo I: Escudo de Guayana, Andes venezolanos y Sistema Montañoso del Caribe. Universidad de Oriente. Ciudad Bolívar, Venezuela. Universidad de Oriente.
- MENDOZA, V. 2012. Geología de Venezuela. Evolución geológica, recursos minerales del Escudo de Guayana y revisión del Precámbrico mundial. Tomo I. Bogotá. 364pp.
- MENÉNDEZ, A. 1973. Geología del Cuadrángulo de Guayana (P.E. 4.02), Venezuela. *Boletín de Geología, Publicación Especial No. 6*, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología, Caracas.
- MENÉNDEZ, V. 1968. Revisión de la Estratigrafía de la Provincia Pastora, según el Estudio de la Región de Guasipati, Guayana Venezolana. MMH, Bol. Geol. Caracas B-10(19):309-338.
- MENÉNDEZ, V. 1994. Cinturones de Rocas verdes del Escudo de Guayana en Venezuela; Revisión Estratigráfica. En I. S. Venezuela. (Ed.). (pp. 123-139). Caracas: Libro de Memorias, Asoc. Venez. del Oro.
- MORGADO, L. A. 2005. Análisis geofísico en la región de Guri al nordeste del estado Bolívar, Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica. Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 181pp.
- NAGY, D. 1966. The gravitational attraction of a right rectangular prism. Geophysics, 31(2).
- NETTLETON, L. 1971. Elementary gravity and magnetic for geologists and seismologists. Society of Exploration Geophysicists. Mono N° 1. 121 pp.
- NETTLETON, L. 1976. Gravity and Magnetism in Oil Prospecting, McGraw-Hill. NY, USA. 464pp.
- NIU, F., T. BRAVO, G. PAVLIS, F. VERNON, H. RENDÓN, M. BEZADA, A. LEVANDER, 2007. Receiver function study of the crustal structure of the southeastern Caribbean plate boundary and Venezuela. J. Geophys. Res. 112, B11308.
- OLMORE, S. D., G. SIDDER, W. DAY y F. GRAY. 1986. Geología y recursos minerales de la parte venezolana del Escudo de Guayana. Informe Técnico, Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y Compañía Técnica Minera C.A. (Tecmin), Puerto Ordaz, Venezuela, 120 p.
- ORIHUELA, N., A. GARCÍA, Y. GARZÓN, J. GONZÁLEZ y T. TABARE. 2011. Mapa de Anomalías Magnéticas de Venezuela derivado de datos satelitales. Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V. 26 (1): 43-49.
- PARASNIS, D. S. 1986. Principles of Applied Geophysics (4th edition): Chapman and Hall. 240p.
- PARKER, R.L. 1973. The rapid calculation of potential anomalies. Geophys. Jour. R. Astr. Soc. 31:447- 455.
- PAVLIS, N.K., S.A. HOLMES, S.C. KENYON y J.K. FACTOR. 2012. The development and evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008), Journal of Geophysical Research, Vol. 117, B04406, doi: 10.1029/2011JB008916.
- PÉREZ, M. 2004. Análisis Geofísico Integrado en la región de Guareto al Noreste del Estado Bolívar. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 126pp.
- PIMENTEL de BELLIZZIA, N. 1984. Compilación e integración del Mapa Geológico Estructural de Venezuela,

- escala 1:2.500.000. Dirección de Geología, Dirección General Sectorial de Minas y Geología, Ministerio de Energía y Minas, Venezuela.
- PIMENTEL DE BELLIZZIA, N., A. BELLIZZIA y S. RODRÍGUEZ. 2000. Mapa Tectono-estratigráfico del Escudo de Guayana, Venezuela. MEM. Caracas. Dirección de Geología.
- RANGEL, L. 2014. Integración Gravimétrico-Magnética, a partir de Datos Satelitales, en el área de San Carlos de Río Negro - Estado Amazonas. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 103p.
- REGAN, R. y W. HINZE. 1976. The effects of finite data length in the spectral analysis of ideal gravity anomalies. *Geophysics* 41(1):44-55.
- REID, A.R. 1974. Stratigraphy of the type area of the Roraima Group, Venezuela. Conf. Geol. Interguayan, Mem. Publ. Espec. 6: 343-354.
- REID, A. B., J.M. ALLSOP, H. GRANSER, A.J. MILLETT, E. I.W. SOMERTON (1990). Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution. *Geophysics*, 55(1): 80-91.
- REIGBER, CH., G. BALMINO, P. SCHWINTZER, R. BIANCALE, A. BODE, J.-M. LEMOINE, R. KÖNIG, S. LOYER, F. H. MASSMANN, P. NEUMAYER, H. NEUMAYER, CH. REIGBER, R. SCHMIDT, M. SCHEINERT, F. BARTHELMES, P. SCHWINTZER, Y.S. VISSER. 2002. First results of the CHAMP gravity field mission. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 27(20-22): 1145-1150.
- RODRÍGUEZ, S.E. 1985. Recursos Minerales de Venezuela. MEM Bol. Geol. 1(27).
- RODRÍGUEZ, I., S. GRANDE, N. ADRIÁN, R. AZUAJE, A. DÍAZ, N. ESCORIHUELA, L. LOZANO, L. MORGADO, M. PÉREZ y E. VARGAS. 2006. Modelaje cortical del Escudo de Guayana, Venezuela, con base en datos gravimétricos y magnéticos. En: Backbone of the Americas, Patagonia to Alaska, Geol. Soc. America, 3 al 7 Abril 2006.
- ROSALES, R. 2023. Validación de los Datos Gravimétricos Satelitales del modelo EIGEN-6C4 en un sector del Municipio Cedeño, Estado Bolívar. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 91pp.
- SCHMITZ, M., D. CHALBAUD, J. CASTILLO y C. IZARRA. 2000. The crustal structure of the Guayana Shield, Venezuela, from seismic refraction and gravity data. *Tectonophysics*, 345:103-118.
- SCHMITZ, M., M. BEZADA, K. RAMÍREZ, A. LEVANDER, F. MAZUERA, J. ÁVILA y L. YEGRES. 2021. The active seismic working group of the GIAME project Moho depth map of northern Venezuela based on wide-angle seismic studies. *Journal of South American Earth Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.103088>
- SIDDER, G.B. y F. MARTÍNEZ. 1990. Geology, geochemistry and mineral resources of the upper Caura River area, Bolivar State, Venezuela: U.S. Geological Survey Open-File Report 90-231, 29 pp.
- SIDDER, G. B. y V. MENDOZA. 1991. Geology of the Venezuelan Guayana Shield and its relation to the entire Guayana Shield: U.S. Geological Survey Open-File Report 91-141. En: Sidder, G.B., Page, N.J., Wynn, J.C. y García, G.A., editores de Geology and Mineral Deposits of the Venezuelan Guayana Shield: U.S. Geological Survey Bulletin.
- SIDDER, G. B. y V. MENDOZA. 1995. Geology of Venezuelan Guayana Shield and its relation to the geology of the entire Guayana Shield in Geology and Mineral Deposits of Venezuelan Guayana Shield: United States Geological Survey, 2062, B1-B45.
- SIERRA, R. 2001. Reprocesamiento e Interpretación de Datos Aeromagnéticos del Sur de Pto. Ayacucho, Edo. Amazonas. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 106 pp.
- SOARES, M. 1985. Estudio petrográfico de la estructura alcalina La Churuata, Territorio Federal Amazonas. Memorias del VI Congreso Geológico de Venezuela. Pp: 2117-2162.
- SOMIGLIANA, C. 1930. Geofísica sul campo gravitazionale esterno del geoide ellissoidico. *Atti Reale Acad Nas Lin Rendi* 6: 237-243.
- TADJOU, J.M., R. NOUAYOU, J. KAMGUIA, H.L. KANDE y E. MANGUELLE-DICOUM. 2009. Gravity analysis of the boundary between the Congo craton and the Pan-African belt of Cameroon. *Austrian Jour. of Earth Sciences* 102:71-79
- TAPIAS, J.G., A. N. GUEVARA, N.E. RAMÍREZ, M. D. MEJÍA, M.L. TEJADA, J. SEPÚLVEDA, J.A. OSORIO, T. GAONA, H. DIEDERIX, H. URIBE y M. MORA. 2007. Mapa Geológico de Colombia.
- TELFORD, W., M. GELDART, R. SHERIFF y D. A. KEYS. 1976. Applied Geophysics. London. Syndics of the Cambridge University Press, 860pp.
- THOMPSON, D. T. (1982). EULDPH: A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data. *Geophysics*, 47(1), 31-37.
- URBANI, F. 1976. Metamorfismo de las rocas del Grupo Roraima, Estado Bolívar y Territorio Federal Amazonas. Memorias V Congreso Geológico Venezolano, Caracas. Tomo II: 623-638.
- VARGAS, E. D. 2004. Análisis integrado de datos geofísicos con fines de prospección minera de la región noreste del Estado Bolívar. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 67p.
- WENDEL, J. 2013. Interpretación geológico-geofísica mediante datos gravimétricos y magnéticos satelitales en la zona sur-sureste del Edo. Amazonas. Trabajo Especial de Grado. Dpto. de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 67p.
- WESSEL, P. y W.H. SMITH. 1995. New version of the GMT (Generic Mapping Tool, Free software helps map and display data) released. *EOS Trans. AGU* 76:329

- WYNN, J. C. y K. BOND (1993). Compiladores de Simple Bouguer Gravity Anomaly Map of the Venezuelan, Guiana Shield. Boletín 2062. Escala 1:100.000. Caracas.
- WYNN, J., D. COX, F. GRAY y P. SCHRUBEN (1993) Geologic and Tectonic Map of the Venezuelan Guayana Shield (Compiladores).
- ZENG, H., D. XU y H.TAN. 2007. A model study for estimating optimum upward continuation height for gravity separation with application to a Bouguer gravity anomaly over a mineral deposit, Jilin province, northeast China. Geophysics 72:145-150.

**DISCURSOS DE ACTOS DE
INCORPORACIÓN ACADÉMICA**

INCORPORACIÓN DE LA INGENIERA INÍRIDA RODRÍGUEZ MILLÁN COMO MIEMBRO CORRESPONDIENTE NACIONAL ANIH POR EL ESTADO ANZOÁTEGUI¹

29 de julio de 2025

DISCURSO DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

Inírida RODRÍGUEZ MILLÁN

Distinguidos integrantes del Comité Directivo de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat - ANIH: Acad. Rafael Isidro Quevedo Camacho, presidente; Acad. José Ochoa Iturbe, vicepresidente; Acad. Alfredo Avella Guevara, secretario; Acad. Franco Urbani Patat, tesorero; y Acad. Joaquín Benítez Maal, bibliotecario. Acad. Eduardo Buroz Castillo, expresidente de la ANIH; Acad. Huniades Urbina Medina, presidente de la Academia Nacional de Medicina; Acad. Claudio Bifano, expresidente de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales; Acad. Enrique López Loyo, expresidente de la Academia Nacional de Medicina.

Distinguidos académicos, Individuos de Número, Miembros Honorarios, Miembros Correspondientes y Comisionados de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, y de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales.



Autoridades universitarias, Prof. Julio Molina, decano de la Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela-UCV; Prof. Milagros Lara, Coordinadora de Extensión de la FI-UCV; Prof. Katherine Silva, directora de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, FI-UCV; Prof. Liliana Urbina, jefa del Departamento de Geología, EGMYG-FI-UCV.

Profesor Leonel Salazar, presidente de la Asociación para el Progreso de la Investigación Universitaria APIU.

Apreciados colegas profesores, compañeros de la UCV, estudiantes, amigos y muy queridos familiares que hoy nos acompañan en forma presencial o se conectan vía *online* desde diversos lugares del mundo.

Señoras y señores.

Comienzo por expresar con profunda emoción, el honor que para mí significa incorporarme como Académica de esta prestigiosa institución que representa la excelencia, el compromiso y la innovación en el desarrollo de la ingeniería en Venezuela. Muy especialmente por hacerlo como Miembro Nacional Correspondiente por el Edo. Anzoátegui, mi estado natal, en el cual he tenido la oportunidad de desarrollar parte significativa de mi trabajo académico: Cuenca Oriental de Venezuela, Fosa de Sta. Rosa en Anaco, Área Mayor de Socororo en Pariaguán, Faja Petrolífera del Orinoco, entre otros. Además, dar testimonio de mi más sincero agradecimiento a los académicos y académicas que con su amabilidad y ejemplo me han acogido en esta nueva etapa profesional. Reconozco la inmensa responsabilidad que implica formar parte de esta Academia, recinto de saberes, ética y vocación para transformar nuestro país, que hoy nos convoca no solo para congratularnos individualmente, sino para asumir con humildad y determinación el reto colectivo de aportar al progreso sostenible y equitativo de nuestra nación.

He organizado mi intervención el día de hoy ofreciéndoles en primer lugar, después del saludo protocolar, una sucinta exposición sobre los antecedentes y desarrollo de mi trayectoria académica y profesional, seguida de una breve relación sobre mi trabajo de incorporación; posteriormente haré una reflexión sobre la situación de la Universidad venezolana hoy, y finalmente, mis palabras de agradecimiento y cierre.

Una feliz coincidencia dio paso a lo que posteriormente sería una decisión de vida. Vacaciones escolares, agosto 1966, primera etapa, Ciudad Guayana, antesala esa vez de lo que constituían nuestras añorables visitas septembrinas a la isla de Margarita, tierra natal de mis padres y abuelos, durante la festividad de la Virgen del Valle. Conocer la represa del Guri, de la mano de compañeros de trabajo de papá, el Cerro Bolívar y recibir como regalo una caja de muestras de diferentes tipos de rocas y mineral de hierro, que aún conservo, fue una primera señal. Un año después, julio 1967, regresando a casa tras la

¹ La Sesión Solemne puede verse en el canal de YouTube en el siguiente link: <https://youtu.be/nzcQOhmQsm0?feature=shared>

celebración de fin de año escolar en el Liceo Aplicación, nos sorprendió la terrible sacudida del sismo de Caracas; una experiencia inédita para mí, pero aleccionadora. Sumado al interés que ya rondaba mi mente por estudiar Arqueología, principalmente por la vida de aventuras y exploraciones que ello significaba, pero que no existía como carrera en la UCV, fue despejando el panorama que dirigió mis pasos a la para ese entonces Escuela de Geología y Minas, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Central de Venezuela.

Dos nombres vienen a mi memoria de esa época de toma de decisiones en Bachillerato: Josefina Falcón de Ovalles (+) mi profesora de Castellano de 4to año, quien despertó mi interés por la docencia al incorporarme como instructora en el Club de Ortografía del Liceo, y Servio Martínez mi profesor de Matemática de 5to año, quien me ayudó a vislumbrar un futuro como exploradora, pero del subsuelo y sus insondables recursos.

Ingresé a la Facultad de Ingeniería en septiembre 1968, un 1er semestre que podríamos catalogar como “normal”, caracterizado por secciones muy numerosas con unos 100 estudiantes cada una, en las que la población femenina apenas si representaba un 10-20% de la matrícula estudiantil. Seguido de un período convulso (1969-1970), en el marco de la llamada “renovación universitaria”, con asambleas, actividades interrumpidas y reprogramadas, allanamientos militares, en fin con lapsos que se extendieron en el tiempo convirtiendo los semestres en años. Pasado el período más crítico y vuelta a la normalidad, coincidió con el ingreso al ciclo profesional. Mi primera visita a la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, conocer su Biblioteca, el Museo Geológico y el saludo del director de la época, el Prof. Julio César Ohep; son recuerdos imborrables en mi memoria. Ante esta circunstancia, nada más grato que sea el Acad. Julio César Ohep, Miembro Honorario de la ANIH, quien me honre hoy con su discurso de contestación.

Desde el principio y como ha sido tradición en nuestra Escuela, la enseñanza de las Ciencias de la Tierra estuvo muy ligada a la actividad teórico-práctica, lo cual ha constituido un valor agregado muy fuerte en la definición del perfil profesional de nuestros egresados. Una precisión que con gran afecto quisiera destacar es la experiencia de haber sido, durante 4 semestres, preparadora de “Métodos de Campo”, actual “Introducción a la Geología de Campo”, asignatura obligatoria del 5to semestre, principalmente por el privilegio de haber contado con las lecciones y enseñanzas de los profesores más destacados y expertos en las diversas áreas del conocimiento de las Geociencias. Esa fue mi mejor “escuela” de Geología y una experiencia de aprendizaje invaluable, más tratándose de una estudiante que para aquel momento había decidido estudiar Geofísica, la recién abierta carrera de la cual egresé como 1ra mujer Ingeniera Geofísica de la UCV en 1975.

Por este período de intensa interacción con profesores y estudiantes de la EGM y G pleno de aprendizajes y vivencias debo una palabra de profundo agradecimiento a mis profesores Mario Vignali (Geología de Venezuela), Enrique Navarro y

Franco Urbani (Mineralogía y Petrología), Lourdes de Gamero (Estratigrafía), José A. Rial (+) (Geología de Campo I/Sismología), Eugenio Gallovich (+) (Geofísica General), Eduardo García (+) (Métodos Eléctricos), Luis Rodríguez (+) (Métodos Sísmicos), Daniel Salcedo (Geotecnia), Orlando Méndez (Métodos de Subsuelo) y Víctor Graterol (Geofísica de Campo y tutoría de mi Trabajo Especial de Grado).

Mi ingreso a la UCV como Instructora contratada fue en cierto modo simultánea con mi egreso como Ing. Geofísica en 1975, seguido de la formalización como Instructora por Concurso, marcando así el inicio de mi carrera docente. Era una época llena de oportunidades, de una Universidad que interactuaba de manera rutinaria con empresas e instituciones públicas y privadas en la consecución y desarrollo de proyectos, con participación de profesores y estudiantes en interacción directa con profesionales de las geociencias y la ingeniería en ámbitos extrauniversitarios. Muy significativa en ese momento fue la dotación de equipos e instrumental geofísico al recién creado Departamento de Geofísica, de la ahora Escuela de Geología, Minas y Geofísica, y el “estudio de la Faja Petrolífera del Orinoco por métodos geofísicos no convencionales”, que me brindó la oportunidad de recorrer esa extensa región del país, al norte del río Orinoco, desde Apure hasta Monagas, adquiriendo datos gravimétricos, en compañía de mi padre quien conocía muy bien esa área por haberla recorrido en el ejercicio de su profesión, llevando la comunicación a los pobladores de esas remotas comunidades.

Ese proyecto, primero bajo mi coordinación como Ing. Geofísica, marcó el inicio de mi vida académica como docente-investigadora, con responsabilidad en la adquisición de datos gravimétricos que posteriormente tendría oportunidad de hacer extensivo en otras zonas del país, en trabajos de Geofísica de Campo, tutorías de Trabajos Especiales de Grado y asesoría en proyectos de investigación. Fue asimismo el acicate que impulsó mis deseos de proseguir estudios de postgrado, de ampliar conocimientos y me llevó a vivir la experiencia de volver a las aulas como alumna, esta vez en la Universidad de Leeds, Inglaterra, donde proseguí estudios y obtuve mi título de Magister Scientiarum en Geofísica, con la presentación de mi Tesis “A gravity survey of Kit Hill area, Devon, Cornwall, England” en la exploración del cuerpo granítico de Kit Hill en la península de Cornwall, al SW de Inglaterra (1979) bajo la tutoría del Dr. J.D. Fairhead, coordinador de Métodos Potenciales. De allí mi fascinación por la aplicación de la Gravimetría en la prospección de complejos graníticos, en principio con fines regionales para el conocimiento de la estructura profunda del subsuelo, y hoy día reactivada por la ventana abierta a la exploración de mineralizaciones a ellos asociadas en estudios someros.

De vuelta a mis predios en la UCV, labores docentes de Pre y Postgrado, y de investigación en proyectos UCV-Industria, pasaron a ser compartidos con la actividad gerencial en la Facultad de Ingeniería, al frente del Departamento de Geofísica, la Coordinación de la Maestría en Geofísica y la Dirección de la EGM y G. Posteriormente, en el lapso 1994-2000, la Secretaría Ejecutiva del Consejo Universitario. Una

oportunidad y una oferta difícil de rechazar, además de una experiencia clave en mi transitar universitario, que agradezco de corazón a las profesoras Alix García y Ocarina Castillo D'Imperio, ambas Secretarías de la UCV, por invitarme a compartir esa responsabilidad.

Los años subsiguientes, a inicios de la década del 2000, fueron tiempos de consolidación académica y gerencial en la Jefatura del Departamento de Geofísica, con participación en proyectos de fuerte arraigo institucional entre la antigua PDVSA y la UCV, levantamientos gravimétricos en el Oriente de Venezuela, y una experiencia inédita, la creación de PetroUCV, empresa mixta PDVSA-UCV, cuya Gerencia de Desarrollo de Capital Intelectual me correspondió ejercer por designación del Consejo Universitario a propuesta del entonces Rector de la UCV, Dr. Giuseppe Giannetto; gracias por ello. Este proyecto de avanzada fue lamentablemente interrumpido en 2006 por mezquinos intereses extrauniversitarios para quienes seguramente era inconcebible pensar en una Universidad que daba pasos hacia el logro de cierta autonomía financiera. Actividades de gestión en la presidencia de la Sociedad Venezolana de Ingenieros Geofísicos (SOVG) y de la Asociación para el Progreso de la Investigación Universitaria (APIU) fueron también parte importante de mi vida durante ese período.

Y en el año 2008, tras el proceso electoral de autoridades universitarias que llevó al Rectorado de la UCV a la Dra. Cecilia García Arocha, primera mujer en ocupar ese cargo de máxima dirección académica universitaria, pasé a ejercer la Coordinación y posteriormente la Gerencia Ejecutiva del Vicerrectorado Académico, adjunta al también electo Vicerrector Académico Dr. Nicolás Bianco Colmenares (+), con todas las responsabilidades y prerrogativas que dicho cargo representaba. Poco tiempo después, en 2009, fui electa como Representante Profesor Principal ante el Consejo Universitario. En mi camino profesional, pocas cosas han sido tan valiosas como la confianza depositada por quienes han visto en mí más allá de lo evidente. A la Rectora Cecilia García Arocha por la extraordinaria confianza que siempre me ha brindado, deseo expresar mi más sentida gratitud y reconocimiento. Esa confianza ha sido el motor de muchos logros y ha cultivado en mí el compromiso de responder con excelencia, lealtad y responsabilidad.

Al Dr. Nicolás Bianco Colmenares (+), mentor de mentores en mi vida universitaria, mi eterno agradecimiento; su generosidad y compromiso, compartiendo experiencias y saberes acompañó mi desarrollo personal e intelectual. Su sabiduría ha iluminado muchas de mis decisiones, su ejemplo fue y sigue siendo fuente constante de inspiración y motivación, y sus enseñanzas sobre el verdadero liderazgo, aquel que nace del compromiso con los demás y del trabajo en colaboración, hacen que mi gratitud sea extensiva al formidable equipo que conformamos en el Vicerrectorado Académico durante la gestión 2008-2023. Mención especial cabe hacer al invariable apoyo recibido de las Profesoras Julie González de Kancev, Ana M. Salcedo y Aura M. Boadas en la consecución de planes y proyectos durante la gestión.

Junto a mi hermano Jesús Rodríguez Millán, PhD, Profesor de la ULA y eterno inspirador, el Dr. Nicolás Bianco fue impulsor a ultranza de mis aspiraciones doctorales que llevaron a la obtención de mi título de PhD en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Durham, Inglaterra, en el año 2014, con la tesis doctoral titulada "Gravity anomalies, geodynamic modelling and the Eastern Venezuela Basin Evolution" en la que trabajé bajo la tutoría del Prof. Martin H. P. Bott (+), insigne figura de la Geofísica Universal, pionero en el desarrollo de técnicas y modelos para la interpretación gravimétrica y magnetométrica del subsuelo a quien debo honor y gratitud por su invaluable apoyo y acompañamiento.

Mi trabajo de incorporación académica: **"Interpretación Integrada de Anomalías Gravimétricas y Magnéticas, a partir de Datos Satelitales, en el Escudo de Guayana: Estados Bolívar y Amazonas"**.

En esta sesión presentaremos un resumen sobre los antecedentes de esta investigación, que concluye con los resultados a la fecha actual. El Escudo de Guayana ha sido objeto de estudio, de larga data, por parte de numerosos investigadores. En particular, en el área de las Geociencias, por tratarse de una región que tanto interés genera en virtud de su potencial minero, hidroeléctrico, turístico, entre otros y, en particular, ha sido tema de debate el conocimiento de su estructura cortical mediante la aplicación de métodos potenciales, sólidamente apoyados en el conocimiento geológico del área gracias a numerosos tratados que ilustran sus características litológicas, estructurales y tectónicas, y constituyen información vital imprescindible para la interpretación geofísica, entre quienes es imposible no mencionar la referencia más amplia y universalmente citada, Mendoza (2000, 2012, 2019), así como a Barrios (1985) para el estado Amazonas.

Es necesario, asimismo, señalar que la línea de investigación central en este trabajo ha sido la aplicación de métodos gravimétricos y magnéticos, para el conocimiento de la estructura del subsuelo que comprende el Escudo de Guayana, en el marco del cratón de Guayana en Venezuela. Desde el año 2002 ha significado la recuperación de datos gravimétricos y magnéticos de diversas fuentes, pasando por la integración de datos producto de levantamientos terrestres y aerotransportados (Sierra, Erasmo (2002); Lozano, Azuaje, Vargas, Escorihuela, Díaz, Adrián, Morgado y Pérez, 2004-2005) hasta la inclusión de datos satelitales (Rangel, Joseph (2014); Kusnir, Castro y Ladera, 2015) del estado Amazonas, en total 15 Trabajos Especiales de Grado bajo mi tutoría; para concluir en la integración de datos, procesamiento e interpretación con nuevos aportes presentados en este Trabajo de Incorporación Académica.

Las técnicas y métodos aplicables en el procesamiento e interpretación de los datos, desde 2005 a la fecha actual, se han enriquecido considerablemente durante este lapso, gracias al desarrollo tecnológico, *hardware* más poderosos, nuevos *software* e inclusive la incorporación de metodologías usuales en otras

disciplinas, que han permitido tener mejor control de calidad de los datos y de los procesos matemáticos, estadísticos, geoestadísticos, espectrales, tras bastidores, para lograr mediante la sinergia entre estudios geofísicos y geológicos una mejor interpretación de la estructura del subsuelo en la región objeto de estudio.

En una primera fase, la recuperación de datos aerotransportados fue el objetivo primario, los trabajos de Erasmo (2002) y Sierra (2002) fueron la “escuela” para el diseño del procedimiento a seguir para convertir mapas (formato analógico) a bases de datos (formato digital). En una segunda fase, se amplió el tamaño del área a estudiar, profundizando en el uso de procedimientos para garantizar condiciones estadísticas y geoestadísticas de los datos, y culminar con la producción de mapas gravimétricos y magnéticos integrados. Es conveniente señalar que además de su significado en términos de producción intelectual, ese proyecto constituyó una muestra importante de sinergia institucional entre la UCV y el INGEOMIN.

La transición del uso de datos terrestres y aerotransportados a datos satelitales ha constituido, sin duda alguna, un paso trascendental, que llevó a unificar datos y homogeneizar información de diversas fuentes, que requirió además mayor entrenamiento en el uso de grandes cantidades de datos. Un objetivo cumplido en esa tercera fase fue la validación de diversas bases de datos de uso internacional, lo que se cumplió con los datos gravimétricos y magnéticos del Edo. Amazonas, con el añadido que no sólo fue posible determinar cuál podría ser la base de datos más adecuada a los estándares actuales, sino que permitió el uso de diferentes bases de datos para el logro de determinados objetivos específicos, aprovechando las fortalezas de cada base de datos en función de sus potencialidades.

Finalmente, arribamos a la última fase, que se consolida en este trabajo, donde la clave es **“integración y nuevos aportes”** que se refleja en los mapas de anomalías gravimétricas y magnéticas del Escudo de Guayana, calculados a partir de las bases de datos de más amplia aceptación a la fecha (ETOPO1, para datos de relieve topográfico; EIGEN-6C4, para datos gravimétricos; y EMAG2-v3, para datos magnéticos).

Un inciso necesario impone hacer referencia a la transición ocurrida en el procesamiento de los datos gravimétricos, que de la clásica representación de las anomalías gravimétricas referenciadas al geoide, pasaron a ser referenciadas al elipsoide terrestre, incorporadas correcciones por efectos atmosféricos y por la aproximación entre el geoide y el elipsoide, ajustada la gravedad teórica de referencia internacional y calculadas las anomalías de Aire Libre y Bouguer conforme a los nuevos estándares de uso internacional (LaFerhr, 1991; Hinze et al., 2005). Así, los mapas de Anomalías de Aire Libre y de Bouguer, contruidos bajo estos nuevos estándares, pueden ser correlacionados sin limitación alguna con los de otras regiones del mundo por cuanto están todos amarrados a los mismos

datos de referencia internacional, en topografía, datos gravimétricos y datos magnéticos.

La presentación de estos productos finales constituye el punto de partida para la interpretación. Es conveniente señalar en este punto, que durante las 2 últimas décadas se ha consolidado el análisis de los datos gravimétricos y magnéticos en el dominio de la frecuencia; de ser un dato visto en el dominio espacial ha pasado a ser visto en términos de ondas y frecuencias que una vez discriminados pueden ser atribuidos a diferentes fuentes anómalas, y determinadas sus profundidades mediante el análisis de sus correspondientes espectros de potencia. La aplicación de métodos para la separación de efectos regionales y residuales, correspondientes a fuentes profundas y superficiales respectivamente, y de otros filtros de bandas de frecuencia específicas, pasa por la discriminación previa en un análisis espectral. Hoy día es también de uso frecuente y hasta rutinaria, la utilización de métodos como la deconvolución de Euler para la determinación de profundidades, la continuación analítica de los campos gravimétrico y magnético (CAHA) para la obtención de las anomalías regionales y el cálculo de efectos residuales a partir de la comparación con los datos de anomalía al nivel de referencia, así como el uso de derivadas de las anomalías en diferentes direcciones (x, y, z) para el resaltado de lineamientos estructurales de interés geológico. Ejemplos de la aplicación de estos métodos para la interpretación del subsuelo en el área objeto de estudio se muestran en diversas secciones del trabajo.

Ahora bien, en medio de la gran diversidad de métodos aplicables a los fines de la integración e interpretación gravimétrica y magnetométrica del Escudo de Guayana, vista la diversidad geológica manifiesta en la notoria variación de orientación y buzamiento de las estructuras geológicas, en la heterogeneidad de las propiedades físicas (densidad y susceptibilidad magnética), y fundamentalmente en atención al carácter regional de este estudio, he estructurado su abordaje en la etapa final concentrándolo en el estudio de anomalías gravimétricas regionales mediante la aplicación de la continuación analítica del campo hacia arriba (CAHA 80 km) y su correspondiente residual. Con respecto a la interpretación magnética, luego de evaluar el comportamiento de los elementos descriptivos del campo magnético (declinación D, inclinación I, intensidad magnética total IMT, campo geomagnético de referencia internacional IGRF por sus siglas en inglés) y las anomalías magnéticas, se incorpora el análisis de los efectos regionales mediante la CAHA 35 y 50 km, y la reducción al ecuador (RTE).

El producto final y más importante de esta investigación es el mapa de profundidad de la discontinuidad de Moho en el Escudo de Guayana, sobre el cual hay que destacar que es el primero en su estilo para el área de la Guayana venezolana, obtenido a partir de datos gravimétricos satelitales. No existe a la fecha ningún mapa de Moho de esta región; los publicados por Schmitz et al. (2021) cubren la región norte de Venezuela, con muy limitada información sísmica entre las latitudes 5° a 8° Norte y ausencia total de datos por debajo de los 5°N en Guayana.

De modo que, sobre la base de la investigación realizada, teniendo como antecedente 15 Trabajos Especiales de Grado coordinados y supervisados, con la publicación parcial de algunos resultados (Rodríguez et al., 2006) y de este documento final que refleja la interpretación integrada del Escudo de Guayana, podemos precisar las siguientes conclusiones:

1. La estrategia de recopilación y rescate de información magnetométrica, en el marco del proyecto UCV-INGEOMIN, permitió la elaboración del mapa de anomalías magnéticas del sector comprendido en la región central del Edo. Bolívar (Fase I, 2005); es importante porque viene a representar una visión local de las anomalías magnéticas residuales, brinda algunas recomendaciones sobre posibilidades de desarrollos mineros en la zona y, a los efectos de la interpretación de las anomalías magnéticas, se corresponde con las anomalías de alta frecuencia identificadas en esa región.
2. El reconocimiento geológico realizado en la zona central del Edo. Bolívar, con la visita a afloramientos básicamente correspondientes a las Provincias de Imataca y Pastora, incluida la observación de una zona de milonita de la falla de Guri, y la recolección de muestras de rocas cuya caracterización litológica y determinación de densidades y susceptibilidades magnéticas representan un valioso y permanente aporte por cuanto estos datos son parámetros esenciales, de referencia, para el modelado del subsuelo.
3. El estudio gravimétrico-magnético de la región del Edo. Amazonas (Fase II, 2014-2015) constituyó una experiencia necesaria porque introdujo, en principio, la utilización de datos satelitales para el estudio de esa región, previa evaluación de las bases de datos satelitales disponibles en línea y la selección de las más adecuadas, para la identificación y delimitación de los dominios tectónicos característicos de esa región del Escudo de Guayana.
4. Para el análisis de datos satelitales se experimentó probando diferentes métodos y técnicas de interpretación, para resaltar anomalías de interés, contactos y alineaciones estructurales. Resultados como los ilustrados por Kusnir (2015) demuestran la potencialidad del método de la deconvolución de Euler para la identificación de zonas de contrastantes litologías o diferencias en profundidades de fuente.
5. La utilización de los espectros de potencia ha demostrado ser una herramienta fundamental para la discriminación de niveles de profundidad de fuente, que ha orientado la identificación de profundidades a las discontinuidades de Moho, Conrad y otros niveles más someros como el tope del basamento. Los estimados de profundidad a Moho, más confiables en la medida de ser calculados a partir de mallas con la mayor cobertura espacial de datos disponible, que por sugerencia de Ragan y Hinze (1976) debería ser por lo menos 6 veces la profundidad objetivo, arrojan valores de profundidad a Moho en un rango de 38 a 43 km y han servido de referencia para el Mapa de Profundidad a Moho.
6. La robustez de los resultados finales es justamente consecuencia de los múltiples ejercicios de prueba y contraste entre las técnicas y metodologías aplicadas localmente; así como de la verificación de la coherencia y consistencia de las anomalías obtenidas, y de su validación en términos geológicos.
7. La interpretación de anomalías a escala regional en los mapas de Anomalías de Bouguer, IMT, y sus correspondientes regionales ha permitido la identificación de estructuras ícono en el Escudo de Guayana, entre otras y sin ser exhaustivos: a) la falla de Guri, la más conspicua de la región norte del Escudo de Guayana, con expresión positiva en AB y de cupla magnética en IMT; b) la notoria presencia de cuerpos graníticos ampliamente extendidos por toda la región con su característica expresión de mínimos gravimétricos; c) la posible continuación del escudo hacia el noroeste, con expresión de máximo gravimétrico sobre el complejo ígneo-metamórfico de El Baúl; d) la sutura del Caura, bien delimitada en el mapa, dividiendo los dominios gravimétricos de Cuchivero respecto a la tendencia que presentan Imataca y Pastora; e) los lineamientos de orientación NO en la región del Amazonas con mínimos asociados a los graben descritos por Soares (1985); e) la estructura de orientación NE, al sur del escudo, en territorio brasileño, que tiene continuidad hasta el graben de Takutú en Guyana; todo esto en el ámbito estructural más regional de la anomalía gravimétrica de forma oval con orientación preferencial NE y mínimos de -40 mGal que caracterizan al Escudo de Guayana venezolano.
8. El mapa de contornos de profundidad de Moho en el Escudo de Guayana, cuyo relieve se ha plasmado en el mapa correspondiente evidencia su profundización de oeste a este en un rango de 41 a 44.5 km, siendo la máxima profundidad a esa interfase la alcanzada entre 59°- 63° O de longitud y 4°- 6°N de latitud. Las profundidades interpretadas para Moho en este modelo guardan buena relación con datos previos determinados a partir de los análisis espectrales de

anomalías gravimétricas en diferentes sectores del cratón (Kusnir, Castro, Ladera, 2015) y en modelos 2D interpretados en los TEG correspondientes y publicados en Rodríguez et al. (2006). Los contornos de Moho y su respectivo mapa de Anomalía de Bouguer describen una estructura oblonga con orientación preferencial muy cercana a la E-O. Se aprecian suaves gradientes en sus flancos principalmente al sur y al oeste. Hacia el noreste se advierte un incremento en el gradiente y se mantiene la orientación E-O sobre terrenos de la Provincia de Imataca. Los contornos de Moho, en la región centro sur del Edo. Amazonas, se orientan en dirección NO, mostrando su alineación con la serie de paleorifts que caracteriza esa región de Escudo; y los regionales, tanto gravimétricos como magnéticos evidencian el contacto entre los dominios Casiquiare y Ventuari. El regional gravimétrico, por su parte, refleja el buzamiento hacia el NE de la discontinuidad del Mohorovicic, siendo ésta la mayor componente de dicho regional.

Este trabajo de investigación ilustra resultados y experiencias de una extensa travesía académica y de investigación, en la que más allá del conocimiento individual, he aspirado a contribuir a la formación de estudiantes de Ing. Geofísica en el desarrollo de sus Trabajos Especiales de Grado y al enriquecimiento del saber disciplinar, con énfasis en el estudio integrado e interdisciplinario geológico-geofísico.

Es ahora momento oportuno para agradecer y reconocer al Jurado designado por el Consejo Directivo de la ANIH, integrado por los Académicos Julio César Ohep, Raúl Estévez y Noel Mariño (Coordinador) por la evaluación y criterios emitidos sobre mi Trabajo de Incorporación Académica, incluida su recomendación para publicación que hará posible su difusión en el Boletín de nuestra Academia en breve lapso.

Una reflexión sobre la Universidad en el marco de la situación actual del país. Siendo que la UCV ha sido la casa en la que he transitado la parte más substancial de mi vida profesional, en la que he compartido todas las funciones que las leyes y reglamentos asignan a los profesores de alta dedicación a la institución cubriendo docencia, investigación, extensión y gestión académica en todos los niveles de dirección universitaria, considero mi responsabilidad hacer una reflexión sobre la situación actual que atraviesa nuestro país, signada por profundas transformaciones económicas, sociales y políticas, cuya repercusión es significativamente notoria en todos los niveles de la vida nacional, incluyendo el ámbito académico. En este contexto, resulta imprescindible analizar el impacto que estos cambios han tenido sobre las universidades venezolanas, instituciones que no solo forman profesionales, sino que también desempeñan un rol vital en la producción de conocimiento y el desarrollo del país. Sin pretender ser

exhaustivos, este análisis debería ayudarnos a comprender los desafíos que enfrenta la educación superior y plantear alternativas que fortalezcan su papel en medio de la coyuntura nacional.

La crisis multidimensional que atraviesa Venezuela ha generado efectos profundos en todos los sectores del país, incluido por supuesto y con creces el sistema de educación superior. En este escenario, se vuelve urgente analizar cómo estas dinámicas impactan la autonomía universitaria, entendida como la capacidad de las instituciones para regirse por sus propios principios académicos, administrativos y financieros. Esta autonomía, históricamente reconocida como garantía de pensamiento libre y formación crítica, fue consagrada en el caso de la UCV en los estatutos republicanos suscritos por nuestro libertador Simón Bolívar en junio de 1827, cuando le otorgó además, suficientes bienes y tierras para garantizar su subsistencia. El objeto de esas propiedades, hoy ubicadas en la denominada Zona Rental y ocupadas por entes ajenos a la Universidad, ha sido completamente desvirtuado, impidiendo no solo que los réditos que de ellas se generen puedan constituir aportes para el funcionamiento de la Institución, sino también su contribución al desarrollo nacional. Examinar esta situación permitirá visibilizar los retos actuales y plantear caminos que fortalezcan la esencia democrática y plural de la vida universitaria.

En otro contexto, durante los últimos años, las universidades públicas venezolanas han enfrentado una reducción drástica en sus asignaciones presupuestarias, lo que ha generado una crisis estructural que compromete seria y severamente su funcionamiento. Para 2025, por ejemplo, la Universidad Central de Venezuela ha reportado que el presupuesto asignado para gastos operativos representa apenas el 2% del total solicitado, y de ese monto, el 85% se destina a gastos básicos como agua, electricidad y mantenimiento menor, dejando por lo tanto un margen nulo para inversión en infraestructura, tecnología o investigación.

Un tema altamente sensible para la educación superior en la universidad autónoma venezolana es el ingreso de bachilleres a cursar estudios universitarios. Grandes esfuerzos y estudios minuciosos basados en diversas experiencias han sido realizados en nuestras instituciones y se han diseñado programas para ayudar a mitigar el severo impacto negativo que tiene el bajo nivel de conocimientos de los aspirantes a seguir estudios universitarios, que se refleja en la baja prosecución y gran deserción estudiantil que lamentablemente afecta a nuestras universidades. Eliminar las pruebas internas en universidades públicas, con la pretensión de priorizar el mérito académico y la inclusión social, como aspira el Sistema Nacional de Ingreso (SNI), administrado por la OPSU2, no es garantía. En la UCV existen importantes experiencias previas con resultados muy positivos que podrían ser evaluadas antes de imponer decisiones violatorias de la autonomía universitaria.

A lo anterior se suma la realidad crítica que vive el personal universitario en Venezuela -profesores, administrativos y obreros- quienes enfrentan una situación salarial que ha sido

calificada como una de las más precarias de América Latina, por no decir la peor. A pesar de su formación académica y años de servicio, sus ingresos mensuales están muy por debajo del costo de vida, lo que ha generado protestas, deserción laboral y una profunda crisis institucional. Para ilustrar esta situación, baste considerar que el mayor sueldo que devenga un profesor universitario con escalafón titular y dedicación exclusiva no excede los 5 dólares mensuales (APUCV, junio 2025).

La investigación científica en las universidades venezolanas ha sido indudablemente golpeada por la crisis estructural del país. Históricamente las universidades estatales autónomas han sido el principal motor del conocimiento en Venezuela; sin embargo, hoy día enfrentan una parálisis investigativa que compromete su rol como generadoras de soluciones y pensamiento crítico. Aunque algunas iniciativas desde el FONACIT y en particular las relacionadas con aportes al CDCH para las convocatorias a proyectos de investigación 2024 y 2025 han sido implementadas, los recursos son muy limitados y años sin aportes para investigación aún siguen impactando este renglón.

Indudable negar que la pérdida estratégica de capital intelectual expresada en la diáspora docente y estudiantil en Venezuela representa uno de los fenómenos más críticos para el sistema universitario nacional. En los últimos años, miles de profesores y estudiantes han abandonado el país en busca de mejores condiciones de vida, seguridad y oportunidades académicas, lo que ha generado una descapitalización humana sin precedentes. La mayoría de los docentes emigrantes pertenecen a las categorías de instructores y asistentes en el escalafón universitario, lo que afecta la generación de relevo y la sostenibilidad académica. Muchos profesores emigran por salarios injustos e insuficientes para cubrir las necesidades básicas, por frustración profesional y por falta de condiciones básicas como atención en salud. Las causas principales asociadas a la deserción estudiantil incluyen inseguridad, escasez de medicamentos, corrupción, bajos salarios y falta de realización personal.

Como consecuencias estructurales de esta fuga de talentos cabe destacar el cierre técnico de carreras por falta de profesores especializados, la reducción de la oferta académica, el debilitamiento de programas de investigación, la pérdida de competitividad internacional de las universidades venezolanas, así como la fragmentación del tejido académico, con menor capacidad para formar profesionales y generar conocimiento.

Conclusión crítica sobre la situación universitaria en Venezuela. En síntesis, la universidad venezolana atraviesa una de las etapas más complejas de su historia contemporánea. La conjunción de factores como la insuficiencia presupuestaria, los bajos salarios, la interferencia en los procesos de admisión, el colapso de la investigación y la diáspora masiva de docentes y estudiantes ha generado una crisis estructural que socava la autonomía universitaria, vulnera la calidad académica y debilita el papel transformador de la educación superior. Esta situación compromete no solo el funcionamiento de las instituciones, sino también el derecho ciudadano al pensamiento crítico, a la

formación integral y al desarrollo científico nacional. La universidad, en su concepción más profunda, debería ser espacio de debate, construcción colectiva y generación de saberes contextualizados. Pero hoy se ve sometida a una lógica de sobrevivencia y desmovilización que amenaza su esencia democrática.

A pesar del panorama adverso, aún es posible articular algunas estrategias de recuperación, por lo que una propuesta de reconstrucción y fortalecimiento de la universidad venezolana, tomando en consideración aspectos tanto institucionales como humanos, debería incluir los siguientes elementos: Un presupuesto justo y oportuno, la recuperación del talento humano, autonomía plena en el ingreso y gestión académica, la implementación de una política nacional de ciencia y tecnología, y una renovación democrática del discurso educativo.

En conclusión, hoy alzamos la voz desde un lugar que ha sido históricamente bastión del pensamiento crítico y la construcción republicana: la universidad venezolana. En medio de una crisis nacional que atraviesa lo económico, lo político y lo social, nuestras casas de estudio enfrentan una realidad que pone en riesgo no solo su funcionamiento, sino su esencia democrática: su autonomía. La autonomía universitaria no es un privilegio: es una garantía institucional que permite el desarrollo libre del conocimiento, la formación ciudadana y el debate plural. Sin ella, la universidad se convierte en una estructura vacía, sin voz propia, sometida a los vaivenes de una política excluyente.

Y hoy, esa autonomía está en peligro. Los presupuestos asignados por el Estado son irrisorios, convirtiendo a las universidades en meras sobrevivientes. Los salarios del personal académico y administrativo no dignifican ni sostienen la vocación docente. La investigación ha sido relegada a la marginalidad, y la emigración de profesores y estudiantes refleja una diáspora silenciosa que deja huellas profundas en nuestra identidad institucional. En el plano político, esto evidencia una estrategia deliberada para debilitar el pensamiento libre. Controlar el ingreso estudiantil, imponer instructivos salariales sin consulta y condicionar la asignación de recursos son mecanismos que erosionan la capacidad universitaria de ser contrapeso democrático.

Sin embargo, no estamos derrotados. Desde la Academia, con el poder de la palabra, desde la resistencia institucional, podemos articular una propuesta nacional que recupere y revitalice el rol de la universidad como motor de desarrollo y que contemple: Un presupuesto universitario justo, indexado a las necesidades reales y sujeto al control institucional, la dignificación del salario docente como elemento de recuperación académica, políticas de retorno y vinculación con la diáspora intelectual que mantengan vivo el vínculo con nuestra gente, la restitución de procesos de ingreso gestionados por las universidades con criterios académicos y transparentes, y sobre todo, un reconocimiento político de la Universidad como espacio público esencial para la reconstrucción de Venezuela. Porque sin universidad libre, no hay ciudadanía

plena. Sin pensamiento crítico, no hay democracia. Y sin educación superior comprometida, no hay futuro.



Agradecimientos

Quisiera en primer lugar expresar mi reconocimiento a la ilustre Universidad Central de Venezuela, mi *alma mater* y a la vez reiterar mi más sincero agradecimiento a las personas que han sido pilares fundamentales en mi desarrollo académico y profesional, esencialmente a quienes he citado en el texto por sus aportes a mi vida en diferentes ámbitos del quehacer académico universitario. Su guía, generosidad y confianza han dejado una huella imborrable en mi camino. Cada palabra de aliento, cada enseñanza compartida y cada oportunidad de interacción han contribuido profundamente a que hoy pueda celebrar este logro con gratitud y alegría. Este nuevo paso no es solo mío, sino de todos aquellos que me han acompañado con generosidad y cariño. Llevo en mi corazón la certeza de que sus enseñanzas seguirán guiando mi andar hoy y siempre.

En lo referente a ser parte de esta Academia, significa unir el ingenio con la ética, la técnica con la empatía y la pasión con la responsabilidad social. Es la oportunidad de colaborar en la construcción de un país que afronta retos enormes, desde el desarrollo urbano ordenado y sostenible, hasta la gestión ambiental y la innovación tecnológica. En este contexto quiero expresar mi gratitud al Acad. Julio César Ohep, por invitarme a participar en la Comisión de Minería y Materiales, mi puerta de entrada a la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat desde el año 2021. Al equipo que hemos integrado desde esa fecha, participando activamente en la discusión de importantes temas de interés nacional en el ámbito de trabajo de nuestra Comisión: José L. Fernández, Daniel Iribarren, Omar Quintero, Enrique Álvarez, Mónica Martiz, Noel Mariño, Ruth Bisbal, Linda Gil, Cristian Puig, Blanca de Gascue, Patxi Viscarret, Rafael Rodríguez P., Miguel Velandia, Oscar Dam, Alfredo Viloria y Alfredo Álvarez.

A quienes desde mi ingreso como Comisionada han apoyado y orientado mi accionar en la ANIH: Académicos Eduardo Buroz, Griselda de Giner, Franco Urbani, Alfonso Linares, José L. López y a los integrantes del actual Comité Directivo de la ANIH que preside el Acad. Dr. Rafael I. Quevedo.

A la Prof. Mónica Martiz, Ingeniera de Minas, compañera y amiga a quien la vida convirtió en familia. Valoro su amistad como un tesoro, con la certeza de que la vida nos unió no por azar, sino por destino.

A mis colegas, compañeros de larga data y de incontables intercambios académicos en el Departamento de Geofísica, los profesores José M. Cavada, Nuris Orihuela, Janckarlos Reyes y Rosa Jiménez.

A mis alumnas, colegas y amigas entrañables Tibaire Colmenares, Josmat Rodríguez, Karen Mentado y Marijul Narváez, por estar siempre allí.

A mis alumnos, que me inspiran a seguir aprendiendo y a enseñar con sentido, porque creo firmemente en el poder del conocimiento y en la maravilla de compartirlo. Muy especialmente a mis tesis en las fases previas al desarrollo de mi Trabajo de Incorporación Académica, a saber: Ángel Erasmo y Roger Sierra (2002), Liz Lozano, Rafael Azuaje, Emgelberth Vargas, Nanvir Escorihuela, Alexander Díaz, Natalia Adrián, Leonardo Morgado y Maxlyn Pérez (2004-2005); Luís Rangel y Wendell Joseph (2014), y Erick Kusnir, Luis Castro y Alaila Ladera (2015). Al Prof. Sebastián Grande por su valiosa asesoría geológica como cotutor de los TEG citados y como guía de la excursión para el reconocimiento geológico del rocas y estructuras en la región central de Guayana.

En la construcción de mapas y en el modelado 3D de Moho subyacente al Escudo de Guayana deseo destacar la invaluable colaboración de mis tesis, pupilos y hoy colegas, Ing. Ana K. Sánchez y Dr. Mariano Arnáiz Rodríguez, así como por las muy interesantes discusiones sobre las implicaciones geológicas de los resultados.

A quienes han sido mi raíz y mi impulso: En cada logro alcanzado y en cada paso dado, hay una historia que no se cuenta solo con fechas o títulos, sino con los rostros, las manos y las palabras de quienes han estado conmigo desde el inicio. A mis padres, Rafael José Rodríguez (+) y Carmen Josefina Millán de Rodríguez (+), y a mi abuela Andrea Teotiste Rodríguez (+), por su amor incondicional, por enseñarme con el ejemplo y por creer en mí incluso cuando yo apenas comenzaba a hacerlo. Su esfuerzo, su paciencia y su fe han sido la base sólida sobre la que se construyó mi formación y mi carácter. Gracias por mostrarme que los sueños se alcanzan con trabajo, humildad y perseverancia.

A mis hermanos, Jesús, Rafael y Dafne Rodríguez Millán, compañeros de vida, que supieron celebrar conmigo cada triunfo y ofrecer silencio, consejo o abrazo cuando lo necesité. Su presencia ha sido el refugio y la motivación constante para seguir adelante. A mis sobrinos y ahijados, Gaby, Jesús Alberto, Natalia, Rafael Clemente, Andrea, David Rafael, Anabella, Mónica G. y a la más reciente incorporación Hylannys, mi nuer. A mi familia, abuelos (+), tíos y hermanas políticas, por las palabras sabias, las risas compartidas y la complicidad que solo los lazos de sangre o del alma pueden ofrecer.

Agradezco sinceramente a todas las personas que han sido parte de este camino. Si por algún descuido he omitido mencionar a alguien cuyo apoyo fue significativo, les ofrezco una sincera disculpa. La gratitud que siento no se limita a estas líneas, sino que vive en cada paso que me ha llevado hasta aquí. Este logro es también de ustedes y lo celebro con profunda gratitud.

Para finalizar, dedico este trabajo a mi hijo Oscar Andrés Pugi Rodríguez, el don más valioso de mi vida y de mi vocación: Su presencia ha sido mi impulso silencioso, mi fuerza cotidiana, mi mejor siembra y mi mayor fuente de esperanza.

Muchas Gracias.

CONTESTACIÓN AL DISCURSO DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

Julio César OHEP CARDIER

Distinguido Académico Rafael Isidro Quevedo, presidente y demás Miembros del Comité Directivo de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Distinguido Académico Claudio Bifano, expresidente de la Academia Nacional de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales.

Distinguido Académico Enrique López Loyo, expresidente de la Academia Nacional de Medicina.

Distinguidos Miembros de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat y de otras Academias Nacionales hoy presentes.

Distinguidos Miembros de las Comisiones Técnicas de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat y de otras Academias Nacionales.

Distinguido Profesor Leonel Salazar, presidente de la Asociación para el Progreso de la Investigación Universitaria.

Distinguido Dr. Julio Molina, Decano de la Facultad de Ingeniería de la Ilustre Universidad Central de Venezuela y demás autoridades, profesores y estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UCV.

Distinguidas autoridades, profesores, y estudiantes de otras facultades de la ilustre Universidad Central de Venezuela y de otras universidades, aquí presentes.

Familiares, amigos, colegas, exalumnos y alumnos de la Doctora Inírida Rodríguez Millán.

Señoras y señores.

La Junta de Individuos de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, en su Reunión JIN No. 323 del 11 de febrero del presente año, decidió designar a la Doctora Inírida Rodríguez Millán, como Miembro Correspondiente de la Academia por el Estado Anzoátegui.

La Doctora Inírida Rodríguez Millán, nació en Puerto La Cruz, Estado Anzoátegui, el 27 de octubre de 1951. Realizó sus estudios universitarios en la Universidad Central de Venezuela,

donde obtuvo el título de Ingeniero Geofísico en 1975. Luego, en la Universidad de Leeds, en Inglaterra, donde obtuvo su Maestría en Ciencias en la especialidad de Geofísica en 1979 y en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Durham, también en Inglaterra, donde obtuvo su PhD en el año 2014.

La Doctora Rodríguez Millán a lo largo de su carrera, también ha tomado un buen número de cursos internacionales de extensión profesional, entre los cuales destacan:

- El curso de Física de la Tierra y Seminario de Predicción de Terremotos, en el Centro Internacional de Física Teórica de la Agencia Internacional de Energía Atómica, en la ciudad de Trieste, Italia.
- El Seminario de Ciencias y Redes Tecnológicas en Recursos Minerales, en Madrid, España.
- El Sexto Programa Latinoamericano de Postgrado en Gestión del Conocimiento y Capital Intelectual (KM Latin América 2008), de la Universidad de Belgrano, Escuela de Economía y Negocios Internacionales, en Buenos Aires, Argentina.
- El Certificado de Liderazgo en la Gestión Estratégica de la Educación a Distancia, en Nova Southeastern University, ASF School of Education, en Miami.



Su inquietud intelectual, la llevó también a cursar un buen número de materias en Geofísica, en la Universidad Simón Bolívar, en el Instituto de Mejoramiento Profesional del Colegio de Ingenieros de Venezuela, en la Universidad del Zulia, en el Programa de Educación Continua de la Sociedad de Geofísicos de Exploración y la Sociedad Venezolana de Ingenieros Geofísicos, en Caracas, y en los cursos organizados entre la Universidad Técnica de Delft y PDVSA, en la Sociedad de Geofísicos de Exploración de la Universidad de Alberta, en Edmonton, Canadá.

Además de estos cursos, participó también en seminarios y talleres en Gerencia Institucional, Gestión del Conocimiento, Empresas Mixtas y Formación de Directivos.

Su **trayectoria profesional** se ha desarrollado especialmente en la docencia y la investigación universitaria, en la ilustre Universidad Central de Venezuela, donde se ha desempeñado

como Profesora de Pregrado en 7 materias y como Profesora de Postgrado en 6 materias.

La Dra. Rodríguez Millán ha dirigido 55 tesis de pregrado y 8 tesis de maestría, ha sido tutora de 4 profesores instructores por concurso y de un profesor asistente y ha publicado 13 artículos en revistas científicas arbitradas y 22 en eventos.

En su carrera profesional, se ha desempeñado:

- Como Jefe del Departamento de Geofísica, de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, de la Facultad de Ingeniería, de la UCV, en cuatro períodos.
- Como Coordinadora del Postgrado en Geofísica y del Comité Académico de Postgrado en Geofísica, en la Escuela Geología, Minas y Geofísica, de la Facultad de Ingeniería de la UCV, en tres períodos.
- Como Directora de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, de la Facultad de Ingeniería de la UCV.
- Como Secretaria Ejecutiva del Consejo Universitario de la UCV.
- Como Gerente Ejecutiva – Coordinadora del Vicerrectorado Académico de la UCV.
- Como Vicerrectora Académica de la UCV.

La Dra. Inírida Rodríguez Millán ha sido distinguida con la Orden José María Vargas de la UCV y con la Orden Antonio José de Sucre del Colegio de Ingenieros de Venezuela.

Ha sido presidente de la Fundación Geos de la UCV y de la Asociación para el Progreso de la Investigación Universitaria y ha sido Miembro de la Junta Directiva y también presidente de la Sociedad Venezolana de Ingenieros Geofísicos.

Actualmente y desde octubre del año 2020, es Miembro Activo y Secretaria de la Comisión de Minería y Materiales de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Debo destacar que durante su ejercicio del cargo de Vicerrectora Académica de la UCV, la Dra. Inírida Rodríguez Millán se destacó por sus esfuerzos en establecer enlaces entre la universidad y los diferentes sectores industriales y académicos de Venezuela, actividad que arrojó importantes frutos, por haber fortalecido de esta forma la orientación de proyectos de investigación de pre y posgrado a la solución de problemas importantes para la industria venezolana y por haber dado a conocer a los industriales, la capacidad que tiene la UCV, para apoyarles.

Entre sus logros más recientes, durante su ejercicio en el cargo de Vicerrector Académico de la UCV, considero importante recordar:

- El haber organizado varios ciclos de conferencias de interés profesional y técnico, con amplia participación académica e industrial, en el espacio abierto que recibe luz a través del vitral de entrada a la planta baja de la Biblioteca Central de la UCV.
- El haber invitado a la junta directiva de la Asociación de Industriales Metalúrgicos y de Minería de Venezuela, a

realizar sus eventos importantes en instalaciones que tiene la UCV y que se prestan para acomodar estos eventos, logrando que la Convención Anual de la Asociación de Industriales Metalúrgicos y de Minería del año 2024, se realizara en la Sala E de la Biblioteca de la UCV, con la participación y presencia no solo de sus miembros regulares, sino también de profesores, investigadores y estudiantes.

- El haber iniciado el proyecto de poner la Biblioteca Central de la UCV y a sus enormes enlaces con otras bibliotecas del mundo entero, a la orden de empresas venezolanas y también a la orden de la biblioteca de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.
- El haber también facilitado el acceso de estudiantes y profesores, a las bibliotecas de empresas venezolanas de ingeniería en ejercicio, lo cual ha facilitado la transferencia del conocimiento práctico en el diseño de ingeniería, a los estudiantes.

En este acto solemne de incorporación de la Dra. Inírida Rodríguez Millán a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, se reconoce el esfuerzo profesional por ella desplegado en el fortalecimiento de la Universidad Central de Venezuela como institución y en el fortalecimiento de la Geofísica como disciplina del conocimiento y de apoyo fundamental al Sector Minero y Energético de Venezuela, ambos de gran importancia para la industrialización del país.

En este acto solemne la Academia reconoce también a las instituciones que la formaron académicamente desde niña, a la Escuela Cristo Rey y al Colegio Ave María, de Vista Alegre, donde realizó sus estudios primarios, al Colegio Teresiano de El Paraíso, donde cursó de primero a tercer año de bachillerato y al inolvidable Liceo de Aplicación del Paraíso, donde cursó cuarto y quinto año de bachillerato y donde obtuvo la distinción especial de haber sido su mejor alumna, cuando cursaba cuarto año.

Así también la Academia reconoce en este acto a la ilustre Universidad Central de Venezuela, a su Facultad de Ingeniería y a su Escuela de Geología, Minas y Geofísica, donde Inírida obtuvo su primer título universitario y donde luego trabajó toda su vida.

Todos los aquí presentes sabemos que aún son muchos los esfuerzos que deben ser acometidos, para poder rescatar y darles de nuevo la importancia que tienen el sector educativo venezolano a todos sus niveles y nuestro sector industrial, que hoy sufre uno de los peores momentos de su historia.

Con toda seguridad la incorporación de la Doctora Inírida Rodríguez Millán, a nuestra ilustre Academia de la Ingeniería y el Hábitat, reforzará las coincidencias naturales, entre la Universidad y la Academia, así como también la integración de nuestras Instituciones de Educación Superior al desarrollo sustentable y sostenido de la industria.

Sea Ud. Doctora Inírida Rodríguez Millán, bienvenida a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Estamos seguros de que los logros obtenidos por usted a la fecha, tal como lo ha señalado, provienen de los esfuerzos mancomunados de profesionales de dilata actuación en la universidad y en la industria, sabemos también que entre ellos se encuentran la Doctora Cecilia García Arocha, el Doctor Nicolás Bianco, el Dr. Amalio Belmonte y el Doctor Franco Urbani, así como también sus colegas de la Comisión de Minería y Materiales de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat: Alfredo Álvarez, Enrique Álvarez, Ruth Bisbal, Oscar Dam, José Luis Fernández, Linda Gil, Daniel Iribarren, Noel Mariño Pardo, Mónica Martíz Lizama, Cristian Carlos Puig, Omar Quintero, Rafael Rodríguez Pulido, Blanca Rojas de Gascue, Miguel Velandia, Alfredo Viloria y Patxi Viscarret.

Todos ellos son sin duda alguna, partícipes del reconocimiento que recibe hoy usted.

En nombre de todos ellos, sea usted Bienvenida a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Muchas gracias.



PALABRAS DE BIENVENIDA A LA NUEVA ACADÉMICA

Rafael Isidro QUEVEDO CAMACHO
Presidente de la ANIH

Nuevamente nuestra Academia se reúne en Sesión Solemne, en esta histórica sala de nuestra corporación hermana, la de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, que tan generosamente nos ha facilitado su instalación desde nuestra fundación, para realizar en ellas estos significativos actos de incorporación que marcan el camino del fortalecimiento de la institución con la incorporación de grandes talentos como el que hoy recibimos de la Doctora Inírida Rodríguez como Miembro Correspondiente por el Estado Anzoátegui.



La presencia de Inírida Rodríguez con su experiencia docente, como investigadora destacada en los campos de la geología, en Gravimetría y Magnetometría para la exploración petrolera, minera y en estudios del subsuelo profundo, en estudios geológico - geofísicos integrados para el estudio y evolución de cuencas sedimentarias y tectónica del Caribe y responsable y asesora de proyectos de adquisición, procesamiento e interpretación de datos gravimétricos y magnéticos, la califican para enriquecer los equipos de trabajo de la Academia y contribuir con significativos aportes en un campo que como el minero y petrolero tan vinculado a la Tierra y sus recursos, requiere de aportes y orientaciones que contribuyan a mejorar su manejo y alertar sobre la mejor forma de preservar nuestros recursos naturales y especialmente los renovables que viven en permanente peligro por las variadas intervenciones de las cuales son objeto indiscriminado.

Nuestra apreciada Académica aportará al banco de talento humano su capacidad gerencial, su larga experiencia desde la Dirección de la Escuela de Geología hasta la Gerencia del Vice Rectorado Académico de la Universidad Central de Venezuela, lo cual le otorga el conocimiento, las destrezas y habilidades que se logran al gestionar las diversas actividades académicas y administrativas de una institución tan compleja y activa con lo ha sido siempre la nuestra Alma Máter.

A esa elevada capacitación y experiencia le acompaña su don de gente, su inteligencia despierta y vivaz, su capacidad de iniciativa y su disposición permanente a colaborar en las actividades y trabajos de la organización, con una disposición solidaria y activa para apuntalar nuestro quehacer. Por todo ello, le damos la más entusiasta bienvenida y esperamos que su presencia entre nosotros contribuya de manera determinante al fortalecimiento de la institución y a la continuación del crecimiento de su personalidad y realización existencial aprovechando las oportunidades y fortalezas que ofrece la Academia al insertarse en nuestras comisiones especiales, tal como ya lo ha hecho apoyando al Comité Directivo en el exigente papel de Secretaria Interina.

Su presencia será también de gran ayuda para impulsar los estudios, pronunciamientos y declaraciones que contribuyan a orientar la vida nacional en un campo tan actual como lo es el vinculado con la Tierra, con los impactos que el cambio climático está provocando en todo el mundo y del cual no escapa nuestro país. Este período de lluvias, que se desenvuelve en medio de torrenciales aguaceros, fuertes tormentas, inundaciones y crecidas excepcionales de los ríos, ha provocado grandes desastres como los que viven actualmente los pueblos andinos, los llanos occidentales y otras regiones del país, donde se han provocado derrumbes, deslaves, destrucción de viviendas, de puentes, carreteras y especialmente la vialidad y vivienda rural, todo lo cual comporta sufrimiento y penalidades de nuestra población con la cual expresamos nuestra solidaridad.

La Academia ha expresado en su reciente declaración sobre este fenómeno y sus consecuencias la necesidad de que se adelanten urgentes pero consistentes esfuerzos de reparación que no solo atiendan la emergencia en su dimensión física, sino también lo económico tanto para garantizar la subsistencia de las poblaciones, como en lo productivo para reorganizar los procesos afectados tanto en las comunidades rurales como urbanas, en lo idiosincrático y cultural, y en la organización de las comunidades para enfrentar los desastres. Tal como allí se indica "La memoria colectiva expresada en formas de hábitat, en trazas urbanas, en materiales resilientes, relaciones de convivencia, es un recurso vital para reconstruir con sentido de arraigo y con visión de futuro, reconociendo los valores autóctonos y aprovechando la oportunidad para corregir los problemas arrastrados con respuestas resilientes frente a futuros eventos similares".

Se requiere llamar la atención sobre la necesidad de una política de mantenimiento de nuestras infraestructuras y muy especialmente nuestra vialidad, nuestros puentes y la vigilancia permanente de los ríos y drenajes, para evitar mayores desastres.

La infraestructura de nuestro país fue tenida en América Latina como una de las mejores, de las más avanzadas en su trazado, construcción y mantenimiento. Nuestras vías de agua contaban con un control permanente por el Ministerio de Obras Públicas, y posteriormente por el del Ambiente y los Recursos Naturales y sus organismos adscritos. El país estaba

sembrado en todas sus cuencas de estaciones meteorológicas, cuyas mediciones se habían registrado por más de cincuenta años, llevando un control de los datos de los ciclos climáticos, de las precipitaciones, de las crecidas y estiajes de los ríos, e igualmente se realizaban mediciones permanentes del cauce de los ríos, cuyos aforamientos eran controlados y registrados. Simultáneamente con ello se venía realizando un mantenimiento preventivo de puentes y embalses para evitar el erosionamiento de estribos y defensas, todo lo cual permitía enfrentar con más seguridad las emergencias.

Estos torrenciales aguaceros deberían servir de clarinada para llamar la atención sobre la necesidad de reponer esa red hidrometeorológica y junto con ella la inversión en mantenimiento vial e infraestructural, que no solo puede evitar mayores desastres y pérdida de vidas humanas, sino también pérdidas materiales de incalculable valor y de inversiones que le han costado mucho dinero y esfuerzo a la nación venezolana.

No cabe ninguna duda sin embargo, que la siembra del petróleo, que se vino realizando en forma continuada desde los años treinta del siglo pasado, y cuyo despegue más significativo puede encontrarse en el famoso Plan de Febrero de 1.936, del entonces presidente Eleazar López Contreras, que fue continuado con nuevos planes quinquenales de carácter estratégico en los gobiernos subsiguientes independientemente del signo político que tuvieron, con énfasis naturales en unos u otros aspectos del desarrollo, pero siempre en un sentido de continuidad administrativa que garantizó a lo largo de setenta años, la construcción de una infraestructura nacional de carreteras, puentes, vialidad rural y urbana, servicios de energía estable y permanente para toda la población hasta los más apartados rincones del país, servicios de comunicaciones, de hospitales, ambulatorios y centros de salud con médicos venezolanos ampliamente capacitados y entrenados para servir eficazmente a la salud de la población, una red hidroeléctrica nacional que a la par que facilitó y aun facilita el 70 % de la energía del país, junto con otros desarrollos, logró una capacidad instalada de más de treinta gigavatios, capaz de abastecer al país y permitir su exportación a los países vecinos y en general una red de escuelas, liceos y universidades con las dotaciones apropiadas y los recursos necesarios para garantizar la educación de la población infantil y juvenil y para permitir a sus docentes en todos los niveles una vida digna, un ingreso suficiente para vivir sin estrecheces y muchos menos con hambre. Todo ello en el marco de un desarrollo urbano,, industrial, comercial y turístico, que junto con una atmósfera democrática de libertades, de prensa y expresión libre del pensamiento y procesos democráticos alternativos de gobierno, han hecho de Venezuela el país respetado y apreciado que se llenó de migraciones europeas y americanas que junto a los nativos hicimos un crisol demográfico que impulsó el desarrollo y logró formar un significativo capital humano con la población con más profesionales universitarios por cada mil habitantes de América, incluso por encima de Estados Unidos y Canadá, sin tantos pobres como ahora y sin tantos emigrados que han desestabilizado la familia venezolana con hijos y nietos en todos los países del mundo.

INCORPORACIÓN DE LA INGENIERA INÍRIDA RODRÍGUEZ MILLÁN
COMO MIEMBRO CORRESPONDIENTE NACIONAL ANIH, POR EL ESTADO ANZOÁTEGUI

Debemos mirar al futuro con la memoria histórica del pasado para reencontrar nuestro camino y avanzar hacia nuevos estadios de desarrollo y progreso. Debemos afirmarnos en la esperanza de nuestras convicciones y continuar trabajando para construir ese ideal histórico que no debe hacernos perder el derrotero, para que las generaciones por venir puedan reconstruir la Venezuela del presente y continuar con el aprovechamiento de nuestras experiencias exitosas la construcción de un mundo mejor.

Apreciada Académica Inírida Rodríguez, la recibimos con los brazos y las mentes abiertas para seguir adelante con usted en

nuestras comisiones y equipos de trabajo y dirección y la felicitamos por su dedicación al servicio de la educación venezolana en la construcción del país. Reciba nuestros parabienes y nuestros deseos porque encuentre en el seno de nuestra Academia el apoyo, el aprecio y la solidaridad humanas para que continúe su labor de servicio público.

Muchas gracias,

**OPINIONES DE ACADÉMICOS,
COMISIONADOS E INVITADOS**

ENERGÍA EN EL FUTURO

Acad. Gonzalo J. MORALES

Predecir, adivinar el futuro, o pronosticarlo, puede ser fácil para algunos, empero efectuarlo utilizando datos confiables para estimarlo, es mucho más complejo, por estar éstos sometidos, cuando menos, a comprobar su certitud: los verdaderos yacen acumulados en laboratorios y en las mentes de científicos, lo cual dificulta su adquisición. De acuerdo a las leyes de la física es muy difícil.

Sin embargo, la utilización mundial de la energía es tan crítica, que se hace imperativo tratar de colocarse en ese futuro desconocido, lleno de interrogantes, para pronosticarlo y evaluar cuál será su papel aproximado. Así, surge la obligación de investigar sus fuentes, sus usos y, en fin, todas sus relaciones, para poder programar con exactitud el manejo de la energía en el futuro, en sus formas más convenientes y en cada sector. Solo es válido extrapolar.

La disponibilidad permanente de energía se ha convertido en tema de importancia primordial, política, geopolítica y estratégica mundial. Sus poseedores la convierten en factor ventajoso como arma de guerra, quienes la carecen realizan todo tipo de negociación para tenerla.

Desde fines de 2019 la humanidad resiste impactos destructivos. Lo que vemos es más que la progresión de otro ciclo económico. La turbadora combinación de una pandemia global agravada por la escasez de energía, la rápida inflación y las tensiones geopolíticas desbordadas por una guerra indeseada e injustificada hace que la gente cuestione qué certezas quedan. Tales eventos podrían incluso sentirse como “un grupo de terremotos” que está remodelando nuestro mundo.

Esto es repetitivo. “Terremotos” similares han golpeado el pasado: inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial, durante el período alrededor de la crisis del petróleo (1971-73) y en la desintegración de la Unión Soviética (1989-92). Como un terremoto real, cada uno de ellos cambió el panorama global con la liberación repentina de poderosas fuerzas subyacentes acumuladas alrededor de una línea de falla a lo largo del tiempo, pero en estos casos, se desarrollaron durante poco tiempo en lugar de en un big bang.

Cada uno marcó el comienzo de una nueva era: el auge de la posguerra (1945-71), la era de la contención (1971-89) y la era de los mercados (1989-2019). ¿Estamos ahora en la cúspide de una nueva era presagiada por los terremotos de hoy? Debemos prepararnos.

Desde hace décadas los países se concientizaron sobre la necesidad de disponer de acceso permanente a fuentes de energía en cantidad y calidad suficientes. Esa seguridad se

consolidó, especialmente en años recientes, con la escasez generada por el enorme acceso de China al mercado mundial de energía, así como también por el ingreso de los países africanos y asiáticos: se convirtió en insumo mundial de primera urgencia, al igual que los alimentos. Las secuelas de la invasión rusa a Ucrania lo agravaron y convirtieron en crisis general, no solo en disponibilidad, también por su aumento de precios. Así, se percibió la tensión acumulada en Europa por la disminución manipulada en Rusia para suministrar gas, entonces en vísperas de invierno y su amenaza a la industria, la alemana en especial.

La energía es vida, símbolo de actividad, es trabajo. La energía lo es todo en la naturaleza: mueve al hombre y a los demás seres vivos, los mantiene activos durante toda su vida. La energía está en todas partes: las páginas del libro se nutren de la energía cerebral, las leyes que respaldan la legislación salen de computadoras para convertirnos en dependientes de máquinas que requieren energía.

Por tal motivo, estamos obligados a conocer, profundamente, su esencia, sus transformaciones, estudiarla, analizarla, comprenderla, lo que pueda afectarla, y hacernos partícipe de todas sus manifestaciones.

En el caso de Venezuela esto es más imperativo, ya que un alto porcentaje de la vida venezolana se ha movido, comercialmente, a través de la producción de energía, la petrolera.

Vivimos e intercambiamos en un mundo bajo transformación constante, ahora de manera acelerada, ningún país escapa a sus efectos, los cuales se pueden apreciar en todos los campos, en cada uno de sus sectores: no solo en el económico, está también en el social, el político, el educativo. Venezuela está muy inmersa en ese cambio, e inmensamente afectada, ya que gravitamos en el campo occidental, el más influyente. Es de esperar que el futuro nos obligue a cambiar más aún, lo cual ocurrirá en el campo económico y, por supuesto, en el de nuestra producción, en las exportaciones. Entre éstas, nuestra oferta energética.

El crecimiento demográfico venezolano, con expectativa lejana de alcanzar más de cuarenta millones de habitantes entre los años 2040-50 hace más imperativo el tratar de avistar el futuro, dilucidar de cuales rubros dependeremos los venezolanos para sobrevivir y si los bienes que explotamos actualmente serán suficientes para cubrir las necesidades, o tendremos que depender de otros más noveles, ahora desconocidos. Serán miles los puestos de trabajo necesarios de crear. Son muchas las interrogantes.

Para poder hacerle frente a todos sus compromisos financieros, incluida su urgente recuperación y mantener su crecimiento, Venezuela requiere aumentar su producción general, especialmente la industrial, incrementando el PIB, para superar ampliamente los escasos millones de dólares que ha estado generando con regularidad, de los cuales un alto porcentaje se requiere para proporcionar el ingreso de divisas que cubra el presupuesto anual y fortalezca la producción.

Es imprescindible diseñar una política de creación de empleos, que exige su incremento cada año, dependiente del PIB y éste, de los ingresos de divisas. Lo anterior induce que, además de lograr aumentos en monedas extranjeras por las actividades petroleras, obligue también a invertir en el crecimiento diversificado de otras actividades económicas: agricultura, manufactura, minería, para disminuir obligatorias importaciones y generar las divisas requeridas. A diario pueden encontrarse en múltiples publicaciones mundiales la angustia y avidez que todos los países muestran por disponer de fuentes confiables de energía para garantizar sus requerimientos diarios. Ejemplos notables los ofrecen Estados Unidos, la Unión Europea y China.

Es común encontrar en las publicaciones la expresión “crisis energética”, o sea el temor de que los recursos conocidos se agoten y surja una gran crisis por falta o escasez de combustibles. El consumo mundial energético aumenta sin cesar, impulsado tanto por el crecimiento socioeconómico de las naciones como por el demográfico, que se estima superará los 9.000 millones de personas para el año 2050.

La situación internacional creada en febrero de 2022-2024, en búsqueda de vías de solución, incrementa esa llamada “crisis energética”, unida a la necesidad de aumentar nuevas reservas internacionales de combustibles fósiles y a lo requerido por el equipamiento industrial mundial, permiten visualizar que este recurso se utilizará durante muchos años en el futuro previsible.

No obstante, se ha generado un límite que impone la protección y cuidado del ambiente ante la amenaza del calentamiento global, causado, aparentemente, por las emisiones producidas por algunas de las energías tradicionales, relacionadas con las fuentes de energía actualmente utilizadas; por tal motivo, se buscan afanosamente fuentes alternas igualmente efectivas. Ya hemos visto que en los Estados Unidos, reiteradamente, el presidente convoca sus científicos a proporcionar soluciones convenientes para independizarse de las importaciones de energía. Parte de este esfuerzo resultó en proyectar su conversión en potencia petrolera para el año 2017 hasta alcanzar la posición de primera potencia mundial petrolera para el 2020. Brasil, importador notable del petróleo que consumía hasta el año 2000, tiende ahora a transformarse en productor importante. Ecuador, Colombia, agregando ahora a Guyana, se están convirtiendo en productores y exportadores destacados.

De las informaciones captadas puede observarse que todos los países necesitan y buscan crecimiento, con el concepto

implícito de maximizar y obtener internamente el desarrollo y control de sus propios recursos, especialmente energético, cualesquiera sean estos, lo cual ha dado origen a la investigación de otras formas de energía, entre las cuales a las tradicionales, no-renovables, se agregan las de los renovables, esto requiere invertir considerables capitales que permitan ese reemplazo y encontrar otras fuentes de energía, en especial esas alternas, tales como la solar o la eólica y otras, siendo muy valederas algunas de estas opciones, una vez se haya demostrado que pueden competir en precio, seguridad y efectividad. Por lógica, cada barril equivalente producido así en esas regiones constituye una competencia desfavorable para lo que exporta Venezuela. Es decir, aumentaría la dificultad para obtener las divisas necesarias. En adición, se debe agregar el esfuerzo considerable llevado a cabo para consolidar el aporte que el hidrógeno puede suministrar, sobre todo en los vehículos: las pruebas efectuadas hasta el momento por la empresa Siemens en Alemania, son prometedoras, motivo que los impulsó a instalar una inmensa planta productora de ese gas en Chile.

Por supuesto, tal operación no podrá efectuarse a corto plazo, tiene que haber un período transitorio, de preparación, adaptación, a nuevas realidades. Por ejemplo, será difícil efectuar un reemplazo total en las centrales mayores, donde sólo podrán convertirse en renovables luego de mucha evaluación y profundos cambios, al igual que en los vehículos personales. Tal transición no será fácil ni rápida. La UE fijó una meta para los motores de combustión interna en vehículos, para el año 2035, poco inviable.

Para este momento, con la tecnología nuclear probada en las grandes centrales quedan algunas interrogantes hasta alcanzar una operación segura, por lo cual es necesario esperar para obtener confirmación. Los accidentes ocurridos en las centrales nucleares de Chernóbil, 1986 y Fukushima, 2003, lanzan todavía nubes espesas de incertidumbre sobre el futuro de la energía nuclear, empero, tanto Alemania como Japón que la habían disminuido, la están recuperando. Continúa Francia como país que mantiene un crecimiento notable en ese sector. En Estados Unidos, China y Rusia se mantiene inalterada. En Brasil, México y Argentina la producción por energía nuclear se ha mantenido estable y solo provee un porcentaje pequeño del consumo. En cuanto a la bioenergía, hasta ahora recibe un crecimiento muy limitado, pero se generan dudas sobre su aumento.

En resumen:

El aumento en precios de la energía atormenta a Europa. La transición energética será costosa, pero se espera que no sea catastrófica.

El costo de la energía solar ha recibido una disminución del 90% desde 2010. Se espera que otras lo sigan, tal como la del hidrógeno. La descarbonización continuará hasta el 2030.

Sin embargo, se desea que la transición ocurra mundialmente. El mundo con riqueza abundante, más China, responden por

dos tercios de las emisiones mundiales producidas por la alta producción de carbón. África solo cuenta por un 3%, América aporta un 16%. Para 2022 se estimaba que Europa aportase 39 GW de renovables.

Hasta la fecha, desde 1945, la fusión nuclear ha sido la fuente probada más económica y efectiva. Pero la energía por fusión anuncia su ingreso próximo y podría imponerse en grandes centrales hacia mediados de siglo. China anunció el éxito en un modelo en pruebas recientes y Alemania también fue auspiciosa en el suyo.

Se espera que el tren magnético estará operando para fines de este siglo.

Para la década de 2090, estará claro que el Homo Sapiens ya no será la especie dominante en el planeta.

Venezuela es un país favorecido por la providencia, al disponer de múltiples y variadas sus fuentes de energía, lo cual le permite satisfacer sus necesidades y exportar excedentes para así recibir divisas. A los hidrocarburos se agrega el gas natural, el carbón, los recursos hidráulicos, también la energía solar, la eólica, la geotérmica. Esa base le permitió modernizarse en el siglo XX, crear un valioso estamento industrial, y financiar la construcción de vías de comunicación, escuelas y hospitales, tan necesarias para cumplir necesidades primarias de la población.

Venezuela dispone de un complejo hidroeléctrico de muy alto nivel dentro del conjunto mundial, tanto activo como potencial, el cual debe regirse por un criterio gerencial acorde a su status, que sirva de ejemplo, en lo relativo a su mantenimiento y operación, para el manejo de las futuras represas, sean estas para la generación eléctrica o para irrigación. Es conveniente intensificar la conclusión de las represas cuya construcción está detenida.

La energía hidroeléctrica ofrece un porcentaje importante de utilización, presente y futura, pero habría que recuperarla y desarrollarla en otras ubicaciones que presenten características favorables, ocupando Guayana sitio preferencial y las montañas andinas uno alterno.

Durante largo tiempo en el futuro continuarán ocupando un espacio irremplazable las plantas termoeléctricas, su incremento será indispensable, así también, con mayores capacidades, para compartir esa misión fundamental de proveer energía confiable junto con las hidroeléctricas.

Desde la segunda década del siglo XX Venezuela comenzó a explotar sus fuentes productoras de petróleo, llegando éstas a alcanzar valores notables para mediados de siglo, bajo la tutela internacional. Posteriormente, se constituyó la empresa venezolana propia, cuyo crecimiento también adquirió importancia mundial. Sin embargo, en los últimos años esa fuente más fundamental, la generación y venta de hidrocarburos, de acuerdo a eventos conocidos, ha estado

sufriendo disminuciones indeseables, lo cual crea un panorama de desasosiego a la comunidad nacional.

Se hace imprescindible analizar el funcionamiento de Petróleos de Venezuela para identificar sus bondades y sus deficiencias, que permitan rectificar, mejorar y optimizarla, tanto en lo referente a personal como a instalaciones, operaciones y equipamiento. No sólo sería de orgullo para los venezolanos, sino imprescindible, comprobar que su empresa bandera recuperase un elevado status internacional por su confiabilidad. Otros desajustes encontrados en la empresa petrolera, deberán ser considerados, analizados y dados a conocer junto con nuestra opinión objetiva e imparcial, pero ajustada al deseo de tener nuestra principal corporación operando con criterios económicos permanentes correctos. El desajuste en precios debe ser corregido para todos los combustibles y demás productos petroleros. Esto se hace más agudo en las expectativas creadas por la invasión rusa a Ucrania y los posibles resultados de los contratos de operación suscritos con varios países extranjeros, los cuales se espera sean beneficiosos para los venezolanos.

Hay tecnologías bajo experimentación que denotan esperanza en este sector. El substancial crecimiento esperado y necesario en la industria petrolera venezolana está pendiente y la producción se ha mantenido muy baja, casi inalterada durante los últimos diez años, desde 2010. Esa situación de poco crecimiento ha perturbado no solo el ingreso de divisas sino, más grave aún, el futuro de tan vital sector de la economía. Relacionado con lo anterior está el consumo interno de los productos petroleros para satisfacer el mercado nacional. Esto conlleva a negociar un crecimiento en la producción, con el subsiguiente e imprescindible aumento en el número de pozos explorados y su entrada en producción.

La utilización de carbón está disminuida en Occidente por sus efectos en la contaminación. En China, India y otros países se utiliza ampliamente por su abundancia. La última semana de julio 2022, Alemania reanudó la utilización de carbón en una de sus centrales, a fin de paliar la escasez de petróleo y gas natural en sus centrales. Sin embargo, los laboratorios investigan afanosamente en busca de eliminar o reducir las varias impurezas que lo afectan, tales como el azufre o el particulado.

La búsqueda de energías limpias es perentoria, entre éstas la del carbón, que por su abundancia, tiene relieve particular, igualmente se demanda mayor limpieza de los productos petroleros, es decir, disminuir su nocividad. Este tema, indudablemente, requiere de profunda investigación, también de novedosas legislaciones que regulen su utilización.

La explotación de materias primas y su transformación en productos mercadeables es una operación larga, compleja, riesgosa y costosa, que involucra esfuerzos físicos, intelectuales y, financieros de muchos, venezolanos y extranjeros, conectados a un trabajo gerencial multidisciplinario que los dirija por el sendero apropiado para buscar el buen éxito en esos sacrificios.

En el sur venezolano, el obligado crecimiento y desarrollo de Guayana, impone una más rigurosa y controlada vigilancia de las reservas forestales, madre de las aguas que no solo proveen de caudal al Orinoco y otros ríos, sino también fuente alimentadora de las represas, tales como Guri, al igual que la desconsiderada, así como también descuidada, contaminación mercurial de todas esas fuentes fluviales.

Es también necesario realizar un análisis sobre la influencia de las formas del transporte en la demanda y uso de productos petroleros, en especial sus emisiones, considerando particularmente la que ejercen los vehículos automotores; estos, al ser movidos por motores de combustión interna, son grandes consumidores, ineficientes, de esos productos.

Se considera indispensable e imperativo abordar el tema del mantenimiento en general, tanto en los diversos componentes de las instalaciones petroleras, tales como las refinerías, así también en las plantas termoeléctricas, factor altamente vinculado a la seguridad energética. Ya hemos experimentado gravemente esa incertidumbre en las plantas hidroeléctricas, y en las refinerías, con graves perjuicios para la comunidad venezolana. Se considera también de urgencia estudiar y analizar el espectro energético nacional en su integridad, en cada uno de sus componentes, para así elaborar un plan total, integral, que utilice para el consumo nacional, en sus áreas específicas, cada una de las fuentes de energía allí existentes, con la mayor eficiencia y beneficio fundamental para el país.

Es esencial, complementario, dar a conocer los principales hitos creados por la empresa privada con personal venezolano, en todo el país, durante el siglo XX, para desarrollar la electrificación, el cual abarcó todo el territorio nacional, generó múltiples empresas de producción y distribución eléctrica y es ejemplo palpable de que la voluntad puede alcanzar resultados

exitosos. Se hace imperativo que la comunidad nacional tenga un cuadro claro, confiable, actualizado y completo de la situación real del sector energético y lo que puede esperarse para el futuro, tanto en lo nacional como en lo internacional. La planificación a largo plazo, la generación de políticas al respecto y las estrategias consiguientes demandan que esa información sea exacta, confiable y disponible para todos.

A ese efecto, se ha considerado muy conveniente crear el Consejo Nacional de la Energía, dedicado a acopiar información internacional, evaluarla y estudiar las variadas formas de que disponemos de ese recurso, su uso correcto y su crecimiento, incluyendo investigarlo totalmente, para recomendar a la comunidad nacional la utilización apropiada de cada uno. Por lo tanto, en su seno estarían representadas todas las entidades nacionales que se ocupen del tema, sean del gobierno o privadas.

Debemos visualizar el futuro, lo que podemos esperar, lo que resultará de las investigaciones sobre el desarrollo e implantación de nuevas soluciones energéticas, las cuales desplacen eventualmente al petróleo. ¿Cómo será Venezuela afectada por esos desarrollos, cuando sobrevengan? ¿En qué forma afectarán nuestro ingreso de divisas? ¿Cómo podremos adelantarnos y buscar soluciones o remedios con suficiente anticipación?

En consecuencia, se está abordando un tema de la mayor importancia, al acometer la ingente tarea de estudiarlo en todos sus sectores, tanto los técnicos propiamente dichos, como el económico, el histórico y el legal. La comunidad nacional lo necesita y se espera pueda contribuir no solo a clarificar la situación, sino a sentar y despejar caminos para el futuro.

Caracas, julio de 2025.

CONTRIBUCIÓN PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA FORMACIÓN DE LA INGENIERÍA AGRONÓMICA EN VENEZUELA¹

PLANTEAMIENTOS Y DIRECTRICES

GARCÍA MONTERO Pedro, MORETT NATERA Emmanuel, PADRÓN NIEVES Miguel
Maracay 16 de junio de 2025

AGRADECIMIENTO

En nombre de la Promoción XXIX de Ingenieros Agrónomos UCV FAGRO Ing. J.J. Cabrera Malo, queremos expresar nuestras palabras de agradecimiento a los apreciados amigos y colegas Luis Arias, Santiago Clavijo, Julio Estévez, Aníbal Rosales y Pedro Raúl Solórzano (†), por la revisión y por las valiosas sugerencias aportadas para mejorar el documento que presentamos a la comunidad universitaria y a otros entes relacionados con la enseñanza y el ejercicio profesional de la agronomía. La dedicación y las observaciones expresadas, producto de su amplia experiencia, tanto en la docencia como en el ámbito profesional, han enriquecido significativamente este trabajo y sin dudas realzan la calidad y relevancia del documento.

Igualmente, queremos expresar nuestra mayor gratitud a María Lourdes Cisneros por su espléndido apoyo en la excelente diagramación oara el diseño de este documento.

A todos, infinitas gracias por el interés y apoyo a nuestra solicitud de colaboración y hacer posible la divulgación de nuestro aporte.

Con gratitud, amistad y respeto,
Los autores

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento elaborado 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, en la celebración de su cincuenta aniversario, plantea a la comunidad académica venezolana la necesidad de actualizar los estudios de ingeniería agronómica y otras carreras del agro con el fin de adecuar la enseñanza hacia una producción sostenible, eficiente, rentable y centrada en la conservación de los recursos naturales, la biodiversidad y el ambiente; de mayor fortalecimiento de la investigación y uso de tecnología para aumentar la producción de alimentos de manera sostenible y mejorar la seguridad alimentaria, así como la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático.

La XXIX Promoción ofrece sus planteamientos y directrices apoyada en la experiencia adquirida por sus integrantes durante

su trayectoria profesional, estudios de postgrado, el análisis y visión de la situación socioeconómica nacional y las tendencias que se impulsan en la agricultura en el ámbito mundial.

El documento tiene el objetivo de proponer ideas que contribuyan a la definición de un proceso que permita una nueva visión y enfoque para la formación integral y actualizada de la agronomía en el país. Los nuevos profesionales del agro deben ser capaces de aplicar rentablemente las tecnologías agrícolas más modernas y contribuir al desarrollo económico nacional, así como a mejorar la calidad de vida del venezolano a través de respuestas que solventen las necesidades del sistema agroalimentario y las exigencias de los mercados a los rubros de exportación, ampliando la perspectiva de análisis por medio del enfoque de cadenas agroproductivas.

En este trabajo se contextualizan los cuatro factores determinantes del campo de actuación de la ingeniería agronómica, los cuales justifican la necesidad de actualizar la educación universitaria para capacitar a los nuevos talentos y contribuir a definir el perfil profesional del ingeniero agrónomo como agente de cambio: factores endógenos relacionados con la situación económica, social y política de Venezuela; las determinantes ambientales; el componente científico tecnológico, y el entorno internacional ligado al agrocomercio y la globalización.

A partir del contexto sobre la situación agrícola, la seguridad alimentaria actual, las tendencias de la agricultura mundial y el respaldo del análisis de las orientaciones de la educación de la ingeniería agronómica en las universidades nacionales y en una selección de extranjeras, se identifican factores y conocimientos necesarios para mejorar en el país la formación del ingeniero agrónomo.

Con base en lo anterior se presenta un conjunto de sugerencias sobre cambios al modelo de funcionamiento de la educación superior, se identifican los retos y desafíos que enfrentará a futuro el ingeniero agrónomo, el papel que debe asumir como agente de cambio y se formulan planteamientos claves para fortalecer las facultades y/o escuelas nacionales de ingeniería agronómica, y capacitar a los estudiantes para que sean profesionales efectivos.

¹ XIX Promoción de Ingenieros Agrónomos UCV FAGRO Ing. José Joaquín Cabrera Malo

Palabras Claves: agronomía, ingeniero agrónomo, facultades de agronomía, formación académica, ciencias del agro.

1. PRESENTACIÓN

La XXIX Promoción de Ingenieros Agrónomos, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela Ing. José Joaquín Cabrera Malo, en la celebración de su cincuenta aniversario, ha decidido hacer un llamado a la comunidad académica venezolana sobre la necesidad de actualizar en el país los estudios de ingeniería agronómica y otras disciplinas del agro, para la formación de profesionales universitarios comprometidos con la producción sostenible, eficiente y centrada en la conservación de los recursos naturales, la biodiversidad y el ambiente, de mayor preparación para la investigación y uso de la tecnología, para alcanzar una efectiva mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático que permita superar las dificultades que afectan el crecimiento del sector agrícola, la situación social en el medio rural, el deterioro de los recursos naturales y la inseguridad alimentaria del venezolano como soporte para la transformación del sistema alimentario.

La modernización de nuestra agricultura requiere aplicar, en las unidades de producción de los diferentes tipos de agricultores, un modelo sostenible con visión empresarial de fuerte inversión privada en el caso de los sistemas de producción, de medianos y grandes productores, orientados al mercado, que utilice tecnologías amigables con el ambiente, producción eficiente, rentable y competitiva. El nuevo enfoque de la agricultura, planteado en este documento, demanda de políticas públicas y un marco legal que genere confianza, respeto a la propiedad privada, seguridad jurídica y personal, además de mejoras en la infraestructura de apoyo, el transporte y comercialización, capacitación y asistencia técnica, herramientas financieras y tecnológicas innovadoras y sostenibles, con las que se pueda optimizar la gestión agrícola.

Los profesionales del agro deben tener arraigados principios y valores éticos y morales, ser capaces de enfrentar los desafíos de la agricultura nacional e implantar y adaptar rentablemente las modernas tecnologías que impulsan las tendencias de la agricultura mundial, para generar respuestas que solventen las necesidades del sistema agroalimentario venezolano y cumplir las exigencias de los mercados internacionales, ampliando la perspectiva de análisis de lo agrícola con el enfoque de cadenas agroproductivas y con base en: (a) los cambios mundiales ocurridos en la enseñanza y tendencias educativas basadas en los recientes conocimientos científicos, avances tecnológicos y prácticas agrícolas; (b) el enfoque de sostenibilidad; (c) la gestión informática de datos e información ambiental y agrícola que se genera a nivel mundial; (d) el reto de diversificar la economía nacional; (e) los problemas y limitaciones que afectan el crecimiento agrícola y determinan su desempeño económico; (f) mejorar la situación social en el medio rural y la calidad de vida de su población.

Las universidades son las instituciones clave para la formación y educación del recurso humano profesional, sus labores no solo se limitan a la preparación técnica, científica y humanística de los estudiantes, sino que también tienen un importante rol social y moral en la formación de comportamientos éticos y contribuye al desarrollo territorial y a la equidad. Además, también se encarga de mantener actualizados a los docentes en estos campos para que sean más eficientes en la formación de profesionales.

La XXIX Promoción presenta estas ideas y sugerencias a la comunidad agrícola y, en particular, a las autoridades universitarias, como contribución al proceso de revisión del perfil del ingeniero agrónomo y de los programas para la enseñanza de la agronomía y otras disciplinas del agro venezolano, sustentadas en los siguientes factores: la experiencia adquirida por sus integrantes durante su trayectoria profesional, los conocimientos adquiridos en estudios de postgrado, nuestro análisis y visión compartida de la situación socioeconómica nacional, la situación del medio rural, de los agricultores, la producción agrícola nacional y, por último, las tendencias de la agricultura a nivel mundial.

En este entorno nacional e internacional actual de la agricultura, nos surgieron, a modo de reflexión, las siguientes preguntas:

- ¿La universidad venezolana forma ingenieros agrónomos eficientes, competitivos y consustanciados con la producción sostenible y las exigencias ambientales, capaces de enfrentar los retos de una agricultura moderna, totalmente diferente a lo que hasta el momento ha enfrentado el mundo en general, y Venezuela en particular?
- ¿El egresado de las facultades o escuelas nacionales de agronomía está capacitado para asesorar o emprender una producción agrícola sostenible, bajo principios éticos, económicos, sociales y ecológicos que aseguren su sostenibilidad, que garantice la producción rentable de alimentos seguros y nutritivos en cantidad suficiente para satisfacer los requerimientos de la población, así como la exportación competitiva de alimentos y materias primas de origen agrícola?
- ¿Qué capacidades actuales tienen las facultades o escuelas nacionales de ingeniería agronómica para dar adecuada respuesta a las necesidades de investigación, formación integral de estudiantes y la actualización de los egresados, que los prepare para adaptarse a las tendencias de la agricultura mundial y afrontar los desafíos que impone el compromiso social de la agricultura nacional?

Con estas preguntas como guía, nos planteamos la realización de este documento, con el propósito y el alcance central de plantear ideas que contribuyan a la revisión curricular.

El documento contiene cinco (5) secciones:

- a. Contextualización de factores determinantes del campo de actuación de la ingeniería agronómica, de la situación agrícola y la seguridad alimentaria actual, y planteamiento

sobre la necesidad de redefinir en el país la enseñanza de las carreras del agro.

- b. Información sistematizada de las orientaciones de la educación de la ingeniería agronómica en las universidades públicas venezolanas y en destacadas universidades extranjeras, como referentes para la identificación de conocimientos necesarios para la formación del ingeniero agrónomo venezolano.
- c. Sugerencias sobre cambios al modelo de funcionamiento de la educación superior en ingeniería agronómica basados en factores nacionales e internacionales.
- d. Identificación de los principales retos y desafíos que enfrentará a futuro el ingeniero agrónomo, y el papel que debe asumir como agente de cambio para incentivar y fortalecer la producción de alimentos seguros y saludables, materias primas agrícolas no alimentarias e impulsar el desarrollo rural y los diferentes componentes de la cadena de valor.
- e. Planteamientos claves para fortalecer las facultades y/o escuelas nacionales de ingeniería agronómica y capacitar a los estudiantes para que sean profesionales efectivos en una agricultura ajustada a las tendencias de la agricultura mundial, y a la vez responda a las necesidades nacionales.

Con la entrega de este documento, se honra y rinde homenaje a la memoria del colega Dr. José Joaquín Cabrera Malo, padrino de la promoción, insigne venezolano, quien dejó un gran legado agrícola al país con la plantación del bosque cultivado más grande del mundo, y la aplicación ejemplar de principios profesionales y éticos en todo su ejercicio de la ingeniería.

1.1. Premisas generales

En la elaboración del presente trabajo se consideran los siguientes factores como pilares básicos:

1. Venezuela confronta la peor crisis humanitaria de la historia de la república. En tal sentido, el sector agrícola tiene en frente un gran desafío para el desarrollo del país.
2. Venezuela demanda un proceso de diversificación de su economía para reducir la dependencia de la disminuida renta petrolera, ante el avance de la transición energética mundial. En este nuevo contexto la agricultura pudiera convertirse en un sector clave para el desarrollo del país, que dispone de una oferta suficiente de recursos naturales, infraestructura de agrosoprote, tradición agrícola y condiciones agroclimáticas para un desarrollo agrícola integral, condiciones que pueden hacer que el país produzca una gran variedad de cultivos todo el año.
3. La cada vez menor preocupación por la conservación del potencial biológico de nuestro país, su biodiversidad, cuya degradación por la aplicación de muchas prácticas asociadas a la agricultura, como la deforestación, la extracción selectiva de especies maderables, la quema de vegetación, el uso irracional de agroquímicos y la explotación desenfrenada de recursos minerales, está afectando su disponibilidad futura. El uso sostenible de muchas especies del bosque (aprovechamiento del bosque en pie o la multiplicación y mejoramiento de esas especies nativas), en combinación con

cultivos y ganadería, debe ser un gran objetivo en la formación del nuevo ingeniero agrónomo.

4. Venezuela necesita enfocar sus políticas, no solo hacia la reactivación de los sistemas económicos y productivos, sino también hacia su reconstrucción y transformación para avanzar hacia economías con bajas emisiones de carbono y alto contenido tecnológico, que permitan enfrentar el cambio climático y reducir las brechas, heterogeneidades estructurales y dualismos históricos que los caracterizan.
5. El efecto del cambio climático demandará una agricultura basada en prácticas con baja emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), favorecedoras del secuestro de carbono y garantía de la salud de los suelos y el ciclo hidrológico, mediante la aplicación de prácticas de conservación en armonía con las leyes de la naturaleza.
6. El enfoque agroalimentario y de cadenas agroproductivas como fundamento para interpretar y diagnosticar las dificultades y frenos al desarrollo agrícola, con una visión holística e integral para el análisis, la planificación y formulación de las políticas públicas.
7. Un diseño de políticas públicas sectoriales que alineen los mercados agrícola, agroindustrial, farmacéutico y de materias primas procedentes del sector, con los objetivos de conservación y de una política comercial basada en relaciones simétricas con los socios comerciales, y niveles de protección racional a la producción en el país.
8. La inyección suficiente de recursos para la generación de conocimiento, tecnología, innovación y capacidades necesarias para sustentar la bioeconomía, la biotecnología, los servicios y regeneración medioambiental y, en especial, las nuevas tecnologías disruptivas; todo ello, mediante el diseño y ejecución de programas y proyectos de investigación con la participación de los productores, con el fin de abordar los desafíos actuales y futuros de nuestra agricultura.
9. La transición energética en el medio rural, a través del uso combinado de energías renovables y no renovables en la agricultura, debe ser vista como un factor que puede contribuir al desarrollo de un sistema de producción agrícola sostenible, menos dependiente de combustibles fósiles contaminantes, y costos de producción más bajos.
10. La consideración de una agenda global para promover los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 de las Naciones Unidas (2016) y el Acuerdo de París de la CMNUCC (2015) (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático).
11. Los requerimientos y expectativas actuales y futuras de los productores agropecuarios nacionales, así como también de las condiciones agroclimáticas y características específicas de nuestros suelos, flora y fauna autóctonas, son de vital importancia para manejar con sostenibilidad y criterios de conservación el delicado equilibrio de la naturaleza y de sus diversos ecosistemas (terrestres y acuáticos).

La XXIX Promoción de Ingenieros Agrónomos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela José Joaquín Cabrera Malo, se complace en consignar este documento a la consideración de la comunidad

universitaria y a otros entes del sector agrícola como muestra de agradecimiento a nuestra *alma mater*, al padrino de la promoción, a los profesores de la facultad que nos formaron, y a todos aquellos colegas de la promoción que se nos adelantaron en el camino hacia la eternidad.

2. FACTORES DETERMINANTES EN LA FORMACIÓN AGRONÓMICA DEL FUTURO

2.1. Mapa de relaciones actuales y previsibles de la ingeniería agronómica

Cuatro factores determinan, hoy por hoy, la importancia de actualizar la educación universitaria para capacitar a los nuevos ingenieros agrónomos como agentes de cambio, dentro de un contexto distinto al conocido hasta ahora, marcado por diferentes exigencias nacionales e internacionales, enfoques y fenómenos ambientales de gran impacto, que hacen cada vez más compleja su actuación (Figura 1).

- a. **Factores endógenos**, relacionados con: (a) la grave crisis de la economía nacional; (b) el agotamiento del modelo de desarrollo monoexportador o de dependencia de la renta petrolera; (c) la situación actual de la producción agrícola, negativamente impactada por las políticas públicas aplicadas; (d) la disminución del autoabastecimiento y la crisis agroalimentaria; (e) las importaciones de agroinsumos para la producción y la reducción de las agroexportaciones; (f) la baja productividad y rentabilidad que limita la competitividad; (g) la migración de profesionales del agro, profesores y personal técnico altamente calificado; (h) el debilitamiento y fragmentación de la institucionalidad del sector agrícola; (i) la desaparición de los servicios de asistencia técnica, investigación y de transferencia de tecnología y la poca disposición de muchos productores de pagar los servicios de asistencia técnica por la baja rentabilidad de su actividad agrícola; (j) impacto de la pandemia COVID 19; (k) la precaria calidad de vida y la insuficiente dotación de servicios públicos en el medio rural.
- b. **Determinantes ambientales**: (a) debido al reconocimiento de la importancia que para la producción agrícola tienen los aspectos ecológicos para la adecuada gestión y conservación de los recursos naturales, por las consecuencias de la degradación y/o pérdida de recursos naturales y de la biodiversidad, el inadecuado o inexistente manejo de suelos y del agua, el mal uso de agroquímicos; (b) por la incidencia del cambio climático y sus impactos en la producción agrícola.
- c. **Componente científico-tecnológico**: conformado por las innovaciones y nuevas herramientas provenientes del avance científico y tecnológico de la agricultura 4.0 y otras tendencias, como pilares para el desarrollo de una agricultura sostenible. La aplicación de las nuevas tecnologías agrícolas es un desafío importante para la agricultura del futuro.

Es relevante el impulso a la digitalización en la agricultura mediante una amplia utilización de app (aplicaciones) agrícolas en múltiples aspectos para el monitoreo del proceso productivo, el control fitosanitario de los cultivos, la agroecología, el riego, entre otras prácticas.

Los cambios en curso destacan la necesidad de integrar diferentes disciplinas y equilibrar los enfoques socio-humanistas y científico-tecnológicos. Para ello, es imprescindible capacitar y actualizar a los educadores en ciencia, tecnología y humanismo, ya que así también se contribuye a la formación integral de los estudiantes.

Dentro de la formación de los nuevos profesionales del agro, es esencial promover la alfabetización digital y capacitar a egresados, alumnos y usuarios en general, en diferentes disciplinas para que sean más eficientes en sus funciones y responsabilidades.

En este componente, destaca la prioridad a la relación ciencia e investigación, ciencia y tecnología, ciencia e innovación, investigación básica y aplicada para el desarrollo y su inserción en la realidad nacional del sector agrícola.

- d. **Entorno internacional**: el comercio internacional y la agenda mundial tienen un gran impacto y es necesario cumplir sus exigencias. Primero, se requieren certificaciones, conocimientos específicos para colocar productos agrícolas en diferentes mercados, garantizar la inocuidad y trazabilidad de los alimentos, como obligaciones importantes para su comercialización; segundo, los países importadores exigen cada vez más protección ambiental, y la falta de cumplimiento de estándares puede obstaculizar la exportación, como por ejemplo las exigencias del Pacto Verde Europeo. Los determinantes y condicionantes para las agroexportaciones incluyen modelos de producción tradicionales: prácticas dañinas al ambiente, como la deforestación y la contaminación, el uso de mano de obra infantil, los vínculos con el narcotráfico, sobreexplotación de la mano de obra, o discriminación por raza, género, religión o motivos políticos; son barreras al acceso a los mercados.

Por otro lado, incide el cumplimiento a los acuerdos internacionales impulsados por Naciones Unidas que buscan proteger los recursos naturales, abordar el cambio climático y transformar los sistemas alimentarios.

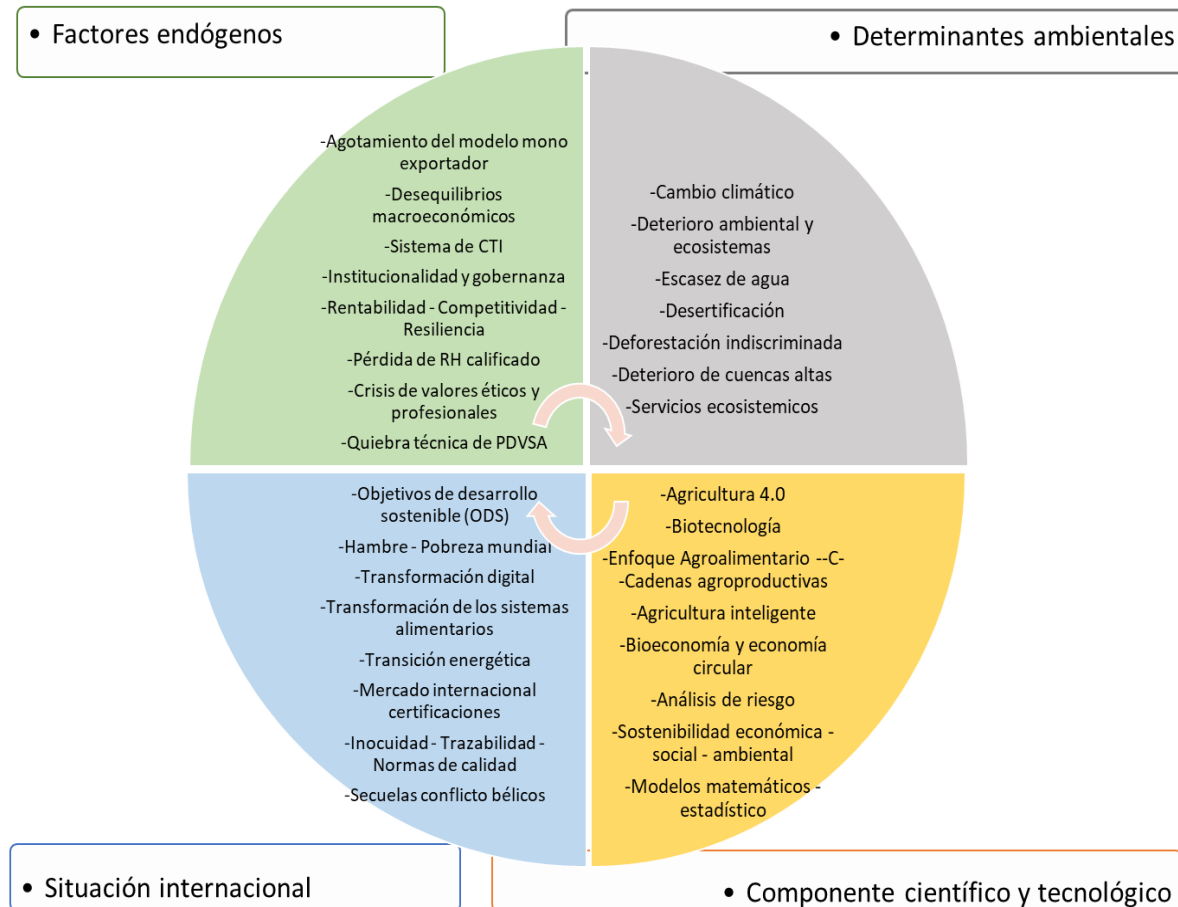


Figura 1.- Factores determinantes del campo de actuación del ingeniero agrónomo

2.2. Cambios en el entorno y la urgencia de redefinir la enseñanza de la ingeniería agronómica.

Los significativos cambios ocurridos en el entorno económico, social y ambiental inciden en la redefinición de la enseñanza en ingeniería agronómica, para enfocarse en la atención de los problemas que afectan al país y contribuir a solucionarlos.

2.2.1. En lo social

a. **Pobreza y hambre:** la Encuesta Nacional sobre Condiciones de Vida (ENCOVI, 2023), arrojó que el 96% de la población del país se encuentra en algún grado de pobreza; el 79% en pobreza extrema. El Índice Global del Hambre (Global Hunger Index-GHI, 2023), elaborado por el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), indicó que Venezuela pasó de un nivel de hambre bajo (7,4%) en el 2012 a un nivel de hambre grave (17,3%) en el 2023, ocupando el primer puesto en América Latina con la mayor cantidad de personas padeciendo hambre (IFPRI, 2023).

b. **Inseguridad alimentaria:** entre 2014 y 2023 se observa un incremento en el ámbito de los hogares, y se agudiza en los estratos socioeconómicos más bajos. Los aspectos que influyen en la inseguridad alimentaria son: disponibilidad, acceso, variedad y tiempo para comprar los alimentos. La brecha entre precios e ingresos reales, afecta las preferencias alimentarias, y se ve agudizada en el medio rural con la disminución del empleo y las grandes deficiencias de servicios básicos. En este entorno, la malnutrición es un problema importante, afectando a un tercio de la población (Landaeta, et al. 2018; Cepeda, 2020).

De acuerdo a ENCOVI (2023), 89% de los hogares padece inseguridad alimentaria. El Informe de Alerta Temprana sobre Seguridad Alimentaria y Agricultura FAO/ONU (FAO, 2019a), ubica a Venezuela en tercer lugar entre los diez países con “alto riesgo” de una emergencia o un deterioro significativo de su seguridad alimentaria y la agricultura, con efectos severos.

c. **Subalimentación y Malnutrición:** el patrón nacional de consumo de alimentos ha cambiado con la crisis alimentaria, resultando insuficiente en cantidad y calidad, sin variedad, basado en arroz, maíz, pasta, granos y aceite; carente de proteínas animales, vitaminas A, B y C, y

minerales (hierro, ácido fólico, zinc y calcio). El efecto directo es el incremento de la malnutrición y del hambre oculta en niños, mujeres embarazadas y adultos mayores, siendo su impacto mayor en los más pobres. Casi un tercio de los venezolanos (más de nueve millones de personas) padecen de malnutrición. (CARITAS, 2017; Anales Venezolanos de Nutrición, 2018; CECODAP, 2020; FAO, FIDA, OPS, WFP y UNICEF. 2020, 2021, 2022 y 2023).

- d. **Desigualdad social entre el centro y la provincia y entre la población urbana y la rural:** se observa disparidades sociales entre regiones y áreas urbanas y rurales; se reflejan en la falta de servicios públicos, deterioro de infraestructuras, baja calidad de vida, el desestimulo de las actividades económicas y lo que se le asigna en el presupuesto nacional. La elevada inflación ha deteriorado el poder de compra del salario. Además, el no acceso a servicios bancarios de parte importante de la población rural, limita la gestión financiera y el acceso a transferencias monetarias y alimentos básicos, que son los dos elementos fundamentales de la política social venezolana.

2.2.2. En lo institucional

- a. **Recursos financieros escasos:** el monto disponible en 2022 por la banca para la asignación de créditos agropecuarios fue de tan solo 10 % de las necesidades que requiere el sector. (SWI swissinfo.ch reporte anual 2023)
- b. **Pérdida de gobernanza e institucionalidad:** la centralización del poder en el presidente de la república, limita la participación y el diálogo de otros actores. Esta situación afecta la contraloría e independencia de los poderes públicos, generando un debilitamiento de la institucionalidad económica y social.

2.2.3. Factores adversos al desarrollo agrícola.

Venezuela ha experimentado varios factores adversos que han limitado y generado una situación difícil para el desarrollo agrícola del país. Algunos de estos factores son:

- a. **Falta de políticas claras y estables:** que promuevan la inversión y la innovación en el sector. Las políticas públicas implementadas hasta el momento no han podido prevenir las situaciones negativas que se viven en el sector; los problemas existen y están empeorando; la producción ha caído por debajo de los niveles de cinco décadas atrás, debido a la falta de acceso a recursos financieros (Briceño, 2018).
- b. **Inseguridad personal y jurídica en el medio rural:** la inseguridad ha afectado la producción agrícola en el país, generando un ambiente peligroso y de incertidumbre para los agricultores y trabajadores. Entre las manifestaciones de este fenómeno se encuentran: desconocimiento de derechos de propiedad, invasiones, secuestros, asesinatos, robo de ganado y de productos agrícolas, cobro de vacunas y decomiso de mercancías en peajes y alcabalas por parte de los cuerpos de seguridad del régimen. Todo esto ha afectado la rentabilidad de los

agricultores y ha encarecido los productos para los consumidores, desestimulando el emprendimiento en este sector o provocando el abandono de las unidades de producción. Ante la ineficiencia gubernamental en garantizar la seguridad, los productores deben tomar medidas para protegerse a sí mismos, y a sus familiares (Agudo, 2020; Briceño et al. 2020; Cepeda, 2020).

- c. **Burocracia y corrupción:** es estructural, sistémica y su impacto e impunidad, su escala y complejidad, crean un entorno de incertidumbre dificultando que los agricultores accedan a recursos y oportunidades. Entre otras causales se pueden mencionar:
- Control gubernamental excesivo en todos los eslabones de las cadenas de valor.
 - Destrucción y sustitución de la institucionalidad del sector e instauración de la discrecionalidad en la toma de decisiones, así como el incremento innecesario de trámites burocráticos y requisitos exigidos.
 - Violación de las leyes por los servidores públicos.

La ética profesional y personal que debe asumir el ingeniero agrónomo exige el fortalecimiento de valores éticos y morales durante la formación universitaria, para abordar los distintos trámites exigidos por la administración pública para el sector.

- d. **Falta de inversión y deterioro del agrosoprote físico:** la situación de abandono es evidente en las oficinas públicas, los centros de investigación y las instituciones educativas relacionadas con la agricultura. Además, los problemas de transporte, incluyendo la falta de combustible y el deterioro de las carreteras y puertos, limitan el comercio de productos agrícolas y dificultan el acceso a los mercados internacionales. Esto afecta la rentabilidad de los agricultores y la disponibilidad de alimentos para los consumidores. Asimismo, el estado de las redes eléctricas dificulta la prestación de servicios confiables en las zonas rurales. La falta de inversión en sistemas de riego y control de inundaciones también ha limitado la productividad de los agricultores (ANIH, 2018).
- e. **Pérdida de capital humano:** debido a la expansión urbana y la migración acentuada en el período 2015–2022, más de 7,3 millones de venezolanos se convirtieron en refugiados o desplazados, en todo el mundo. Las personas y familias de las zonas rurales migran, dentro del país y hacia el extranjero, por motivos económicos (ACNUR, 2023).
- f. **Eliminación de los programas de financiamiento agrícola a través de la banca:** el apoyo crediticio público y privado al productor ha desaparecido de las medidas de apoyo a los agricultores. Esto limita la capacidad de los agricultores para invertir en tecnología y mejorar la productividad de sus predios.
- g. **Escasez de insumos agrícolas:** es un hecho estructural la dificultad para obtener los insumos agrícolas, lo que ha generado la reducción de la producción de alimentos por la disminución de la superficie agrícola y de la productividad, y, por otra parte, ha creado una alta

dependencia del mercado internacional para satisfacer la demanda interna de estos insumos.

- h. **Debilitamiento de los programas de capacitación y educación agrícola, y de los programas de asistencia técnica y transferencia de tecnología:** este aspecto se ha convertido actualmente en una seria limitación del desarrollo de habilidades técnicas en los agricultores, restringiendo su acceso a nuevos conocimientos y tecnologías.

- i. **Debilitamiento del sistema de ciencia y tecnología (SCTI) en lo relativo a investigación, desarrollo e innovación agrícola:** la falta de apoyo a estas áreas limita la capacidad de los agricultores para innovar y adaptarse a los cambios ambientales y tecnológicos necesarios para mejorar la producción de alimentos. La infraestructura de los centros de investigación presenta fuerte deterioro, obsolescencia, pérdida de equipos, redes de servicios dañadas y hasta la invasión y destrucción de los campus experimentales.

Es fundamental que se promueva la asociatividad entre el sector público y el privado para fomentar la inversión en proyectos innovadores y fortalecer el SCTI, como ampliar la investigación en fincas, en tanto que es un proceso de generación de conocimientos y un mecanismo de transferencia tecnológica.

- j. **Incidencia del cambio climático:** fenómenos meteorológicos que afecta la agricultura en todo el mundo y en Venezuela, con manifestaciones como las sequías, inundaciones y otros fenómenos climáticos extremos que impactan negativamente la producción agrícola de alimentos y generan pérdidas significativas para los agricultores.

- k. **Inestabilidad económica:** condición que limita la capacidad de los agricultores para invertir en sus unidades de producción, y que ha generado un aumento en los precios y en el desabastecimiento o carestía de los insumos agrícolas.

Los factores adversos antes señalados han limitado y generan una situación difícil para el desarrollo agrícola del país, y deben ser tratados e incorporados a los conocimientos impartidos para que el ingeniero agrónomo pueda cumplir sus responsabilidades cabalmente.

2.2.4. En lo político

En el ámbito político, Venezuela se ha aislado de acuerdos internacionales de libre comercio y cooperación técnica en agricultura, y renunció a la membresía de acuerdos de cooperación y comerciales regionales (CAN, Mercosur, entre otros), lo que limita el intercambio comercial, debilita sus capacidades de negociación y competitividad y obstaculiza el acceso a tecnologías y financiamiento multilateral.

2.3. Tendencias de la agricultura mundial

La agricultura a nivel mundial está evolucionando hacia un enfoque de máxima eficiencia, más sostenible y tecnológico, debido a la intensidad de la degradación ambiental, a la

creciente demanda de alimentos y a los efectos del cambio climático. Para abordar estos desafíos, se están implementando varias tendencias en agricultura (FAO, 2003 a; FAO, 2007; FAO (2017).

Resulta importante que se conozca la oferta de nuevos conocimientos y herramientas para lograr procesos capaces de producir más alimentos de manera eficaz y en armonía con el ambiente; también es importante que se conozca la aplicación de medidas mitigantes efectivas para controlar las emisiones de GEI y otras consecuencias del cambio climático.

A continuación se presentan algunos enfoques y desarrollos tecnológicos en proceso de implementación:

- a. **Agricultura sostenible:** los consumidores están cada vez más interesados en la sostenibilidad, lo que ha llevado a que cada vez haya más agricultores que adoptan este tipo de prácticas agrícolas, y por tanto, también exista un aumento de la producción de alimentos orgánicos, obtenidos de la agricultura ecológica y la agricultura regenerativa, las cuales minimizan el impacto ambiental y promueven la salud del suelo. Esto significa que se está haciendo un mayor énfasis en la conservación de los recursos naturales, la reducción de los impactos ambientales y el aumento de la eficiencia en la producción (Revista Croda, 2018; Biosely y Martínez, 2019; Redagráfica, 2021).

- b. **Agroecología:** tiene por finalidad la restauración de los ecosistemas y la protección de la biodiversidad, de tal forma que el cultivo de alimentos no ponga en peligro al resto de seres vivos, sino que los proteja y utilice como aliados, a la vez que es capaz de alimentar al mundo actual de una forma saludable, socialmente justa y sin comprometer la seguridad alimentaria de las generaciones futuras (Gutiérrez et al. 2008; Altieri et al. 2021; INNEC, 2022; Isan, 2024).

- c. **Agricultura de precisión:** utiliza tecnologías avanzadas como los sistemas de información geográfica (GIS, GPS), drones, los sensores y la *big data* para recopilar y analizar datos en tiempo real sobre la salud y el rendimiento de los cultivos, lo que permite a los agricultores tomar decisiones informadas sobre la gestión de sus tierras, ajustar la cantidad de agua, fertilizantes y pesticidas que se utilizan en función de las necesidades de cada planta, optimizando la producción de cultivos para mejorar la eficiencia y reducir el desperdicio de recursos. En la actividad pecuaria es notable la incorporación de estos conocimientos, en particular: manejo alimentario, mejoramiento genético, sistemas de pastoreo, ganadería regenerativa, entre otros (González et al. 2017; PROCISUR, 2006; Ríos, 2021; Servicios del agro, 2021; González et al. 2017).

- d. **Agricultura de conservación:** tiene el objetivo de mantener y mejorar los rendimientos de los cultivos y de la capacidad de reacción del suelo contra la sequía y otros riesgos y, al mismo tiempo, proteger y estimular su funcionamiento biológico (FAO, 2002). Dos características esenciales de la agricultura de conservación son: la no labranza y el mantenimiento de una cobertura

- de material vegetal, viva o muerta, sobre la superficie del suelo. Si bien la no labranza es una característica especial de la agricultura de conservación, el no uso de la labranza no implica que sea agricultura de conservación. La agricultura de conservación (AC) se presenta como una alternativa eficaz a la hora de reducir las emisiones de gases con efecto invernadero que contribuyen de manera directa al calentamiento del planeta, a la vez que incrementa el contenido de carbono (C) en el suelo (secuestro de carbono) (Martínez-Vilela, y González-Sánchez, 2000; FAO, 2002; Benites y Bot 2014; Friedrich, 2019; Barrera et al. 2021; Chaudhari et al. 2021; FAO, 2022; INECC, 2022).
- e. **Agricultura inteligente:** referida al uso de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático para optimizar la producción de cultivos, esto puede ayudar a los agricultores a tomar decisiones más informadas y mejorar la eficiencia de la producción y la productividad agrícola (FAO, 2019 b; Banco Mundial, CIAT, CATIE, 2014; FAO, s/f; Soler-Tovar, 2017; FAO-ITU, 2018, 2019; FAO-UN, 2021; FAO -ZJU. 2021).
 - f. **Agricultura regenerativa:** es un sistema de producción que se centra en la restauración de la salud de los suelos, la conservación de la biodiversidad, lo cual implica la utilización de prácticas agrícolas que mejoran o mantengan la calidad del suelo, como por ejemplo, la rotación de cultivos, la mínima labranza, labranza “cero”, incorporación de materia orgánica y la utilización de abonos orgánicos (Pérez, 2021; USDA, 2021; American Farmland Trust, S/F; PES-Food, 2022).
 - g. **Agricultura orgánica:** enfoque agrícola que se basa en la utilización de prácticas agronómicas sostenibles y en la exclusión de productos químicos sintéticos y organismos genéticamente modificados (OGM) en la producción de alimentos, con el propósito de conservar y mejorar la salud del suelo, la biodiversidad y la calidad del agua, así como la producción de productos agrícolas inocuos y saludables al consumidor (FAO, 2003 b; Wittwer, R. A et al. 2021; Banerjee et al. 2023).
 - h. **Agricultura vertical:** es una técnica en la que se cultivan plantas o se crían animales en estratos, utilizando estructuras cerradas, esto permite a los agricultores cultivar alimentos en áreas urbanas y periurbanas donde el espacio es limitado y costoso; además, se puede reducir el consumo de agua y el de fertilizantes, requeridos para producir alimentos en menos espacio, con menos recursos y menos riesgos por ser un proceso productivo controlado (Hammerling y Peña, 2012; IICA, 2021; The Conversation, 2024).
 - i. **Agricultura urbana:** las comunidades urbanas y periurbanas están cultivando alimentos en espacios pequeños, como balcones, tejados, patios traseros y parques; se espera que esta tendencia continúe creciendo en el futuro por el aumento de la población en las ciudades, para proporcionar alimentos frescos y saludables a las comunidades (Bailkey y van Veenhuizen, 2007; Alban y Herrera, 2017).
 - j. **Agricultura de protección:** referida a la producción de cultivos que se utilizan para proteger a otros cultivos de enfermedades y plagas, lo que ayuda a reducir el uso de pesticidas (Planas de Martí, S/F).
 - k. **Bioteología agrícola:** es el uso de organismos vivos o sus componentes para aumentar los rendimientos de los cultivos, para mejorar la resistencia a plagas y enfermedades y a las condiciones climáticas adversas, así como para mejorar el valor nutritivo de los alimentos (FAO, 2003 c ; Hodson de Jaramillo et al. 2012).
 - l. **Agroinformática:** consiste en la aplicación de las ciencias de la computación en la agronomía con aplicaciones apoyadas en la inteligencia artificial, la *big data*, el Internet de las cosas, enmarcadas en un proceso de digitalización de la agricultura, para apoyar la toma informada de decisiones y el incremento de productividad. La agroinformática conecta la tecnología de la información con la gestión, el análisis y la utilización de datos agrícolas para proyectar intervenciones agrícolas más precisas y específicas (Chancellor, 2020).
- Se reconoce que todas estas nuevas tecnologías y enfoques no pueden ser consideradas en los pensa de los centros de enseñanza de la agronomía del país, debido a su impacto en la carga académica y las críticas condiciones en las que se encuentran nuestras universidades (recursos humanos, financieros, tecnológicos), por lo tanto, resulta impostergable considerar en el diseño curricular y en las actividades de extensión y cursos de actualización profesional y postgrado, la incorporación gradual de estos conocimientos en los planes de estudios de la ingeniería agronómica y áreas afines, para que los estudiantes y egresados tengan la oportunidad de capacitarse en las nuevas tecnologías, en tanto se definen los perfiles de las carreras y la articulación de la formación de pregrado con el postgrado.
- ## 2.4. Procesos en transición y su impacto en la agricultura venezolana
- En el corto, mediano y largo plazo, varios procesos en transición están cambiando o impulsando transformaciones en la práctica de la agricultura en el mundo y en el país.
- ### 2.4.1. Cambio climático y su impacto en la agricultura
- El cambio climático es un problema que afecta a la agricultura en múltiples aspectos. Variaciones de la temperatura, las precipitaciones y la evapotranspiración, así como la frecuencia de eventos climáticos extremos y la incidencia de plagas y enfermedades, pueden tener un impacto negativo en la producción agrícola (calidad de los cultivos y en la producción pecuaria). Para adaptarse a estos cambios, los agricultores deben implementar medidas de mitigación y adaptación, como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la conservación del suelo y biodiversidad y la implementación de prácticas agronómicas que aumenten la productividad y la resiliencia del sistema agrícola Altieri y Nicholls, 2009; Medina et al. 2016; BID, 2020 b; García, 2022; Viloria, et al. 2023).

Las proyecciones de los modelos climáticos globales indican que el cambio climático continuará aumentando la temperatura y alterando los patrones de precipitación, lo que incrementará la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos y provocará el aumento del nivel del mar. En Venezuela, que depende en gran medida de la agricultura de secano, se espera que los cambios en los patrones de lluvias afecten negativamente la producción agrícola a largo plazo. Además, el aumento de la temperatura afectará la evapotranspiración y las necesidades de riego (Ovalles et al. 2008; Altieri y Nicholls, 2009; Zapata-Caldas et al. 2012; Buytaert y Ramírez-Villegas, 2012; República Bolivariana de Venezuela, 2017).

El incremento del nivel del mar afectará zonas agrícolas en los ambientes costeros, que, por tal razón, quedarán inundados. Los Andes Tropicales también serán afectados; en esta región se ha evidenciado un aumento de la temperatura que está provocando el ascenso altitudinal de algunos cultivos tradicionales, que amenaza los ecosistemas naturales y provoca la erosión de los suelos. Además, la contaminación de los suelos y las aguas es un problema grave debido al uso no controlado de agroquímicos (Villamizar et al. 2017; Villamizar, 2020).

El cambio climático y la agricultura están estrechamente relacionados ya que esta última libera a la atmósfera tres potentes gases de efecto invernadero: 12% dióxido de carbono (CO₂), 50% del metano (CH₄) y 70% del óxido nitroso (NO₂), lo que exige realizar esfuerzos adicionales de mitigación a través de la reducción de las emisiones, disminuir las deforestaciones y así favorecer el secuestro del carbono atmosférico y su retención como carbono orgánico de los suelos (COS) (FAO, 2021).

Es importante destacar que el cambio climático afecta de manera específica a cada cultivo y especie animal; los pequeños productores y los de subsistencia serán los más vulnerables para enfrentar los cambios ante la variabilidad del clima. Por ello, la educación en cambio climático y sus efectos será fundamental para capacitar a las presentes y futuras generaciones de ingenieros agrónomos mediante la investigación, diseño e implantación de medidas de adaptación y mitigación para mantener o incrementar la productividad primaria de los suelos, cultivos y especies animales, y de esta manera asegurar la sostenibilidad de la actividad agrícola. La implementación de prácticas agronómicas sostenibles y eficientes será esencial para dar respuesta adecuada a este fenómeno (Postigo et al. 2012; Samaniego et al. 2017; ACFIMAN-SACC, 2018; FAO-CIAT, 2018).

2.4.2. Escasez de recursos naturales

La escasez de recursos naturales, especialmente el agua y el suelo, es un problema global que tiene un impacto significativo en la agricultura. Para abordar esto, los productores deben adquirir conciencia conservacionista y actuar en la recuperación de tales recursos, mediante el uso de prácticas agronómicas y tecnologías amigables con el ambiente. Además,

la competencia por el uso y consumo del agua está afectando su disponibilidad, tanto en cantidad como en calidad, lo que hace necesario que sea más eficiente su gestión.

La gestión de los recursos hídricos consiste en un trabajo en conjunto entre los usuarios, los planificadores y administradores públicos, para encontrar un equilibrio entre lo que necesitan los distintos consumidores y lo que necesita el ambiente y los ecosistemas para su permanencia o estabilidad natural.

La agricultura ha sido una fuente significativa de contaminación de las aguas y los suelos, debido al mal uso de agroquímicos, aplicación de inadecuadas prácticas de cultivo y mal manejo de las aguas de riego.

2.4.3. Transición energética

El mundo está experimentando una transición hacia el uso de fuentes de energía limpia y renovable, y aunque Venezuela es un país petrolero, también deberá adaptarse a este cambio para reducir su dependencia de los combustibles fósiles y ser más respetuoso con el ambiente, así contribuye a la mitigación de los impactos del cambio climático a través de la reducción de GEI.

La adopción de energías renovables no solo tiene beneficios ambientales, sino también económicos y sociales, como la creación de empleos y oportunidades de inversión. Este proceso tiene fuertes implicaciones directas sobre la economía nacional y los procesos productivos, en especial en el sector agrícola. Por lo tanto, los profesionales del agro y los productores agrícolas deben estar preparados y contar con los conocimientos necesarios para aplicar las medidas necesarias para minimizar su impacto.

2.4.4. Transformación digital

En los últimos años la tecnología ha revolucionado la agricultura, brindando a los productores herramientas para ser más eficientes y productivos, tener rentabilidad, responder a los desafíos climáticos y aumentar la competitividad. El uso de imágenes de sensores remotos, datos climatológicos de satélites, GPS, drones, sensores de temperatura y humedad, maquinaria y equipos autónomos, sistemas de riego inteligentes y aplicaciones móviles agrícolas, ha permitido una mayor precisión en la gestión de los cultivos.

Además, el uso de software de gestión y la inteligencia artificial han permitido la automatización de procesos productivos y gerenciales, lo que ha mejorado la eficiencia en las unidades de producción y organizaciones económicas agroindustriales. Los avances tecnológicos también han permitido la introducción de nuevos cultivos y sistemas de producción, así como la trazabilidad y la mejora en la calidad de los productos.

En el futuro se espera que la tendencia en la gerencia de una agricultura convertida en una industria tecnológicamente

manejada, se centre en la agroinformática, así como el análisis de datos, la inteligencia artificial y la robótica (Chancellor, 2020; CEDRSSA, 2021; CEPAL-FAO, 2021).

2.4.5. Tecnologías modernas de la información y la comunicación

El desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha facilitado la innovación abierta en la transferencia de tecnologías y conocimientos, lo que ha llevado a una mayor cooperación entre empresas y países en el logro de objetivos comunes, y se espera que se intensifique en el futuro. Las redes sociales y plataformas en línea son herramientas clave para fomentar la colaboración y la innovación en tiempo real.

Los centros educativos y programas de capacitación en agronomía deben evaluar la formación en tecnologías digitales y de conectividad comunicacional para profesionales, estudiantes y usuarios; generar capacidad para asimilar los acelerados cambios e identificar los centros generadores de conocimiento, de manera que el personal ligado al agro pueda capacitarse en el uso de estas tecnologías para mantenerse actualizado en las innovaciones agrícolas y promover la colaboración y la transferencia de conocimiento.

2.4.6. Cambios en el funcionamiento de los mercados agrícolas

La consolidación de los mercados de productores agrícolas y el aumento de la demanda por dietas saludables, afectan la producción y comercialización de bienes agrícolas y las certificaciones requeridas para acceder a los mercados internacionales, en particular, las asociadas a inocuidad y trazabilidad.

Los profesionales del agro y agricultores deben estar al tanto de las tendencias y cambios en el mercado global y de las políticas gubernamentales para aprovechar las oportunidades y mantenerse competitivos.

2.4.7. Cambios en los patrones de consumo

El interés creciente de los consumidores y, por ende, el aumento de la demanda de productos orgánicos, vegetarianos e inocuos, está impulsando la producción de alimentos saludables y transformando la forma cómo se producen, se comercializan y se documenta la trazabilidad de los mismos y cómo contribuyen con la seguridad alimentaria.

2.4.8. Ciencia Tecnología e innovación

La reorientación de la investigación tradicional hacia la investigación, el desarrollo y la innovación (ID+I), es fundamental para generar soluciones prácticas y útiles para la sociedad y el aparato productivo. Esto implica un cambio en la forma en que se concibe, realiza, comunica, transfiere y aplica la investigación, con un enfoque en la generación de

conocimiento que tenga un impacto positivo en la sociedad y la economía.

Es importante que los investigadores trabajen de manera interdisciplinaria en el ingenio para fomentar la colaboración y el intercambio de ideas. Las universidades y centros de investigación tienen un papel de primera importancia en la reorientación de la investigación hacia ID+I, ya que pueden fomentar la colaboración interdisciplinaria e interinstitucional y ofrecer programas de formación en habilidades de innovación y emprendimiento.

3. FORMACIÓN EN LA INGENIERÍA AGRONÓMICA EN VENEZUELA Y EL MUNDO

En Venezuela, y en el mundo, la formación de ingenieros agrónomos debe ser integral, incluyendo habilidades técnicas, sociales, económicas, ambientales y éticas. Estos profesionales deben enseñar a producir alimentos y materias primas agrícolas de manera sostenible, protegiendo la salud, el ambiente y mejorando el medio rural. Además, es necesario fomentar una relación menos agresiva con el mundo natural, lo cual requiere un cambio cultural en la sociedad. No se puede seguir formando profesionales que tengan como única finalidad el aumento de los rendimientos y la producción, sin sensibilidad hacia el medio natural ni al social; expertos en su disciplina, pero ciegos frente a los fenómenos sociales, políticos, ambientales y culturales de estos tiempos.

3.1. Las facultades de ingeniería agronómica en el país.

La universidad en la sociedad es fundamental para formar líderes conscientes de los desafíos actuales, como la producción de bienes agrícolas y la preservación del ambiente. La universidad debe adaptarse a las exigencias de los nuevos tiempos y a la dinámica de una agricultura cambiante, para fortalecer su responsabilidad social y su relación con el ambiente.

En Venezuela, las principales instituciones formadoras de ingenieros agrónomos son las facultades de las universidades públicas, autónomas y experimentales. En función de los planes de estudio recabados y analizados, se hace una comparación del contenido académico que ha servido de marco en la formación del ingeniero agrónomo en las referidas facultades. La tabla 1 presenta la comparación de las áreas de estudio y cursos destacados del diseño curricular de la carrera de ingeniería agronómica en universidades venezolanas.

Tabla 1. Comparación de las áreas de estudio de la agronomía en universidades venezolanas

Universidad	Orientación y áreas de estudio destacadas	Estudios de Postgrado
Universidad Central de Venezuela	La Facultad de Agronomía describe el perfil de sus egresados de pregrado de la siguiente forma: • Participar en el negocio agrícola orientado fundamentalmente al logro de la seguridad alimentaria, mediante la aplicación de alternativas tecnológicas que preserven, recuperen o mejoren la capacidad productiva de los agroecosistemas tropicales y empleen prioritariamente los recursos de la zona, para obtener eficiente y competitivamente productos de alta calidad y accesibles a la población. • Participar en la transformación del entorno agrícola con la finalidad de mejorar continuamente el nivel de la calidad de vida de la comunidad. • Participar en equipos interdisciplinarios para la formulación y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo rural sustentable que contribuyan al logro de la seguridad alimentaria, la conservación de los recursos ambientales, la competitividad y la rentabilidad económica. • Participar en equipos interdisciplinarios para proponer y/o aplicar la solución de problemas agrícolas tecnológicos y/o socioeconómicos locales y regionales empleando en forma prioritaria los recursos de la zona, principalmente el humano. Los principales ejes temáticos desarrollados son: • Botánica. • Economía. • Genética. • Manejo agronómico de cultivos. • Química. • Riego y Drenaje. • Suelos. • Zoología. • Producción Animal.	• Agronomía - Agronomía. - Fitopatología. - Fisiología Vegetal. - Mejoramiento Genético. • Botánica Agrícola - Anatomía Vegetal. - Ecología. • Ciencias Agrícolas. • Ciencias del Suelo. - Geomática. - Ciencia del Suelo. • Desarrollo Rural. - Economía Agrícola. - Administración de Empresas Agropecuarias. - Gerencia Estratégica de Sistemas Agroalimentario. • Entomología. - Taxonomía y Morfología de Insectos. - Biodiversidad de Insectos. - Ecología de Insectos. - Manejo, control químico y biológico de insectos plagas agrícolas y salud pública. • Estadística. - Estadística. - Gerencia de sistemas de calidad y control estadístico de procesos. • Ingeniería Agrícola. - Ingeniería Agrícola. - Planificación física y desarrollo de áreas. - Ambiente. • Producción Animal. - Genética Animal. - Manejo y Utilización de Pastizales - Nutrición Animal. - Reproducción Animal. • Zoología Agrícola. - Nematología. - Acarología. - Ecología de invertebrados y vertebrados. • Matrícula: 38 alumnos.
Universidad del Zulia	• Ciencias agronómicas: - Suelos e ingeniería. - Manejo integral de suelos. • Agronomía de la producción. - Frutales. • Producción Animal.	Gerencia de sistemas y doctorado en ciencias agrarias.
Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado	• Biotecnología vegetal, edafología, y entomología.	• Mejoramiento genético vegetal, manejo sostenible cacao, papa, yuca y piña.

Universidad	Orientación y áreas de estudio destacadas	Estudios de Postgrado
	• En el área agroindustrial en determinación de calidad y procesos.	• Tecnología a nivel de especialización y doctorado. • Maestría en Producción Animal Mención Producción de Leche. • Maestría en Producción de Ovinos y Caprinos. • Especialización en Medicina Veterinaria Preventiva. • Medicina y Cirugía de Pequeños Animales. • Matricula: 10 alumnos.
Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda	Tiene como objetivo la formación de un profesional capaz de ejercer en cualquier parte con conocimientos generales de la agricultura tropical y más específicos del ecosistema semiárido del trópico seco con materias que formen al ingeniero agrónomo en el manejo de los sistemas de producción más comunes buscando adaptaciones a la escasez de agua, las características de los suelos y los problemas generados por la salinidad producto del déficit hídrico. En la formación tiene prioridad la creación de una conciencia ecológica que aplique el manejo de los suelos y el agua. La formación impartida se orienta más al profesional empleado en el sector público que productor o emprendedor en el sector privado.	La Universidad cuenta con estudios de cuarto nivel en: • Sistemas de producción en trópico seco orientado a satisfacer los requerimientos profesionales del medio ambiente dominante. • Gerencia Agrícola.
Universidad Nacional Experimental del Táchira	La formación del Ingeniero Agrónomo de la UNET se orienta a desarrollar competencias para abordar y resolver problemas en sistemas de producción agrícola, priorizando la sostenibilidad y tecnologías de bajo impacto ambiental. Además de valores como la autenticidad, solidaridad, creatividad y respeto, que le permita estar preparado para ocupar diferentes roles en el sector agrícola, desde empresario hasta gerente corporativo, por las habilidades para diseñar sistemas de producción competitivos y sostenibles, así como de pensamiento para la comunicación, observación y resolución de problemas. Lo que posibilita que sean hábiles en la gerencia y manejo de sistemas agrícolas, fomentando relaciones interpersonales y el trabajo en equipo; comprometidos con el desarrollo rural sostenible a nivel regional y nacional.	Maestría Producción Vegetal: se enfoca en integrar información científica de diversas disciplinas para desarrollar proyectos de investigación científica y tecnológica que impulsen la producción vegetal sostenible, proponiendo soluciones a problemáticas agronómicas. Se promueve la colaboración en la comunidad científica y la formación de alianzas estratégicas para potenciar recursos en la realización de proyectos de investigación. Maestría en Producción Animal: se centra en la investigación para anticipar soluciones a problemas futuros en el ámbito pecuario. Los estudiantes adquieren habilidades para planificar, organizar, ejecutar, seguir y evaluar procesos pecuarios, así como para comunicar eficazmente sus conocimientos en distintas áreas. También tienen la oportunidad de continuar con estudios de quinto nivel en universidades acreditadas. Maestría en Gerencia de Empresas Agrícolas: se enfoca en el desarrollo de habilidades para innovar, proponer y aplicar cambios en la gestión agrícola dentro del contexto de desarrollo rural sostenible. Capacita a los estudiantes con una visión amplia para enfrentar cambios y transformaciones, fomentando un alto sentido ético y sensibilidad social. Prepara a

CONTRIBUCIÓN PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA FORMACIÓN DE
LA INGENIERÍA AGRONÓMICA EN VENEZUELA

Universidad	Orientación y áreas de estudio destacadas	Estudios de Postgrado
		los graduados para desempeñarse como gerentes en el sector rural, enfocándose en logros productivos, empresariales, comerciales y ecológicos, promoviendo el trabajo en equipo y la integración de la agricultura al desarrollo nacional y la seguridad alimentaria.
Universidad Nacional Experimental Ezequiel Zamora (UNELLEZ)	Formación de un profesional integral capacitado con herramientas técnicas y tecnologías para potenciar la productividad agrícola de la región con alcance nacional, aunado al estímulo del talento creativo para la generación del conocimiento, la innovación y difusión mediante la docencia, investigación y extensión, donde se conjuga la teoría con la praxis bajo el lema de “aprender haciendo”, y un nuevo concepto de enseñar primero el “cómo hacer las cosas” y luego el “por qué de las mismas”. • Fisiología Vegetal. • Genética • Cultivos • Edafología. • Manejo y Conservación de Suelos. • Clima e Hidrología. • Topografía. • Riego y Drenaje. • Mecanización Agrícola. • Administración y Planificación de Proyectos Agrícolas. • Extensión y Comunicación Agrícola.	Formación de cuarto nivel en: • Extensión Agrícola. • Manejo de los Recursos Agua, Suelo. • Fitotecnia • Manejo de Producción Animal Sostenible. • Genética y Reproducción Animal. • Ambiente y Desarrollo. • Sanidad Animal. • Biotecnología Avanzada.
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos	Prácticas en sistemas productivos agrícolas y ganaderos, gestión de recursos naturales, administración de fincas agrícolas e ingeniería agrícola	Programas de especialización y capacitación para el mejoramiento profesional
Universidad de Oriente	Vincula en una facultad las escuelas relacionadas con la agronomía y el ambiente.	• Maestría en Agricultura Tropical. – Botánica Agrícola. – Edafología. – Fisiología Vegetal. – Mejoramiento de Plantas. • Producción Vegetal.
Universidad de los Andes	Esta casa de estudios forma ingenieros forestales y ofrece estudios de cuarto nivel relacionadas con el sistema agroalimentario.	• Ingeniería de Riego y Drenaje (CIDIAT). • Matrícula: 38 alumnos.

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en las páginas web y consultas realizadas a coordinadores de postgrado e informantes calificados.

De acuerdo con los materiales revisados, se observa:

a. A nivel de pregrado una formación en agronomía muy similar en las distintas facultades, con algunas especificidades para dar respuestas a las condiciones locales y los sistemas de producción más difundidos. Más que un esfuerzo sistemático e intencional, las diferencias generan normas particulares dictadas por los respectivos Consejos de Facultad, y la fortaleza, trayectoria, prestigio de los equipos profesoriales y programas de investigación de cada facultad o departamento. Lo anterior implica que existe una

clara oportunidad para alcanzar gran cobertura en las opciones de actualización de los planes de estudio que se propongan por su alta homogeneidad.

b. En los estudios de posgrado hay mayor variabilidad en cuanto a los niveles y estudios ofrecidos. Resalta la diversidad de la oferta en FAGRO UCV con respecto a las otras facultades. En los estudios de 4° nivel el país cuenta con un potencial importante para modernizar el perfil de los egresados a las exigencias actuales y un acervo en

capacidad de contribuir a la modernización de los planes docentes del posgrado.

- c. Los estudios con mayor número de estudiantes son los de maestría, representa 65,9%. Estos datos preliminares provienen de un estudio en curso de la ANIH, iniciado a principios de 2024, sobre los estudios de cuarto nivel y capacitación profesional en las facultades de agronomía en Venezuela.
- d. A pesar de la importancia e impacto potencial de los estudios cortos de actualización profesional, la matrícula y el esfuerzo que se registra no guarda proporción.
- e. La matrícula está muy disminuida como consecuencia de la reducción de los programas de becas para estudios de pre y posgrado, así como por el deterioro del salario de los profesores, quienes se han visto en la necesidad de reducir su tiempo de dedicación para utilizarlo en la prestación de servicios profesionales para incrementar sus ingresos.
- f. La crisis económica y financiera del país ha afectado el presupuesto universitario para el funcionamiento, las inversiones en planta física, compra de equipos, recursos para investigación, programas de desarrollo institucional y bienestar universitario de las diferentes instituciones de educación superior y, en particular, de las facultades de ingeniería agronómica, las cuales presentan fuerte deterioro, creciente y sostenido. Sumado a esto, la falta de recursos ha incidido en la disminución de la matrícula, en el desarrollo de programas y proyectos de investigación y de docencia.
- g. La pérdida de profesores destacados por el fuerte proceso migratorio ocurrido en el país, el pase a la jubilación y la renuncia a los cargos por la baja remuneración, ha provocado el abandono de la docencia como actividad principal, lo que hace que las facultades confronten escasez de profesores que impide cumplir con el programa, y abrir cursos básicos y de especialización; todo esto es una fuerte limitante para garantizar una buena formación.

3.2. Referentes internacionales de la formación en ingeniería agronómica

Para disponer de referentes internacionales, se revisaron, en las páginas web y portales la información de los enfoques curriculares y los contenidos de los programas de estudio, así como las actividades de investigación, de catorce (14) destacadas universidades extranjeras, clasificadas en los primeros lugares en el mundo y la región latinoamericana.

3.2.1. En el ámbito mundial

Fueron revisados los enfoques curriculares de las siguientes universidades:

- Universidad de Wageningen, Holanda.
- Universidad de California Davis, USA.
- Universidad de Reading, Reino Unido.
- Universidad de Cornell, USA.
- Universidad de Agricultura de China; China.
- Instituto Federal Suizo de Tecnología, Suiza.

- a. **Enfoque educativo:** en primer lugar, se concentran en la formación interdisciplinaria, que combina la ciencia de la agricultura con la ingeniería, las ciencias naturales y sociales y la tecnología con la práctica en la agricultura y la sostenibilidad. De esta forma, los estudiantes pueden desarrollar habilidades técnicas y conocimientos en áreas como la biotecnología, la ingeniería de precisión, la gestión de datos, la informática, la modelización de sistemas, la inteligencia artificial, la economía y administración, lo que les permite entender y abordar los problemas de manera integral.
- b. **Investigación de alta calidad:** les brindan a los estudiantes la oportunidad de trabajar con profesores que realizan investigaciones líderes en el campo de las ciencias agrícolas, por medio de lo cual pueden obtener una valiosa experiencia práctica y habilidades de investigación de alta calidad. Cuentan con instalaciones de investigación especializadas en agricultura y laboratorios de última generación, con tecnología avanzada para el aprendizaje práctico que les facilita desarrollar habilidades técnicas y prácticas necesarias para tener éxito en la industria agrícola.
- c. **Énfasis en el enfoque de sostenibilidad:** los estudiantes aprenden prácticas agrícolas sostenibles aplicadas en la agricultura que en esos países se realiza para la producción de alimentos, manejo de residuos, energía renovable y diseño de sistemas agroecológicos, lo que les permite aplicar prácticas agrícolas sostenibles, y aprenden cómo desarrollar soluciones innovadoras para la producción de alimentos, que sean socialmente responsables y respetuosas con el ambiente para enfrentar los desafíos de la agricultura moderna.
- d. **Oportunidades de prácticas profesionales y aprendizaje práctico:** los estudiantes tienen amplias oportunidades de prácticas profesionales y aprendizaje práctico en diferentes ámbitos, lo que les hace adquirir experiencia en la industria agrícola mientras están en el proceso de formación que les facilita desarrollar destrezas y competencias, como aplicar su conocimiento en situaciones reales relevantes para el mercado laboral. Se enfrentan al medio laboral con conocimientos prácticos ya adquiridos, lo cual les da seguridad en su desempeño.
- e. **Flexibilidad curricular:** el programa de estudio ofrece amplia variedad de cursos y áreas de especialización que incluyen cultivos, suelos, gestión del agua, producción animal, biotecnología y tecnología de alimentos, entre otros, por esta razón, los estudiantes pueden personalizar sus experiencias educativas para enfocarse en áreas específicas de sus intereses y metas profesionales.

3.2.2. En el ámbito latinoamericano

Se examinaron los enfoques de los estudios de las siguientes universidades en la región:

- Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) Perú.
- Universidad de Sao Paulo (USP) Brasil.
- Universidad Federal de Viçosa (UFV) Brasil.
- Universidad de Campinas (UNICAMP) Brasil.
- Universidad de Buenos Aires (UBA) Argentina.

- Universidad Católica de Chile.
- Universidad Autónoma de México.
- Tecnológico de Monterrey México.

Los programas de estudios de las universidades latinoamericanas investigadas brindan una formación integral a los estudiantes, destacan por:

- Enfoque multidisciplinario en agricultura tropical:** los estudiantes obtienen una formación sólida en ciencias básicas y aplicadas, así como en ciencias sociales y económicas relacionadas con la agronomía, para comprender de manera completa los sistemas agrícolas y ambientales.
- Énfasis en la investigación:** brinda a los estudiantes la oportunidad de trabajar con profesores líderes en el campo y estar expuestos a los avances más recientes en la tecnología agrícola.
- Aplicación práctica de los conocimientos teóricos adquiridos en el aula:** ofrece a los estudiantes la oportunidad de realizar una amplia gama de experiencias prácticas y pasantías profesionales en unidades de producción, empresas agrícolas, programas de extensión y organizaciones agrícolas, tanto en la región como en otras latitudes, esto les permite desarrollar habilidades técnicas y aplicar sus conocimientos en situaciones reales para enfrentar los desafíos actuales y futuros de la agricultura.
- Enfoque en la sostenibilidad:** enfatiza la importancia de considerar aspectos económicos, sociales y ambientales en la agricultura moderna. Se incluyen cursos en prácticas agrícolas sostenibles, gestión ambiental, conservación de los recursos naturales, manejo de residuos, gestión del agua y la biodiversidad, energía renovable y diseño de sistemas agroecológicos, entre otros. De esta manera los estudiantes pueden comprender los desafíos ambientales, desarrollar soluciones sostenibles y el uso responsable de los recursos naturales para producir alimentos y otros productos agrícolas de manera sostenible y competitiva.
- Flexibilidad curricular:** los programas de estudios les permiten a los estudiantes, personalizar sus propios planes de estudio a través de una amplia variedad de opciones de cursos electivos y de especialización. Esto les facilita

centrarse en áreas de su interés y adquirir habilidades específicas que son necesarias en la industria agrícola y estar bien preparados para enfrentar los desafíos de las tendencias de la agricultura mundial.

- Programas de intercambio:** algunas de ellas tienen acuerdos de intercambio con universidades del mundo, lo que brinda a los estudiantes la oportunidad de ampliar sus horizontes y adquirir experiencia internacional en agricultura.

En la Tabla 2, se puede apreciar que las universidades investigadas han desarrollado planes de estudios para ofrecer a sus estudiantes las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos de la agricultura moderna, y ser capaces de hacer contribuciones significativas a la transformación de los sistemas de producción agrícola (Servicios del agro, 2021).

Cada universidad tiene fortalezas y diferencias en su carga académica, asignaturas y enfoques, lo que hace que cada programa de estudio sea único y valioso para los estudiantes interesados en la ingeniería agronómica.

Es importante destacar la participación de los estudiantes en pasantías en unidades de producción, empresas agrícolas o programas de investigación, como una estrategia sólida para fortalecer su formación y desempeño laboral.

Las universidades más destacadas en el ámbito mundial, por supuesto, incluyendo el latinoamericano, ofrecen oportunidades de trabajo en un sector en crecimiento y se esfuerzan por brindar la mejor formación posible, considerando la agricultura sustentable.

El grupo de universidades referidas constituye un núcleo selecto para establecer futuros acuerdos de investigación, intercambio de personal docente, transferencia tecnológica y cooperación internacional, que permita mantener actualizados los planes de estudio nacionales, pasantías y darle perspectiva internacional a la formación de los estudiantes y egresados de nuestras facultades o departamentos de ingeniería agronómica.

Tabla 2. Enfoques de los estudios de ingeniería agronómica en universidades reconocidas del Mundo y Latinoamérica.

Universidad	País	Énfasis	Duración	Cantidad de Créditos	Tesis/Práctica Profesional
Universidad Wageningen	de Países Bajos	Agricultura sostenible, sistemas de alimentos y medio ambiente.	3 años	180 ECTS	Tesis
Universidad California Davis	de Estados Unidos	Producción agrícola sostenible, seguridad alimentaria y sistemas de alimentos.	4 años	180 unidades trimestrales.	Práctica profesional
Universidad Reading.	de Reino Unido	Ciencias agrícolas, sistemas de alimentos y medio ambiente.	3 años	360 créditos CATS	Tesis
Universidad de Cornell	Estados Unidos	Producción agrícola sostenible, seguridad	4 años	120 créditos.	Tesis

Universidad	País	Énfasis	Duración	Cantidad de Créditos	Tesis/Práctica Profesional
		alimentaria y sistemas de alimentos.			
Universidad de Agricultura de China.	China	Ciencia agrícola, ingeniería y tecnología.	4 años	No disponible	Tesis
Instituto Federal Suizo de Tecnología.	Suiza	Ciencia agrícola y tecnología, sistemas de alimentos, medio ambiente y recursos naturales.	3 años	No disponible	Tesis
Universidad de Campinas.	Brasil	Producción agrícola, agroindustria y desarrollo rural.	5 años	No disponible	Tesis
Universidad de Sao Paulo	Brasil	Agricultura, recursos naturales y medio ambiente.	5 años	No disponible	Tesis
Universidad de Buenos Aires	Argentina	Producción agropecuaria, tecnología de alimentos y agroindustria.	5 años	48 materias entre obligatorias y optativas.	Tesis
Universidad Nacional Agraria La Molina.	Perú	Producción agropecuaria, economía agraria y desarrollo rural.	5 años	300 créditos.	Tesis
Universidad Federal de Viçosa (UFV).	Brasil	Producción agrícola, ciencia de los cultivos y protección de plantas.	5 años	No disponible	Tesis
Universidad Católica de Chile.	Chile	Producción agropecuaria, desarrollo rural y medio ambiente.	5 años	No disponible	Tesis
Universidad Autónoma de México y Tecnológico de Monterrey.	México	Agricultura sostenible, ciencias de la tierra y desarrollo rural.	5 años	425 créditos	Práctica profesional

ECTS: European Credit Transfer and Accumulation System, en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), CATS: unidad de medida de la carga académica de las asignaturas.

Fuente: Elaboración propia a partir de informaciones en páginas web de esas universidades y consultas por Internet.

3.2.3. Factores de la calidad de la enseñanza

Con los reportes obtenidos del ChatGPT y el análisis de la información de las páginas web de instituciones reconocidas, se construyó una matriz que evalúa los factores de calidad de la oferta educativa de las universidades consideradas en el punto anterior. Se asignó una puntuación a cada factor y universidad, basada en una escala ordinal. Con estos datos, se calculó la puntuación de cada factor y se expresó un indicador basado en porcentaje, en relación con el puntaje máximo posible. Esto se muestra en la Figura 2.

Los cinco factores con mayor importancia en la oferta curricular de las universidades reconocidas son:

a. **Aprendizaje Práctico:** representado por las pasantías en proyectos con el sector privado, 85,7%.

b. **Investigación:** representado por la participación en proyectos de investigación, durante el proceso de formación 71,4%.

c. **Enfoque de sostenibilidad:** referido a la consideración de aspectos ambientales, buenas prácticas y control del cambio climático como temas clave en la agricultura moderna, 71,4%.

d. **Interdisciplinariedad:** relación con otras ciencias como la economía, la sociología, la informática y otras ramas de la ingeniería, 57,1%.

e. **Fundamento científico de la carrera:** representado por la importancia dada a los conocimientos en ciencias básicas como la biología, matemáticas, química y física, 50 %.

El Gráfico 1 muestra los resultados de la priorización de los factores de calidad de la formación en el conjunto de universidades seleccionadas.

CONTRIBUCIÓN PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA FORMACIÓN DE LA INGENIERÍA AGRONÓMICA EN VENEZUELA

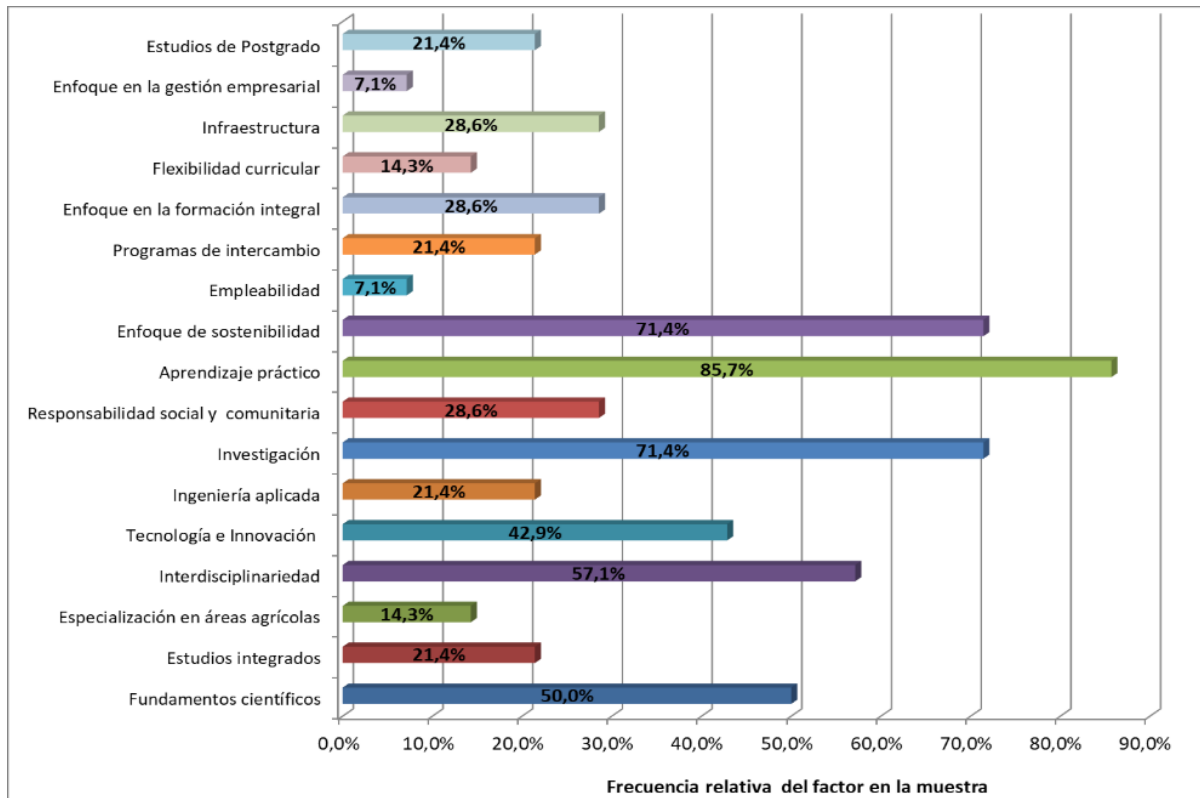


Gráfico 1. Indicador de importancia de los factores de calidad de la formación en las Facultades de Agronomía de las Universidades seleccionadas

Fuente: Cálculos propios.

4. PROPUESTAS

4.1. Rol del ingeniero agrónomo ante las tendencias de la agricultura mundial y la situación agrícola nacional

Por consenso del grupo que elaboró este documento, se define un ingeniero agrónomo como: un profesional que desempeña un papel esencial, capacitado en diversas áreas de las ciencias agrícolas y disciplinas relacionadas con el ambiente, la economía y las ciencias humanísticas, cuyo principal objetivo es producir alimentos saludables y materias primas de origen agrícola, de manera sostenible, utilizando tecnologías y prácticas agronómicas para el manejo de cultivos, animales, y especies forestales; con sensibilidad social, para proponer soluciones a los desafíos socioambientales y entender la importancia de un desarrollo equilibrado, en aras de asegurar la seguridad y soberanía alimentaria de la población, así como la exportación competitiva de rubros del sector agrícola.

Es un especialista en el manejo de los recursos naturales, quien, aplicando una visión holística, busca optimizar el uso de los factores involucrados en los sistemas de producción agrícola, considerando sus relaciones con los recursos bióticos y abióticos para la transformación del agro-ecosistema y aportar soluciones al desarrollo rural integral de los territorios. El profesional de la agronomía proporciona conocimientos y asesoramientos a los productores para mejorar la

productividad y rentabilidad, además de su rol como investigador.

Los ingenieros agrónomos tienen una responsabilidad sustantiva en: la producción sostenible de alimentos y materias primas agrícolas, la gestión ambiental, recursos naturales y del cambio climático, la seguridad alimentaria, la transferencia de tecnología, la comercialización nacional e internacional, definición de procesos de conceptualización e implantación de políticas públicas del agro, además de poder involucrarse como productor.

Los ingenieros agrónomos deben actualizarse constantemente en los temas de su competencia, como los tecnológicos, materia de regulaciones ambientales y sanitarias, entre otros, para ofrecer una asesoría calificada y confiable a los productores. De igual manera, debe proponer soluciones a problemas técnicos, económicos, ambientales y administrativos, para enfrentar los desafíos actuales en la agricultura y mejorar su desempeño para contribuir al desarrollo del sector agrícola y de la cadena de valor agroproductiva, por lo cual deben trabajar en equipo con otros actores del sector. Un profesional del agro es un agente de transferencia y de validación de conocimientos, derivados de la investigación agrícola (enfoque investigación-acción).

En investigación agrícola, sus tareas, entre otras, son generar conocimientos e información para mejorar la productividad, desarrollar nuevas técnicas y promover prácticas agrícolas

sostenibles, tanto en la unidad de producción y universidades, como en centros de investigación nacional.

Un profesional del agro es “un agente de cambio” en lo social, lo económico y lo ambiental.

4.2. Áreas de estudio para la modernización de la enseñanza en agronomía

La formación del profesional del agro en Venezuela, debe abarcar un conjunto de áreas de formación que le permitan al estudiante o al profesional de pregrado, especialización y postgrado, tener una formación integral. Esta diversidad de temas no significa que el profesional de la agronomía debe adquirir todos estos conocimientos a nivel del pregrado. De nuevo, dependerá de la flexibilidad curricular y del modelo y orientación de cada uno de los centros de enseñanza.

Los futuros egresados deben ser sensibles y estar capacitados para hacer frente a los desafíos de nuestra agricultura y contribuir efectivamente a la solución de los diferentes problemas que afectan el desarrollo del sector agrícola.

Los centros de enseñanza en las ciencias del agro deben ofrecer una formación integral a los estudiantes, que incluya conocimientos técnicos, complementados con temas relacionados con aspectos sociales, económicos, comerciales y de políticas públicas del sector agrícola. Es decir, una formación interdisciplinaria que integre la ciencia de la agricultura con otras áreas del conocimiento, las ciencias básicas, la ingeniería, la tecnología, las ciencias naturales y sociales, las tecnologías de información y comunicación, complementadas con experiencias prácticas en proyectos agrícolas del sector público y privado y en proyectos de investigación.

La formación de pregrado en ciencias del agro debe estar actualizada en los nuevos enfoques y avances tecnológicos que son tendencias en la agricultura mundial, así como considerar los cambios en patrones de consumo, las exigencias del mercado internacional (agroexportaciones), los acuerdos y protocolos internacionales, la problemática ambiental y las acciones en materia de cambio climático.

Los contenidos de las materias en los estudios de agronomía deben incluir formación en tecnologías digitales y de conectividad comunicacional, para profesionales, estudiantes y usuarios en general, lo cual es indispensable para alcanzar sostenibilidad, eficiencia y competitividad en el proceso de producción y comercialización agrícola.

Nuestros centros de formación enfrentan dificultades para garantizar la variedad de cursos electivos y de especialización, debido a razones presupuestarias, déficit de recursos humanos calificados, financieros y de apoyo logístico. Por tanto, la flexibilización curricular podría permitir a los estudiantes personalizar su plan de estudio a través de tomar cursos en otras universidades o escoger asignaturas de otras escuelas dentro de sus universidades de interés. Esta modalidad se

utiliza a nivel internacional y demanda de las universidades, establecer convenios de cooperación o de intercambio de profesores, para impartir conocimientos especializados y mantener o mejorar la diversidad y la calidad de la formación.

Este documento propone áreas de estudio para una formación deseable en ciencias del agro, cuya conveniencia en incorporarlas en los programas de estudios de las universidades, dependerá de la evaluación de cada institución, según sus necesidades, sus orientaciones y objetivos, y los recursos disponibles.

Cada centro de enseñanza debe hacer un esfuerzo por conocer sus fortalezas y debilidades, así como las necesidades para mejorar la capacitación y actualizar los programas de estudio, que permita brindar la más valiosa, actualizada y completa experiencia educativa.

A continuación, se reseñan los ejes de formación que consideramos se deben evaluar para actualizar los programas de estudio:

▪ Conocimientos en ciencias básicas y otras disciplinas

Es fundamental que los estudiantes adquieran conocimientos técnicos profundos y actualizados en una variedad de temas relacionados con las ciencias básicas como la biología, matemáticas, química y física, ciencias de la tierra, gestión de los recursos hídricos, biotecnología, agroecología, mejoramiento genético de cultivos y animales, manejo de plagas y enfermedades, prácticas agrícolas sostenibles, entre otras. Es necesario incluir nuevos temas para fortalecer su competitividad técnica en los ámbitos nacional e internacional, tales como la gestión de recursos naturales, uso racional de bioinsumos, fertilizantes y pesticidas, geomática, biocomercio, así como la gestión de residuos y desechos.

Con respecto a la especialización y al postgrado, es importante considerar la capacitación detallada en nuevas áreas de conocimiento, por ejemplo, la agricultura de precisión y digital, la agricultura regenerativa y de conservación, el biocomercio, la bioeconomía y la economía circular, para manejar eficientemente el proceso agroproductivo y mejorar la competitividad.

▪ Gestión asociada a los recursos forestales y conservación del ambiente

Aun cuando la enseñanza de la agronomía se ha enfocado fundamentalmente en la producción de alimentos, con poco énfasis en la conservación del ambiente, se considera importante que, durante la formación del profesional del agro, se capacite en la gestión de recursos forestales y la conservación del ambiente, incluyendo el manejo productivo de bosques, la ecología forestal y la agroforestería. Estos conocimientos les permitirán a los futuros egresados un manejo más eficiente del proceso agroproductivo mediante el diseño de sistemas agroforestales que mejoren la biodiversidad, conserven los suelos y su fertilidad, así como el recurso hídrico.

▪ Bioeconomía y economía circular

El conocimiento en bioeconomía y economía circular debe ser un marco conceptual y de principios para la formulación e implantación de proyectos agrícolas, coadyuvando en la búsqueda y aplicación de prácticas agrícolas más responsables y eficientes.

Una sólida formación en estas áreas apoyará la formulación de proyectos y planes de trabajo orientados a la conservación del ambiente y al cumplimiento de compromisos internacionales relacionados con el cambio climático y lo ODS 2030, en los siguientes aspectos:

- Sostenibilidad: son enfoques clave para lograr un desarrollo sostenible en el sector agrícola, permitiendo la optimización de recursos, la reducción de residuos y la promoción de prácticas ambientalmente sostenibles.
- Innovación: en la producción agrícola, alentando el desarrollo de tecnologías y prácticas que aprovechan los recursos de manera eficiente y promueven la diversificación de productos y servicios agrícolas.
- Competitividad: dotando de conocimientos actualizados y habilidades prácticas para abordar los desafíos actuales del sector agrícola de manera más eficiente y sostenible.
- Impacto ambiental: formación para contribuir significativamente a la reducción de la huella ambiental de la agricultura, promoviendo prácticas más respetuosas con el medio ambiente y la biodiversidad, y controlando la emisión de gases de efecto invernadero.

▪ Agrocomercio

La enseñanza en agronomía debe contemplar conocimientos en la tecnología y la ingeniería de los procesos de producción y procesamiento de alimentos, marketing agroalimentario, comercio internacional, técnicas de negociación, promoción y comercialización de productos agroindustriales, estrategias y asesoramiento en agroexportación, entre otros temas relacionados.

El agrónomo debe adquirir en su formación, sea de pregrado o postgrado, conocimientos en materia de comercialización acorde con los nuevos tiempos, desde la producción hasta el mercado final, la gestión de la cadena de suministro, trazabilidad e inocuidad de los productos agrícolas y la exportación de bienes agrícolas. Debe ser capacitado en el uso de las redes sociales y el marketing digital, que le permita promocionar, vender los productos agrícolas y desarrollar estrategias efectivas de venta.

▪ Gestión empresarial

El agrónomo debe recibir formación para el emprendimiento y desarrollo de empresas rurales y agroindustriales, administrar unidades de producción y empresas agrícolas de manera eficiente, competitiva y rentable. Debe obtener habilidades gerenciales y de liderazgo, así como

conocimientos en planificación estratégica, análisis de escenarios, la gestión de los recursos financieros, negociación e identificación de modelos de negocio, el análisis de mercado y la gestión empresarial.

▪ Ingeniería financiera o económica

Rama de la ingeniería relacionada con el apalancamiento financiero del SA mediante el uso de fuentes diferentes al crédito bancario proveniente del mercado de capitales con basamento en técnicas matemáticas, herramientas financieras y métodos actuariales para resolver problemas de finanzas. Estas soluciones pueden incluir la creación de nuevos productos financieros, la reestructuración de la deuda o la formulación de estrategias de inversión y cobertura para maximizar los rendimientos y minimizar los riesgos. El agrónomo egresado debe conocer estas fuentes de recursos, los trámites, requisitos, certificaciones y los conceptos utilizados para interactuar con expertos en el campo de la finanzas y operadores del mercado de valores.

▪ Investigación

Un papel relevante de las instituciones de enseñanza en las ciencias del agro, es impartir los conocimientos y habilidades para incentivar en los estudiantes el interés por la investigación agrícola, para generar nuevas tecnologías y mejorar las prácticas agrícolas existentes. Es necesario que desde los inicios de la carrera se ofrezcan a los estudiantes oportunidades de vincularse con proyectos de investigación, desarrollo e innovación que se realicen en la institución, en entes públicos, en centros de estudios o en unidades de producción, con los cuales se puedan establecer convenios integrales de cooperación.

▪ Comunicación y liderazgo

El profesional del agro debe adquirir durante su formación los conocimientos y destrezas para comunicar sus conocimientos de manera efectiva a productores, consumidores y otros actores de la cadena agroproductiva. Debe tener habilidades para la divulgación científica y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles, para su desempeño profesional como extensionista, transferencia de conocimientos y tecnología y agente de cambio en el medio rural.

Adicionalmente, estos conocimientos permitirán una mejor interacción con los agricultores y otros actores en el sector agrícola, mediante la comunicación y liderazgo. Esto incluye la habilidad para negociar, persuadir, y el manejo de conflictos.

▪ Agroinformática

Es una disciplina fundamental en la agricultura moderna, ayudando a mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la producción agrícola a través de generación y manejo de datos e información, para la planificación y la toma de decisiones.

Para utilizarla eficientemente, los ingenieros agrónomos deben tener habilidades en:

- Ciencia de datos: incluyendo la recopilación, análisis y visualización de datos agrícolas.
- Aprendizaje automático: el profesional del agro debe conocer las diferentes herramientas y aplicaciones bajo este enfoque.
- Sistemas de información geográfica (SIG): el agrónomo debe estar capacitado en el uso de esta tecnología de análisis espacial para visualizar e interpretar las interrelaciones de los datos agrícolas con el entorno.
- Sensores y tecnología de monitoreo: para recopilar datos en tiempo real sobre aspectos tales como las condiciones del suelo (humedad disponible, nutrición, etc.), variables edafoclimáticas y del cultivo.
- Automatización de procesos agrícolas: tales como el riego, la fertilización y la siembra, mecanización, entre otras.

▪ Agricultura familiar, urbana y periurbana

En la formación de profesionales del agro, es crucial educar y concienciar sobre la importancia de la agricultura familiar urbana y periurbana, y el apoyo a los agricultores locales para garantizar su seguridad alimentaria y la venta de los productos frescos a precios accesibles. Los egresados deben estar capacitados para fortalecer la producción agroalimentaria y los ingresos en la agricultura familiar que les permita superar la pobreza rural. Los centros de enseñanza en agronomía deben tener en cuenta las vulnerabilidades de la agricultura familiar que amenazan su continuidad, y la contribución que hacen a la seguridad alimentaria de la población en situación de pobreza. Estas vulnerabilidades incluyen la presión sobre la tierra para otros usos, el cambio climático, la falta de acceso a recursos financieros y tecnológicos, mejoras en las prácticas de producción, la organización para la producción y el mercadeo, las migraciones, entre otras. La formación en procesamiento artesanal y conservación de los productos agrícolas les permitirá realizar actividades complementarias y mejorar los ingresos familiares.

▪ Desarrollo rural y territorial

La nueva enseñanza de la ingeniería agronómica debe incluir en su contenido temático los conocimientos básicos que le permitan entender y analizar los desafíos y oportunidades del desarrollo rural dentro del marco de la nueva ruralidad emergente, la ordenación del territorio, incluyendo la planificación, gestión y desarrollo territorial, la gestión de los recursos naturales, la evaluación de tierras y las cadenas de valor agroalimentarias.

▪ Políticas públicas agrícolas y comerciales

Los ingenieros agrónomos deben recibir en su formación los conocimientos para comprender y participar en equipos multidisciplinarios para diseñar políticas públicas que puedan incidir en la producción agrícola, el comercio y la economía en general. Esto incluye la comprensión de los acuerdos

comerciales internacionales, los subsidios agrícolas y las regulaciones gubernamentales, entre otras.

▪ Sociedad y cultura

Los ingenieros agrónomos son agentes de cambio en la sociedad y contribuyen al desarrollo rural integral, son fundamentales para fortalecer y transformar la agricultura nacional. El perfil profesional requiere una formación integral, valores éticos y morales, y estar actualizado técnicamente para enfrentar los desafíos actuales de la agricultura y el mercado internacional de alimentos y productos de origen agrícola.

4.3. Planteamientos para fortalecer las facultades nacionales de ingeniería agronómica

Para fortalecer los centros de enseñanza en agronomía y capacitar al ingeniero agrónomo en procura de que este sea efectivo, se deben tener presente algunos aspectos:

a. Diagnóstico de la enseñanza actual y modelo

conceptual: para adelantar los trabajos que implica la actualización de la formación de la ingeniería agronómica se requiere configurar una plataforma operativa en cada facultad y la realización de estudios participativos e incluyentes tanto de la enseñanza como del entorno y la base agrícola regional. Se requiere tener un diagnóstico preciso por cada eje de la enseñanza y la situación de las cátedras en cuanto a personal, recursos técnicos, de investigación, extensión para poder definir un modelo conceptual que sirva de guía para la planificación, línea base y ejecución.

b. **Revisión y actualización de los planes de estudio:** es importante que el currículo de la carrera de ingeniería agronómica esté actualizado y se ajuste a las tendencias de la agricultura mundial e incluya temas que aborden los desafíos técnicos, ambientales, sociales, económicos y políticos del sector agrícola nacional. Se debe evaluar la inclusión de algunos de los temas o materias que han sido señaladas en las secciones previas de este documento. Esa amplitud de temas exige aplicar la flexibilidad curricular. Si bien la actualización de los planes de estudio puede ser un proceso que tome tiempo, una salida de más rápida implantación y oportuna es la actualización de los contenidos de las materias o cátedras.

c. **Fortalecimiento de la formación de campo:** es fundamental en la carrera de ingeniería agronómica que las facultades fomenten y fortalezcan la formación práctica, con la incorporación de prácticas en unidades de producción, laboratorios y actividades de pasantías en otras instituciones, empresas productoras y centros agroindustriales u organismos administrativos, que faciliten a los estudiantes tener experiencia práctica previa en el campo y percibir cuál va ser ámbito de acción una vez graduado.

d. **Fomento de la investigación:** es importante que las facultades fomenten la investigación en la carrera de ingeniería agronómica con enfoque en la generación de soluciones prácticas y útiles para la sociedad y actores del sector agrícola, entre otros.

- e. **Alianzas con el sector privado:** las facultades de ingeniería agronómica deben establecer alianzas con el sector privado y sus organizaciones gremiales para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico en el sector agrícola, así como para la obtención de recursos financieros, la implantación de convenios de pasantías y la identificación de potenciales fuentes de empleo para los egresados. Estas alianzas sistema agrícola venezolano. Esto permitirá a los estudiantes estar al día con los avances tecnológicos y las tendencias de la agricultura mundial, así como también permitirá la generación de conocimientos que pueden ser aplicados en la práctica. Es pertinente que los estudiantes se involucren en programas de investigación con el personal docente, tanto en los campos agrícolas de los centros de enseñanza, laboratorios, así como en las unidades de producción de agricultores que estén asociadas a la extensión agrícola permitirán a los estudiantes tener acceso a tecnologías y procesos innovadores, también les permitirá tener una perspectiva más amplia del sector agrícola.
- f. **Firma de convenios y acuerdos de intercambio y cooperación nacional e internacional:** es pertinente que las facultades nacionales de ingeniería agronómica establezcan acuerdos de intercambio con universidades e instituciones de investigación de todo el mundo, lo cual les daría a los estudiantes la oportunidad de ampliar sus horizontes y adquirir experiencia internacional en agricultura, y hacer uso de la cooperación internacional para el fortalecimiento institucional. Es necesario el establecimiento de convenios de cooperación para fomentar actividades como intercambio de docentes, programas de pasantías, de investigación y de formación a nivel de especialización, maestría y doctorado.
- g. **Establecimiento de acuerdos de cooperación interfacultades o interuniversidades:** se propone establecer acuerdos de cooperación entre universidades e interfacultades de ingeniería agronómica para mejorar la calidad educativa. Estos acuerdos generarían el intercambio de experiencias y docentes entre las diferentes facultades, así como la posibilidad para los alumnos de cursar materias en otras facultades o universidades. También se sugiere trabajar en conjunto para superar dificultades, garantizar la excelencia académica y el aprovechamiento de los profesores de alto nivel mediante la realización de investigaciones conjuntas, talleres, intercambio de estudiantes y docentes, pasantías en centros de investigación, jornadas informativas y congresos de resultados de investigación. Se propone aprovechar las tecnologías modernas de la información y la comunicación para dictar cursos de forma virtual o presencial. Estos acuerdos de cooperación permitirían a los estudiantes acceder a diferentes ofertas académicas de universidades nacionales o en facultades de una misma institución.
- h. **Generación de recursos financieros propios:** las universidades públicas deben ser de acceso gratuito, al menos en el nivel de pregrado, y financiadas por el

Estado para garantizar autonomía en la exploración y difusión de las corrientes de pensamiento y conocimiento, lo que exige una significativa inversión económica por parte del Estado para mantener la más alta calidad académica y una rigurosa y selectiva planta profesoral.

En las condiciones económicas actuales, las universidades necesitan generar recursos adicionales para asegurar su sostenibilidad financiera. Las actividades que con tal propósito se hagan no deben afectar su función principal de contribuir al desarrollo de talentos y la generación de conocimiento a través de la docencia, investigación y extensión. La Ley de Universidades establece un Consejo de Fomento en cada universidad para promover la obtención de ingresos y mejorar la autonomía financiera, esto se logra estableciendo estructuras independientes de la organización central que les permitan aprovechar la flexibilidad que no posee la estructura central. Los recursos generados deben ser reconocidos como retornos parciales a la inversión realizada y dirigidos exclusivamente al apoyo de lograr el objetivo principal y prioritario.

5. CONCLUSIONES

Un nuevo enfoque en la enseñanza de la agronomía en Venezuela debe permitir a los estudiantes y egresados, tener una comprensión integral del sector agrícola y conocer las herramientas y conocimientos que les posibiliten enfrentar los desafíos de la agricultura en un mundo cambiante, además de cumplir el compromiso social y ambiental de la agricultura. Del trabajo realizado por los integrantes de la XXIX Promoción, surgen los siguientes elementos para la reflexión y atención de la comunidad universitaria:

- Los nuevos profesionales del agro son fundamentales para transformar el "sistema agroalimentario venezolano" y deben ser capaces de aplicar las tecnologías agrícolas modernas de manera rentable y responsable, para satisfacer las necesidades de los consumidores. En este sentido, la educación universitaria debe actualizarse para reflejar los avances científicos, las prácticas agrícolas sostenibles y la necesidad de mejorar la seguridad alimentaria, el medio rural y la competitividad en los mercados internacionales.
- Es esencial incorporar los avances tecnológicos en la agricultura, como la informática y las redes de comunicación, para acceder y procesar datos y tomar decisiones informadas. También es necesario investigar y desarrollar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático para mantener la sostenibilidad de la producción agrícola y alcanzar la seguridad alimentaria.
- Es importante la formación integral de los ingenieros agrónomos para sensibilizar y promover un cambio de mentalidad en los productores agrícolas hacia una visión comercial y eficiente, basada en principios empresariales.
- Se debe tener en cuenta los nuevos aspectos en la agricultura en el mundo y en el país, tales como la transición energética, la escasez de recursos naturales, el uso de la agrobiodiversidad, la transformación digital, los cambios en los mercados agrícolas y los patrones de consumo.

- Los cambios en curso evidencian la importancia de actualizar la educación universitaria debido al impacto de los impresionantes avances científicos, las prácticas agrícolas sostenibles, los impactos del cambio climático y la urgente necesidad de mejorar la seguridad alimentaria del pueblo venezolano y ofrecer opciones de exportación a rubros que sean competitivos en los mercados internacionales.
- Hay que incorporar los importantes avances tecnológicos en informática, las redes de comunicación, en el software y los sistemas de gestión de bases de datos (DBMS), que permiten almacenar, acceder y procesar diferentes tipos de datos para llevar a cabo múltiples tareas y tomar decisiones informadas.
- Los temas de cambio climático y la conservación del ambiente deben ser considerados prioritarios en la formación de los profesionales del agro como lo contemplan las universidades extranjeras analizadas.
- La agricultura es una actividad que está evolucionando hacia un enfoque más sostenible y agroecológico para enfrentar los desafíos actuales y futuros. La creciente demanda de alimentos debido al aumento de la población mundial y la salud del planeta, requiere frenar las deforestaciones, la erosión y la desertificación de los suelos, lo cual implica producir más en la superficie cultivada actual a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología.
- Varios procesos en transición que podrían acentuarse a mediano y largo plazo están cambiando o impulsando transformaciones en la práctica de la agricultura en el mundo y en el país, por tanto deben ser tratados en los planes de estudio. Entre ellos destacan:
 - Cambio climático y su impacto en la agricultura.
 - La transición energética.
 - Escasez de recursos naturales.
 - Aprovechamiento de la agrobiodiversidad.
 - Transformación digital.
 - Tecnologías modernas de las comunicaciones y la información.
 - Cambios en el funcionamiento de los mercados agrícolas.
 - Cambios en los patrones de consumo.
 - Ciencia, tecnología e innovación (ID+I).
- A pesar de que se observó que la formación en agronomía es muy similar en las distintas facultades, se encontraron algunas diferencias en los enfoques de la carrera, áreas y cursos destacados en los programas de estudio que responden a las condiciones del entorno físico natural, lo cual es muy conveniente en la formación del estudiante de agronomía, en especial, si se prioriza el ejercicio profesional en el campo de la producción.
- El país dispone de una plataforma de estudios de posgrado muy variada y de alto nivel académico con proyección nacional e internacional. Sin embargo, la crisis presupuestaria de las universidades y la crisis económica nacional han dispersado los equipos de investigación y docencia, y ha reducido la matrícula estudiantil.
- Los aspectos expuestos para las distintas universidades internacionales analizadas sirven de referentes para el

necesario mejoramiento y actualización que estimamos deseable e imprescindible en las casas de estudios en donde nos formamos.

- Las universidades más destacadas tanto en el mundo como en América Latina ofrecen oportunidades de trabajo en un sector en crecimiento y se esfuerzan por brindar la mejor formación posible, considerando la agricultura sustentable. Sus experiencias, planes de estudio, perfil de egresados, práctica y enfoques son referentes relevantes para mejorar los estudios de ingeniería agronómica en nuestras instituciones.
- Los cinco factores con mayor importancia en la oferta curricular de las universidades reconocidas internacionalmente son:
 - Aprendizaje práctico.
 - Investigación.
 - Enfoque de sostenibilidad.
 - Interdisciplinariedad.
 - Fundamento científico de la carrera.

6. RECOMENDACIONES

- a. En virtud de la dinámica actual de la ciencia y tecnología y de los patrones de consumo, se considera que, en el ámbito de la ingeniería agronómica y otras especialidades del agro, es fundamental que las universidades revisen y actualicen constantemente sus planes de estudio y diseño curricular, para contribuir a lograr una agricultura sostenible e integralmente avanzada en beneficio del país.
- b. Elevar el tema y la coordinación superior de la revisión de los programas de estudios agronómicos al Núcleo de Decanos de Facultades de Agronomía de Venezuela. En un primer encuentro tratar los temas asociados a la actualización de la formación del ingeniero agrónomo y los avances logrados en las diferentes casas de estudio; luego, iniciar el tratamiento de los acuerdos de cooperación interfacultades de agronomía y con otras facultades, así como el análisis de la posibilidad de aplicación de la flexibilización curricular en los estudios de pre y postgrado, para adaptar y personalizar los planes de estudio según las necesidades de los estudiantes.
- c. La actualización en Venezuela de la formación del ingeniero agrónomo y otros profesionales del agro, requiere contar con la opinión de todos los sectores del proceso agroproductivo.
- d. Es conveniente establecer acuerdos entre universidades e interfacultades para intercambiar docentes, realizar programas conjuntos de investigación y formación, así como el intercambio de estudiantes. De igual manera se sugiere establecer convenios de cooperación internacional y alianzas con el sector privado para promover la innovación y obtener recursos financieros. Cada facultad debe ajustarse para ofrecer la mejor experiencia educativa a los estudiantes.
- e. Para actualizar la enseñanza en agronomía y otras especialidades del agro, se considera recomendable que las universidades realicen estudios prospectivos de las profesiones y del mercado laboral de sus egresados.

- f. Actualizar los programas de las materias y los planes de estudio, fortalecer la formación práctica, fomentar la investigación y establecer alianzas con el sector privado, universidades internacionales e instituciones de investigación. También, considerar la generación de recursos financieros adicionales para incrementar la capacidad de autofinanciamiento.
- g. Impulsar y fortalecer el enfoque práctico durante el proceso de enseñanza a través de la participación de los estudiantes en pasantías con entes relacionados al agro, la agroindustria y programas de investigación.
- h. Se invita a analizar las exitosas experiencias internacionales de formación de ingenieros agrónomos e iniciativas nacionales de modificaciones de los sistemas productivos que pueden servir de referencia para fortalecer la enseñanza a nivel nacional.
- i. Consideramos que la cooperación internacional y la participación de instituciones nacionales especializadas (CENDES, las Asociaciones de Egresados de las Universidades y las Academias Nacionales Científicas), son apoyo fundamental para lograr el objetivo de actualizar la formación del ingeniero agrónomo y otras disciplinas del agro venezolano. Igualmente, lo serán los gremios de productores del agro y agroindustriales, y organismos internacionales tales como la FAO, el IICA, ONUDI, entre otros.

7. BIBLIOGRAFÍA

7.1. Consultada o revisada

1. ACFIMAN-SACC (2018). Primer Reporte Académico de Cambio Climático 2018: Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Primer Reporte Académico de Cambio Climático (PRACC) de la Secretaría Académica de Cambio Climático (SACC) de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (ACFIMAN) de Venezuela. Recuperado de: <https://acfiman.org/obras/primer-report-academico-de-cambio-climatico-de-venezuela-pracc/>
2. ACNUR (2023). Informe Global 2023. Ginebra Suiza 2024. Recuperado de Informe Global 2023 | Enfoque global (unhcr.org)
3. Agudo R (2020). El Hambre como Negocio. Sector Agroalimentario. Transparencia Venezuela. Caracas. Recuperado de: <https://transparenciave.org/project/epe-ii-estudio-sector-agroalimentario/el-hambre-como-negocio/>
4. Alban, R., Arteaga, M. y Herrera, F. (2017). La agricultura urbana en Caracas: diagnóstico de los espacios agroproductivos desde una perspectiva socioecológica. Cuadernos de Desarrollo Rural, 14(80), 1-19. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/328523165_La_agricultura_urbana_en_Caracas_diagnostico_de_los_espacios_agroproductivos_desde_una_perspectiva_socioecologica
5. Altieri, M. A., y Nicholls, C.I. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. LEISA. Revista de Agroecología. Pp 5-8. Recuperado de: <https://www.biopasos.com/biblioteca/CC%20y%20agricultura%20campesina%20impactos%20y%20respuestas%20adaptativas.pdf>
6. American Farmland Trust (2020). Agricultura Regenerativa: La Fertilidad del Suelo y El Manejo de Cultivos. Recuperado de: <https://s30428.pcdn.co/wp-content/uploads/sites/2/2020/12/Manual-Fertilidad-del-Suelo.pdf>
7. Anales Venezolanos de Nutrición (2018), Fundación Bengoa informa. Anales Venezolanos de Nutrición. 31 (1) año 2018. Recuperado de: <http://www.analesdenutricion.org.ve/ediciones/2018/1/art-7/>.
8. Bailkey, M., Wilbers, J., y van Veenhuizen, R. (2007). Construyendo comunidades a través de la agricultura urbana. Revista Agricultura Urbana. Número 18:1-48. Recuperado de: <https://ruaf.org/assets/2019/11/RAU18.pdf>
9. Banco Mundial; CIAT; CATIE. (2014). Agricultura climáticamente inteligente en México. Serie de perfiles nacionales de agricultura climáticamente inteligente para América Latina. Washington, D.C.: Grupo del Banco Mundial. Recuperado de: <https://cgspace.cgiar.org/items/4cd1ecb1-6f2d-420a-a9e5-e0ec3cecbef>
10. Banerjee, S., Verma, S., Regmi, R., and Kaushal, S. (2023). A Vision Toward Regenerative Organic Agriculture to Sustain Climate Change and Combat Global Warming. Curr. Journal of Applied Science and Technology. Volume 42, Issue 14: 12-23. Recuperado de: <https://journalcjust.com/index.php/CJAST/article/view/4117/8219>.
11. Barrera, V. H., Delgado, J.A., & Alwang, J. R (2021). Conservation agriculture can help the South American Andean region achieve food security. Agronomy Journal. 2021;1-15. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/agj2.20879>
12. Benites, J. R. y Bot, A. (2014). Agricultura de conservación, una práctica innovadora con beneficios económicos y medioambientales. Recuperado de: <https://es.linkedin.com/pulse/agricultura-de-conservacion-nuevo-libro-gratis-erick-fernandes>.
13. BID (2020 b). Política agropecuaria, seguridad alimentaria y cambio climático. Agrimonitor Recuperado de: <https://cursos.iadb.org/es/indes/agrimonitor-politica-agropecuaria-seguridad-alimentaria-y-cambio-climatico>
14. Biosely Z., y Martínez E. (2019). Agricultura sustentable: el sendero hacia el futuro de la humanidad (Sustainable agriculture: the path toward the future of humanity) Revista Cien. Tecn. AGROLLANÍA. Vol. 17. Recuperado de: <https://biblat.unam.mx/hevila/Agrollania/2019/vol17/11.pdf>.
15. Briceño León, Roberto; Ávila, Olga; Mazuera, Rina et al (2020). Impacto de la Inseguridad y Violencia en el Sector Agroalimentario en Venezuela. Caracas Laboratorio de Ciencias Sociales, Año 1, No. 1, marzo-abril 2020. Recuperado de: <https://observatoriodeviolencia.org.ve/news/impacto->

- de-la-inseguridad-y-violencia-en-el-sector-agroalimentario-en-venezuela/
16. Briceño R., German X. (2018). La situación agraria venezolana. Una aproximación al problema y líneas de acción para resolverlo en el corto plazo. Caracas. Red Agroalimentaria de Venezuela. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/489338261/Situacion-del-agricultura-en-venezuela-GB>
 17. Buytaert, W., y Ramírez-Villegas, J. (2012). Generación de escenarios desagregados del cambio climático para los Andes Tropicales. pp 37-58. En: Cuesta, F., Bustamante, M., Becerra, M.T., Postigo, J., Peralvo, J. (Eds.). 2012. Panorama andino de cambio climático: Vulnerabilidad y adaptación en los Andes Tropicales. CONDESAN, SGCAN, Lima. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/261216340_Panorama_andino_de_cambio_CLIMÁTICO_Vulnerabilidad_y_ADAPTACIÓN_en_los_Andes_Tropicales
 18. CÁRITAS (2017). Entre 5 y 6 niños mueren cada semana por desnutrición en Venezuela. <https://www.martinoticias.com/a/caritas-venezuela-advier-te-grave-desnutricion-infantil-en-el-pais/155337.html>
 19. CECODAP, (2020). Al menos 639 mil niños menores de 5 años con desnutrición crónica #Encovi 2020. Caracas. Recuperado de: <https://cecodap.org/al-menos-639-mil-ninos-menores-de-5-anos-con-desnutricion-cronica-encovi2020/>.
 20. CEDRSSA (2021). Importancia de la tecnología digital en el sector agropecuario. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Recuperado de: http://www.cedrssa.gob.mx/post_importancia_de_la-n-tecnologn-a-digital-n-en-el-n-sector_agropecuario-n.htm.
 21. Cepeda J (2020). Una visión holística del Sistema Agroalimentario Venezolano. Caracas.
 22. Chancellor, C. (2020). El futuro de la agricultura. Del control de los datos a la soberanía alimentaria. Recuperado de: <https://www.tierra.org/el-futuro-de-la-agricultura-del-control-de-los-datos-a-la-soberania-alimentaria/>
 23. Chaudhari, S.K., Biswas, A.K., Hati, K.M., Pramod JHA, Somasundaram, J., Viswakarma, A.K., Singh, R.K., Chaudhary, R.S, Nanda, P., and. Patra, A.K. (2021). Conservation Agriculture and Ecosystem Services: Potential. Contribution and Approaches. Journal of Agricultural Physics. Vol. 21, No. 1: 197-215. Recuperado de: <http://www.agrophysics.in>.
 24. Conversation (2024). Agricultura vertical: el sistema que puede ahorrar hasta un 90% de agua. Recuperado de: <https://theconversation.com/agricultura-vertical-el-sistema-que-puede-ahorrar-hasta-un-90-de-agua-219855>
 25. FAO (2002). Agricultura de conservación. Estudio de casos en América Latina y África. Boletín de Suelos de la FAO núm. 78. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Servicio de Gestión de la Nutrición de la Tierra y las Plantas, Roma, 67 p. Recuperado de: <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/330018/>.
 26. FAO (2003 a). World agriculture: towards 2015/2030. An FAO perspective. Edited by Jelle Bruinsma. Recuperado de: <https://www.fao.org/4/y3557e/y3557e.pdf>.
 27. FAO (2003 b) Memoria del Taller Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. 19 al 21 de mayo de 2003 Turrialba, Costa Rica. 111p. Recuperado de: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11378>
 28. FAO (2007). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Colección FAO: Agricultura n° 38. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2007. 237 p. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5a0a5197-178a-4544-995b-18f520bd25da/content>.
 29. FAO (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos. Versión resumida. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/i6881s/i6881s.pdf>.
 30. FAO (s.f.) Agricultura Climáticamente Inteligente. Roma. Recuperado de: <https://www.fao.org/climate-smart-agriculture/es>.
 31. FAO, FIDA, OPS, WFP y UNICEF (2021). América Latina y el Caribe - Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional 2021: Estadísticas y tendencias. Santiago de Chile, FAO. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc8514es>
 32. FAO, FIDA, OPS, WFP y UNICEF. (2020). Panorama de la seguridad alimentaria y nutrición en América Latina y el Caribe 2020. Santiago de Chile. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/cb2242es/cb2242es.pdf>.
 33. FAO, FIDA, OPS, WFP y UNICEF. 2023. Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional – América Latina y el Caribe 2022: hacia una mejor asequibilidad de las dietas saludables. Santiago de Chile. Recuperado de: <https://doi.org/10.4060/cc3859es>.
 34. FAO, FIDA, UNICEF, PMA, OMS y UNICEF. 2022. La seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables y más asequibles. Roma, FAO. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc0639es>
 35. FAO. (2003 c). Biotecnología agrícola para países en desarrollo. Resultados de un foro electrónico John Ruane y Maria Zimmermann Coordinadores del Foro. Estudio FAO Investigación y Tecnología. No 8. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/23e6555a-cbdc-4bba-8f22-f9bdfd263682/content>
 36. FAO. (2022). Agricultura de Conservación. División de Producción y Protección de Plantas. Recuperado de: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>.
 37. FAO-CIAT (2018). Retos del Cambio Climático para la Agricultura en América Latina y el Caribe. Informe para responsables de políticas (Borrador). 71 p. Recuperado de: <https://ccafs.cgiar.org/es/resources/publications/retos-del-cambio-climático-para-la-agricultura-en-america-latina-y-el-caribe>
 38. FAO-ITU (2019). E-agriculture in Action: Big Data for Agriculture. Bangkok. Recuperado de:

- <https://www.fao.org/e-agriculture/news/fao-itu-e-agriculture-action-big-data-agriculture>.
39. FAO-ITU. (2018). E-agriculture in action: drones for agriculture. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i8494en>
40. FAO-UN (2021). Digitalización de la agricultura para la transformación inclusiva de sociedades rurales. Boletín N° 1806 / 05 / 2021. Recuperado de: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/9647E1A68ECAD9B9052586EF007BAC78/\\$FILE/cb4677_es.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/9647E1A68ECAD9B9052586EF007BAC78/$FILE/cb4677_es.pdf).
41. FAO-ZJU. (2021). Digital agriculture report: Rural e-commerce development experience from China. Rome. Recuperado de: <https://doi.org/10.4060/cb4960en>.
42. Florentinos A. et al (2011) Agricultura orgánica en Venezuela. Situación actual y desarrollo futuro. Recomendaciones y estrategias para desarrollar la Agricultura Ecológica en Iberoamérica. Parte II. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/275649242_Agricultura_organica_en_Venezuela_Situacion_actual_y_de_sarrollo_futuro
43. Friedrich, T. (2019). La Agricultura de Conservación en el Mundo Experiencias Internacionales de Gestión de los Recursos Naturales para la Sobrevivencia en la Tierra Representante de FAO en Bolivia. Recuperado de: https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/rediagro/2019/minagri-alcance/Lima/FAO_agricultura_conservaci%C3%B3n.pdf
44. García, M.P. (2022)- El cambio climático: posibles impactos en la agricultura en el contexto de américa latina y Venezuela. Agroalimentaria. Vol. 28, No. 55: 167-189.
45. González, A., Amarillo, G., Amarillo, M. y Sarmiento, F. (2017). Drones Aplicados a la Agricultura de Precisión. Revista Especializada en Ingeniería. Publicaciones e Investigación Volume 10 – 2017. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/315988656_Drones_Aplicados_a_la_Agricultura_de_Precision.
46. Gutiérrez, C.J.G., Aguilera, G.L.I. y González, E. C.E. (2008). Agroecología y sustentabilidad. Convergencia. Revista de Ciencias Sociales, núm. 46, Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado de: [Agroecología y sustentabilidad \(scielo.org.mx\)](http://scielo.org.mx)
47. Hammerling, F. N. y Peña, T. L. M (2012) Los diseños verticales y la agricultura unidos para la producción de alimentos en los Módulos para Huertas Urbanas Verticales. Revista de Investigación Agraria y Ambiental – Volumen 3:73-84. Recuperado de: <https://doi.org/10.22490/21456453.962>.
48. Hodson de Jaramillo, E., Castaño, H. A., y Uzcátegui, M.A (2012). Biotecnología agrícola moderna, organismos genéticamente modificados y bioseguridad. Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola, AGRO-BIO. Colombia, 221 p. Recuperado de: <https://agrobio.org/sites/default/files/2023-07/BIOTECNOLOGIA-AGRICOLA-MODERNA-OGMS-ESCUELA-JUDICIAL-RLB-AGRO-BIO.pdf>
49. IICA (2021). La Agricultura Vertical impulsa la Bioeconomía Circular en México. Recuperado de: <https://iica.int/sites/default/files/2021-03/2021%200323%202%202%20Leo%20Lobato%20KV-F.pdf>
50. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2022). Agricultura de conservación y agroecología como soluciones basadas en la naturaleza ante el cambio climático. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/805200/01_2023_Agricultura_Rev4_080223.pdf.
51. Isan A (2024) Qué es la agroecología y su importancia. Ecología Verde Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-agroecologia-y-su-importancia-452.html>.
52. Landaeta-Jimenez M; Sifontes Y, Herrera M, (2018). Venezuela entre la inseguridad alimentaria y la malnutrición. Anales Venezolanos de Nutrición 2018; 31(2): 66-77. Recuperado <https://www.analesdenutricion.org.ve/ediciones/2018/2/art-4/>
53. López, F.R., y Contreras, F. (2004) Agricultura orgánica en los andes de Venezuela. I Taller Internacional sobre Agricultura orgánica. Maracay, 6 y 7 de mayo de 2004. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/343837870_AGRICULTURA_ORGANICA_EN_LOS_ANDES_DE_VENEZUELA_R_Lopez-Falcon_2004.
54. Martínez-Vilela, A. y González-Sánchez, E. J. (2000) Agricultura de conservación: situación actual y perspectivas. Vida Rural/ 2000/33. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/28276332_Agricultura_de_conservacion_situacion_actual_y_perspectivas.
55. Medina, E., Velásquez, G. E., y Hernández, I. (2016). Impacto del calentamiento global y enriquecimiento atmosférico de CO₂ sobre cultivos tropicales: la perspectiva para Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía, 42(1):25-37. Recuperado de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/11189.
56. Ovalles, F., Cortez, A., Rodríguez, M., Rey, J. y E. Cabrera-Bisbal. (2008). Variación geográfica en el impacto del cambio climático en el sector agrícola en Venezuela. Agronomía Tropical, 58(1): 37-40. Recuperado de: http://sian.inia.gob.ve/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5801/pdf/ovalles_f.pdf.
57. Peralvo, M., Bustamante, M., Cuesta, F., y Becerra, M.T. (2012). Adaptación al cambio climático en los Andes Tropicales-Discusión y conclusiones-. En: F. Cuesta, M. Bustamante, M. T. Becerra, J. Postigo y J. Peralvo, (Eds.), Panorama andino de cambio climático: vulnerabilidad y adaptación en los Andes Tropicales (pp. 263- 281). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/261216340_Panorama_andino_de_cambio_climatico_vulnerabilidad_y_adaptacion_en_los_Andes_Tropicales.

58. Pérez C. L. R (2021). Agricultura regenerativa: aliada para un futuro sostenible. RIA Vol. 47 No. 2: 155-158. Recuperado de: <http://ria.inta.gob.ar/contenido/ria-47-no-2-agosto-2021>.
59. PES-Food, 2022. No es oro todo lo que reluce. La batalla discursiva sobre la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, a examen: agroecología, agricultura regenerativa y soluciones basadas en la naturaleza. Recuperado de: https://ipes-food.org/wp-content/uploads/2024/03/SmokeAndMirrors_ES.pdf
60. Planas de Martí, S (S/F) Agricultura de precisión y protección de cultivos. Revista de Ingeniería (Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes). No. 47:10-19. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/268121630.pdf>
61. Postigo, J., Peralvo, M., López, S., Zapata-Caldas, E., Jarvis, A., Ramírez, J., y Lau, C. (2012). Adaptación y vulnerabilidad de los sistemas productivos andinos. Pp 141-171. En: Cuesta, F., Bustamante, M., Becerra, M.T., Postigo, J., Peralvo, J. (Eds.) 2012. Panorama andino de cambio climático: Vulnerabilidad y adaptación en los Andes Trópicos. CONDESAN, SGCAN, Lima. Recuperado de: <https://redbosques.condesan.org/wp-content/uploads/2017/10/Panorama-andino-de-cambio-clim%C3%A1tico-min.pdf>
62. PROCISUR (2006). Agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable. Editores: Bongiovanni, R., Mantovani, E. C., Stanley, B., y Roel, A. Recuperado de: <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/7408/2/BV-E19039693e.pdf>
63. Redagráfica (2021). Tecnología avanzada para una agricultura sostenible. Recuperado de: <https://www.redagricola.com/pe/tecnologia-avanzada-para-una-agricultura-sostenible/>.
64. República Bolivariana de Venezuela (2017). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Fundación de Educación Ambiental (Fundambiente). Caracas, 391 p. Documento en línea. Recuperado de: <http://www.inameh.gob.ve/web/PDF/Segunda-Comunicaci%C3%B3n-sobre-Cambio-Clim%C3%A1tico-I.pdf>
65. Revista Croda (2018). Sostenibilidad. Recuperado de: <https://www.crodacropcare.com/es-mx/sustainability>.
66. Ríos, H. R. (2021). La Agricultura de Precisión. Una necesidad actual. Revista Ingeniería Agrícola [en línea], 11(1): 67-74. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586269368010>.
67. Samaniego, J. L., Galindo, L. M., Mostacedo, M.S.J., Ferrer, C. J., Alatorre, J.M., y Reyes, O. (2017). El cambio climático, la agricultura y la pobreza en América Latina. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Recuperado de: https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/sin-tesis_pp_cc_cambio_climatico_agricultura_y_pobreza_en_al.pdf
68. Servicios del agro (2021). ¿Cuáles son las características de la agricultura moderna? Recuperado de: <https://agrospray.com.ar/blog/agricultura-moderna/#:~:text=Aprovecha%20el%20m%C3%A1xim,o%20rendimiento%20de,acordes%20con%20la%20tecnol,og%C3%ADa%20reciente>.
69. Soler-Tovar, D (2017). Conceptualización y necesidades de una agricultura climáticamente inteligente. Rev. Med. Vet. n° 33: 7-11. Recuperado de: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1253&context=mv>
70. UCAB (2024). ENCOVI (2023). ENCOVI 2023: los hallazgos más destacados sobre las condiciones de vida de los venezolanos. Recuperado de: <https://www.proyectoencovi.com/>
71. USDA (2021) Regenerative Agriculture: An agronomic perspective. Outlook on Agriculture.1-13 DOI: 10.1177/0030727021998063.
72. Villamizar, A., Gutiérrez, M. E., Nagy, G. J., Caffera, R. M., and Leal, F.W. (2017). Climate adaptation in South America with emphasis in coastal areas: the state-of-the-art and case studies from Venezuela and Uruguay, Climate and Development, 9:4, 364-382, DOI: 10.1080/17565529.2016.1146120. To link to this article: <https://doi.org/10.1080/17565529.2016.1146120>.
73. Villamizar, G. A.V. (2020). Medidas de adaptación al aumento del nivel del mar considerando las Trayectorias de Concentración Representativa Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales Vol. LXXX, N° 2, pp. 41-77. Recuperado de: <https://boletines.acfiman.org/2021/01/31/medidas-de-adaptacion-al-aumento-del-nivel-de-mar-considerando-las-trayectorias-de-concentracion-representativa/>
74. Viloria, J.A.; Olivares, B.O.; García, M.P.; Paredes-Trejo, F.; Rosales, A. (2023). Mapping Projected Variations of Temperature and Precipitation Due to Climate Change in Venezuela. Hydrology, 10 (4), 96. <https://doi.org/10.3390/hydrology10040096>.
75. WHH y Concern Worldwide (2023). Índice Global de Hambre. Bonn / Dublin October 2023 Recuperado 2023 Global Hunger Index: The Power of Youth in Shaping Food Systems
76. Wittwer, R. A et al. (2021). Organic and conservation agriculture promote ecosystem multifunctionality Sci. Adv. 2021; 7: eabg6995. doi: 10.1126/sciadv.abg6995.
77. Zapata-Caldas E., Jarvis, A., Ramírez, J. y Lau, C. (2012) Análisis de los impactos de cambio climático sobre cultivos andinos. Recuperado de <https://ambienteycomercio.org/impacto-del-cambio-CLIMÁTICO-sobre-cultivos-andinos/>

7.2. Referencias de lecturas complementarias

1. Abrisketa, J y Pérez Armiño, K. (2000). Concepto y evolución. Diccionario de Acción Humanitaria y Cooperación al Desarrollo. Universidad del País Vasco, Instituto de Estudios sobre Desarrollo y Cooperación Internacional. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/334520164_D

- iccionario_de_Accion_Humanitaria_y_Cooperacion_al_Desarrollo
2. Abuelafia, E. y Saboin, J. L. (2020). Los desafíos para la recuperación de Venezuela y el impacto del COVID-19. Washington (D.C.), BID, Departamento de Países Andinos. (Documento para discusión IDB – DP - 798). Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18235/0003039>
3. Abuelafia, E. y Saboin, J. L. (2020). Una mirada a futuro para Venezuela. Washington (D.C.), BID, Departamento de Países Andinos. (Documento para discusión IDB – DP - 00849). Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18235/0002621>
4. Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat (2011). El desarrollo sostenible del país en Academias Nacionales de Venezuela. Propuestas a la Nación. Caracas, 287–397. Caracas Venezuela. Recuperado de https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/LIBRO_INTERACADEMICO_2011_El_Desarrollo_Sostenible_del_Pais_Separata_A_NIH.pdf
5. Acción humanitaria en España, Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación (2019). Acción y diplomacia humanitaria. Madrid. Recuperado de: <https://www.exteriores.gob.es/ca/PoliticaExterior/Paginas/AccionHumanitaria.aspx>
6. Alegrett, R. (2020). Rasgos de la Evolución de la actividad agrícola y del medio rural durante la segunda mitad del siglo XX. Revista de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat. Boletín 47, Caracas, Venezuela. Recuperado de: [BOLETIN_47.pdf \(acading.org.ve\)](https://www.acading.org.ve/BOLETIN_47.pdf)
7. Alegsa, Leandro (2016). Definición de Tecnología Blanda. Diccionario de Informática y Tecnología. Recuperado de: https://www.alegsa.com.ar/Dic/tecnologia_blanda.php#gsc.tab=0
8. ALIDE (Asociación Latinoamericana de Instituciones Financieras para el Desarrollo). Indicadores Agrícolas. Recuperado de: <https://www.alide.org.pe/indicadores-agricola/> Consulta 15 de abril 2022.
9. Altieri, M.A, Nicholls, C.I., Astier, M., Vasquez, L., Henao, A. e Infante, A. (2021). Documentando la evidencia en Agroecología: Una perspectiva Latinoamericana. Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas. Boletín Científico n° 5. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/378690325_Documentando_la_evidencia_en_Agroecologia_Una_perspectiva_Latinoamericana
10. Altieri, M.A., Hecht, S., Liebman, M., Magdoff, F., Norgaard, R., y Siko, T.O (1999). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan–Comunidad. Montevideo. 328 p. Recuperado de: <https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>
11. AmBientech (2023). Economía Circular. Recuperado de <https://ambientech.org/economia-circular>
12. Andrade, F.H. (2016). Los desafíos de la agricultura. International Plant Nutrition Institute. 136 p. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/394895063/Los-Desafios-de-La-Agricultura>.
13. ANIH (2018). Declaración sobre la situación de las presas y embalses del país. Comisión de Infraestructura. Caracas Venezuela . Recuperado de: https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/Declaracion67_SITUACION_DE_LAS_PRESAS_Y_EMBALSES_DEL_PAIS.pdf
14. ANIH (2023). Visión para el desarrollo de la Agricultura 2030 como contribución para la recuperación de la agricultura. (No publicado).
15. Aranguibel, Álvaro, Julio Esteves, José Luis. Méndez Arocha et al. (2006). Situación Actual de la Agricultura Venezolana. Caracas, IVEPLAN.
16. Aranguren-Méndez, José Atilio, María Gabriela Portillo, Luis F. Yáñez et al. (2011). Caracterización genética del ganado criollo Limonero a través de genes de interés productivo. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. 1 (2011):199- 202. Recuperado de: https://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Aranguren2011_1_199_202.pdf
17. Arcia A (2020). Protección de plantas y agricultura sustentable. ANIH. Caracas, Venezuela. Recuperado de: https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/BOLETIN_56_ANIH.pdf
18. Ardila, G.V., Plazas, N., L. P., y Vallejo, Q.V. E. (2022). Conservation Agriculture as a Potential Strategy to Increase Soil Quality in Colombian Agroecosystems. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 23(3), e2674. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/366161044_Conservation_Agriculture_as_a_Potential_Strategy_to_Increase_Soil_Quality_in_Colombian_Agroecosystems
19. Argüello Contreras, I. (2009). Desarrollo Endógeno y Política de Economía Social en Venezuela. Transformación del sistema capitalista hegemónico y de dominación. Buenos Aires, Asociación Latinoamericana de Sociología. XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VIII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires. Recuperado de: <https://cdsa.aacademica.org/000-062/1046.pdf>
20. Arquitasa Sociedad de Tasación (2021). Ingenieros Agrónomos. Recuperado en: <https://arquitasa.com/ingenierosagronomos/#:~:text=E%20ingeniero%20agr%C3%B3nomo%20es%20el,investigaci%C3%B3n%2C%20innovaci%C3%B3n%2C%20etc>
21. BID (2020 a). Emprendimientos de Base Científico-Tecnológica en América Latina. Importancia, desafíos y recomendaciones para el futuro. Washington, DC. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18235/0002156>
22. Brauckmeyer, G. (s.f) El salto de una generación: cómo Venezuela ha perdido su bono demográfico. Lima, Equilibrium – Centro para el Desarrollo Económico (Equilibrium CenDE). Recuperado de: <https://equilibriumcende.com/el-salto-de-una-generacion-como-venezuela-ha-perdido-su-bono-demografico/>
23. Buarque, S. (1999): Metodología de planeamiento del desarrollo local e municipal sustentable. En Boisier, Sergio (2005). ¿Hay espacio para el desarrollo local en la globalización? Santiago de Chile, Revista de la CEPAL n° 88: 47 – 62. Recuperado de:

- <https://www.cepal.org/es/publicaciones/11068-hay-espacio-desarrollo-local-la-globalizacion>
24. Burba, José Luis. (2015). Tecnologías blandas para cultivos de ajo con altos rendimientos. El Pregón Agropecuario. Recuperado de: <https://www.diariodecuyo.com.ar/noticias/tecnologias-blandas-para-cultivos-de-ajo-con-altos-rendimientos-595833.html>
25. Buroz C., E. (2018). Institucionalidad para el desarrollo sustentable. Revista Tekhné (Caracas, UCAB, Facultad de Ingeniería) 2: (1, enero – febrero):12-23. Recuperado de: <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/3529/3031>.
26. Buroz, C., E., y Méndez, A. J. L. (2011). Interpretación y Propuesta de Transformación del Desarrollo Agrícola en Venezuela. Caracas, Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat. (Artículo no publicado).
27. Cardozo–Molina, C. (2019). El mercado de valores venezolano: una aproximación a su eficiencia. Visión Gerencial (Mérida, Universidad de los Andes) (2):290-304. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/4655/465566915012/465566915012.pdf>
28. Carrero, O. (2021). Una visión sostenible para un desarrollo forestal. Videoconferencia de la Sociedad Venezolana de Ingenieros Forestales. Caracas.
29. CEDICE (2018). El control cambiario: La grieta por la que se hundió la economía venezolana. Recuperado de: <https://cedice.org.ve/observatoriogp/control-cambiario-la-grieta-la-se-hundio-la-economia-venezolana/>
30. CEMAT (Conferencia Europea de Ministros responsable en Materia de Ordenación Territorial. (2011) Glosario sobre Desarrollo Territorial, (Aprobado en la 14ª Reunión de la CEMAT, Lisboa, 2006) (Introducción y traducción: Ignacio Pemán Gavín, Consejo de Europa, 2011). Recuperado de: https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/188001/Glosario_desarrollo_teritorial_CEMAT_I.Peman_38_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y
31. CEPAL (2001). La asimetría en las relaciones comerciales. Sus efectos sobre el desempeño económico. s.l. (I.X/MEX/L.507). Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/25533-la-asimetria-relaciones-comerciales-sus-efectos-desempeno-economico>
32. CEPAL (2007). Indicadores para el seguimiento del Plan Agro 2015. Actualización 2007. Santiago de Chile. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/6407bc46-42d4-4fc3-9088-9a20b304ab00/content>.
33. CEPAL (2007). Temas Prioritarios de Política Agroalimentaria y de Desarrollo Rural en México. Grupo Inter agencial de Desarrollo Rural – México. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/1305-temas-prioritarios-politica-agroalimentaria-desarrollo-rural-mexico>.
34. CEPAL (2020). Construir un nuevo futuro. Una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad. Trigésimo octavo período de sesiones de la CEPAL. Naciones Unidas, Santiago Chile. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46227-construir-un-nuevo-futuro-recuperacion-transformadora-igualdad-sostenibilidad>
35. CEPAL, FAO-IICA (2021). Perspectivas de la Agricultura y del Desarrollo Rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022. San José (C.R.), IICA. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47208-perspectivas-la-agricultura-desarrollo-rural-america-mirada-america-latina>
36. CEPAL-FAO (2021). Sistemas alimentarios y COVID-19 en América Latina y el Caribe. Digitalización de la agricultura para la transformación inclusiva de sociedades rurales. Boletín n° 18. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46917-sistemas-alimentarios-covid-19-america-latina-caribe-ndeg-18-digitalizacion-la>
37. Clima 21 (2022). Bosques en desaparición: deforestación en Venezuela 2016-2021. Recuperado de: <https://clima21.net/>
38. Clima 21, Observatorio Venezolano de Derechos Humanos Ambientales. (2022). Bosques en Desaparición. Deforestación en Venezuela 2016–2021. Caracas. Recuperado de: <https://clima21.net/>
39. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias (2020). 20 medidas agronómicas para la reconstrucción social y económica de España. Madrid España. Recuperado de: <https://agronomoscentro.org/prensa/colegio-ingenieros-agronomos-presenta-20-medidas-agronomicas-reconstruccion-social-economica>
40. Comerma J., Paredes, R. (1978) Principales limitaciones y potencial agrícola de las Tierras en Venezuela. Agronomía Tropical 28: 71-85. Recuperado de: http://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2802/arti/comerma_j.htm
41. Comerma, J. (2010). Land Capability, Suitability and Vocation in Venezuela. 19th World Congress of Soil Science. Soil solution for a changing world. 1-6 august 2010, Brisbane (Australia). Recuperado de: <https://old.iuss.org/19th%20WCSS/Symposium/pdf/0559.pdf>
42. Comerma, J. y E. Chacón. 2002. Aptitud de los llanos venezolanos para los principales usos ganaderos. en: R. Romero, J. Arango y J. Salomón (eds.). XVIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Facultad de Ciencias Veterinarias, p.p. 193-216. UCV. Maracay, Venezuela.
43. Comerma, J.; Sevilla, V.; Elizalde, G. y Machado, D. (2005). Propuesta para determinar la vocación de uso de las tierras en el Reglamento de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario. Caracas, Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía, Instituto de Edafología. (No publicado).
44. Córcega, P.E. y Martelo, P. M.T (2007). Consecuencias Agrícolas y ambientales del cambio climático, en las condiciones de confort humano y animal, de las estaciones experimentales de la Facultad de Agronomía de la UVC. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería (Maracaibo,

- LUZ) 30 (Especial). Recuperado de: <https://www.thefreelibrary.com/Consecuencias+agricolas+y+ambientales+del+cambio+climatico%2C+en+las...-a0193835291>
45. Costa Jr C., Wollenberg, E., Benitez., Newman, A. R., Gardner, N., and Bellone, F. (2022). Roadmap for achieving net zero emissions in global food systems by 2050. *Scientific Reports* 12:15064. Recuperado de: Roadmap for achieving net-zero emissions in global food systems by 2050 | *Scientific Reports* (nature.com)
46. Dávila, R. (2020). Papel de la mecanización en el desarrollo agrícola. Caracas, ANIH Comisión de Agricultura. (No publicado).
47. Delahaye, Olivier (2020). La cuestión agraria, la producción agroalimentaria y la apropiación de la tierra y del trabajo en Venezuela. *Agroalimentaria* (Mérida, ULA) 26 (50): enero – junio 2020. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/1992/199264891011/>
48. Delgado, F. (2006). Una propuesta metodológica para evaluar la vocación de uso de las tierras rurales. Mérida (Venezuela), Universidad de Los Andes, Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT).
49. Depablos, Á.L.A. (2009). Sistemas de Producción con bovinos de carne. Maracay, UCV, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Animal. Recuperado de: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Clase_III.pdf.
50. Díaz-Levi, P. (2022). El problema con los suelos: un mundo vivo, desconocido y muy desprotegido., *Dívalo ahí digital* Recuperado de: <https://digaloahidigital.com/art%C3%ADculo/problema-los-suelos-mundo-vivo-desconocido-muy-desprotegido>.
51. Dickson, Mario R. (2015). Características y Funcionamiento. Supervisión y Control. BOLPRIAVEN. Caracas, Ministerio de Finanzas, Comisión Nacional de Valores. (Presentación en Power Point). Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/394108628/Caracteristicas-y-Funcionamiento-de-Bolpriaven>.
52. Dixon, J. and A. Gulliver with D. Gibbon. (2001). *Farming Systems and Poverty: Improving Farmers' Livelihoods in a Changing World*. FAO & World Bank, Rome, Italy & Washington, DC, USA. Recuperado de: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/126251468331211716/farming-systems-and-poverty-improving-farmers-livelihoods-in-a-changing-world#:~:text=http%3A//documents.worldbank.org/curated/en/126251468331211716/Farming%2Dsystems%2Dand%2Dpoverty%2Dimproving%2Dfarmers%2Dlivelihoods%2Din%2Da%2Dchanging%2Dworld>.
53. Duque Corredor, Román J. (2015). *Adriani: Terruño, Obra y Legado*. Cuadernos Adrianistas 1(1): 29-56. Caracas. Recuperado de: <https://isbn.cloud/9789806970090/adriani-su-terruno-su-obra-su-legado/>.
54. Elizalde, G., Viloria, J. y Rosales, A. (2007) *Geografía de Suelos en Venezuela* (Capítulo 15). Fundación Empresas Polar Geo Venezuela. Caracas. (Tomo 2 Medio Físico y Recursos Ambientales). Recuperado de: https://bibliofep.fundacionempresaspoler.org/media/1016/gv_t2_c15_p402_537_lres_single_preview.pdf.
55. FAO (2011). *Iniciativa de la FAO sobre el alza de los precios de los alimentos. Guía para políticas y acciones programáticas a nivel de país abordar los altos precios de los alimentos*. Roma. Recuperado de: https://www.fao.org/fileadmin/templates/worldfood/Reports_and_docs/IFSP_Guia_para_medidas_inmediatas_a_nivel_nacional_-es.pdf.
56. FAO (2018). *Transformar la Alimentación y la Agricultura para alcanzar los ODS. 2030 acciones interconectadas para guiar a los encargados de tomar decisiones*. Roma. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/65e7524f-9f38-4e3c-b98c-e25a45737800/content>.
57. FAO (2019 b). *Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales. Documento de orientación*. Roma. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/def3baab-d313-4158-9741-deb4418ad3ce/content>.
58. FAO (2020). *Marco estratégico de la FAO para 2022-2031*, Roma, Italia. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4fed2669-64fe-48c7-8a8e-379e02da4b8d/content>.
59. FAO, MAFAP. (2010). *Monitoring and Analyzing Food and Agricultural Policies*. Recuperado de: <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/448019/>
60. FAO. (2019 a). *Early Warning Early Action report on food security and agriculture* (April–June 2019). Rome. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5fcc9645-ab2b-43c8-b451-a6704a655bb1/content>
61. FAO. (2021). *Climate-smart agriculture case studies 2021 – Projects from around the world*. Rome. Recuperado de: <https://doi.org/10.4060/cb5359en>.
62. FEDEAGRO (2022). *Declaración de Mérida. Bases para el Despegue del Sector Agrícola*. Recuperado de: <https://fedegro.org/wp-content/uploads/2022/08/Declaracion-de-Merida-Def.pdf>.
63. Ferrando, P. A. (2015). *Asociatividad para mejorar la competitividad de pequeños productores agrícolas. Análisis Científicos* (Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina) 76 (1):177-185 . Recuperado de: <https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.779>
64. Flores, M. P., y Navarro, E. Y. (2017). *Efectos del cambio climático en los recursos hídricos. Un análisis de la experiencia en Venezuela*. *Novum Scientiarum* (Barinas, UNELLEZ) 2(4):45-55. Recuperado de: <https://core.ac.uk/reader/277658320>
65. Fundación Polar. (2004). *Mapa generalizado de disponibilidad de tierras agrícolas en Venezuela*. Caracas. Recuperado de: https://bibliofep.fundacionempresaspoler.org/media/1016/gv_t2_c15_p402_537_lres_single_preview.pdf

66. Ganga-Contreras, F., Díaz-Barrios, J., y Borjas, C. (2020) Políticas de Generación de Recursos Financieros en la Universidad Pública Venezolana Interciencia, vol. 45, núm. 4, pp. 176-182, 2020. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/339/33962993002/html/>
67. García, M. D. (2018). Cómo funciona el estricto control de cambios en Venezuela y por qué derogan ahora la ley que lo regula- BBC News Mundo. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-45052996>.
68. Giraldo, R., Quiceno, Á. Valencia, F (2011). Una salida ética a la crisis ambiental. Recuperado de: <https://revistas.unilivre.edu.co/index.php/entramado/article/view/3397>
69. Global Forest Watch (2021) La pérdida de bosques se mantuvo obstinadamente elevada en 2021. Recuperado de: <https://www.globalforestwatch.org/blog/es/data-and-research/datos-globales-de-perdida-de-cobertura-arborea-2021/>.
70. Gómez, A. A. (2013). Recensión del libro: Jiménez P., Jesús (2010). Comentarios a Ley de Tierras y Desarrollo Agrario. 2da edición actualizada. Barquisimeto, Librería J. Rincón G. 391 pág. Revista de Derecho y Reforma Agraria, Ambiente y Sociedad. (Mérida, ULA). No. 39: 153 -167. Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/40642/articulo7.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
71. Gonzalves P.V. (2017). Evidencias agroecológicas para la agricultura del futuro. Trabajo de Tesis Universitat Miguel Hernández. 127 p. Recuperado de: <https://dspace.umh.es/bitstream/11000/4481/1/TD%20Gonzalvez%20Perez%2C%20Victoriano.pdf>
72. Indeed. Orientación Profesional (2023). Qué hace un ingeniero agrónomo, guía de estudios y profesión. Recuperado de: <https://www.indeed.com/orientacion-profesional/como-encontrar-empleo/que-hace-ingeniero-agronomo>.
73. Martínez-Gamiño, M.Á., Osuna, C. E.S., y Espinosa, R. M (2019). Impacto acumulado de la agricultura de conservación en propiedades del suelo y rendimiento de maíz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.10. núm.4. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n4/2007-0934-remexca-10-04-765.pdf>
74. Mi carrera universitaria Ingeniero Agrónomo: ¿Qué es?, funciones, perfil y más. Recuperado de: <https://micarrerauniversitaria.com/c-ingenieria/ingeniero-agronomo/>
75. Ministerio de Educación (2020). “Fortalecemos Valores, Principios y Virtudes”, Unidad Especializada de Formación Continua UNEFCO, Tarija. Bolivia. Cuaderno de Formación Continua No. 1. Recuperado de: https://www.unodc.org/documents/bolivia/Cuaderno_de_Formacion Continua_1.pdf.
76. Oliveira-Miranda, M.A., Huber, O., Rodríguez, J.P., Rojas-Suárez, F., Hernández-Montilla, M. y Zambrano-Martínez, S. (2010). Riesgo de Eliminación de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela. Pp: 108-208. En: Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas, Venezuela. Recuperado de: <https://ecosistemasamenazados.org/>.
77. Pacheco A., C., Aguado, S., I. y Mollicone, D. (2011b). Dinámica de la deforestación en Venezuela: análisis de los cambios a partir de mapas históricos. Interciencia, 36(8), 578-586. Recuperado de: https://www.academia.edu/16565967/Din%C3%A1mica_de_la_deforestaci%C3%B3n_en_Venezuela_an%C3%A1lisis_de_los_cambios_a_partir_de_mapas_hist%C3%B3ricos
78. Pacheco, A.C., Aguado, S.I., Mollicone, D. (2011a) Las causas de la deforestación en Venezuela: un estudio retrospectivo. BioLlania Edición Esp. 10:281-292. Recuperado de: https://www.academia.edu/16565926/Las_causas_de_la_deforestaci%C3%B3n_en_Venezuela_Un_Estudio_Retrospectivo
79. Piñeiros, M.L. (2021) El Valor del Agua Boletín de la UICN. Recuperado de: <https://www.iucn.org/es/news/america-del-sur/202103/el-valor-del-agua>.
80. Pretty, J et al. (2010). The top 100 questions of importance to the future of global agriculture, International Journal of Agricultural Sustainability, 8(4). 219–236. doi: 10.3763/ijas.2010.053. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/233511478_The_top_100_questions_of_importance_to_the_future_of_global_agriculture
81. Quevedo, C.R.I (2019) La agricultura venezolana y su crisis actual. Boletín 45. de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (Venezuela). Recuperado de: [BOLETIN_45.pdf](https://www.academia.edu/16565926/BOLETIN_45.pdf) ([acading.org.ve](https://www.academia.edu/16565926/BOLETIN_45.pdf))
82. Quevedo, C.R.I (2020). La Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en el marco de la educación universitaria. Esta publicación es auspiciada por la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat y la Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Recuperado de: <http://saber.ucv.ve/handle/10872/21707?mode=full>.
83. Rodríguez, A.G., Mondaini, A. O., y Hitschfeld, M. A. (2017). ¿Qué es la bioeconomía y cuál es su grado de desarrollo en América Latina y el Caribe? CEPAL. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42427-bioeconomia-america-latina-caribe-contexto-global-regional-perspectivas>
84. Sánchez P. L (ed) (2022). Cambio climático y sus efectos en la agricultura, [en línea]. Disponible en: Boletín INIA n° 463 Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA La Platina/ Ministerio de Agricultura. Santiago de Chile. Recuperado de: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/1deaf6f90-b2f1-4f01-ae0e-1d50488791c7/content>
85. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2008). La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo. Montreal, 56 p. Recuperado de:

- <https://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf>.
86. Timmer, p. (1997). Tendencias de la agricultura en la era de la globalización: una visión prospectiva. COMUNICA. Año 2, núm. 7: 40-50. Recuperado de: https://bibliofep.fundacionempresaspoler.org/media/1377879/geov_a_mn_010.pdf
 87. Uribe, B.E. (2015) El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1.
 88. UTW (2021). El cambio climático y la agricultura: Cómo nos afecta. Madrid, España. Recuperado de: <https://www.utw.es/el-cambio-climatico-y-la-agricultura-como-nos-afecta/>.
 89. Via Campesina (2011.) La agricultura campesina sostenible puede alimentar al mundo. Yakarta, febrero de 2011. Recuperado de: www.viacampesina.or.
 90. Wikimedia. Cambio climático y agricultura. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Cambio_clim%C3%A1tico_y_agricultura. Consulta del 5 de mayo 2023.
 13. Universidad de Sonora Ingeniero Agrónomo, Facultad Interdisciplinaria de Ciencias Biológicas y de Salud. (2019) <https://agricultura.unison.mx/codigo.html>.
 14. Universidad de Wageningen. <https://www.wageningenur.info/generales/>.
 15. Universidad Federal de Viçosa. <https://www.ufv.br/>.
 16. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://www.lamolina.edu.pe/>.
 17. Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) Decanato de Docencia Descripción de la carrera – Ingeniería Descripción de la carrera de Ingeniería Agronómica., <http://docencia.unet.edu.ve/Departamentos/DptoAgricultura.php?ac=3>

7.3. Páginas web

7.3.1. Universidades e institutos docentes.

1. College of-Agricultural-and-Environmental-Sciences/. Universidad de Reading <https://www.reading.ac.uk/>.
2. Instituto Federal Suizo de Tecnología <https://ethz.ch/en.html>
3. Tecnológico de Monterrey <https://tec.mx/es>
4. Universidad Autónoma de México. <https://www.unam.mx/>.
5. Universidad Católica de Chile. <https://www.uc.cl>.
6. Universidad de Agricultura de China. <https://www.hzau.edu.cn/>
7. Universidad de Buenos Aires. <https://www.agro.uba.ar/>.
8. Universidad de California Davis. <https://www.mastermaestrias.com/universidades/Estados-Unidos/University-of-California-Davis>.
9. Universidad de Campinas. <https://www.feagri.unicamp.br/portal/es/>.
10. Universidad de Cornell. <https://cals.cornell.edu/>.
11. Universidad de Juárez, Durango, México. Facultad de Agricultura y Zootecnia, perfil de egresado y plan de estudio ingeniero agrónomo en Fruticultura. <http://faz.ujed.mx/fruticultura.htm>.
12. Universidad de São Paulo. <https://www5.usp.br/>.
1. https://ecosistemasamenazados.org/files/libro_rojo_ecosistemas_terrestres_Venezuela.pdf
2. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5d85a726-91df-47f2-b986-9970261a1ed4/content>
3. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/def3baab-d313-4158-9741-deb4418ad3ce/content>
4. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/19568>
5. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7408>
6. <https://revistas.unilivre.edu.co/index.php/entramado/article/view/3397>
7. <https://studyinchinas.com/es/university/universidad-de-agricultura-de-china/>
8. <https://www.facebook.com/hojarasca.culturaorganica/photos/a.940601902619591/3127421810604245>
9. <https://www.fao.org/agroecology/database/detail/es/c/893011/>
10. https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/red-iagro/2019/minagri-alcance/Lima/FAO_agricultura_conservaci%C3%B3n.pdf
11. <https://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=6182>
12. <https://revistas.unilivre.edu.co/index.php/entramado/article/view/3397>.
13. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/391d19d2-d63c-4ba6-a3ff-955ffe36780e/content>
14. <https://digaloahidigital.com/articulo/el-problema-con-los-suelos-un-mundo-vivo-desconocido-y-muy-desprotegido.html> .
15. https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num3_art.267.
16. <https://www.redalyc.org/journal/339/33962993002/html/>.

**PRONUNCIAMIENTOS, DECLARACIONES
Y COMUNICACIONES DE LA ACADEMIA**

DECLARACIÓN DE LA ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT SOBRE LOS EFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES EN LA CORDILLERA Y EN LOS LLANOS OCCIDENTALES

Las lluvias torrenciales que han azotado recientemente las zonas rurales de Mérida, Táchira y Trujillo han provocado no solo una catástrofe humanitaria, sino también una pérdida profunda del tejido territorial y cultural de esta región andina, de valor incalculable para la identidad venezolana. Viviendas de arquitectura vernácula, centros poblados históricos, infraestructuras locales y paisajes modelados por generaciones han sido destruidos o gravemente alterados por la fuerza de las aguas.

La reconstrucción de esta vasta región no puede entenderse simplemente como una operación técnica de reparación de daños. Debe ser, por el contrario, una recomposición consciente del territorio, que atienda no solo a su dimensión física, sino también a su dimensión simbólica, cultural, comunitaria y productiva. La memoria colectiva —expresada en formas de habitar, en trazas urbanas, en materiales y en relaciones de convivencia— es un recurso vital para reconstruir con sentido, con arraigo y con visión de futuro, reconociendo, por un lado, los valores autóctonos que hacen únicos a nuestros estados andinos, y aprovechando, por otro, la oportunidad para corregir problemas arrastrados desde hace tiempo y prever respuestas más resilientes frente a futuros eventos similares.

Es urgente activar una respuesta articulada que aporte ideas innovadoras, basadas en experiencias previas de reconstrucción post desastre y adaptadas a la realidad venezolana; discursos críticos y propositivos que superen

visiones improvisadas o meramente tecnocráticas; herramientas metodológicas que permitan diagnosticar con precisión los daños, reconocer los valores patrimoniales y paisajísticos perdidos, e incorporar a las comunidades como agentes activos del proceso; así como espacios de formación, debate y acompañamiento, probablemente de la mano de universidades y autoridades estatales y municipales afectadas, que fortalezcan capacidades locales y fomenten una cultura del cuidado y la prevención en todos los niveles educativos.

Reconstruir sin memoria sería reconstruir en el vacío. Por eso, proponemos que la intervención en los Andes venezolanos sea también una oportunidad para reivindicar el valor del territorio como palimpsesto de historia, cultura y vida compartida. La Academia no puede permanecer al margen de esta necesidad; al contrario, está llamada a encarnar una responsabilidad ética y cívica ante el país, contribuyendo con pensamiento crítico, saber acumulado y compromiso público a la recomposición justa, integral y digna de nuestros territorios.

La Academia continuara haciendo evaluación y seguimiento de la catastrófica situación presentada y formular las recomendaciones correspondientes.

Dado en el Palacio de las Academias Nacionales, en Caracas, a los 08 días del mes de julio del año 2025.

La Junta de Individuos de Número, reunión N° 328/25

DECLARACIÓN SOBRE LA GOBERNANZA EN LA GESTIÓN DEL AGUA POTABLE EN VENEZUELA

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, en su misión de concebir ideas y divulgarlas a los distintos niveles del Estado y de las demás organizaciones de la sociedad venezolana; estando conscientes de la problemática existente a nivel nacional en el suministro de agua potable; habiendo identificado en algunos sectores del país, experiencias positivas de gobernanza, hace esta declaración con el fin de promover caminos que faciliten mejoras en la gestión de dicho servicio.

El concepto de gobernanza hace referencia a todos los procesos de gobierno, instituciones, procedimientos y prácticas mediante los que se deciden y regulan los asuntos que atañen al conjunto de la sociedad. En el enfoque de gobernanza se asume que para la resolución de distintas problemáticas sociales se puede llegar a un consenso, basado en la idea de unos intereses y definiciones compartidas sobre el bien común.

En relación a la situación actual del servicio de abastecimiento del agua potable se considera como fuente de información la publicación del Observatorio Venezolano de Servicios Públicos (OVSP) de un estudio del 17 de febrero de 2024, que recoge los datos de doce ciudades del país, donde se califica de manera negativa la calidad del servicio de agua. Los principales motivos de esta calificación negativa son la falta o intermitencia del suministro y la presencia de residuos en el agua; con estos resultados se infiere el alto nivel de disfuncionalidad que tiene el servicio. Ante este panorama de deficiencias, en algunos estados del país, la sociedad civil decidió constituirse en una comunidad organizada y establecer interacciones con la institución hídrica mediante la gobernanza y así, ejercer la presión necesaria ante los organismos competentes para lograr importantes soluciones.

La sociedad organizada, en interacción conjunta con la autoridad hídrica, genera un espacio de ideas aceptadas y pactadas que conllevan a una buena gobernanza para lograr activar decisiones que garanticen un buen servicio y planes de desarrollo que permitan la sustentabilidad y la sostenibilidad de los acueductos.

La participación ciudadana, en el caso venezolano, se fundamenta en los artículos 62, 118 y 132 de la Constitución de 1999, en la Ley Orgánica de los Consejos comunales y en la

Ley Orgánica del Poder Popular, pero específicamente con relación al servicio de agua potable y abastecimiento, se fundamenta en la Ley Orgánica para el Servicio de Agua Potable y Saneamiento (Lopsaps, 2001), la cual establece la conformación de Mesas Técnicas de Agua (MTA) como organizaciones comunitarias de base para atender las necesidades de las poblaciones rurales y urbanas afectadas o excluidas del servicio de agua potable. Se han identificado diversas modalidades de participación, entre ellas:

- De comunidades organizadas por medio de Mesas Técnica de Agua en alianzas con Hidrolara (como Gente del Agua Carabali, Gente Sedienta del Este y mesa técnica de Colinas de Santa Rosa, en Barquisimeto y Cabudare; Estado Lara).
- Por medio de organizaciones no gubernamentales (como Acción Campesina, con sede en Los Teques), que promueven la participación de los afectados en la implementación de mejoras en sus acueductos.
- Comunidades que, a pesar de las múltiples gestiones realizadas no reciben agua de Hidroven pero que, por sus características específicas o su tradición, administran su propio acueducto comunitario: (Asociación de Propietarios y Residentes de la Urbanización Miranda APRUM, en Caracas).

La adecuada gestión del agua potable fundamentada en la gobernanza es una necesidad de vital importancia y de urgencia para todos los venezolanos, por lo que la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat preocupados por la situación actual en el funcionamiento de este servicio, hace un llamado a Hidroven y a sus instituciones afiliadas, a Corpoelec y a todos los organismos responsables, a fortalecer la estructura y funcionamiento de las experiencias de gobernanza existentes en el país, promover la organización comunitaria en los diferentes estados y asumir una política pública de gobernanza, que permita garantizar un servicio de agua potable adecuado a las necesidades de la población. La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, ratifica su voluntad de colaboración en lo que sea apropiado para la implementación de las recomendaciones propuestas.

Dado en el Palacio de las Academias Nacionales, en Caracas, a los 9 días del mes de septiembre del año 2025.

La Junta de Individuos de Número, reunión N° 330/25

EL ROL DEL ESTADO EN EL DESARROLLO NACIONAL

Comisión de Desarrollo Nacional ANIH
27 Julio 2025

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, dentro de su objetivo de cooperar en la definición y estrategias específicas públicas y orientaciones al sector privado, relacionadas con el desarrollo de las competencias vinculadas a la ingeniería, la arquitectura y al urbanismo prevista en los planes y programas nacionales y sectoriales, según su Ley de creación, considera conveniente fijar su posición con respecto al rol del Estado en la reconstrucción y el desarrollo nacional.

El desarrollo de un país, orientado a la realización personal de sus habitantes actuales y futuros, es un proceso complejo que abarca el crecimiento económico sostenido, el bienestar social, y la protección del ambiente y de los recursos naturales.

En este proceso pueden distinguirse dos grandes actores: el Estado y la Sociedad Civil. Esta última reúne a los ciudadanos y a sus organizaciones no pertenecientes a las estructuras del Estado.

El estilo de desarrollo rentista petrolero que prevaleció en el país por cerca de un siglo se agotó, dando paso a la crisis socioeconómica que afecta a Venezuela desde hace varias décadas. Ello hace apremiante diseñar un nuevo estilo de desarrollo post petrolero, que supere la crisis y permita impulsar el bienestar de la población y el crecimiento económico.

El rol del Estado

En la construcción de un proceso de desarrollo auténtico y sostenible, el Estado tendrá responsabilidades fundamentales, centradas en la promoción, sustentación y regulación del proceso, manteniendo un rol esencialmente subsidiario y regulatorio.

En el ámbito financiero y económico, el Estado tendrá la responsabilidad de establecer políticas fiscales y monetarias orientadas a estabilizar la economía, cumplir funciones regulatorias del mercado, estimular la inversión privada, tanto interna como externa, y velar por una más justa distribución de la riqueza. Asimismo, el Estado apoyará el desarrollo económico del país mediante la creación de infraestructura y la facilitación de servicios de apoyo. El Estado deberá tener una participación relevante y prioritaria, en el fomento del desarrollo científico, tecnológico y de la innovación.

En el marco de funciones relacionadas con la producción, distribución y comercio de bienes y servicios, el Estado asumirá un rol subsidiario, interviniendo solo en aquellos aspectos que los privados no podrán atender. Antes bien, debe contribuir con la mayor amplitud posible, en la

promoción, fortalecimiento y expansión de todo tipo de emprendimiento lícito, que contribuya a generar ingresos, crear puestos de trabajo justamente remunerados y aportar al bienestar de las familias.

En el ámbito de lo expuesto, la participación del Estado en el desarrollo económico se realizará mediante la definición y adopción de políticas públicas que incentiven la incorporación a la actividad económica de ciudadanos y sus organizaciones. Estas políticas estarán reforzadas con la adopción y ejecución de programas que den soporte a la actividad, particularmente aquellos relacionados con la dotación de infraestructura y de otros bienes y servicios de carácter público.

El desarrollo social es un componente esencial del desarrollo nacional. El Estado tiene la responsabilidad de garantizar, con participación del sector privado, el acceso equitativo a servicios básicos de educación, salud, vivienda y protección social.

Garantizar que el desarrollo sea ambientalmente sostenible, también requiere la participación activa del Estado. El desarrollo económico y social debe armonizar con los recursos naturales y el ambiente, asegurando el bienestar de las generaciones futuras. Proteger los recursos y reducir o evitar la contaminación ambiental exige el establecimiento de políticas favorables y medidas de regulación por parte del Estado.

En el caso de Venezuela, el Estado ha desempeñado históricamente un rol protagónico, particularmente en la actividad económica, interviniendo de diversas maneras en el proceso de producción y comercio de bienes y servicios, así como en la captación, utilización y distribución de rentas derivadas de la explotación de hidrocarburos y otros recursos naturales.

Como consecuencia directa de la hipertrofia del Estado en el proceso económico, la participación de la iniciativa privada no sólo ha sido limitada, sino que ha enfrentado dificultad para consolidarse, manteniendo, en buena parte, distintos niveles de dependencia del Estado, todo lo cual se ha visto fuertemente acentuado en las últimas décadas.

Relación del Estado con la Sociedad Civil

El sector público y la sociedad civil, constituida por ciudadanos y sus instituciones, son interdependientes. Deben establecer una sinergia, complementándose y fortaleciéndose mutuamente.

El Estado debe establecer el marco adecuado para la participación y el empoderamiento de los ciudadanos. La participación del sector privado en la economía es fundamental para el crecimiento económico del país. La proliferación de empresas económicamente viables contribuye directamente a la generación de empleos e ingresos, mejorando así la calidad de vida de los ciudadanos. Las empresas privadas pueden liderar el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos que den impulso a la competitividad. La inversión privada nacional y extranjera es fundamental para suplir los requerimientos financieros de programas claves en infraestructura, tecnología, salud, educación y otros, asegurando su rentabilidad.

La capacidad de intervención financiera del Estado para impulsar el crecimiento económico es muy limitada. Para que las inversiones estén acordes con las necesidades, deberán provenir mayoritariamente del sector privado doméstico y foráneo.

Por su parte, la sociedad civil deberá asumir un rol determinante en la supervisión y el control de las acciones de los poderes públicos, y tener voz y presencia activa en las iniciativas locales y en las decisiones que la afectan. Deberá velar por la transparencia en la administración de los recursos públicos y exigir la presentación de cuentas sobre su utilización y manejo.

Principales áreas y modalidades de intervención del Estado en el desarrollo

En su responsabilidad de estabilizar la economía y promover la inversión privada, el Estado podrá recurrir a políticas fiscales y monetarias. Estas políticas incluyen: la regulación de impuestos, el gasto público y la intervención indirecta de las tasas de interés por la autoridad monetaria. Un sistema fiscal eficiente puede redistribuir la riqueza de manera más equitativa y garantizar que los recursos se utilicen de la manera más eficaz.

La participación del Estado en la promoción del desarrollo económico a través de políticas públicas y programas que incentiven el crecimiento puede manifestarse en intervenciones como las siguientes:

- Inversión en infraestructura, carreteras, puentes y sistemas de distribución de agua, fundamentales para apoyar el desarrollo industrial y agrícola; así como la provisión de servicios de apoyo;
- Creación de facilidades y estímulos al desarrollo industrial, mediante parques tecnológicos e incentivos fiscales para atraer inversiones en sectores de alta tecnología y manufactura avanzada.
- Promoción e inversiones en investigación, en el fomento del desarrollo tecnológico, en la expansión y el mejoramiento de la educación técnica y superior.
- Garantizar una educación de calidad y decididamente inclusiva donde todos los ciudadanos tengan acceso a la misma en condiciones de igualdad. Por otra parte, debe

universalizarse la educación continua y la actualización profesional.

- Garantizar el acceso de toda la población a servicios de salud de calidad. En tal sentido, realizará y promoverá inversiones en infraestructura sanitaria y en programas orientados a la prevención y tratamiento de enfermedades. También garantizará el Estado los programas de seguridad social destinados a enfrentar pobreza, desempleo y otros problemas de exclusión social.
- La sostenibilidad ambiental no podrá lograrse sin una activa participación del Estado. En primer lugar, deberá afrontar el reto de la transición energética. Esto implica la promoción de energías verdes, mediante incentivos fiscales, subsidios y apoyo tecnológico; y la regulación de la producción y consumo de combustibles fósiles. Asimismo, el Estado deberá implementar políticas y medidas para la conservación y el uso racional de los recursos naturales, sea con fines industriales, agrícolas, mineros u otros. Además de instrumentos regulatorios, el Estado deberá fomentar la educación y la conciencia ambiental de la población.

Consideraciones finales

Como consecuencia de la adopción del nuevo rol del Estado en función del desarrollo nacional, se desprenden algunas exigencias inmediatas:

- Reducción sustancial en el tamaño del Estado
- Reactivación de un proceso de descentralización económica, administrativa y política del Estado
- Urgencia de un proceso de racionalización del exagerado parque de empresas públicas existentes en la actualidad, de acuerdo con un orden de prioridades, mediante su reestructuración, su privatización total o parcial o su eliminación. Especial atención deberán recibir los casos de PDVSA y de las industrias básicas de Guayana.
- Privatización de empresas del Estado mediante un proceso abierto, transparente y controlado.
- Devolución de empresas privadas en manos del Estado por vía expropiatoria, a sus legítimos propietarios en términos y condiciones establecidas por una legislación específica.
- Profesionalización de la gerencia pública dentro de pautas meritocráticas y de promoción del talento.
- Fomento del desarrollo científico, tecnológico e innovación como actividad prioritaria del Estado.
- Política pública de promoción del cambio cultural de la población, especialmente con relación a la conciencia ciudadana de responsabilidad personal y social.
- Implementación de una eficiente campaña para controlar la corrupción administrativa.
- Ejecución de una enérgica política de comercio internacional para expandir los mercados
- Recuperación de la autonomía del Banco Central de Venezuela.

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 Infraestructura¹

RESUMEN

En el marco del programa Visión 2050 de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, el presente documento contiene el análisis, desarrollo y evaluación prospectiva elaborado por la Comisión de Infraestructura para las áreas de transporte, energía eléctrica, edificaciones, abastecimiento de agua y saneamiento ambiental y desastres originados por las amenazas naturales.

Una vez definidos los objetivos sectoriales se identificaron los indicadores de cada temática con el fin de cuantificar la situación inicial y definir los valores meta a alcanzar para el año 2050. A continuación, se identificó el universo de variables y actores relevantes o determinantes asociados a cada uno de los temas, los cuales fueron posteriormente seleccionados para un análisis prospectivo global. Del análisis de las variables y de los actores con el apoyo de los programas MICMAC y MACTOR, se definieron las estrategias requeridas para el alcance de los objetivos de desarrollo sostenible y resiliente definidos.

El proceso de interacción de los integrantes de la Comisión de Infraestructura durante la elaboración de la prospectiva permitió formular las conclusiones y recomendaciones que en general se asocian a la necesidad de inventariar, evaluar y rescatar obras inconclusas, mejorar y mantener las existentes y ejecutar obras de interés prioritario para el bien común, cuyos detalles han sido especificados en el presente documento.

ABSTRACT

Within the framework of Vision 2050, developed by the National Academy of Engineering and Habitat, this document contains the analysis, development, and prospective evaluation conducted by the Infrastructure Commission for the areas of transportation, electric power, buildings, water supply and environmental sanitation, and disasters caused by natural hazards.

Once the individual objectives were defined, the indicators for each topic were identified to quantify the initial situation and define the target values to be achieved by 2050. The universe of variables and relevant or determining actors associated with each theme was then identified and subsequently selected for a comprehensive prospective analysis. From the analysis of the variables and actors, with the support of the MICMAC and MACTOR programs, the strategies required to achieve the defined development objectives were defined.

The interaction of the members of the Infrastructure Commission during the preparation of the prospective allowed for the formulation of conclusions and recommendations that are generally associated with the need to inventory, evaluate, and rescue unfinished constructions, improve and maintain existing ones, and execute projects of priority interest for the common good, the details of which have been specified in this document.

Palabras clave: Infraestructura, indicadores, prospectiva, variables, actores, estrategias

Keywords: Infrastructure, indicators, prospective, variables, actors, strategies

I. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente documento está orientado a establecer los fundamentos para la definición de una visión general del área de infraestructura sobre la Venezuela que aspiramos tener dentro de un lapso de 30 años. En este sentido, se plantea la necesidad de consolidar un sistema nacional y regional sostenible que integre áreas metropolitanas, ciudades intermedias y centros poblados, dotado de redes de comunicación terrestre, aérea y acuática eficientes. Asimismo,

debe garantizar el acceso a servicios de agua, energía, internet, gas, saneamiento ambiental y sistemas de prevención y mitigación de impactos de desastres naturales. Todo ello con el propósito de impulsar un desarrollo económico y social sostenible, respaldado por una infraestructura de servicios que asegure a toda la población una alta calidad de vida y el pleno desarrollo de sus capacidades, en coherencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

¹ Trabajo fue coordinado por Michael Schmitz y realizado por los siguientes miembros de la Comisión de Infraestructura: Sonia Bello, Oladis Troconis de Rincón, Riad Bujana Saldivia, Carlos Rodríguez Álvarez, Daniel Salcedo R., Nicolas España y Michael Schmitz. Además, ayudaron en la elaboración de los objetivos y de los índices: Wagdi Naime y., Eduardo Páez Pumar y Sergio Marín.

En el seno de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), este proceso prospectivo se inició en el año 2022 con la definición de los objetivos relacionados con las diferentes comisiones que la integran, siendo el presente documento el correspondiente a la Comisión de Infraestructura.

El referido proceso de tipo prospectivo implicó la identificación y valoración de los indicadores relacionados con los objetivos de infraestructura, lo cual a su vez requirió el análisis de la situación actual y la definición de las metas a ser alcanzadas en correspondencia con los estándares internacionales. Esta fase del proceso resultó ser una de las más complejas por la dificultad del acceso a datos oficiales y a los factores que han llevado a la situación actual con su particularidad demográfica motivada por una fuerte reducción de la población residente.

Sobre la base del análisis de los indicadores de las temáticas inherentes a la Comisión de Infraestructura previamente indicadas, se identificó el universo de variables y actores asociados a cada uno de los temas.

Dada la complejidad de variables y actores identificados, se seleccionaron aquellas consideradas relevantes para un análisis prospectivo global. Una vez valorada la posición de las variables y finalizado el análisis de los actores con el apoyo de los programas MICMAC y MACTOR, se derivaron las estrategias de acciones y decisiones correspondientes para el cumplimiento de los objetivos.

La insuficiencia y en algunos casos falta total de información básica para el análisis de los indicadores, representó la principal limitación para la elaboración del documento, por lo cual su desarrollo ameritó en buena medida, el aporte de la experiencia de los integrantes de la Comisión de Infraestructura y su interacción durante la prospectiva hacia el 2050.

La estrategia prospectiva, entendida esta como el estudio sistemático del futuro, se anticipa a los cambios y las tendencias emergentes para poder influir en el curso de los acontecimientos, incorporando mecanismos para el monitoreo continuo de los indicadores clave y la capacidad de ajuste. Se enfoca en los objetivos estratégicos de desarrollo del país y en específico en los objetivos relacionados a la infraestructura, determinados en una primera fase. En el presente documento se detalla el análisis prospectivo descrito previamente y se formulan las conclusiones y recomendaciones inherentes.

II. CONTRIBUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA A LA VENEZUELA DEL AÑO 2050

VISIÓN GENERAL - LA VENEZUELA QUE ASPIRAMOS TENER

Contar con un sistema nacional y regional sostenible de áreas metropolitanas, ciudades intermedias y centros poblados, con adecuadas redes de comunicaciones terrestre, aérea y acuática;

así como con sistemas de abastecimiento de agua, de energía, de internet, de gas, de saneamiento del ambiente y de mitigación de impactos de desastres originados por amenazas naturales, que le permitan un desarrollo económico y social sostenible y resiliente. Igualmente contar con una infraestructura de servicios que garantice, a toda su población, una elevada calidad de vida y el pleno desarrollo de sus capacidades

OBJETIVO GENERAL

Alcanzar niveles adecuados de disponibilidad, calidad y capacidad operativa en infraestructura de comunicaciones y transporte; accesibilidad y movilidad; provisión de agua, saneamiento y protección ambiental; edificaciones para servicios básicos; vivienda apropiada para toda la población e infraestructura de líneas vitales y servicios públicos, con el fin de asegurar el bienestar de la población, su progreso y el pleno desarrollo del potencial de las nuevas generaciones, en una Venezuela donde se atiendan con equidad a todos los núcleos humanos, sin establecerse diferencias de servicios fundamentales entre ciudades grandes, intermedias y pequeñas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Transporte

Disponer de una infraestructura moderna para transporte de carga y pasajeros, con amplia cobertura y en permanente transitabilidad, como soporte a la actividad económica, a la integración, a la inclusión social y al desarrollo armónico del territorio.

Abastecimiento de agua

Asegurar la capacidad de suministro continuo de agua potable para consumo humano, a la totalidad de los centros poblados del país. Disponer de una infraestructura pública y privada suficiente para dotar a la superficie que requiera riego para su aprovechamiento integral. Asegurar el suministro continuo de agua para satisfacer los requerimientos de la actividad industrial y la descentralización territorial de dicha actividad.

Abastecimiento de energía eléctrica

Asegurar la capacidad de suministro de energía continua a la totalidad de los centros poblados del país. Disponer de una infraestructura pública, privada y mixta suficiente para dotar de energía a todas las áreas de la nación, incluyendo las rurales para alcanzar 100 % de grado de electrificación del país. Asegurar la generación, distribución y suministro continuo de energía para satisfacer los requerimientos tanto de la población como de todas las actividades productivas; apuntar a la descentralización territorial del abastecimiento de energía.

Abastecimiento de gas

Asegurar el abastecimiento de gas doméstico e industrial de forma sostenible, reduciendo la presión sobre otros recursos energéticos y garantizando tanto las necesidades básicas de los hogares como las productivas de los sectores económicos.

Edificaciones, viviendas y otras instalaciones

Garantizar a la población la disponibilidad de las edificaciones e instalaciones necesarias para su acceso a servicios fundamentales de vivienda, educación y salud, así como para el acceso a un hábitat confortable y seguro que permita su desarrollo sostenible. Contar con adecuados procedimientos que permitan construir viviendas y otras edificaciones de acuerdo con el ambiente de exposición, garantizando además las inspecciones frecuentes que aseguren su vida en servicio.

Saneamiento ambiental

Garantizar, en todos los centros urbanos, las instalaciones de drenaje de aguas pluviales y el tratamiento y la disposición de aguas servidas, para proteger la vida y la salud de los habitantes, así como sus emprendimientos y bienes. Garantizar, a los centros urbanos, la recolección periódica de desechos sólidos y su correcta y apropiada disposición, incluyendo el tratamiento y reciclaje de estos desechos.

Desastres originados por amenazas naturales, mitigación de daños y recuperación

Disponer de un inventario de amenazas y mapas de las áreas del país susceptibles a desastres y de un sistema y una eficiente red nacional de observatorios y registros hidrometeorológicos y de sismicidad.

Servir y contribuir como marco de referencia en destacar la necesidad de: proyectar, construir y mantener las obras y operaciones de protección y mitigación, en las áreas susceptibles a ser afectadas por desastres; y de manera prioritaria obras de recuperación y/o reubicación en las que ya han sido afectadas. Desarrollar sistemas y protocolos eficientes, dotados con instalaciones, equipos adecuados y personal debidamente entrenado y capacitado, para enfrentar situaciones de desastre causadas por fenómenos tales como: sismos, tsunamis, tormentas, inundaciones, aludes torrenciales, deslizamientos de tierra, hundimientos y otros tipos de eventos de carácter geológico/geotécnico, así como aquellos debidos a la mala calidad de las construcciones.

Disponer de un diagnóstico completo (amenazas identificadas y caracterizadas regionalmente, edificaciones y otros elementos expuestos, vulnerabilidades, susceptibilidades y riesgos asociados - amenaza matemática de las pérdidas esperadas -, capacidades, competencias, herramientas y equipos disponibles) que permitan atender, apropiadamente, la seguridad de los habitantes, así como las líneas vitales, con acciones correctivas, prospectivas y reactivas. Todos estos estudios y acciones deben priorizarse y mapearse en sistemas de información geográficos (SIG) adecuada y profesionalmente.

Mantener debida- y oportunamente informada a la población sobre amenazas, vulnerabilidad y riesgos, así como la creación o ampliación de sistemas de alerta y evacuación en casos de emergencias, entrenamiento de la población a través de simulacros y otros medios para actuar antes, durante y después de la ocurrencia de eventos catastróficos. Prestar especial y debida atención en la acción, desarrollo y consecuencias del cambio climático que actualmente afecta al planeta, dado a su indiscutible papel e importancia en problemas relacionados con el aumento de nivel del mar, el incremento del número y la intensidad de las lluvias, tormentas, huracanes, tornados; así como los incendios forestales, la desertificación, erosión y salinización de grandes extensiones del territorio en todos los continentes.

INDICADORES SELECCIONADOS Y METAS RELEVANTES AL 2050

Comunicaciones y transporte

El grupo de indicadores técnicos sobre obras y sistemas de transporte, como los son los ferroviarios, portuarios y aeroportuarios se ha establecido bajo el esquema de altos estándares de calidad, eficiencia y atención de la demanda nacional e internacional en forma competitiva al comparar con otros sistemas y otros países del entorno. Lamentablemente, resulta muy difícil contar con la información requerida, lo que ha dificultado la definición de los indicadores actualizados.

Transporte ferroviario

Se adoptó la metodología RAM (por sus siglas en inglés: reliability, availability, maintainability, respectivamente), la cual se utilizó como herramienta de análisis para medir la calidad de un sistema. Se analizaron los sistemas ferroviarios existentes en Venezuela: 1. Sistema Ferroviario Central Ezequiel Zamora I (Caracas-Cúa), 2. Sistema Ferroviario Centro Occidental Simón Bolívar (Puerto Cabello-Barquisimeto-Yaritagua-Acarigua), 3. Sistema de uso exclusivo para actividades mineras en Guayana (CVG y PEQUIVEN), 4. Sistemas urbanos (Metro de Caracas y Los Teques, Maracaibo, Valencia).

Objetivos específicos: Garantizar la disponibilidad y la calidad de un sistema ferroviario con la prestación de un buen servicio y alcanzar un óptimo rendimiento de los ferrocarriles urbanos y extraurbanos con buena capacidad, fiabilidad, mantenibilidad, eficiencia y seguridad.

Indicadores: Densidad adecuada de vías férreas con relación a la extensión territorial de la nación con capacidad para mover carga comercial y para el transporte de pasajeros en rutas extraurbanas y en zonas urbanas con indicadores que ubiquen a Venezuela al menos a la par de países del entorno latinoamericano.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Densidad de línea ferroviaria nacional (no urbanas)	Longitud total de líneas férreas (km-ruta) dividido entre el área de la nación en	¿5 x 10-3 km/km2? (1,2)	8,7 x 10-4 km/km2
Total de pasajeros transportados en un año multiplicado por la distancia media recorrida	millones de pasajeros-kilómetro	¿8.000 millones de pasajeros-kilómetro? (1)	1.424 millones de pasajeros-kilómetro
Total de toneladas transportadas en un año multiplicado por la distancia media recorrida.	millones de toneladas-kilómetro	¿8.000 millones de toneladas-kilómetro?	108 millones de toneladas-kilómetro
Total de pasajeros transportados por los sistemas tipo Metro, en un año, multiplicado por la distancia media recorrida.	millones de pasajeros-kilómetro	¿6.000 millones de pasajeros-kilómetro? (3)	1.541,1 millones de pasajeros-kilómetro

Fuentes: (1) Gerencia general de desarrollo ferroviario del IFE. (2) Informes oficinas CVG, Sidor y Bauxilum.

(3) Gerencia de planificación de la C.A. Metro de Caracas. Informes de las compañías Metro de Valencia y Metro de Maracibo.

Aeropuertos

Venezuela cuenta con más de 400 aeródromos entre aeropuertos nacionales, internacionales, pistas de aterrizaje privadas o públicas y de uso militar. Actualmente el país cuenta con 12 aeropuertos internacionales que tienen operaciones intermitentes, sin vuelos comerciales, y 16 aeropuertos que están actualmente inactivos. La falta de implantación de nuevas tecnologías y estándares de seguridad operacional, en los aeropuertos internacionales y nacionales de Venezuela ha generado una degradación en la calificación de seguridad a

Categoría 2 por parte de la Administración Federal de Aviación (FAA), por tener una infraestructura aeroportuaria sin innovaciones y sin garantizar la sostenibilidad del servicio.

Objetivos específicos: Tener suficiente capacidad, seguridad, eficiencia y calidad de servicio de pasajeros y de carga nacional e internacional aérea.

Indicadores: Flujo de pasajeros y de carga nacional e internacional.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Porcentaje de Estados con aeropuerto comercial nacional	% Estados con aeropuertos	100% (1)	58%
Porcentaje de regiones que cuentan con al menos un aeropuerto internacional activo	% Regiones con aeropuerto internacional	100% (2)	75%
Movilización anual de pasajeros internacionales	Pasajeros internac. /	1,4 (2)	0,035
Movilización anual de carga internacional	Mtkm / M habitantes	1600 (56,3) (2)	2,88 (0,1)

Fuentes: (1) INAC; (2) Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)

Puertos

El conocimiento de los indicadores permite la evaluación de los puntos débiles en comparación con otros países y puertos de referencia internacional, así como planificar las mejoras y establecer metas a futuro. A nivel mundial, el transporte marítimo ha seguido un crecimiento acelerado, conllevando mayor demanda sobre los servicios ofrecidos por el puerto e impactando también en la concepción en sí de los puertos comerciales.

Venezuela tiene 3.726 km de costas entre playas e islas y cuenta con lagos y ríos navegables. Posee 25 puertos que son de carga general y 6 son puertos contenerizados.

El sistema de conectividad de carga marítima representa el grado de conexión del país con el resto del mundo a través de las rutas marítimas que arriban al mismo y determina en qué medida los países están conectados a las redes mundiales de transporte marítimo. El indicador más resaltante es el que estima los cinco componentes fundamentales del sector del transporte marítimo: el número de buques, su capacidad para transportar contenedores, el tamaño máximo de los buques, el número de servicios y el número de empresas que implementan buques portacontenedores en los puertos de un país.

El sistema de navegación marítima nacional por cabotaje implica establecer la modalidad de transporte que moviliza cargas y pasajeros entre puertos dentro de un mismo país, utilizando la costa y las vías fluviales nacionales. Este sistema fomenta la integración y la conectividad interna, optimizando la logística y reduciendo costos para el comercio local al ofrecer una alternativa de transporte eficiente y sostenible.

Se establecieron indicadores sobre la capacidad instalada y sobre el flujo de carga internacional. Estos indicadores evalúan si se cuenta con suficiente oferta de servicio portuario, aspirando establecer valores de manera de estar a la par de otros países latinoamericanos y en concordancia con las grandes áreas marítimas disponibles en Venezuela para la interconectividad y transporte de carga internacional.

Objetivos específicos: Garantizar la operatividad de los puertos de alta capacidad para el manejo de la carga nacional e internacional y su conectividad.

Indicadores: Se establecen indicadores sobre la capacidad instalada y sobre flujo de carga nacional e internacional y la conectividad de la carga marina. Los indicadores evalúan capacidad, eficiencia e interconexión (internacional e interna), divididos en indicadores generales y

por mercancía. Se evalúan las dimensiones de la capacidad instalada y operativa, destacando el número, dimensiones de puertos, número de terminales y las longitudes de atraque por terminal. También es necesario manejar la base de datos de las operaciones (diarias o mensuales y anuales) como número y

tipo de contenedores, tiempo para descargas, etc., pero también la interconexión de la carga con los sistemas de transporte terrestre.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Capacidad operativa, medido en número de contenedores	TEUS / M habitantes	250 mil; (8,8) (1)	92 mil (3,2)
Total de puertos fluviales habilitados para el comercio	No.		
Área habilitada para operaciones portuarias comerciales	Ha / M habitantes	1000 (1) (1)	437 (0,015)
Determina en qué medida los países están conectados a las redes mundiales de transporte marítimo	% conectividad	70% (2)	11%
Número total de contenedores equivalentes a 20 pie	TEUS / M habitantes	8,5 mm (299) (2)	170 mil (5,9)

Fuentes: (1) <https://www.bolipuertos.gob.ve/>; (2) Datos del Banco Mundial a través de Containerisation International Online <https://datos.bancomundial.org/indicador/>

Transporte urbano y carreteras:

Los indicadores seleccionados evalúan la sostenibilidad y eficiencia del transporte público, enfocándose en datos cómo salario mínimo, número de viajes y la tarifa, que impacta la capacidad de subsistencia del usuario y si la oferta de viajes colectivos satisface la demanda. Además, se consideraron los patrones de viaje interurbano en relación con la distancia y la calidad de la infraestructura vial (autopistas, carreteras, puentes y viaductos), diferenciando tipos de carreteras según su uso y estado.

Objetivos específicos: Garantizar la disponibilidad de carreteras de diferente orden para el desplazamiento de personas y carga.

Indicadores: Disponibilidad de carreteras de diferente orden.

Los diferentes tipos de carreteras se clasifican en asfaltadas y no asfaltadas, de acuerdo con la demanda en volúmenes de tránsito y las características del viaje, comerciales o turísticas.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Total longitud de vías asfaltadas en el país	km	43047	35362
Autopistas y troncales	km	15140	12448
Vías locales	km	15750	12938
Vías agrícolas	km	12157	9987

Transporte colectivo urbano

Objetivos específicos: Debe garantizarse el transporte urbano e interurbano de suficiente cantidad que cubra la demanda a una tarifa operable con respecto al salario mínimo.

Indicadores: Indicador sobre la tarifa operable de acuerdo con su salario mínimo apropiado, las oportunidades de viajes y la longitud de vías pavimentadas respecto a la población y al territorio.

Índice sobre la tarifa operable urbana que deberán usar los usuarios del transporte público urbano para subsistir: Este indicador sobre la tarifa operable que deberán utilizar los usuarios urbanos para poder sustentarse y trasladarse a sus obligaciones diarias de acuerdo con su salario mínimo apropiado. $T = (10\% \times \text{salario mínimo}) / N^{\circ}$ de viajes máximo

[al mes (120)]. La relación tarifa y salario mínimo, se basa en la tasa que representa el 10% promedio mundial del salario mínimo, que requiere el usuario para poder trasladarse mensualmente y poder continuar su vida diaria.

Índice de oportunidades de viajes por transporte colectivo urbano: corresponde al Factor Social de Pasajeros y Unidades, Oferta/Demanda, que siempre deberá ser mayor o igual a 1, lo contrario se refiere al déficit apreciable de la oferta de unidades que exige una demanda de usuarios.

Índice de viajes por carreteras interurbanas: es un indicador relacionado con población y kilómetros. De tal manera concierne a la cantidad de kilómetros de la vía que requiere un usuario de transporte para trasladarse de un origen hacia un destino, todos los días del año y cuanta periodicidad requiera para satisfacer su traslado deseado con calidad de movilidad.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Población con acceso a transporte público urbano de calidad respecto al total de población urbana	%	100%	22,5%
Índice sobre la tarifa operable urbana	% del salario mínimo	10%	1%
Índice de oportunidades de viajes por transporte colectivo urbano	Oferta/Demanda	> 1	<1
Índice de viajes por carreteras interurbanas	km / usuario	86768	74441

Abastecimiento y administración de agua doméstico, industrial y para riego

Agua potable doméstico:

Objetivos específicos: Satisfacer la demanda de agua potable de alta calidad y suministro continuo a la población, garantizando una distribución equitativa y a costos accesibles para toda la población con sistemas eficientes que minimicen el impacto al ambiente.

Indicadores: Se elaboró un conjunto de indicadores de agua y saneamiento, los cuales tienen como objetivo evaluar la cobertura y la calidad del agua potable, para el riego y las industrias. Hasta la fecha se dispone únicamente de datos sobre la cobertura en términos del suministro de agua potable, su

calidad y continuidad, tanto a la población rural como a la población urbana respecto a la población total.

Índice de cobertura de Agua Potable: Este indicador se expresa como el porcentaje de cobertura del suministro de agua potable, tanto a la población rural como a la población urbana respecto a la población total.

Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua referente de la presión sobre las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales del país que contrasta con las pérdidas físicas en la red de distribución y pérdidas comerciales. Asimismo, la continuidad del servicio que expresa el porcentaje de horas al día en las cuales las empresas suministran agua.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Índice de cobertura de Agua Potable (IAP): poblados con servicio continuo respecto al total de poblados	%	100 (1)	93
Hogares con suministro continuo respecto al total de hogares	%		
Hogares sin conexión a instalaciones de agua potable respecto al total de hogares	%		
Hogares rurales sin conexión a instalaciones de agua potable respecto al total de hogares rurales	%		
Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL)	%		
Índice de Agua No Contabilizada (IANC)	% pérdida / total		
Índice de Continuidad (IC)	% horas de servicio / día		

Fuente: (1) Grupo Orinoco

Agua para riego:

Objetivos específicos: Satisfacer la demanda de agua para riego considerando las condiciones hídricas de las cuencas, impulsando tecnologías de riego eficaces que generen ahorros de agua, mayor productibilidad agrícola, sostenibilidad ambiental y reducción de costos.

Indicadores: Superficie equipada con infraestructura de riego sobre total de superficie regable y disponibilidad de agua.

El Índice de Aridez, es una característica cualitativa del clima, que identifica las áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial. El Índice de Retención y Regulación Hídrica, mide la cantidad de humedad que pueden retener las cuencas. El Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVH), permite identificar el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua.

Agua para la industria:

El Índice del Uso del Agua, corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores, en un período determinado (anual, mensual) y por unidad espacial de cada subzona hidrográfica y cuencas abastecedoras de acueductos en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales

Objetivos específicos: Satisfacer la demanda continua de agua para industrias en función de las cuencas hidrográficas.

Indicadores: Industrias con servicio continuo de agua vs total de industrias.

Otras fuentes de agua:

La desalinización del agua de los mares puede suplir a las zonas costeras el agua para el consumo humano, la agricultura y otras actividades productivas.

Energía eléctrica

La organización e infraestructura relacionadas con el abastecimiento de energía deben estar orientadas a garantizar el acceso a los servicios energéticos, tanto de la población, como de los proveedores de servicios básicos, la industria y demás entes de producción de bienes y servicios. Así mismo se debe garantizar la operatividad, administración, mantenimiento, sostenibilidad y crecimiento de los elementos que intervienen en la dotación y servicio en la provisión de energía suficiente, continua y de calidad.

Objetivos específicos: Se deberá garantizar la provisión y acceso a los servicios energéticos de la población conforme con los objetivos del desarrollo sostenible y la infraestructura deberá garantizar la operación sustentable de los elementos y organización que la integran. En tal sentido es

necesario distinguir los indicadores según los siguientes conceptos:

Indicadores: 1. Los indicadores relativos a la capacidad, seguridad, consumo, relacionados con el sistema de abastecimiento de energía. La protección del medio ambiente, la seguridad industrial del personal, seguridad física de la infraestructura eléctrica, su operación continua, confiable, accesible en costos y el mantenimiento.

2. Indicadores y/o condiciones que obedecen a la provisión de servicios energéticos en niveles apropiados de acuerdo con las necesidades de la población, industria, proveedores de bienes y servicios

3. Indicadores relativos a la infraestructura necesaria para garantizar la calidad, operatividad, confiabilidad, sostenimiento y crecimiento del sistema de abastecimiento, tomando en cuenta las necesidades de la población y de funcionamiento del país, como lo es la Gerencia y gestión del sistema de abastecimiento de energía.

4. Indicadores relativos al sano crecimiento del sistema de abastecimiento, tomando en cuenta las necesidades de desarrollo del país y su proyección en el tiempo como son el mantenimiento y la generación de estadísticas sobre crecimiento: la población, la industria y los suplidores de servicios. Además, considerar fundamentalmente el desarrollo de las labores de planificación necesarias para acometer nuevos proyectos en todos los ámbitos del sector de abastecimiento de energía y la gestión de planes de financiamiento.

Abastecimiento de energía

Objetivos específicos: Abastecimiento satisfactorio de energía en centros urbanos y rurales e industrias y comercios.

Indicadores: Centros urbanos y rurales e industrias y comercios con suministro continuo de energía eléctrica.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Centros urbanos, sector residencial u otros usos con suministro continuo de energía eléctrica vs total centros urbanos	%		
Poblados rurales con suministro de energía eléctrica vs total de poblados rurales sector social	%		
Industrias con acceso a red eléctrica vs total de industrias	%		
Demanda de energía eléctrica de actividad industrial vs generación total de electricidad	%		85.86 (2012)
Comercios con acceso a red eléctrica vs total de comercios	%		
Capacidad de generación instalada / total de capacidad requerida (necesidades de consumo)	%		
Capacidad de Generación vs Capacidad no disponible	Capacidad Promedio disponible/Capacidad Indisponible (%)		40.03
Generación disponible vs Demanda de Generación	%		96.28 (2013)
Consumo energético total anual por habitante	kWh / habitante		4.300.52 (2012)
Consumo de energía por usuario residencial	kWh/Usuario		5926 (2012)
Consumo de energía por usuario no residencial	Usuario		74.76 (2012)
Indicadores de Desempeño Energético (IDEns) por sectores de actividad	%		
Consumo energético total anual por habitante (indicadores globales)	kWh / habitante		1.937.75 (2011)
Indicadores de Desempeño Energético (IDEns) por sectores de actividad	%		
Energía no facturada/Energía neta Generada	%		33.40 (2012)

Infraestructura energética, generación, distribución y administración

Objetivos específicos: Garantizar la calidad, operatividad, confiabilidad, sostenimiento y crecimiento del

sistema de abastecimiento, tomando en cuenta las necesidades de la población y de funcionamiento del país.

Indicadores: Existencia de planes y protocolos de operación, mantenimiento y sistemas de medición precisos.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2012 Valor
Cobertura de los sistemas de transmisión y distribución respecto al total requerido	%		
Proporción de energía renovable respecto al total de energía generada	%		63.93
Existencia de planes y protocolos de operación, mantenimiento y sistemas de medición precisos	%		
Existencia de sistemas de medición precisos	%		
Existencia de sistemas de medición digitales	%		
Cobertura de los sistemas de facturación	%		
Cumplimiento de los tiempos de respuesta	%		
Interrupciones del Sistema Eléctrico mayores a 100 MW	No. de fallas por mes		23.00
Total energía eléctrica no servida	Total energía no servida (GWh)		173.00
Potencia total interrumpida mayor a 100 MW	Potencia promedio interrumpida (MW)		3,521.00
Tiempo promedio de restablecimiento del servicio	Tiempo promedio de restablecimiento (hh-min)		33-03
Energía firme vs energía requerida	% de energía firme/energía total requerida		
Frecuencia media	Frecuencia media de la red/frecuencia de diseño de la red		
Carga media de la red	Carga media de la red/carga de diseño para cada región y circuitos		

Mantenimiento de planes de crecimiento y proyección en el tiempo

Objetivos específicos: Garantizar el sano crecimiento del sistema de abastecimiento, tomando en cuenta las necesidades de desarrollo del país y su proyección en el tiempo.

Indicadores: Periodos con estadísticas sobre servicios sostenibles a los diferentes sectores e incorporación de energías limpias.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2012 Valor
Periodos con estadísticas sobre servicios	Años		8.00
Estadísticas sobre proyecciones de crecimiento	Años		8.00
Numero de convenios y estudios sobre investigación sobre energías limpias	Número		
Rata de crecimiento de la infraestructura y mejora de la tecnología	Tasa de crecimiento		

Edificaciones, viviendas y otras instalaciones de equipamiento urbano

Viviendas: Existe un 38% de viviendas sin estructura portante, es un extremo vulnerable o potencialmente vulnerable frente al sismo y a fallas del terreno. A esta vulnerabilidad estructural de las viviendas de mampostería de bloques, hay que agregar los factores de vulnerabilidad del entorno, esto es equivalente a un poco más de un millón de hogares que habitan en sectores declarados de alto riesgo. De tal manera, se concluye que el 47 % de las viviendas del país es vulnerable a sismos u otras amenazas naturales. El 51 % de los venezolanos está expuesto a condiciones de alta y muy alta

vulnerabilidad ante las amenazas naturales (ENCOVI 2019-2020).

Objetivos específicos: Garantizar la disponibilidad de edificaciones de viviendas para satisfacer los requerimientos de la población. Aumentar la relación de viviendas aptas respecto al total de viviendas en áreas urbanas, no sujetas a riesgos frente a sismos, inestabilidades del terreno, aludes torrenciales, inundaciones, contaminaciones y, en general, situaciones de desastre causadas por fenómenos naturales.

Indicadores: Viviendas seguras (aptas) que permiten el acceso a un hábitat confortable y seguro.

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

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Viviendas aptas respecto a total de viviendas	%	A determinar	53%

Edificaciones de salud: El sector salud en Venezuela vive una profunda crisis humanitaria. Entre los problemas más acuciantes se encuentran: la disponibilidad de hospitales con camas efectivas y eficientes, y todos los establecimientos de salud con equipamiento e instalaciones mecánicas (aire acondicionado, ascensores), industriales (gases medicinales, calderas, esterilización, líneas de vacío, plantas eléctricas), disposición de desechos y materiales y servicios esenciales (electricidad y agua) continuos y con instalaciones de emergencia para atender a la población, inclusive durante situaciones de desastre. Con una planta física funcional, accesible y con ambientes humanizados, libres de riesgos y contaminaciones.

Objetivos específicos: Garantizar a la población la disponibilidad de edificaciones equipadas, eficientes y en buen estado de mantenimiento, en cantidad suficiente para cubrir a la población directa y a la referida de otras regiones y prestar servicios en los diferentes niveles de atención que corresponda. Garantizar la sustentabilidad de su funcionamiento.

Indicadores: El principal indicador de las edificaciones de salud es su capacidad física que indica la cobertura poblacional en número de camas de hospitalización operativas establecida por la OPS/OMS en 3 camas/1.000 hab. para países en vía de desarrollo. Otro indicador significativo es la mortalidad infantil, que es reflejo de la deficiencia en los servicios y de la atención pre y post natal.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Capacidad de hospitalización en camas operativas por 1000 habitantes.	Camas operativas / 1000 Hab.	3	0,9 (2)
Muertes antes del primer año de vida por cada 1000 nacimientos vivos	No. muertes / 1000 nac.	menor a 12	25,12 (1)

Fuente: (1) ENCOVI 2019-2020, MPPS 2021; (2) Banco Mundial

Edificaciones educativas: El análisis de referencias y fuentes acerca del tema ha indicado, hasta el momento, una importante ausencia de datos. Para la selección de los indicadores se buscó atender dos del área de infraestructura a través de la disponibilidad y condiciones físicas de las edificaciones para la enseñanza de preescolar (3-5 años), primaria (edades entre 6 y 11 años), media (edades entre 12 y 17 años), educación superior (18-24) como indicador de

cobertura, y la asistencia escolar en términos de la matrícula para los determinados grupos etarios.

Objetivos específicos: Garantizar a la población la disponibilidad de las edificaciones de educación.

Indicadores: Edificaciones de educación en condiciones óptimas para el acceso a los servicios de educación a la población joven y cobertura de asistencia escolar.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Planteles educativos de educación básica, media y diversificada en buenas condiciones	% edificaciones en buenas condiciones de uso	100%	15,50%
Asistencia escolar población de 3 a 17 años 87% asiste (preescolar, educación básica, media y diversificada)	% población escolar con acceso a los planteles en relación a la población de estudiantes/grupo etario		87%
Asistencia escolar educación técnica y superior grupo etario de 18-24 años	% población escolar con acceso a las instituciones educativas en relación a la población de estudiantes/grupo etario		25%

Fuentes: ENCOVI 2019-2020

Saneamiento ambiental Aguas servidas

Objetivos específicos: Garantizar la dotación de centros urbanos y rurales, así como las industrias con obras de drenaje sanitario satisfactorias, además de plantas de tratamiento.

Indicadores: Los indicadores de saneamiento más importantes son los índices de cobertura poblacional. Además, con la escasa información de indicadores existente, son de los pocos que tienen parámetros de comparación.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Índice de cobertura de Saneamiento urbano (IAS)	%	100	78 (1)
Índice de cobertura de Saneamiento rural (IAS)	%		
Industrias con tratamiento de aguas residuales respecto al total de industrias con aguas residuales contaminantes	%		
Índice de cobertura de Saneamiento y caudales de plantas de tratamiento.	%		
Índice de Control de Caudal en Plantas de Tratamiento (ICCPPT)	%		

Fuentes: (1) Grupo Orinoco

Desechos sólidos

Objetivos específicos: Garantizar, a los centros urbanos la recolección periódica de desechos sólidos y su correcta y apropiada disposición, incluyendo el tratamiento y reciclaje de estos desechos. Desarrollar las infraestructuras apropiadas en los rellenos sanitarios y su equipamiento para el control de sólidos, lixiviados y gases contaminantes; cumplir

con las normas para proyectos y operación de rellenos sanitarios (Gaceta Oficial N° 34.600, 1990).

Indicadores: Índice de cobertura depósitos sanitarios y reciclaje de desechos en centros urbanos de 50 mil habitantes o más que garantizan el servicio de recolección periódica de desechos sólidos y su disposición respecto a total de centros urbanos de esa dimensión.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Índice de cobertura depósitos sanitarios y reciclaje de desechos.	%		

Desastres originados por amenazas naturales, mitigación de daños y recuperación

El territorio de Venezuela está sometido a distintas amenazas por fenómenos naturales por: 1.- El contacto de las placas tectónicas del Caribe y la suramericana, que ha dado origen a sistemas de fallas tectónicas activas a lo largo de las cordilleras de Los Andes y de la Costa. 2.- El variado relieve topográfico con montañas, valles y depresiones, entre otros, con suelos y rocas de distintas edades, origen, naturaleza, que generan grandes movimientos de masa y caída de rocas. 3.- Una red hidrográfica amplia y compleja, con apreciable caudal torrencial cuando ocasionalmente ocurren fuertes y prolongadas lluvias; esta red hidrográfica está complementada con dos grandes lagos: el de Maracaibo y el de Valencia. 4.- Una extensa y variada costa sobre el mar Caribe y el océano Atlántico. Existe un elevado riesgo de desastre debido a la existencia de una gran cantidad de construcciones vulnerables, informales e inclusive formales sin la adecuada orientación técnica, en situaciones que implican un elevado riesgo por sismos, deslizamientos o inundaciones. Como objetivo dentro de la Visión 2050, se espera que ya no existan edificaciones en situaciones de alto riesgo, ante las diversas amenazas. Con tal fin, se procedió a la selección de indicadores representativos y cuantificables que forman parte de una política integral sobre desastres en sus diferentes etapas.

Incluye medidas correctivas, prospectivas, reactivas, preparación, planes de emergencia y EDAN (Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades), formación de capacidades, planes de rehabilitación y reconstrucción.

Debe generarse un conocimiento sobre los riesgos a los cuales está expuesta la población mediante inventarios de ellos al menos en las áreas de alta amenaza. Para ello se requiere de un sistema eficiente de observación que permita identificar y clasificar estas amenazas en coordinación con el sistema de Protección Civil y su dotación con instalaciones y equipos.

Amenazas, vulnerabilidades y riesgos: Los indicadores relacionados con los desastres originados por amenazas naturales, la mitigación de daños y la recuperación de las áreas afectadas deben considerar las capacidades del estado de monitorear los fenómenos naturales que constituyen las amenazas, evaluar la vulnerabilidad ante los diferentes fenómenos naturales y los respectivos riesgos. Para las zonas de mayor amenaza deben desarrollarse estudios de vulnerabilidad y riesgo con el fin de ajustar los planes de desarrollo al riesgo existente. Para ello es urgente la instalación y recuperación de las redes telemétricas hidrometeorológicas y sismológicas, con equipos actualizados y confiables, así como los catálogos periódicos e históricos de acceso público.

Objetivos específicos: Contar con un eficiente sistema nacional de evaluaciones de las diferentes amenazas y vulnerabilidades y los riesgos resultantes, con el fin de reducir el riesgo de desastre de la población.

Indicadores: Sistemas de observación existentes respecto a los deseables e inventarios de las amenazas, vulnerabilidades y riesgos de las zonas potencialmente afectadas.

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

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Estaciones operativas respecto a estaciones deseables para el sistema de prevención de riesgos	%	100	7,5 (1,2)
Inventarios existentes de amenazas respecto a zonas potencialmente afectadas	%	100	38 (1,2, 3, 4)
Sistemas de alerta respecto a zonas con amenaza	%	100	0 (5)
Disponibilidad de mapas de agresividad atmosférica actualizada respecto a regiones susceptibles	%	100	70
Cobertura de estudios de vulnerabilidad en zonas que presentan amenazas	%	100	40 (3, 6)
Cobertura de estudios de riesgo respecto a zonas que presentan amenazas	%	100	15 (3, 6)
Viviendas en condición de alto riesgo con estudios de riesgo respecto al total de viviendas	%	100	0,4 (3, 6)
Edificaciones escolares en condición de alto riesgo con estudios de riesgo respecto al total de edificaciones escolares	%	100	0,6 (6)
Hospitales en condiciones de alto riesgo con estudios de riesgo respecto a infraestructura hospitalaria existente	%	100	1,5 (6)

Fuentes: (1) FUNVISIS, (2) INAMEH, (3) IMF UCV, (4) CIDIAT, (5) Depto Hidromet UCV, (6) IMME UCV

Mitigación del riesgo de desastres: Un punto importante para la valoración de los indicadores y la correspondiente mitigación de los desastres originados por amenazas naturales es la identificación y cuantificación de infraestructura vulnerable ante las diferentes amenazas; deben sustituirse las edificaciones en situación de alto riesgo, comenzando por las líneas vitales e instituciones estratégicas, expuestas a las diferentes amenazas. Para zonas con elevada amenaza por inundaciones generadas por subsidencia (dique de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo) o alza del nivel de agua (dique del Lago de Valencia en el estado Aragua) debe establecerse la pertinencia de nuevas obras de mitigación y las labores de mantenimiento de las obras de protección existentes.

Debe considerarse la importancia de los servicios públicos y líneas vitales: suministro captación, depósito y distribución de agua potable, electricidad, combustibles, gas, vialidad y traslados de emergencia, atención médica y hospitalaria, depósitos de alimentos y medicinas, acueductos, energía, instituciones educativas, museos y edificaciones patrimoniales, telecomunicaciones, instituciones gubernamentales, centros de acopio y reunión, mesas situacionales para la toma de decisiones, triaje, viviendas de emergencia, evaluación de

edificaciones, empresas y terrenos de producción agropecuaria afectados.

Para zonas con amenaza de tsunamis y zonas potencialmente afectadas por el aumento del nivel del mar y otros fenómenos climáticos deben consolidarse las operaciones de protección de la población. Deben definirse el número de obras de retención de sedimentos en zonas amenazadas por aludes torrenciales y el mantenimiento (remoción del material acumulado) de las mismas. Especial atención en cuanto a mantenimiento y reconstrucción requieren las obras de canalización y de retención de sedimentos construidas en el litoral de La Guaira, a raíz de los aludes torrenciales de año 1999.

Objetivos específicos: Proyectar, construir y mantener las obras y operaciones de protección y mitigación, en las áreas susceptibles a ser afectadas por desastres; y de manera prioritaria obras de recuperación y/o reubicación en las que ya han sido afectadas.

Indicadores: Infraestructura y construcciones que contribuyen a la mitigación del riesgo ante desastres.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Infraestructura y líneas vitales en condiciones de alto riesgo que requiere reforzamiento o sustitución respecto a infraestructura existente	%	0	97,7
Infraestructura y edificaciones que se construyen en cumplimiento de las normas de construcción.	%	100	30

Atención a desastres: Los indicadores deben medir la eficiencia y el desarrollo de sistemas y protocolos eficientes para enfrentar situaciones de desastre causadas por fenómenos tales como sismos, tsunamis, tormentas, inundaciones, aludes torrenciales, deslizamientos de tierra y otros, dentro del sistema

de Protección Civil. La dotación con instalaciones y equipos adecuados existentes debe evaluarse respecto a los requeridos para la atención de los desastres. Para ello se recomienda incorporar el tema de los desastres en el currículo escolar desde la educación primaria.

Objetivos específicos: Desarrollar sistemas y protocolos eficientes, dotados con instalaciones, equipos adecuados y personal debidamente entrenado y capacitado, para enfrentar situaciones de desastre causadas por fenómenos tales como: sismos, tsunamis, tormentas, inundaciones, aludes torrenciales, deslizamientos de tierra y otros y mantener debida

y oportunamente informada a la población sobre amenazas, vulnerabilidad y riesgos.

Indicadores: Sistemas y protocolos de atención a desastres e información de la población.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Dotación de personal, instalaciones y equipos para atención de desastres respecto a los totales requeridos	%	100	45
Población adiestrada respecto a población potencialmente afectada	%	100	30

El alza del nivel del mar: Deben establecerse indicadores que permitan visualizar la potencial afectación por efectos del Cambio Climático como alzas de nivel del mar, por anegamiento temporal o permanente, salinización, erosión, etcétera, con el fin de establecer estrategias para la protección y recuperación de las zonas afectadas.

Objetivos específicos: Poner especial y debida atención en la acción, desarrollo y consecuencias del cambio climático.

Indicadores: Alza del nivel del mar como consecuencia del cambio climático.

Indicadores	Unidades	Meta 2050 Valor	Datos inicio 2020 Valor
Porcentaje de sitios identificados por potencial afectación del alza del nivel del mar en los cuales se han adoptado medidas	%	100	0

III. SITUACIÓN ACTUAL. ANTECEDENTES Y TENDENCIAS

La descripción de la situación actual de la infraestructura en Venezuela se apoya en los indicadores que reflejan aspectos críticos (transporte, agua, energía, edificaciones, saneamiento y riesgo de desastres) y su impacto socioeconómico. En un contexto de mucha incertidumbre se priorizaron los datos accesibles y verificables, aunque sean aproximados con el análisis de tendencias futuras y acciones estratégicas programadas para la mejora.

Transporte

Transporte ferroviario: La evaluación del rendimiento se basa en la longitud total de vías en relación con la superficie del país y el volumen de pasajeros y carga transportados anualmente, incluyendo el desempeño de los sistemas de metro.

El sistema ferroviario venezolano requiere garantizar la disponibilidad y calidad del servicio, tanto urbano como extraurbano, con óptima capacidad, fiabilidad y seguridad. Es crucial establecer una densidad adecuada de vías férreas; la situación actual de la cantidad de vías es de aprox. 10^{-5} km-ruta por km². La meta para el año 2050 es de incrementar la cantidad de vías con el fin de satisfacer una demanda respecto a la actual de 5 veces la cantidad de millones de pasajeros-km y de 75 veces la cantidad de millones de toneladas-km en la carga.

Aeropuertos: El transporte aéreo en Venezuela necesita garantizar la capacidad, seguridad, eficiencia y calidad del servicio de pasajeros y carga, tanto nacional como

internacional. Esto implica asegurar un flujo adecuado de pasajeros (actualmente 0,035 pasajeros internacionales / habitante, a aumentarse a 1,4 en 2050) y mercancías (debería multiplicarse aproximadamente por 500), y contar con una red de aeropuertos comerciales y al menos un aeropuerto internacional activo en un porcentaje significativo de estados y regiones, midiendo anualmente la movilización internacional de pasajeros y carga.

También deberán implementarse las acciones previstas en el Plan Nacional de Navegación Aérea 2015-2023.

Puertos: Venezuela debe garantizar la operatividad de sus puertos marítimos y fluviales de alta capacidad para el manejo eficiente de la carga nacional e internacional, asegurando su conectividad, actualmente en un 11%. Esta baja conectividad requiere triplicar la capacidad operativa en TEUs (TEU es el acrónimo de “Twenty-foot Equivalent Unit”), duplicar la superficie total habilitada para operaciones portuarias, y mejorar la conectividad de carga marítima para la integración del país en las redes globales de transporte. Asimismo, es clave aumentar el número total de contenedores internacionales transportados anualmente de 6 mil TEUs / MM habitantes a 300 mil TEUs / MM para el año 2050.

Carreteras: Venezuela, con 3.757,25 km de carreteras por millón de habitantes en 2009, se encuentra un 7% por debajo de Colombia en densidad vial por habitante, situación que evidencia un estancamiento en la construcción de carreteras en Venezuela. Aún con una proyección de aumento del 21% en el kilometraje para 2050, el país ha logrado solo un 8% de incremento en 22 años, una cifra comparable a la diferencia

actual con Colombia. Esto sugiere un rezago significativo en el desarrollo de su infraestructura vial.

Transporte colectivo urbano: El transporte público urbano en Venezuela enfrenta una deuda social del 22%, y como consecuencia es un servicio significativamente deteriorado. Esta situación se agrava por el notorio deterioro de los sistemas metro, evidenciando un déficit crítico de 6.096 autobuses grandes y 5.366 microbuses necesarios para brindar un servicio de calidad en Caracas y el resto del país (Bujana, 1982). El bajo salario mínimo (aproximadamente 1 US\$ / mes) de la clase trabajadora impiden un mantenimiento adecuado de las unidades y hacen inviable el aumento de tarifas. Se aspira como meta para el año 2025 un salario mínimo correspondiente a 750 US\$, con una tarifa que permitiría el adecuado mantenimiento de las unidades.

Abastecimiento de agua doméstico, industrial y para riego

Agua potable doméstico: Para satisfacer la demanda de agua potable de alta calidad y suministro continuo, es crucial medir el porcentaje de cobertura para la población rural y urbana, actualmente en 93% respecto a la cobertura con 54% con servicio continuo y potable. El cual se desglosa mediante el Índice de Cobertura de Agua Potable (IAP), que mide los poblados con servicio continuo, y el porcentaje de hogares con suministro continuo y aquellos con conexión. Se evalúa también el Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL), que refleja la presión sobre la calidad de las fuentes hídricas. Además, se monitorea el Índice de Agua No Contabilizada (IANC) para las pérdidas físicas en la red, y el Índice de Continuidad (IC), que indica las horas de suministro al día, todos estos indicadores sumamente deprimidos.

Agua para riego: Para satisfacer la demanda de agua para riego, considerando las condiciones hídricas de las cuencas y la ubicación descentralizada de las presas, es fundamental evaluar la superficie equipada con infraestructura de riego en relación con la superficie total regable y la disponibilidad hídrica. Para medir esta relación se utiliza el Índice de Cobertura de Riego. Además, se emplean el Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH) para cuantificar la capacidad de las cuencas para retener humedad, y la capacidad de los embalses para riego, que permite estimar la disponibilidad de agua. El Índice de Aridez (IA) permite identificar áreas con déficit o excedentes de agua, mientras que el Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVH) ayuda a prever la fragilidad del sistema hídrico ante eventos climáticos que puedan generar riesgos de desabastecimiento.

Agua para la industria: Para satisfacer la demanda continua de agua para industrias en función de las cuencas hidrográficas, es esencial medir el Índice de Cobertura de Agua para Industrias. Este indicador evalúa el porcentaje de industrias que reciben un suministro continuo de agua en relación con el total. Complementariamente, el Índice del Uso del Agua (IUA) cuantifica la cantidad de agua utilizada por el sector industrial,

comparándola con la oferta hídrica superficial disponible en las subzonas hidrográficas y cuencas de abastecimiento.

Mares y vida submarina: No hay datos específicos sobre la infraestructura actual, proyectos en curso, o la capacidad existente de plantas desalinizadoras en Venezuela en relación con el uso de los mares y la vida submarina como fuente para la desalinización y así suplir la demanda de agua para consumo humano, agricultura y otras actividades productivas.

Energía eléctrica

Abastecimiento de energía: Para lograr un abastecimiento satisfactorio de energía en centros urbanos, rurales, industrias y comercios, es crucial evaluar la continuidad del suministro en todos estos sectores, la cual actualmente presenta muchas interrupciones. Esta precaria situación implica medir el índice de cobertura en áreas urbanas y rurales, así como el acceso a la red eléctrica para industrias y comercios. Se debe garantizar que la capacidad de generación instalada cubra las necesidades de consumo, reflejado en el índice de satisfacción de la demanda industrial. Adicionalmente, el consumo energético total por habitante y los Indicadores de Desempeño Energético (IDEns) por sectores son esenciales para asegurar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.

Infraestructura energética, generación y distribución: Para garantizar la calidad, operatividad y crecimiento del sistema de abastecimiento energético, es fundamental asegurar la existencia de planes y protocolos de operación y mantenimiento, junto con sistemas de medición precisos y digitalizados. Se debe evaluar la cobertura de los sistemas de transmisión y distribución, y aumentar la proporción de energía proveniente de fuentes renovables. La eficiencia de los sistemas de facturación y la tasa de cumplimiento en la corrección de fallas son cruciales para la satisfacción del usuario. Finalmente, es vital monitorear la eficiencia energética y la regulación de la frecuencia y carga para mantener la estabilidad de la red eléctrica.

Mantenimiento de planes de crecimiento y proyección en el tiempo: Para el adecuado crecimiento del sistema de abastecimiento energético, acorde con las necesidades de desarrollo del país a futuro, es esencial mantener estadísticas detalladas sobre la sostenibilidad del servicio y las proyecciones de crecimiento. Además, se debe fomentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y tecnología en energías limpias, lo cual se reflejará en el número de convenios y estudios. Finalmente, para la ampliación de la infraestructura y la mejora tecnológica es crucial que se acompañan con mediciones de su tasa de crecimiento.

Edificaciones, viviendas y otras instalaciones

Viviendas: En Venezuela el 64,3 % de los hogares han sido autoproducidos por la propia gente, lo que incluye las casas existentes en los barrios. Las viviendas autoproducidas duplican las construidas por el sector privado y el gobierno. El número de hogares alojados en ranchos es de 9,7 %. Esto

confirma todos los estudios que coinciden en que la mayor carencia en los barrios no es la casa o la vivienda en sí misma, sino el déficit de servicios públicos y comunales y la vulnerabilidad física-ambiental, social y económica (Cilento, A).

Al menos la mitad de los hogares son vulnerables ante el sismo y otras amenazas, incluyendo agrietamientos, deslizamientos y derrumbes frecuentes. Más alarmante aun: 13,5 % de los hogares (más de un millón de familias) están en zonas declaradas de alto riesgo. 38,4 % no tiene servicio continuo de agua, fallas en el servicio y racionamientos afectan severamente las condiciones sanitarias de la población, esta situación contribuye a empeorar la vulnerabilidad sanitaria y las condiciones de vida; 86,4 % de los hogares tienen servicio eléctrico con interrupciones y apagones frecuentes (ENCOVI, 2015).

Para garantizar la disponibilidad de viviendas que satisfagan los requerimientos de la población, es crucial proveer viviendas seguras y confortables, lo cual implica aumentar la proporción de viviendas aptas en áreas urbanas, actualmente en un 43%. Tales viviendas deben estar libres de amenazas naturales como sismos, inestabilidad del terreno, aludes torrenciales, inundaciones y contaminación, asegurando así un hábitat seguro ante cualquier desastre.

Edificaciones médico-asistenciales: El sector salud en Venezuela atraviesa una crisis profunda, marcada por la escasez de edificaciones de salud operativas, equipamiento insuficiente y la intermitencia de servicios esenciales como electricidad y agua. La falta de mantenimiento ha dejado áreas críticas, como quirófanos y laboratorios, inoperativas debido a la contaminación (Cabrera, 2025).

La capacidad hospitalaria, un indicador clave, ha caído drásticamente. De una capacidad arquitectónica de 42.000 camas, existentes en 1980, solo 17.000 estaban funcionales en 2012 (Oletta, 2013). Esto se traduce en una reducción de 3 camas por cada 1.000 habitantes a solo 0,9 en la actualidad (Banco Mundial, 2025), lo que representa una pérdida estimada de dos tercios de la capacidad operativa; desde entonces la población se ha duplicado y se han construido muy pocos hospitales y de baja capacidad. Los nuevos centros de salud construidos en los últimos 25 años solo aportan unas 3.000 camas de hospitalización temporal, para primeros auxilios y observación corta de 24-48 horas (Oletta, 2012). Villasmil (2025) estima una pérdida del 66% de la capacidad de vida útil debido al deterioro de las instituciones de salud y a la alta mortalidad por atención de salud de mala calidad (Oletta, 2021).

Además, el sistema padece de servicios de apoyo diagnóstico inoperativos, altos índices de desabastecimiento y prácticas corruptas (ENH 2023). La emigración de capital humano es un factor crítico, con Venezuela teniendo 16.6 médicos por cada 10.000 habitantes en 2017, muy por debajo del promedio de 28 para las Américas. El acceso intermitente a agua potable en áreas críticas de hospitales y las fallas eléctricas son problemas

constantes; en julio de 2024, solo el 86% de los hospitales monitoreados reportaron plantas eléctricas funcionales (ENH 2024), y el 43% experimentó fallas de electricidad.

Edificaciones escolares: Para satisfacer las necesidades de la Educación Preescolar, Básica y Media Diversificada, el Estado venezolano ha creado y sostiene el 84,5 por ciento de las escuelas existentes en el país. La última Memoria y Cuenta de Educación (2015) reportaba 30.058 planteles públicos en 2014; sin embargo, desde entonces no hay cifras oficiales actualizadas sobre escuelas activas, nuevas construcciones o sus condiciones reales de infraestructura. De hecho, organizaciones como Fe y Alegría (CFIPJ, 2021) e INE (2020) han reportado cifras decrecientes, indicando una posible disminución en el número de planteles a 24.411 (2017/2018).

Diversas fuentes coinciden en que la mayoría de los planteles carecen de condiciones adecuadas para impartir clases. La titular de Educación (2024) ha reconocido que 20.634 (84.5%) planteles requieren como mínimo algún tipo de reparación. Encuestas de organizaciones como Con La Escuela (2019) detallan la falta de mantenimiento en aspectos como pintura, filtraciones, pisos, techos, y la ausencia de espacios recreativos, comedores y laboratorios.

Cecodap (2020) reportó que el 59% de las escuelas encuestadas sufren daños de infraestructura y fallas eléctricas, y el 54% no tiene acceso permanente a agua potable. Un diagnóstico de El Ucabista (2021) reveló que 3 de cada 10 escuelas carecen de al menos cuatro servicios esenciales como salud (93.7%), internet (85.7%), laboratorios (79.6%), electricidad (69.9%) y agua (56.6%). Adicionalmente, estudios sísmicos recientes (López y Coronel, 2024) identificaron 65 edificaciones escolares en el Área Metropolitana de Caracas con elevada vulnerabilidad sísmica.

En el Plan de Gestión de Riesgos del MCT, se evaluaron unas 12 tipologías constructivas de escuelas y liceos en todo el país (alrededor de unas 28.000), y se elaboró un SIG con la ubicación de estas tipologías y las patologías asociadas (IMME, FUNVISIS, FEDE, 2011).

Aun cuando gran parte de las edificaciones fueron construidas con tipologías modulares por el FEDE, existe una significativa inconsistencia en los datos oficiales y gremiales, lo que impide determinar con exactitud el inventario de edificaciones deterioradas y sin condiciones operativas plenas.

Saneamiento ambiental

Aguas servidas: Se debe garantizar que los centros urbanos y rurales, así como las industrias, estén dotados de obras de drenaje de aguas pluviales y residuales adecuadas, en conjunto con plantas de tratamiento funcionales; se mide mediante el Índice de Cobertura de Saneamiento Urbano (IAS), actualmente en un 78%. El Índice de Cobertura de Saneamiento Rural (IAS), evalúa la población rural con acceso a estos servicios. Para la industria, se utiliza el Índice de Cobertura de Saneamiento en Industrias, que mide el

porcentaje de industrias con tratamiento de aguas residuales. Además, se evalúa la cantidad de ciudades con plantas de tratamiento para recuperación de aguas residuales mediante el Índice de Cobertura de Saneamiento y Caudales de Plantas de Tratamiento, y se verifica la eficiencia de estas plantas con el Índice de Control de Caudal en Plantas de Tratamiento (ICCPT), analizando los flujos de entrada y salida.

Desechos sólidos: Se debe garantizar la recolección periódica y la correcta disposición de desechos sólidos en centros urbanos, incluyendo su tratamiento y reciclaje, lo cual se evalúa mediante la cobertura del servicio en ciudades de 50 mil habitantes o más, en relación con el total de centros urbanos de esa magnitud. El Índice de cobertura de depósitos sanitarios y reciclaje de desechos es clave para medir la gestión integral.

Desastres originados por amenazas naturales, mitigación de daños y recuperación

Diagnóstico de los sistemas de observación y gestión de riesgo en Venezuela: El panorama actual de los sistemas de observación y gestión de riesgo en Venezuela revela deficiencias significativas en infraestructura, inventarios, evaluación de vulnerabilidades y riesgos, así como en la mitigación y atención a desastres.

Observatorios: Los observatorios sismológicos y meteorológicos presentan una marcada escasez de estaciones de registro. De 50 estaciones sismológicas y 100 acelerográficas necesarias, FUNVISIS cuenta con aproximadamente 10 y 0, respectivamente. Las estaciones GPS de FUNVISIS están en 0 de 13 requeridas. Similarmente, INAMEH posee solo alrededor de 140 de 800 estaciones meteorológicas requeridas y ningún radar meteorológico de los 5 necesarios está operativo.

Disponibilidad de inventarios y mapas de amenaza: La situación de los inventarios es variable pero generalmente insuficiente. Los mapas de amenaza sísmica de FUNVISIS están actualizados al 100% (3 de 3), pero la microzonificación sísmica abarca solo el 8% de los municipios con más de 100.000 habitantes. Los mapas de inundaciones por tsunamis cubren un 25% de las regiones costeras. En cuanto a movimientos en masa, se estima un 20% de cobertura para el caso de aludes torrenciales en quebradas de alta amenaza. No hay información disponible sobre mapas de inundaciones e incendios forestales. Los sistemas de alerta para quebradas de alta amenaza son inexistentes (0%). Los mapas de corrosividad atmosférica tienen un avance del 70% en promedio, aunque se necesitaría actualizarlos y extenderlos a todo el país (Centro de Estudios de Corrosión-Universidad del Zulia).

Evaluación de vulnerabilidades: Los estudios de vulnerabilidad muestran avances dispares. Las evaluaciones de vulnerabilidad sísmica de escuelas son del 100% (IMME/FUNVISIS/ FEDE). Sin embargo, la vulnerabilidad de hospitales y edificaciones esenciales es solo del 20%, y los avances en estudios de vulnerabilidad sísmica en zonas de alta

amenaza (15 millones de personas) alcanzan el 40% (cubriendo 6 millones). Los estudios de vulnerabilidad ante movimientos en masa son escasos (5%), en presas un 30% y en estructuras emblemáticas como los diques del Lago de Maracaibo y del Lago de Valencia, un 50%.

Evaluación del riesgo: Los estudios de evaluación del riesgo son escasos. Solo el 10% de los aproximadamente 100 municipios con riesgo sísmico han sido estudiados detalladamente. Los riesgos por tsunami y movimientos en masa se estiman en 25% y 10% respectivamente, siguiendo la disponibilidad de mapas de amenaza. No se consideran otros riesgos como los tecnológicos.

La situación de las viviendas en alto riesgo es crítica. El 60% de las viviendas son informales y carecen de estudios de riesgo (0%). Las edificaciones construidas antes de 1967 en zonas de alta amenaza, que deberían haber sido estudiadas, representan solo un 1% de cobertura en Caracas y Guarenas/Guatire. Para el riesgo ante movimientos en masa, los estudios son puntuales en zonas ya afectadas.

Las edificaciones escolares cuentan con una evaluación general de índices de riesgo (300 edificaciones, que corresponde al 1%), y solo unas 50 tienen evaluaciones detalladas. La evaluación de riesgo de hospitales es también muy baja, aproximadamente 2% de 300 hospitales y 50 de 5000 ambulatorios.

Mitigación y atención a desastres: La mitigación del riesgo puede ser a través de reforzamiento o demolición/sustitución y es insuficiente. Desde 2020, solo 2 de 700 escuelas han sido reforzadas sísmicamente. En cuanto a viviendas en riesgo de deslizamientos, solo se ha intervenido en un % de las aproximadamente 100.000 viviendas en esta situación.

Respecto al cumplimiento normativo en nuevas construcciones, se estima que el 60% son de carácter informal y no cumplen las normativas. Del 40% restante de construcciones formales, se asume que un 25% se verá afectado por la calidad de los materiales y por deficiencias en la inspección, lo cual permite estimar que solo un 30% de edificaciones realmente cumplen las normativas.

En la atención a desastres, aunque existen instituciones como Protección Civil y Bomberos, no hay información precisa sobre su dotación actual. La información y adiestramiento de la población sobre riesgos es de carácter general, y el conocimiento detallado de los riesgos específicos (sísmicos, tsunamis, deslizamientos) depende de programas concretos como inducción en las escuelas, programa “Aula sísmica” o desalojos de tsunami, cuya implementación es limitada.

Alza del nivel del mar: Evaluación de las regiones afectadas por los efectos del Cambio Climático: no existe medida concreta para contrarrestar los efectos del cambio climático en sitios afectados.

IV. ANÁLISIS DE VARIABLES

La comisión determinó como representativas el siguiente conjunto de 19 variables:

Variables internas

- 1- Investigación, innovación y desarrollo de nuevas tecnologías.
- 2- Recopilación, interpretación, manejo, comunicación e interconexión de data estadística y técnica.
- 3- Formación y capacitación del capital humano en áreas técnicas, operacionales, de mantenimiento y gerenciales.
- 4- Evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos. Prevención, mitigación y recuperación de desastres.
- 5- Planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios.
- 6- Normas para el adecuado diseño, supervisión de la implantación, operación, servicio y mantenimiento de las infraestructuras.
- 7- Sistemas sostenibles de construcción y operación, tomando siempre en cuenta el medio ambiente y la ubicación.
- 8- Capacidades gerenciales para garantizar la gestión eficiente y la prestación de servicios óptimos a las comunidades.
- 9- Costos operativos para la rentabilidad, sostenibilidad y capacidad de renovación de infraestructuras y equipamientos.

10- Atención y enlace con las comunidades.

Variables externas:

- 11- Organización y estabilidad, planes, políticas públicas, marco jurídico y recursos del estado.
- 12- Descentralización estableciendo competencias a nivel nacional, estatal y municipal.
- 13- Transparencia en la gestión pública.
- 14- Financiamiento y cooperación, nacional e internacional.
- 15- Participación de la empresa privada y alianzas público-privadas.
- 16- Factores físico-ambientales y amenazas.
- 17- Materias primas, recursos y equipos óptimos. Tecnologías para la construcción y supervisión de las obras.
- 18- Calidad, oportunidad, permanencia y eficiencia de los servicios prestados a la ciudadanía.
- 19- Garantía de seguridad física de las infraestructuras y servicios. Control de riesgos operativos.

Evaluación de las variables

Las 19 variables seleccionadas fueron sometidas al análisis estructural con el software MICMAC de modelado de prospectiva estratégica con el objetivo de obtener la descripción de relaciones entre estas. Un resumen de la ubicación temporal de las variables se incluye a continuación:

Variables	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Claves o estratégicas	4, 5, 8, 11, 14, 18, 19	8, 11, 14, 18, 19	8, 11, 14, 18, 19
Determinantes	9, 12, 13	9, 12, 13	9, 12, 13
Autónomas	6, 7, 10, 15, 16, 17	7, 10, 15, 16, 17	7, 10, 15, 16, 17
de Salida, no relevantes	1, 2, 3	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6

Como puede observarse, para las variables Claves o Estratégicas, las identificadas con los números 8, 11, 14, 18 y 19 se mantienen en esa posición para los tres horizontes temporales mientras que las identificadas con los números 4 y 5 pasan al tipo de Salida o no relevantes a los plazos mediano y largo.

Las variables Determinantes identificadas con los números 9, 12 y 13 mantienen su posición en los tres horizontes temporales.

De las diecinueve variables analizadas, el software MICMAC identificó las diez que tienen mayor incidencia en el logro de los objetivos específicos planteados. La comisión, a criterio consensuado, adicionó la undécima. Estas son, en orden de importancia y a largo plazo:

Posición	N°	Identificación
1	14	Financiamiento y cooperación, nacional e internacional
2	8	Capacidades gerenciales para garantizar la gestión eficiente y la prestación de servicios óptimos a las comunidades
3	19	Garantía de seguridad física de las infraestructuras y servicios. Control de riesgos operativos
4	18	Calidad, oportunidad, permanencia y eficiencia de los servicios prestados a la ciudadanía
5	11	Organización y estabilidad, planes, políticas públicas, marco jurídico y recursos del estado
6	12	Descentralización estableciendo competencias a nivel nacional, estatal y municipal
7	4	Evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos. Prevención, mitigación y recuperación de desastres
8	9	Costos operativos para la rentabilidad, sostenibilidad y capacidad de renovación de infraestructuras y equipamientos

9	5	Planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios
10	13	Transparencia en la gestión pública
11	7	Sistemas sostenibles de construcción y operación, tomando siempre en cuenta el medio ambiente y la ubicación.

Objetivos estratégicos

Los objetivos estratégicos asignados a cada una de las variables seleccionadas se observan en la siguiente tabla, las cuales se sometieron al análisis de actores.

Nº	Variable	Objetivo
4	Evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos. Prevención, mitigación y recuperación de desastres	Evaluación y gestión de desastres (incluye mantenimiento)
5	Planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios	Programar el desarrollo de la infraestructura
7	Sistemas sostenibles de construcción y operación, tomando siempre en cuenta el medio ambiente y la ubicación.	Garantizar la sostenibilidad
8	Capacidades gerenciales para garantizar la gestión eficiente y la prestación de servicios óptimos a las comunidades	Formación de capacidades gerenciales (basada en la profesionalización y meritocracia)
9	Costos operativos para la rentabilidad, sostenibilidad y capacidad de renovación de infraestructuras y equipamientos	Optimizar costos
11	Organización y estabilidad, planes, políticas públicas, marco jurídico y recursos del estado	Bien común
12	Descentralización estableciendo competencias a nivel nacional, estatal y municipal	Gobernabilidad
13	Transparencia en la gestión pública	Transparencia en la gestión pública para maximizar la eficiencia y frenar la corrupción
14	Financiamiento y cooperación, nacional e internacional	Disponer de recursos
18	Calidad, oportunidad, permanencia y eficiencia de los servicios prestados a la ciudadanía	Calidad de vida
19	Garantía de seguridad física de las infraestructuras y servicios. Control de riesgos operativos	Seguridad y control

V. ANÁLISIS DE ACTORES

Proceso de obras públicas de infraestructura y los actores involucrados

Todas las obras públicas de infraestructura requieren de un ciclo integral que abarca desde los estudios iniciales hasta el mantenimiento continuo para su correcto funcionamiento. Cada etapa demanda recursos económicos gestionados por el poder ejecutivo, cuya obtención depende de la confianza del sistema financiero en el gobierno, sus instituciones, el marco legal y la rentabilidad esperada.

Actualmente, las políticas y planes de obras públicas son centralizados, lo cual se considera ineficiente. Los actores clave involucrados son los poderes nacionales (Ejecutivo, Legislativo, Judicial, Contraloría), instituciones (financieras, empresas especializadas y universidades), y la población, que debe informar sus necesidades, controlar impactos ambientales y contribuir a la conservación.

En el caso específico de Venezuela, se enfatiza la necesidad de priorizar la recuperación y el mantenimiento de la infraestructura y servicios públicos existentes antes de iniciar nuevas construcciones. El método empleado requiere de un

más detallado conocimiento, en particular en definir sus verdaderos alcances y limitaciones; así como de un ejemplo práctico que sirva de orientación para su aplicación.

El juego de actores en prospectiva se concentra en los actores que controlan o influyen sobre las variables claves para el futuro del sistema y que surgieron del análisis MICMAC. Las políticas públicas dependen de los siguientes actores:

De los poderes nacionales:

- Ejecutivo.
- Legislativo.
- Judicial.
- Contraloría.

De las instituciones:

- Entidades financieras nacionales y especialmente internacionales (públicas y privadas).
- Empresas especializadas con personal, equipos y tecnología idóneos para realizar los estudios, el proyecto, construcción y mantenimiento de la obra requerida; con el debido control, inspección y supervisión por parte del estado.
- Universidades, para la formación técnica y ética de los recursos humanos ad hoc.

De la población:

- Para informar objetivamente de sus necesidades.

- Efectuar un control social para la prevención de daños al medio ambiente
- Contribuir con su comportamiento en la conservación y mantenimiento de las obras.

En todo caso, el ejecutar un plan de obras de infraestructuras públicas con los recursos económicos disponibles, debe atender un orden de prioridades establecido en función de la necesidad, importancia y urgencia de las obras requeridas. En el caso actual de Venezuela, lo que se debe considerar como prioritario, antes de iniciar la construcción de nuevas obras, es la recuperación y mantenimiento de la infraestructura física y de los servicios públicos.

En el caso que nos ocupa, para la aplicación de la metodología empleada, todos estos factores, que son identificados como actores y variables, tienen un grado de importancia siempre apreciable. Bastaría el ejercicio de eliminar alguno de ellos, para comprenderlo.

Actores identificados:

Los actores identificados fueron los siguientes:

- Universidades / Institutos de investigación
- Poder Legislativo - Asamblea Nacional
- Poder ejecutivo- Presidencia, Vicepresidencia y ministerios
- Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura y de Protección Civil y Bomberos
- Empresas operadoras e Inversionistas
- Empresas especialistas en estudios, proyectos y construcción, equipamiento, ensambladoras y de repuestos y mantenimiento
- Instituciones financieras nacionales e internacionales
- Contraloría de la República. Contraloría social
- Población organizada
- Asociaciones civiles, gremiales y sindicatos

Calificación de los actores según su nivel de influencia y grado de compromiso. Exploración de las relaciones entre actores y su grado de incidencia:

Los 10 actores seleccionados y las 11 variables identificadas como relevantes con el software MICMAC fueron sometidas al análisis con el software MACTOR.

Resultados del estudio:

Del análisis de influencias directas e indirectas entre actores se derivó que los cuatro actores de mayor influencia son 1) el poder Legislativo, 2) el poder Ejecutivo, 3) la Contraloría de la república y 4) la población. En el mismo sentido, los cuatro actores más dependientes son: 1) los Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura y de Protección Civil y Bomberos, 2) la población, 3) el poder Ejecutivo y 4) las universidades.

Con relación a las influencias y dependencias entre actores se derivó como actores de muy alto poder el poder legislativo y la contraloría y como de mediano a alto poder, el ejecutivo y la población.

Del análisis de relaciones de fuerza entre actores se derivó que los cinco actores con mayor fuerza son:

- La Contraloría de la República y la contraloría social
- El poder legislativo
- Las instituciones financieras nacionales e internacionales
- El poder ejecutivo
- La población organizada

Sobre la base de los resultados de la matriz de posiciones valoradas (2MAO), en la siguiente tabla se clasifican los objetivos según el grado de compromiso que muestran los actores para llevarlos a cabo:

Alto compromiso	- Planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios. Objetivo: programar el desarrollo de la infraestructura - Organización y estabilidad, planes, políticas públicas, marco jurídico y recursos del estado. Objetivo: el bien común - Descentralización estableciendo competencias a nivel nacional, estatal y municipal. Objetivo: la gobernabilidad - Transparencia en la gestión pública. Objetivo: la transparencia en la gestión pública para maximizar la eficiencia y frenar la corrupción
Mediano compromiso	- Sistemas sostenibles de construcción y operación, tomando siempre en cuenta el medio ambiente. Objetivo: garantizar la sostenibilidad - Evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos. Prevención, mitigación y recuperación de desastres. Objetivo: evaluación y gestión de desastres (incluye mantenimiento) - Costos operativos para la rentabilidad, sostenibilidad y capacidad de renovación de infraestructuras y equipamientos. Objetivo: optimizar costos - Capacidades gerenciales para garantizar la gestión eficiente y la prestación de servicios óptimos a las comunidades. Objetivo: formación de capacidades gerenciales (basada en la profesionalización y meritocracia)
Bajo compromiso	- Garantía de seguridad física de las infraestructuras y servicios. Control de riesgos operativos. Objetivo: seguridad y control - Financiamiento y cooperación, nacional e internacional. Objetivo: disponer de recursos

	- Calidad, oportunidad, permanencia y eficiencia de los servicios prestados a la ciudadanía. Objetivo: calidad de vida
--	--

De igual manera, sobre la base de los resultados de la matriz de posiciones ponderadas valoradas (3MAO), en la siguiente tabla se clasifican los objetivos según la capacidad que muestran los actores para llevarlos a cabo:

Alta capacidad	- Organización y estabilidad, planes, políticas públicas, marco jurídico y recursos del estado. Objetivo: el bien común - Transparencia en la gestión pública. Objetivo: la transparencia en la gestión pública para maximizar la eficiencia y frenar la corrupción - Planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios. Objetivo: programar el desarrollo de la infraestructura - Descentralización estableciendo competencias a nivel nacional, estatal y municipal. Objetivo: gobernabilidad
Mediana capacidad	- Evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos. Prevención, mitigación y recuperación de desastres. Objetivo: evaluación y gestión de desastres (incluye mantenimiento) - Costos operativos para la rentabilidad, sostenibilidad y capacidad de renovación de infraestructuras y equipamientos. Objetivo: optimizar costos - Sistemas sostenibles de construcción y operación, tomando siempre en cuenta el medio ambiente. Objetivo: garantizar la sostenibilidad - Financiamiento y cooperación, nacional e internacional. Objetivo: disponer de recursos - Capacidades gerenciales para garantizar la gestión eficiente y la prestación de servicios óptimos a las comunidades. Objetivo: formación de capacidades gerenciales (basada en la profesionalización y meritocracia)
Baja capacidad	- Garantía de seguridad física de las infraestructuras y servicios. Control de riesgos operativos. Objetivo: seguridad y control - Calidad, oportunidad, permanencia y eficiencia de los servicios prestados a la ciudadanía. Objetivo: calidad de vida

Compromisos y Capacidades de los actores: en la siguiente tabla se identifican tanto los compromisos como la capacidad de los actores para llevar a cabo y actuar sobre los objetivos

	Compromiso de los actores para llevar a cabo los objetivos	Capacidad de los actores para actuar sobre los objetivos
Alto	- programar el desarrollo de la infraestructura - el bien común - la gobernabilidad - la transparencia en la gestión pública para maximizar la eficiencia y frenar la corrupción	- el bien común - la transparencia en la gestión pública para maximizar la eficiencia y frenar la corrupción - programar el desarrollo de la infraestructura - la gobernabilidad
Mediano	- garantizar la sostenibilidad - evaluación y gestión de desastres (incluye mantenimiento) - optimizar costos - formación de capacidades gerenciales (basada en la profesionalización y meritocracia)	- evaluación y gestión de desastres (incluye mantenimiento) - optimizar costos - garantizar la sostenibilidad - disponer de recursos - formación de capacidades gerenciales (basada en la profesionalización y meritocracia)
Bajo	- seguridad y control - disponer de recursos - calidad de vida	- seguridad y control - calidad de vida

En el rango de alto grado de compromiso y alta capacidad para lograr los objetivos hay correspondencia en los actores.

En el rango mediano de compromiso y capacidad hay coincidencia en los objetivos salvo en el de disponer los recursos (variable financiamiento) para el cual no hay ese nivel de compromiso, pero sí el de capacidad.

En el rango de bajos compromisos y capacidades hay congruencia, salvo en el caso anterior del objetivo “disponer de recursos”

Por otra parte, la coincidencia en posiciones de los actores en las cualidades de Alto Compromiso para llevar a cabo y Alta Capacidad para actuar sobre los objetivos, nos indica que esos son los objetivos más fácilmente alcanzables.

Análisis de posibles alianzas:

El análisis de las posibles alianzas (convergencias) entre los actores en torno a los objetivos propuestos se basa en el estudio de los resultados arrojados por las matrices simples, valoradas y ponderadas (primero, segundo y tercer orden) denominadas 1CAA, 2CAA y 3AA, como se expone a continuación:

	1CAA	2CAA	3CAA
Intereses más convergentes	- Poder Legislativo - Poder Ejecutivo - Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura - Empresas operadoras e Inversionistas - Universidades - Contraloría de la República. - Asociaciones civiles, gremiales y sindicatos	- Poder Legislativo - Poder Ejecutivo - Instituciones financieras - Contraloría de la República. - Empresas operadoras e Inversionistas	- Poder Legislativo - Poder Ejecutivo - Instituciones financieras - Contraloría de la República.
Intereses menos convergentes	- Empresas especialistas en estudios, proyectos y construcción, etc. - Instituciones financieras - Población	- Universidades - Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura - Empresas especialistas en estudios, proyectos y construcción, etc. - Población - Asociaciones civiles, gremiales y sindicatos	- Universidades - Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura - Empresas operadoras e Inversionistas - Empresas especialistas en estudios, proyectos y construcción, etc. - Población - Asociaciones civiles, gremiales y sindicatos

VI. ELABORACIÓN DE ESTRATEGIAS

Estrategias generales para la infraestructura

Las estrategias de un proceso prospectivo se definen como el conjunto de acciones y decisiones basadas en la planificación estratégica, que se toman en el presente para alcanzar los futuros deseados que han sido identificados y analizados en el estudio de indicadores con visión de futuro basada en los escenarios futuros posibles. La estrategia prospectiva se anticipa a los cambios y las tendencias emergentes para poder influir en el curso de los acontecimientos, incorporando mecanismos para el monitoreo continuo de los indicadores clave y la capacidad de ajuste. Por ello, la estrategia tiene una relación intrínseca y fundamental con el análisis de las variables y el análisis de los actores. Las variables son los elementos clave que influyen en la evolución del sistema y los actores son individuos, grupos u organizaciones que tienen el poder de influir o ser afectados por el sistema. Entre las premisas se mencionan las siguientes:

- En infraestructura la cultura de mantenimiento es primordial, debe ser sostenible en el tiempo y contar con el necesario inventario de repuestos
- Analizar las infraestructuras en proceso de construcción para terminar las que son rescatables

- Realizar un inventario de todas las infraestructuras existentes y generar una priorización de su recuperación
- Definir microrregiones para priorizar la infraestructura requerida en ella y reactivar el proceso de descentralización
- Recuperar el conjunto de las infraestructuras y la operatividad de los sistemas (por ejemplo, unidades de transporte) requeridos para el funcionamiento del servicio a la ciudadanía
- Apostar por el cambio tecnológico en la recuperación de la infraestructura y la operatividad
- Reforzar el enfoque en el bien común para todo el sistema de infraestructura
- Realizar estudios de oferta y demanda para el ajuste de los servicios requeridos
- Planificar estratégicamente las infraestructuras requeridas

Estrategias sectoriales

Transporte:

Transporte ferroviario: Estrategia primordial debe ser la comunicación entre los principales centros urbanos (Caracas – Maracaibo; analizar la conexión con oriente, sur y los Andes); recuperación de los tramos existentes / en construcción

(Caracas – Puerto Cabello – Barquisimeto). Definir concesiones para la construcción y el manejo de los principales tramos. Reactivación de la minería básica y conectarla vía ferrocarril a la costa norte.

Actores relevantes: Poder Ejecutivo; Las instituciones financieras nacionales e internacionales

Variables motrices: Financiamiento y cooperación, nacional e internacional; planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios

Aeropuertos: Realizar los trabajos previstos en los planes de navegación que contemplaron entre los trabajos prioritarios la reparación y mejoras de infraestructura aeroportuaria, la rehabilitación de las calles de rodaje, modernización de las plataformas de carga, actualización de sistemas tecnológicos, control aéreo, seguridad interna y control de datos, así como la priorización del mantenimiento y agilizar los procedimientos de abordaje.

Actores relevantes: Poder Ejecutivo; Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura

Variables motrices: Planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios, capacidades gerenciales para garantizar la gestión eficiente y la prestación de servicios óptimos a las comunidades, evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos. Prevención, mitigación y recuperación de desastres, financiamiento y cooperación, nacional e internacional

Puertos: Repotenciar (ampliar; facilidades de contenerización) los principales puertos: Puerto Cabello, La Guaira, Guanta, Maracaibo. Garantizar el acceso de los barcos modernos a los puertos grandes. Mantenimiento de la infraestructura portuaria petrolera.

Actores relevantes: Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura; Empresas operadoras e inversionistas

Variables motrices: Organización y estabilidad, planes, políticas públicas, marco jurídico y recursos del estado, financiamiento y cooperación, nacional e internacional, garantía de seguridad física de las infraestructuras y servicios, control de riesgos operativos

Carreteras: Planificar la estrategia del crecimiento de las construcciones viales, cualquiera sea el tipo de vía, en función de la demanda considerando el déficit importante respecto a los países vecinos en cobertura de carreteras. Los puentes de carreteras deben inventariarse utilizando tecnologías de punta para identificar y jerarquizar la evaluación de puentes y otras estructuras críticas basado en un enfoque sistemático y de alto impacto, considerando factores como la antigüedad, el ambiente de exposición, el volumen de tránsito y los riesgos asociados a cada estructura. Se deben clasificar las infraestructuras en función de su nivel de deterioro y el impacto potencial de un posible colapso. Este proceso debe complementarse con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo que permita minimizar los riesgos y optimizar los recursos disponibles.

Actores relevantes: Poder Ejecutivo; Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura

Variables motrices: Planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios, financiamiento y cooperación, nacional e internacional, organización y estabilidad, planes, políticas públicas, marco jurídico y recursos del estado

Transporte colectivo urbano: Rehabilitación de los sistemas de metro urbano y buses exclusivos; planificación de la ampliación de las redes. Promover sistemas unificados de tarifas de transporte urbano acorde con el salario mínimo de los trabajadores, la tarifa de transporte y la racional distribución de la adquisición de unidades, para las rutas del transporte urbano de cada ciudad del país.

Actores relevantes: La población organizada, empresas operadoras e inversionistas

Variables motrices: Calidad, oportunidad, permanencia y eficiencia de los servicios prestados a la ciudadanía, tarifas y costos operativos para la rentabilidad, sostenibilidad y capacidad de renovación de infraestructuras y equipamientos, capacidades gerenciales para garantizar la gestión eficiente y la prestación de servicios óptimos a las comunidades

Abastecimiento de Agua doméstico, industrial y para riego

Abastecimiento de agua: Finalizar obras inconclusas como el Tuy IV (culminación de la presa Cuira); definir soluciones para el sistema Yacambú-Quibor; diseñar planes de rehabilitación para todo el parque de la infraestructura hidráulica y sanitaria nacional y recuperar la capacidad operativa hasta un 90%, garantizando 140.000 l/seg. Estudios de planificación de embalses intermedios relacionados a la demanda de agua en poblaciones con déficit de agua.

Actores relevantes: Empresas operadoras e inversionistas, instituciones financieras, poder ejecutivo

Variables motrices: Planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios y financiamiento y cooperación, nacional e internacional

Agua potable doméstico: Control de pérdida de las aguas bajo un régimen descentralizado y mantenimiento proactivo de las tuberías y sistemas de bombeo. Estudio de oferta y demanda ajustado al crecimiento del sistema de abastecimiento. Garantizar la facturación del servicio y control de eficiencia (fugas).

Actores relevantes: Empresas operadoras e Inversionistas; La población organizada

Variables motrices: Capacidades gerenciales para garantizar la gestión eficiente y la prestación de servicios óptimos a las comunidades, calidad, oportunidad, permanencia y eficiencia de los servicios prestados a la ciudadanía

Agua para riego: Sistema descentralizado de represas; focalizar el desarrollo agrícola circundante a las represas mediante vías concesionadas y con los cobros de peajes para

fortalecer los núcleos agrícolas productivos abastecidos por las represas coordinadas el sistema de microrregiones.

Actores relevantes: La población organizada, institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura

Variables motrices: Descentralización estableciendo competencias a nivel nacional, estatal y municipal, organización y estabilidad, planes, políticas públicas, marco jurídico y recursos del estado

Agua para la industria: Recuperación de la industria nacional con tecnología avanzada, estudio de factibilidad de la recuperación y planificación de la demanda. Recuperación de fuentes subterráneas propias.

Actores relevantes: Empresas operadoras e inversionistas, instituciones financieras

Variables motrices: Planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios, financiamiento y cooperación, nacional e internacional

Mares y vida submarina: Apego a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas mediante la aplicación de la desalinización del agua del mar y el control de las aguas negras.

Actores relevantes: Poder ejecutivo, institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura

Variables motrices: Descentralización estableciendo competencias a nivel nacional, estatal y municipal, financiamiento y cooperación, nacional e internacional

Energía eléctrica

Infraestructura energética, generación, distribución y consumo: Finalizar obras inconclusas de la infraestructura energética como Tocoma. Impulsar el desarrollo de la energía sostenible. Recuperación y mantenimiento de las redes de distribución.

Actores relevantes: Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura y empresas operadoras e inversionistas, poder ejecutivo, las instituciones financieras nacionales e internacionales

Variables motrices: Capacidades gerenciales para garantizar la gestión eficiente y la prestación de servicios óptimos a las comunidades, costos operativos para la rentabilidad, sostenibilidad y capacidad de renovación de infraestructuras y equipamientos, financiamiento y cooperación, nacional e internacional, planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios, organización y estabilidad, planes, políticas públicas, marco jurídico y recursos del estado

Mantenimiento de planes de crecimiento y proyección en el tiempo: Planificación de la unificación estratégica de la generación y las redes de distribución.

Actores relevantes: Poder Ejecutivo

Variables motrices: Planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios,

calidad, oportunidad, permanencia y eficiencia de los servicios prestados a la ciudadanía

Edificaciones, viviendas y otras instalaciones

Viviendas: Evaluación de las condiciones de seguridad de las viviendas constructivamente precarias y las ubicadas en zonas inestables, y reforzarlas si es factible. Restablecer el programa de recuperación de los barrios. Hacer proyectos urbanos para mejorar las condiciones de vida en las zonas más deprimidas. Implementar un programa de recolección de desechos y limpieza de quebradas. Construir viviendas sociales con condiciones de habitabilidad más humanizadas (áreas, accesibilidad, ventilación, higiene). También servicios complementarios recreacionales y culturales.

Actores relevantes: Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura; Las instituciones financieras nacionales e internacionales, poder ejecutivo

Variables motrices: Costos operativos para la rentabilidad, sostenibilidad y capacidad de renovación de infraestructuras y equipamientos, financiamiento y cooperación, nacional e internacional

Salud y edificaciones hospitalarias: Realizar un inventario de las edificaciones existentes, identificando el sistema a que pertenece, (MPPPS o IVSS), condiciones en que se encuentra y determinar si se recupera o no. Revisar y evaluar los proyectos de las obras inconclusas y terminarlas. Revisar los planes de servicios y las redes de referencias, determinar los niveles de atención de los establecimientos. Elaborar proyectos de remodelación, ampliación, mantenimiento y actualización tecnológica. Actualización de las normas de funcionamiento, equipamiento y construcción. Introducir planes de preparación para atender situaciones de emergencias naturales, sociales o pandemias. Establecer oficinas regionales con personal idóneo y capacitado para hacer la supervisión de las obras. Repotenciar las oficinas oficiales encargadas de los proyectos con personal capacitado. Introducir departamentos de Ingeniería en los hospitales grandes para el mantenimiento.

Actores relevantes: Empresas operadoras e inversionistas, poder ejecutivo

Variables motrices: Financiamiento y cooperación, nacional e internacional, descentralización estableciendo competencias a nivel nacional, estatal y municipal

Educación y edificaciones educativas: Realizar inventario de las edificaciones existentes de los diferentes niveles educativos, condiciones en que se encuentran y determinar su recuperación. Revisar y evaluar los proyectos de obras inconclusas y terminarlas. Elaborar proyectos de remodelación, ampliación y mantenimiento y ejecutarlas junto con el equipamiento. Reforzar y adecuar las estructuras que no cumplen con la normativa. Repotenciar las oficinas oficiales encargadas de los proyectos con personal capacitado.

Actores relevantes: Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura, poder ejecutivo

Variables motrices: Descentralización estableciendo competencias a nivel nacional, estatal y municipal, costos operativos para la rentabilidad, sostenibilidad y capacidad de renovación de infraestructuras y equipamientos

Saneamiento Ambiental

Aguas Servidas: Mantenimiento y saneamiento de los sistemas de aguas servidas y plantas de tratamiento.

Actores relevantes: La población organizada, gobiernos municipales, institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura

Variables motrices: Descentralización estableciendo competencias a nivel nacional, estatal y municipal, sistemas sostenibles de construcción y operación, tomando siempre en cuenta el medio ambiente.

Desechos sólidos: Impulso del reciclaje; aprovechamiento de materiales usados / desechos mediante la aplicación de tecnologías modernas. Transformación de los vertederos a cielo abierto en rellenos sanitarios. Alcanzar metas del 15% de reciclaje en los primeros 10 años. Transformación del parque automotor de camiones y compactadoras a propulsión a gas. Atender la problemática del manejo de los desechos orgánicos y radioactivos de las edificaciones médico-hospitalarias.

Actores relevantes: Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura

Variables motrices: Descentralización estableciendo competencias a nivel nacional, estatal y municipal; Sistemas sostenibles de construcción y operación, tomando siempre en cuenta el medio ambiente.

Desastres originados por amenazas naturales, mitigación de daños y recuperación

Por el complejo sistema de amenazas sísmicas y meteorológicas en Venezuela y la alta vulnerabilidad existente en gran parte la infraestructura física y en el tejido social del país, la probabilidad de ocurrencia de desastres es alta. Las principales estrategias para revertir esta situación parte de un sistema sólido de observatorios y análisis de amenazas, vulnerabilidades y riesgos. El 60% de las viviendas es de construcción informal, estando la gran mayoría de ellas localizadas en terrenos inestables y/o áreas de un alto grado de amenaza por fenómenos naturales, que por su condición de vulnerabilidad estructural resultan de alto riesgo para la vida y seguridad de sus habitantes. La atención del elevado riesgo para la infraestructura frente a las diferentes amenazas requiere de un sistema de observación, análisis, mitigación y atención a los desastres con la respectiva dotación de las instituciones e información a la población.

Amenazas, vulnerabilidades y riesgo: Sistematizar los estudios de las diferentes amenazas para cubrir las regiones de mayor amenaza con estudios detalladas y para estas zonas priorizar los estudios de vulnerabilidad y riesgo.

Actores relevantes: Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura, universidades, poder ejecutivo y la población organizada

Variables motrices: Planes nacionales, regionales y locales de desarrollo de las infraestructuras y de los servicios, evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos. Prevención, mitigación y recuperación de desastres

Mitigación: Ejecutar los reforzamientos estructurales de las edificaciones escolares y de salud ya analizados y detallados, así como para otras edificaciones (López y Coronel, 2024) en Caracas y el interior del país. Garantizar el cumplimiento de las normas de construcción y la calidad de los materiales usados.

Actores relevantes: Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura; Universidades y la población organizada

Variables motrices: Garantía de seguridad física de las infraestructuras y servicios, control de riesgos operativos

Atención a desastres: Definir las responsabilidades de las instituciones responsables para la atención a los desastres y garantizar su adecuada dotación con equipamiento y personal calificado.

Actores relevantes: Poder Ejecutivo; Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura

Variables motrices: Capacidades gerenciales para garantizar la gestión eficiente y la prestación de servicios óptimos a las comunidades; La población organizada

El alza del nivel del mar: Analizar con metodologías modernas el potencial impacto del alza del nivel del mar en las zonas costeras del país y elaborar juntamente con las instituciones y la población local medidas de mitigación.

Actores relevantes: Poder Ejecutivo; Institutos autónomos nacionales y regionales en las áreas de infraestructura; La población organizada

Variables motrices: Organización y estabilidad, planes, políticas públicas, marco jurídico y recursos del estado; Evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos. Prevención, mitigación y recuperación de desastres

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proceso de interacción de los integrantes de la Comisión de Infraestructura durante la elaboración de la prospectiva permitió formular las conclusiones y recomendaciones, cuyos detalles han sido especificados en el presente documento. Con la metodología empleada y la experiencia de los que participaron en el proceso, se lograron identificar y desarrollar las siguientes estrategias orientadas a alcanzar los objetivos propuestos para la infraestructura en los próximos 30 años:

1) Transporte

1.1 Transporte ferroviario: La primordial estrategia debe ser la comunicación de los principales centros urbanos e industriales.

1.2 Sistema aeroportuario: Realizar los trabajos previstos en los planes de navegación con las mejoras de la infraestructura aeroportuaria, la actualización de sistemas tecnológicos, así como la priorización del mantenimiento.

- 1.3 Sistema portuario: Repotenciar los principales puertos para garantizar el acceso de los barcos modernos a los puertos grandes. Mantenimiento de la infraestructura portuaria petrolera.
- 1.4 Carreteras: Planificar la estrategia del crecimiento de las construcciones viales en función de la demanda, actualizar el inventario de los puentes de carreteras utilizando tecnologías de punta para identificar y jerarquizar factores como la antigüedad, el ambiente de exposición, el volumen de tránsito y los riesgos asociados a cada estructura. Clasificar las infraestructuras en función de su nivel de deterioro y el impacto potencial de un posible colapso. Implementar programas de mantenimiento preventivo y de auditoría de seguridad vial, incluyendo control de carga, para mejorar el diseño y evitar accidentes.
- 1.5 La motocicleta como medio de transporte está en evolución en cuanto a la cantidad de estos vehículos en las vías y el uso que se les da, requieren de intervenciones estratégicas por parte de las entidades encargadas de tránsito, a través del reglamento de tránsito, que utilicen con respeto la vía, buscando un equilibrio entre los diferentes medios de transporte. Es importante, como solución de movilidad, poder persuadirlos a utilizar el transporte público organizado integralmente, para evitar los excesos de ofertas de motocicletas como consecuencia por las demandas insatisfechas, en la movilidad de pasajeros a través de autobuses colectivos. Por tales motivos, se deberá actualizar los procesos de actualización de la normativa de tránsito y transporte, con el fin de advertir sobre el crecimiento y la operación de las motocicletas y el deber de compartir con otros modos de transporte dentro de un contexto urbano.
- 1.6 Transporte colectivo urbano: Rehabilitación de los sistemas de metro urbano y buses exclusivos y planificación de la ampliación de las redes. Promover sistemas unificados de tarifas de transporte urbano acorde con el salario mínimo de los trabajadores.

2) Agua

- 2.1 Abastecimiento: Rehabilitación de la infraestructura nacional, modernización de sistemas, automatización de la operación, finalizar obras inconclusas y diagnósticos de los sistemas para diseñar el plan nacional de abastecimiento. Recuperación de caudales de tomas clandestinas y fugas.
- 2.2 Uso doméstico: Control de pérdida bajo un régimen descentralizado y mantenimiento proactivo de las tuberías e instalación de macro y micro medición. Estudio de oferta y demanda ajustado al crecimiento del sistema de abastecimiento. Garantizar la facturación del servicio y control de eficiencia (fugas).
- 2.3 Uso para riego: Sistema descentralizado de represas y focalizar el desarrollo agrícola circundante a las represas para fortalecer los núcleos productivos.
- 2.4 Uso industrial: Fortalecer el suministro para coadyuvar en la recuperación de la industria nacional.

- 2.5 Mares y vida submarina: Apego a Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas mediante la aplicación de la desalinización del agua del mar y el control de las aguas negras.

3) Energías Eléctrica y Gasífera

- 3.1 Infraestructura energética, generación, distribución y consumo: Finalizar obras inconclusas de la infraestructura energética, impulsar el desarrollo de la energía sostenible basado en energías renovables y recuperación y mantenimiento de las redes de distribución.
- 3.2 Mantenimiento de planes de crecimiento y proyección en el tiempo: Planificación de la unificación estratégica de la generación y las redes de transmisión y distribución.
- 3.3 Promover un eficiente sistema de administración del servicio de la energía eléctrica.
- 3.4 Planificar el abastecimiento a través de instalaciones de tuberías con llenaderos de gas cercano a los usuarios para gas doméstico e industrial.

4) Edificaciones, Viviendas y otras Instalaciones

- 4.1 Viviendas: Evaluación de las condiciones de seguridad de las viviendas constructivamente precarias y las ubicadas en zonas inestables, y reforzarlas si es factible. Hacer proyectos urbanos para mejorar las condiciones de vida en las zonas más deprimidas con condiciones de habitabilidad más humanizadas e implementar un programa de recolección de desechos y limpieza de quebradas. Los proyectos de autoconstrucción de viviendas, en lotes comprados y desarrollados por el estado, deben ser sometidos a una estricta selección de sitios basada en estudios geológicos y geotécnicos y desarrollarse con una adecuada orientación y supervisión técnica por parte de los organismos competentes.
- 4.2 Salud y edificaciones hospitalarias: Realizar un inventario de las edificaciones existentes e inconclusas, condiciones en las cuales se encuentran y definir su recuperación. Actualización de las normas e introducir planes de preparación para atender emergencias de origen natural, social o de pandemias. Potenciar las estructuras operativa y administrativa de las oficinas regionales con personal idóneo y capacitado para hacer la supervisión de las obras, así como fomentar administraciones autónomas con personalidad jurídica para la procura de recursos médicos, equipos, sanitarios y de mantenimiento. Se recomienda una estricta selección de sitios de nuevos centros basada en estudios geológicos y geotécnicos.
- 4.3 Educación y edificaciones educativas: Realizar inventario de las edificaciones existentes e inconclusas de los diferentes niveles educativos y determinar las condiciones en que se encuentran con el fin de desarrollar proyectos de remodelación, ampliación y mantenimiento. Reforzar y adecuar las estructuras que no cumplen con la normativa vigente.

5) Saneamiento ambiental

- 5.1 Aguas servidas: Mantenimiento y saneamiento de los sistemas de aguas servidas y plantas de tratamiento.
- 5.2 Desechos sólidos: Impulso al reciclaje y aprovechamiento de materiales usados y desechos mediante la aplicación de tecnologías modernas (plantas recicladoras). Promover la modernización para convertir la basura en electricidad: esta tendencia innovadora de la tecnología se realiza a través de la valorización energética de residuos, que implica tecnologías como la incineración y la digestión anaeróbica para generar calor o biogás, los cuales mueven turbinas y generan electricidad. Otros procesos son la gasificación y el pirólisis. Estos métodos permiten aprovechar los residuos no reciclables y no separables, reduciendo el volumen en vertederos y disminuyendo la dependencia de los combustibles fósiles. Este sistema transformador es recomendable para las áreas metropolitanas y las ciudades intermedias.

6) Desastres originados por amenazas naturales, mitigación de daños y recuperación

- 6.1 Amenazas, vulnerabilidades y riesgos: Sistematizar los estudios de las diferentes amenazas para cubrir las regiones de mayor amenaza con estudios detallados y para estas zonas priorizar los estudios de vulnerabilidad y riesgo.
- 6.2 Mitigación: Ejecutar en las edificaciones escolares, de salud y esenciales, que así lo requieran, los reforzamientos estructurales necesarios.
- 6.3 Atención a desastres: Definir las responsabilidades de las instituciones responsables para la atención a los desastres y garantizar su adecuada dotación con equipamiento y personal calificado.
- 6.4 Alza del nivel del mar: Analizar con metodologías modernas el nivel de cambio esperado en los próximos 30 años y su potencial impacto en las zonas costeras del país y elaborar con las instituciones y la población local las medidas de mitigación correspondientes. Analizar el posible impacto de un maremoto proveniente de la subducción en el arco de islas del Caribe o de una erupción del volcán submarina Kick' em Jenny.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial (s.f.) Containerisation International Online, <https://datos.bancomundial.org/indicador/>
- Banco Mundial (2025) <https://datos.bancomundial.org/share/widget?indicators=SH.MED.BEDS.ZS&locations=ve&type=points>
- Bolipueros (s.f.) <https://www.bolipueros.gob.ve/>
- Bujana S., R. (1982) Transporte colectivo público
- CABRERA, C. (2025) Foro: Las infraestructuras y las tecnologías médicas en Venezuela como problema de estado: algunos criterios para su gestión. Relatoría. Comisión Inter Académica ANIH-ANM. Boletín ANIH 66: 167-168
- Cecodap (2020) Centro Comunitario de Educación y Promoción de la Defensa del Derecho a la Salud, <https://www.cecodap.org.ve>.
- CFIPJ (2021) Centro de Investigaciones y Formación Padre Joaquín (CFIPJ) de Fe y Alegría. Entrevista Runrunes. 2021
- El Ucabista (2021) Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), <https://elucabista.com>.
- ENCOVI (2015) Encuesta nacional de condiciones de vida Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales (IIES) de la UCAB, <https://www.proyectoencovi.com/>
- ENCOVI (2019-2020) Encuesta Nacional de Condiciones de Vida. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales (IIES) de la UCAB, <https://www.proyectoencovi.com/>
- ENH (2023) Encuesta Nacional de hospitales. Marzo. Reporte anual 2023
- ENH (2024) Encuesta Nacional de hospitales. Boletín VII Julio. Servicios públicos: agua y electricidad
- FUNVISIS (2025) <http://www.funvisis.gob.ve/monitor.html>
- Gaceta Oficial N° 34.600 (1990) Proyecto y Operación de Rellenos Sanitarios (Decreto N° 230).
- Grupo Orinoco (2018). <https://grupoorinoco.org/2018/10/18/hoja-de-ruta-del-agua-2/> Hoja de ruta del agua
- IMME, FUNVISIS, FEDE (2011). Reducción del Riesgo Sísmico en Edificaciones Escolares de Venezuela. Informe Técnico Final. Proyecto FONACIT 2005000188,
- INAMEH (2025) <http://www.inameh.gob.ve/web/>
- INE (2011) XIV Censo Nacional de Población y Vivienda
- INE (2020) informe Estadísticas Educativas.
- López, O.A. y Coronel, G. (Eds.) (2024) Riesgo sísmico en Caracas y estrategias de mitigación. Ediciones de la Biblioteca EBUC-UCV, 510 p.
- Caracas. MPPP (2021) Ministerio del Poder Popular para la Planificación (MPPP), Sistema de Información para la Planificación y Desarrollo, Venezuela en Cifras. Publicado enero 2021
- Oletta, J.F. (2012) *Los hospitales públicos en Venezuela*. Nota Técnica N 47. RSCMV. 2012. Disponible en: www.rscmv.org.ve
- Oletta, J.F. (2013) *Balance de Salud del año 2012 en Venezuela*. Red de Sociedades Científicas Médicas Venezolanas. Alerta Epidemiológica N° 246. Disponible en: www.rscmv.org.ve
- Oletta, J.F. (2021) 20 años de decadencia sanitaria en Venezuela agravada por la pandemia de COVID-19. Lecciones aprendidas y propuestas. Presentación. Comisión Inter Académica ANIH-ANM. Caracas, 11-3-2021
- OPS/OMS (s.f.) Publicaciones de la Agencia de las Naciones Unidas para la estimación de la mortalidad infantil, estadísticas de la UNICEF, OMS y Banco Mundial.
- Villasmil, G. (2025) Calidad institucional y carga global de enfermedades en Venezuela. Resultados preliminares de un estudio correlacional. En: Foro “Hacia la excelencia hospitalaria”. Comisión Inter Académica ANIH-ANM. Boletín ANIH 66: 167-8.

**NOTICIAS E INFORMES DE EVENTOS
AUSPICIADOS POR LA ANIH**

SESIÓN SOLEMNE
XXVII ANIVERSARIO ANIH
17 de septiembre de 2025

RESEÑA

En el Paraninfo del Palacio de las Academias, a las 10 AM del 17 de septiembre, "a casa llena" y con la presencia de altas autoridades académicas, empresariales y profesionales, se celebró la Sesión Solemne presencial de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

En el Presídium, los Académicos Rafael Isidro Quevedo Camacho, presidente de la ANIH, José Ochoa, Vicepresidente, Joaquín Benites Bibliotecario, Inírida Rodríguez, Secretaria Asistente y los Rectores Víctor Rago Albuja, de la UCV y Arturo Peraza de la UCAB.



Nos honraron con su asistencia la Dra. Liliana López, presidenta de ACFIMAN, el Ing. Irwin John Perret-Gentil, Presidente del Consejo superior de la UNIMET, el Académico Eugenio Hernández Bretón, presidente de la Fundación Palacio de las Academias, el Dr. Germán Uzcátegui Briceño, expresidente del CIDIAT ULA, el Ingeniero Felipe Capozzolo, presidente de FEDECAMARAS, la Señora Mayra Contreras del IICA, los expresidentes de la ANIH Gonzalo Morales y Eduardo Buroz Castillo, Académicos y Comisionados y numerosos invitados especiales que llenaron el histórico Paraninfo.

El Discurso de Orden fue pronunciado desde el Púlpito de Santo Tomás, por el Académico Eduardo Buroz Castillo realizando el recuento de un amplio panorama histórico de la profesión del ingeniero y el arquitecto, los hitos y personajes significativos, el pensamiento de quienes han destacado y la

visión de la Academia como instrumento de la Nación para la Sociedad del Conocimiento y el progreso.



El Acad. Jorge Baralt Torrijos leyó el Veredicto del Consejo de la Orden "Agustín Aveledo", que otorga esta Condecoración a los Expresidentes Gonzalo Morales Monasterios y Manuel Torres Parra. El Dr. Morales subió al Pulpito del Angélico Doctor desde donde pronunció un brillante discurso de agradecimiento en nombre de los condecorados.

Se entregaron Botones y Diplomas de Reconocimiento a Instituciones Cooperantes y a los Comisionados que se distinguieron en su desempeño. Finalmente el presidente de la ANIH, Doctor Rafael Isidro Quevedo Camacho pronunció las palabras de clausura en las cuales destacó la significación de la efeméride, la semblanza de la Condecoración "Agustín Aveledo", la proyección de la misión de la ANIH, los grandes logros de estos dos años de gestión y la necesidad de fortalecer a la Academia en el marco de lo dispuesto en su Ley de Creación, como base para la seguridad jurídica de sus actos, y la afirmación de la defensa de los valores, principios de nuestra civilización.



Al final, en los pasillos frente a la sede de la ANIH, se ofreció un austero vino de honor que permitió el intercambio de saludos y el diálogo entre los participantes.

A través del canal de YouTube de la ANIH, mediante el siguiente link, se puede ver y escuchar el acto: <https://youtu.be/jmXWMmBL-cc>

DISCURSO DEL ORADOR DE ORDEN

Eduardo BUROZ CASTILLO
Expresidente ANIH

Distinguido Presidente y demás miembros del Comité Directivo de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, Distinguidos Presidentes y demás Académicos de las Academias Nacionales, Señores Académicos Presidente y Gerente General de la Fundación Palacio de las Academias. Honorables Individuos de Número, Académicos Correspondientes y Académicos Honorarios de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, Magníficos Rectores y demás autoridades de las Universidades que nos acompañan; Señores Académicos Gonzalo Morales Monasterios y Manuel Torres Parra, galardonados con la condecoración Orden Agustín Avelledo; Señores Comisionados laureados con diploma y botón de excelencia a su desempeño, Señores representantes de instituciones reconocidas por su loable apoyo al desenvolvimiento de la Academia. Respetados Comisionados y Profesores. Estimado personal administrativo. Apreciados estudiantes, invitados, familiares y amigos de los Académicos. Señoras y señores.

La Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat se galardona al conmemorar con su distinguida presencia el vigésimo séptimo aniversario de la promulgación de su Ley de creación. Durante estos veintisiete años la Academia ha dado muestras fehacientes de su contribución al desarrollo de las ciencias, la tecnología y las artes vinculadas con las disciplinas de la ingeniería y el hábitat, y a los estudios relacionados con el aporte de dichas disciplinas al desenvolvimiento integral del país.

Es su brillo, su orgullo y su honra, sin embargo, el vigor de su luz destaca una larga estela resplandeciente, pues la contribución académica de los ingenieros ha dejado una huella esplendente en el país. Primero las artes de los pobladores originarios que cada día conocemos mas y dan lecciones sobre cómo sacar provecho a un medio inhóspito, cómo cultivar en terrenos inundables o en pendientes, cómo aprovechar la vegetación para hacer piraguas, para hacer cestería que aún hoy en día nos asombra, la tierra para la alfarería, técnicas mineras y metalúrgicas para hacer adornos. La ingeniería desde los albores de la civilización se asocia con la agricultura y la vivienda, y justamente de la creatividad para construir viviendas asentadas en el fondo de las aguas, según la leyenda ampliamente difundida, los palafitos marabinos recordaron a Américo Vespucci la deslumbrante Venecia del Renacimiento y de allí nuestro nombre.

Al arribo de los navegantes de la *mar océano*, que por extensión del título otorgado a Cristóbal Colón puede recaer también sobre aquellos primeros hombres que se atrevieron al incierto viaje por el inmenso y desconocido Atlántico y el riesgoso mar Caribe. La ingeniería de navegación en el Mediterráneo, con su larga historia, ocupó lugar en las embarcaciones donde las exigencias del viaje determinaron un

acelerado de desarrollo de la ingeniería marítima y naval y, en la tierra, viviendas capaces de brindar protección ante el bochorno del día y templanza ante el frío nocturno. La respuesta, el mestizaje de allende los mares, siglos de presencia árabe que se manifestaron sutilmente en el uso de patios centrales y en la adaptación de técnicas de construcción que buscaban mitigar el calor y la humedad, como el uso de la tapia y el bahareque, que evocan soluciones presentes en el sur de España.

La ingeniería se reglamentó, no puedo extenderme en la consideración de las leyes de Indias que dieron forma a nuestras ciudades y dispusieron sus localizaciones, sus acertadas regulaciones de la gestión del agua, incluyendo pertinentes disposiciones sobre la descarga de aguas usadas en tenerías o pescaderías. En las ciudades, los alarifes, esos olvidados arquitectos e ingenieros de nuestras primeras construcciones, y a los cuales debemos un rescate histórico, se organizaban en gremios, se regían por normas provenientes de la península, luego establecidas por los cabildos criollos; y, lo mas importante de este relato, fueron las pruebas exigidas para recibir el título de Maestro Alarife y, en consecuencia, ser competente para establecer un negocio propio y contratar servicios.

Con los ataques de corsarios y posteriormente de irrupciones de flotas navales de potencias enemigas fue necesario acometer fortificaciones y así arribaron ingenieros especializados en obras de resguardo del territorio. La familia de ingenieros militares Antonelli, durante casi un siglo (1559-1649), se dedicó a la defensa de las provincias hispanoamericanas. A Venezuela arribó Juan Bautista Antonelli, ingeniero y arquitecto militar, para estudiar y planificar la defensa de la zona de Araya y de la isla de Margarita. El Fuerte de Santiago de la Salina en Araya, constituyó una fortaleza clave en la protección de las salinas de la región.

La economía y la justicia también reclamaron profesionalismo académico, expresado en el famoso discurso del Rector Juan Agustín de la Torre, al plantear la creación de una cátedra de matemáticas donde se formasen ingenieros en campos como la hidráulica y la agrimensura, materias necesarias para resolver conflictos por asignación de cantidades y turnos para el riego y para delimitar las propiedades. No tuvo éxito la propuesta del Rector, pero la razón de la necesidad de ingenieros para atender asuntos civiles quedó sembrada en la conciencia universitaria de la época.

Los azarosos momentos de la guerra, demandaron el conocimiento de las ciencias y artes de la ingeniería para fortalecer el arrojo de los combatientes con las técnicas provistas por los escasos ingenieros egresados de las academias de ingeniería militar de Caracas y Cumaná. La necesidad demandó que hasta jóvenes estudiantes concurrieran con sus conocimientos a las filas castrenses. La galería de ilustres del Colegio de Ingenieros se enaltece con sus nombres.

El horror de la guerra determinó que muchas familias temieran por sus hijos y en el exilio algunos jóvenes pudieran

adquirir formaciones académicas en Europa que posteriormente aportarían conocimientos y orientaciones para el desarrollo de la naciente república. Bien conocidos son el Dr. José María Vargas y el Ing. Juan Manuel Cagigal. Ambos coincidieron en la *Sociedad Económica de Amigos del País*, institución establecida por el General José Antonio Páez para *promover los progresos de la agricultura, del comercio, de las artes, oficios, población e instrucción*, constituyéndose tal como lo describe Haydee Farias en *foros de vanguardia cultural, en muchas ocasiones, adelantados a los patrones e ideas oficiales*.

Cagigal y los sucesivos directores de la Academia de Matemáticas, mantuvieron esas ideas de vanguardia, procurando la relevancia de las obras con destino de servicio público, frente a las exigencias de formación de oficiales capaces de usar los adelantos de los sistemas de armas.

Su insistencia finalmente logró el éxito en 1861 con la creación del Colegio de Ingenieros; y de 1872 a 1883 la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Caracas, que concedió los primeros títulos universitarios de Agrimensores e Ingenieros y Doctores en Filosofía; luego de 1883 a 1895 estos grados fueron otorgados por la Facultad de Ciencias Filosóficas que amplió y precisó los títulos como Ingenieros Civiles, Ingenieros Agrónomos, Arquitectos y Agrimensores, los mismos que otorgaría la Escuela Nacional de Ingeniería, establecida por la Presidencia de la República el 12 de enero de 1895 y que funcionaba académicamente independiente de la Universidad Central de Venezuela, pero cuyos títulos eran otorgados por esa universidad.

En 1917 se crea la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales que acoge a ingenieros, médicos y naturalistas, y que comienza a operar formalmente en 1933, siendo su primer Presidente el Ing. Luis Vélez. Durante el periodo 1933 – 1998 es la Academia donde concurrían los más preclaros ingenieros de las generaciones comprendidas en ese lapso.

El estudio de las transformaciones de los centros de enseñanza de la ingeniería y del rol de los ingenieros en la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales es un tema que aún debemos investigar en nuestra Comisión de Historia de la Ingeniería. También queda pendiente en nuestra Academia, la integración de áreas que son conocimientos científicos adicionales imprescindibles para el ejercicio de la ingeniería, tal como los que se indican en la Ley de creación de ACFIMAN y otros, que la evolución de la tecnología y la ciencia ha requerido, y los que están en plena expansión.

Esta larga exposición histórica resulta imprescindible para apreciar el complejo desenvolvimiento de la formación y ejercicio de la ingeniería en su sentido lato, como punto de partida para exponer el desarrollo que vislumbramos como futuro de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Comenzaremos por exponer los elementos que deberán ser compilados, ordenados, discutidos, consensuados y publicados como Doctrina de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Como es obvio hay que partir de la Ley de creación de la Academia. Su artículo 2, tiene dos partes, una taxativa y otra relativa. El mandato taxativo es: *contribuir al desarrollo de las ciencias, la tecnología y las artes vinculadas con las disciplinas de la ingeniería y el hábitat, y a los estudios relacionados con el aporte de dichas disciplinas al desenvolvimiento integral del país*. Este mandamiento indica colaborar, ayudar a otros. Lo que obliga a preguntarnos: ¿quiénes son esos otros?

Los ítems que describen el alcance del objeto general; precisan unas competencias propias y otras compartidas o dirigidas: al sector público, el sector privado, el poder legislativo y las universidades y centros de investigación.

En lo referido al sector público se consideran los tres niveles de ejercicio del poder público: nacional, estatal y municipal, además de los ámbitos regionales legítimamente establecidos.

En *strictu sensu*, el sector privado comprende la parte de la economía controlada y operada por personas o empresas privadas; pero, debe añadirse el llamado *sector social*, que es aquella parte del sector privado donde no media el propósito económico y que está constituido fundamentalmente por las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) y las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) y cuya colaboración y mediación entre los sectores político y económico cada vez es más común y vital para el desarrollo de un país expresándose en el moderno concepto de gobernanza.

Estos son los actores que debemos tomar en cuenta a fin de establecer una doctrina académica; sin embargo, falta uno fundamental, igualmente contenido en el artículo 2 que hemos referido, este es la propia Academia, para lo cual preciso definir el rol que debe cumplir.

El Rector y Académico Ignacio Iribarren en su artículo *Reflexiones sobre la Academia y los Académicos* lo deja muy claro: ***una Academia es una institución que se debe a la sociedad y debe hacerse sentir en ella. La Academia importa sí, y solo sí, su criterio interesa a la sociedad y a sus instituciones.***

Una sociedad civilizada se interesará por el criterio de una Academia cuando sus percepciones, sus juicios y sus pronósticos representen orientaciones, advertencias, y visiones de futuro, que fluyan en los espacios sociales y por tanto es decisivo: *el prestigio de sus miembros, no sólo en sus disciplinas respectivas, sino también —y acaso más— de su cultura, integridad, sínderesis, mundanidad, y de la amplitud de su trayectoria* (fin de la cita)

Continúa acotando el Académico Iribarren, las Academias no son instituciones vanguardistas, cito de nuevo, *son instituciones conservadoras a las cuales toca examinar con cautela las corrientes novedosas. Para ello es preciso que estén muy al día en lo que ocurre con las ciencias y mantengan cercana relación con las universidades, institutos y sociedades científicas, donde fluyen las 'modas' y donde vale equivocarse* (fin de la cita)

Expresada la concepción de una Academia, corresponde delinear el perfil de un académico. Es pertinente y así lo expresa el artículo citado: *una condición indispensable es que el académico haya acumulado méritos científicos durante su vida, que posea una trayectoria destacada en su especialidad*. Es fundamental destacar que su concepción, un académico **debe haber trascendido la especialidad**, (traducción más aproximada de *specialism*) y haber adquirido una visión de conjunto sobre la ciencia y, en nuestro caso, de las ingenierías y de la arquitectura y urbanismo.

Continúa señalando el Académico Iribarren: *debe ser una persona culta en el más amplio sentido de la palabra; una persona de criterio y con algún conocimiento del mundo; que sepa comunicarse y desenvolverse bien fuera de la estrecha compañía de sus colegas de especialidad. Ha de ser una persona, como lo expresaba Ortega, a la altura de su tiempo*. (fin de la cita).

Lo que se espera de un académico lo sintetiza admirablemente Ortega y Gasset como *un hombre dotado de la cultura necesaria para comprender, opinar con juicio, del sistema vital de las ideas en cada tiempo*.

Ciencia y cultura convergen en la universidad, pero en los estadios superiores divergen. La Academia debe ser un estadio superior de la cultura, recordando que esta no es erudición humanística, sino la capacidad de pensamiento crítico y reflexivo para que los individuos puedan afrontar los desafíos de la sociedad, es la proyección hacia la sociedad, debatiendo problemas, generando proyectos y contribuyendo a su desarrollo integral.

Al mencionar la filosofía de la ingeniería, es menester evitar presunciones, no es una materia conocida por mí, me he acercado a ella con cautela, con el deseo de entender mi profesión y con el cuidado que merece este atrevimiento, por suerte la Academia sí cuenta con verdaderos filósofos.

Desde la antigüedad, nuestra cultura grecolatina entendió el propósito de la ingeniería como un producto u objeto externo. La actividad se detiene cuando el producto está terminado y su bondad se mide por su calidad. La ingeniería y la arquitectura producen algo. Ese producto por siglos quedó definido por los principios de Vitrubio sobre una buena construcción: **firmitas** (solidez, duración), **utilitas** (utilidad) y **venustas** (belleza). La era industrial estableció la obsolescencia programada, privilegió la utilidad y cuestionó la belleza como un lujo costoso e innecesario. En la era tecnológica, la duración es cuasi instantánea, la utilidad es cada vez más específica y la belleza es infinita pues depende de cada percepción individual.

Sin embargo, hubo otro enfoque para la comprensión de la ingeniería, la **praxis**, constituida por acciones que conforman cómo somos, cómo vivimos y cómo actuamos y que no concluyen, sino que son un proceso. Esta idea es la raíz del desarrollo sustentable que es el marco acordado para el desenvolvimiento de las naciones. La contribución de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat al libro interacadémico de 2025 está centrada en esta idea.

La ingeniería se extiende a todos los campos del desarrollo sustentable, el trabajo de incorporación del Académico Luis Sandía es una valiosa contribución a la percepción de la cultura común que deben abarcar los académicos. Como pueden apreciar en esta narración la Academia está desarrollando su doctrina de un modo natural, surgido de la conciencia de los propios académicos sobre su rol, compromiso y deber con el desarrollo y bienestar de la nación. Cultivar la cultura académica debe ser tarea de cada día, es menester estar atento a las novedades técnicas, a los avances que están ocurriendo en la práctica internacional, a las consecuencias sociales y políticas de las innovaciones tecnológicas, acostumbrarse a reflexionar de forma transdisciplinaria, a relacionar hechos y circunstancias creando mapas mentales complejos, a enriquecer el pensamiento con las interacciones académicas.

Efectivamente, las interacciones en el seno de nuestra corporación ocurren continuamente: foros, jornadas, mesas técnicas, simposios y congresos constituyen nuestro quehacer común. Pero aún mantenemos la separación por especialidades. Nuestras Comisiones transversales se esfuerzan en procurar que asumamos el pensamiento complejo, el flujo sinérgico del conocimiento.

La Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación ha dado los pasos iniciales para instrumentar un **programa de gestión del conocimiento**, con el propósito superior de reunir todo el saber de nuestra Academia, de forma integral, para aprovecharlo en los más diversos asuntos.

Permítanme imaginar que logramos un repositorio donde estén todos los artículos, todas las experiencias, todas las publicaciones arbitradas o divulgativas, todos los libros, los planes, los proyectos, todas las ideas, todas las opiniones que alguna vez emitimos en un artículo de prensa o conferencia, todo el pensar por el que cada académico ha transitado alguna vez y que logremos que ese conocimiento se mezcle para constituir el conocimiento académico. Creo que es posible creo en que este momento tenemos las herramientas a la mano para lograrlo, hay académicos y comisionados capacitados para ello, pero debemos cuantificar los requerimientos de una tarea de esa magnitud y asumir con pasión e inteligencia como lograr ponerlo en marcha.

La Comisión Venezuela más treinta, avanza con rigurosidad metódica en la creación de **una imagen objetivo de una Venezuela posible** y la Comisión de Desarrollo Nacional suma ideas sobre instituciones, instrumentos novedosos de gestión, administración de recursos naturales, renovables o no, medios para la convivencia urbana, en fin, la base necesaria para que **la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo expresen todo su potencial transformador**.

La Comisión de Geomática y Documentación procura el crecimiento del acopio documental de la corporación y la integración con otros centros de saber y lo hace en atención a técnicas contemporáneas de **las ciencias documentales doblemente gestionadas como acervo físico y digital**.

El Geoportal de la Academia es un esfuerzo por compilar, sistematizar y poner a disposición **nuestro conocimiento geográfico** orientado tanto al saber básico geodésico, cartográfico y de recursos como de interpretaciones avanzadas de su gestión como las áreas naturales protegidas o las manchas de inundación, pero además, la expresión gráfica de la localización de nuestras infraestructuras, y los proyectos e ideas que continuamente se plantean en nuestro seno.

La Comisión de Historia de la Ingeniería ha decidido poner en práctica dos interesantes programas: **lograr la autobiografía y compilar la mayor cantidad de entrevistas posibles de nuestros miembros**.

La Comisión de Educación Superior, ha establecido con éxito la **Cátedra de Grandes Retos de la Ingeniería**, en ella se informa a estudiantes, profesores y colegas, aspectos de actualidad que demandan estudio, soluciones, investigación, aportando nuevos conocimientos y oportunidades para el desarrollo de los egresados. También revisa **los avances en la enseñanza de las ingenierías**, y compila, analiza y advierte a las universidades sobre las **nuevas vertientes de la profesión**.

Esta breve e incompleto recuento, se vincula con el modelo de cultura académica expuesto y honra las ideas de la Ilustración que habían llegado a nuestro territorio a principios del siglo XIX y que los años turbulentos de la separación habían relegado.

Al recuperar la civilidad, las autoridades comprendieron *que la empresa más popular, y de más conveniencia pública, es la de reunir a los hombres de inteligencia, poseídos de amor patrio y espíritu nacional, bajo un instituto benéfico que procure el bien de todos, restablezca entre nosotros el amor al trabajo y nos estimule a tareas ventajosas y productivas*. Con esa frase se motiva el Decreto que restituye la Sociedad Económica de Amigos del País en 1829.

Por esas razones, la Academia debe crecer en las regiones porque un país es una suma de sociedades y estas responden a unas circunstancias particulares de cada territorio. En nuestro tiempo, donde los medios cibernéticos han eliminado las fronteras, y donde la diáspora nos ha trasladado a lugares distantes en ubicación geográfica y cultura, el problema es aún mucho más complejo. Por eso la Academia optó por una primera expansión hacia países de cultura común, con dos exitosas decisiones la creación de la Comisión Académica España, donde es muy grato reconocer el apoyo entusiasta de la Real Academia de Ingeniería y la integración en la Plataforma Iberoamericana de Prospectiva Agroalimentaria (PROAGRO). A través de ambas extensiones hemos recibido novedosas informaciones, se ha incrementado la perspectiva de nuevas soluciones a demandas en movilidad, centros de datos, técnicas agrícolas, soluciones urbanísticas, servicios de agua potable y saneamiento, comprensión del desarrollo sustentable, instrumentos de prospectiva, etc. La enumeración se queda corta, pero resulta ejemplarizante.

A nivel regional el convenio con la Academia de Mérida es un ejemplo de como vincularse con las regiones y conocer sus perspectivas de desarrollo, sus necesidades y cómo intercambiar conocimientos, que en ocasiones son propios de esa región como la ingeniería requerida por las granjas de camarones en el Zulia o los desarrollos carreteros y el turismo en Mérida.

Ello no excluye la responsabilidad de nuestros académicos correspondientes regionales de conocer e informar regularmente a la Academia sobre las relaciones con las universidades, sobre las principales obras y su condición (según la definición aprobada **Obras de Ingeniería**), los planes de desarrollo, los eventos de relevancia, lo que su juicio son los problemas que afectan al estado y las capacidades de gobernanza local en relación con nuestro aporte.

Los vínculos con universidades y organizaciones de la sociedad civil regionales, como nos demuestras las exitosas tareas de la Comisión de Desarrollo Local Sustentable, comienzan a abrir puertas a la constitución de las Comisiones Regionales, atrayendo nuevos talentos y haciendo nacional, los aprendizajes locales.

Nuestra comunidad se complementa con la riqueza de experiencias y conocimientos aportados por nuestros miembros honorarios, no en vano la Ley de creación se refiere a ellos como de méritos excepcionales en los ámbitos científico, tecnológico, culturales o profesionales y el reglamento de admisión expresa: **ser reconocido por su trayectoria y méritos profesionales tal que su pertenencia le dé prestigio a la ANIH**.

La contribución de los académicos honorarios va más allá de sus laudos, son activos constructores del quehacer académico, manifiestan sus ideas, conducen Comisiones y programas, renuevan conocimientos. Sabia fue la Ley al crear esta categoría académica y no limitarla en número. La actividad de los Miembros Honorarios ha resultado tan importante y decisiva para la Academia, que determinó la creación de la Orden Olegario Meneses para honrar a distinguidos colegas que merecen el reconocimiento a su trayectoria y virtudes, reservando la categoría de Honorarios a aquellos que sumen a sus dignidades su plena y activa participación académica.

La Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat reconoce a sus Comisionados, que son aquellos colegas que son invitados a participar en las Comisiones especiales de la Academia tanto sectoriales como transversales. Se les invita por sus conocimientos y méritos y si aceptan la invitación, cuentan con plazo razonable para decidir unirse a las Comisiones. Los Comisionados mantienen la actividad académica en continua ebullición, tienden puentes con universidades, sociedades técnicas profesionales, gremios empresariales, generan proyectos, perciben problemas y demandas de avances tecnológicos. En fin, son decisivos en identificación de las vivencias que se expresan en cada uno de los planes anuales de las Comisiones.

Hoy, como cada año honraremos a los Comisionados electos por sus colegas como los de actuación sobresaliente durante el ejercicio de 2024. Muchos de los distinguidos los años pasados han mantenido muy en alto sus méritos y desempeños, La Academia lo sabe y lo registra, pero por el número limitado de reconocimientos da paso a otros merecedores de tal distinción. Unos y otros acumulan méritos en sus hojas de vida consignadas ante el registro de postulados a candidatos académicos.

La experiencia de la Comisión Académica España, cuya tarea principal era hacernos conocer en el ámbito académico español, nos permitió estar al tanto de la importancia de la **diplomacia académica**, un modo de acercarse a las organizaciones que contribuyen al sostenimiento y promoción del quehacer científico y tecnológico y, por ende, al académico.

Hemos adquirido esa conciencia, pero no es un trabajo fácil, requiere dedicación, conocimiento de las instituciones, conciencia de la prudencia necesaria para exponer solicitudes, comprensión de las posibilidades y exigencias de los organismos que constituyen el objeto de la diplomacia académica. Es verdaderamente una tarea compleja para lograrlo con nuestro esfuerzo voluntario. Debemos abordarla con el propósito de alcanzar los medios para desarrollarla y de ser suficientemente ingeniosos para hacernos conocer de embajadas, organismos multilaterales, universidades, otras academias, centros de pensamiento, fundaciones filantrópicas, etc. La Academia ha logrado un numeroso conjunto de convenios que debe custodiar y procurar frutos de ellos, por eso se ha designado un **Coordinador de Convenios** que ha organizado un equipo de trabajo. Estamos seguro del éxito que tendrá esta misión novedosa pero creativa y estimulante.

La diplomacia académica debe complementarse con la **presencia académica**, esta se hace evidente al propiciar eventos donde en las exposiciones y debates se privilegie la cultura. Se trata de hacer presencia en la sociedad sin la estructuración y rigurosidad del método científico, pero con la certeza de comunicar conocimiento convincente y comprensible, de aceptar las dudas con la capacidad que brinda el pensamiento crítico. La presencia académica también requiere sensibilidad ante las bellas artes y el pensamiento humanístico, por ello nos atrevemos a promover la creación de una Junta de Cultura dependiente del Comité Interacadémico. No olvidemos que muchas academias en el mundo se iniciaron por el cultivo de los valores de la estética.

Esta presencia significa un equilibrio entre las sesiones y debates en el seno de la corporación como aquellas abiertas al conocimiento público. Cito al Académico Aurelio Useche: *La ingeniería no puede estar deslindada del desarrollo económico y social. Por lo contrario, forma parte de su responsabilidad esencial. Toda inversión en ingeniería tiene que estar respaldada por una justificación económica que la sustente. Y ello es más exigente en un país con escasos recursos de capital. La política económica y la ingeniería, van de la mano en la procura de la prosperidad que Venezuela debe lograr en las próximas décadas.* Esta noción hace participe a la sociedad en temas y debates sobre propuestas surgidas del seno de la Academia.

Múltiples son las ocasiones para convocar la presencia pública en la institución: entregas de premios, sesiones solemnes, presentaciones de libros, actos de incorporación, etc. Los discursos académicos suelen lecciones magistrales abiertas a la sociedad. Todas ellas son ocasiones valiosas para dar a conocer nuevas ideas, fortalecer acciones positivas, analizar propuestas que hayan sido objeto de debate y de esta manera sumarnos al esfuerzo social por el desarrollo del país.

Hemos avanzado presencia social en temas como la gobernanza del servicio de agua potable y saneamiento que ha sido abordado como una posibilidad concreta de participación de la sociedad civil. Los foros de gestión ambiental urbana están dirigidos, tanto a las asociaciones comunales, como a las autoridades municipales. Los productores agrícolas han dado lugar a la denominada *investigación in situ* que ha sido objeto de estudio en la Academia, para fortalecer su rigurosidad. Diversos informes académicos tratan sobre materias de interés general como un método y un mecanismo institucional para decidir la continuidad de obras inconclusa. La Catedra de Grandes Retos de la Ingeniería es un modo de comunicar a las universidades materias que deben ser de su atención. El Boletín ha consolidado su carácter de revista científica de primer nivel, sin detrimento de su misión divulgativa.

Las redes comienzan a consolidarse como futuro de la interacción académica. La presentación de la prospectiva agrícola de Venezuela ante el conjunto de centros de investigación iberoamericanos fue una singular demostración de rigor científico y de cooperación entre universidad, sociedad civil y academia, unidos en procura de un objetivo común. Cito al Académico Carmelo Ecarri: *El conjunto de las intervenciones, la participación de los centros de investigación y de la sociedad civil, mostraron la capacidad de convocatoria de la Academia para contribuir a fomentar un proceso de transformación hacia futuros deseados. El verdadero poder de la prospectiva, (vale decir de la Academia), reside en su capacidad para movilizar a los actores claves, para que, de manera colectiva, analicen la realidad, la incertidumbre, la complejidad para imaginar alternativas, y conseguir consensos, para alcanzar la visión del escenario deseado, y así entender la realidad como un entramado interconectado de elementos, no fragmentados ni aislados. Morín dixit.*

La Academia no es un centro de formación, pero sí puede promover, inducir, ayudar a las universidades a incluir en sus diseños curriculares, no solo capacitación en tecnologías emergentes sino también la semilla del cambio con la concienciación. Puede también acercar a los actores al diálogo, a la empatía, a superar el juego suma cero, al entendimiento del valor de la institucionalidad y el papel de las empresas en la resolución de conflictos.

La Academia ha juzgado diversas materias como fundamentales para el desarrollo del país. Como parte de nuestras estadísticas desde 2023, se han compilado los eventos realizados por las distintas Comisiones sectoriales.

Con ayuda de la inteligencia artificial se realizó un breve examen de lo tratado en la **Comisión de Agricultura** y se

determinó una lógica centrada en la *agricultura sostenible y su relación con el cambio climático y el desarrollo económico*.

Efectivamente, este tema central ha estado presente en conferencias sobre el impacto del cambio climático en la producción de café y en la implementación de políticas agrícolas en el marco del Pacto Verde Europeo. Además, se atendió al conocimiento de las pérdidas y daños en la agricultura relacionadas con eventos hidroclimáticos.

Existe un claro interés en la sostenibilidad y la bioeconomía. Se realizó un foro sobre la acuicultura como potencial oculto en Venezuela y un seminario sobre tendencias futuras en bioeconomía que hizo evidente la promoción del cacao como un nuevo horizonte para Venezuela.

La agrotecnología es un área donde el uso de sistemas de información geográfica se mostró indispensable para evaluar sistemas agroforestales.

La Comisión abordó el fortalecimiento del sector agroalimentario, para lo cual analizó su financiamiento, además, la asociatividad y la certificación para el desarrollo rural, y la prospectiva del circuito bovino en Venezuela.

Los eventos no se limitaron a la técnica, sino que también analizaron la relación de la agricultura con la política y la gobernanza. Se realizó un debate sobre gobernanza y agricultura sostenible y el análisis de políticas agrícolas en el contexto internacional.

La Comisión que se centra en la infraestructura y la gestión urbana para la resiliencia y la sostenibilidad en el periodo considerado tuvo un claro enfoque en la prevención y mitigación de desastres. Al respecto, analizó la información acumulada a lo largo de 25 años de seguimiento del desastre de Vargas y de otros eventos catastróficos, considerando las causas y efectos determinantes de la insostenibilidad urbana y los procesos de planificación y gestión para evitar las calamidades. También abordó el riesgo sísmico en Venezuela y las medidas para su mitigación.

La tecnología en la construcción y planificación también fue objeto de interés. La modernización y la digitalización estuvieron presentes en el análisis del Proyecto de Ley Marco para la difusión de la digitalización y el modelado de información de la construcción (Plan Nacional BIM) en Venezuela.

La sostenibilidad fue tratada al considerar la movilidad urbana y el transporte aeroportuario, lo que refleja un interés en la eficiencia energética y las energías renovables en las ciudades.

El mantenimiento y durabilidad de infraestructuras es un aspecto recurrente desarrollándose eventos sobre mantenimiento vial y su impacto en la economía. En ese mismo orden de ideas se trató la corrosión y la durabilidad en las edificaciones, especialmente en el litoral venezolano.

El desarrollo urbano y el espacio público consideró el caso particular de la ciudad de Caracas, bajo el sugestivo nombre de: *La ciudad y su gestión: Caracas Ciudad Clausurada*. El río Guaire fue considerado como un elemento para repensar la ciudad desde la perspectiva del agua y el espacio público y este último fue objeto de consideración como integrador de redes de infraestructura.

La vivienda y la habitabilidad evidencian el interés en las políticas y estrategias de vivienda adecuada para el país. Respecto a ese tema se discutió una propuesta para una nueva Ley de Arrendamiento de Viviendas y la reforma del régimen prestacional de vivienda y hábitat.

Cuando se considera que para cubrir toda la producción académica en el periodo deberíamos hacer una tarea semejante para las Comisiones de Ambiente, Desarrollo Urbano y Territorial, Desarrollo Sostenible Local, Desarrollo Industrial, Energía, Minería y Materiales y Telecomunicaciones e Informática, se aprecia la urgencia de desarrollar el Programa de Gestión del Conocimiento mencionado al inicio de esta disertación.

La Academia ha cumplido con la nación al ofrecer propuestas integrales de desarrollo, lo hizo en 2011 con motivo del Bicentenario de la Independencia, en un libro que sumó las perspectivas de cada una de las Academias. Lo hará de nuevo este año cuando las Academias Nacionales lo presenten como recordatorio del Bicentenario del fin de la guerra en Venezuela y la restitución del gobierno civil como departamento Venezuela de la República de Colombia (la grande). La Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat ya culminó sus propuestas y las consigno ante el Consejo Editor designado por el Comité Interacadémico. Será una ocasión muy significativa compartir con el conjunto de las Academias Nacionales la presentación de este documento.

Hoy la Academia incluye en este acto solemne el reconocimiento a la trayectoria de los distinguidos Académicos Gonzalo Morales Monasterios y Manuel Torres Parra, al imponerles la Orden Agustín Avelado, miembros fundadores de la Academia, ambos expresidentes de la corporación, e invitados permanentes como asesores del Comité Directivo. Sus trayectorias académicas en múltiples funciones asumidas a lo largo de estos veintisiete años se evidencian en la organización, en el desarrollo reglamentario, en los instrumentos de difusión del quehacer académico, en la capacidad gerencial, en su propia producción académica, desde libros, artículos, capítulos de libro y participación en consejos editoriales, en la representación interacadémica, en la creación de conciencia y ética académica, en la rigurosidad y exigencia en la Comisión, en sus notas y opiniones, en sus aleccionadores discursos, en sus estimulantes conversaciones, en el compromiso con bienestar nacional, en la concienciación del rol de las academias como órgano de Estado, este brillante conjunto de cualidades que enaltecen a la corporación son méritos que el Consejo de la Orden supo valorar para imponer

la condecoración que representa el máximo reconocimiento a los miembros de nuestra institución.

La Academia cumple veintisiete años de creada, pero la trayectoria académica de los ingenieros en las Academias Nacionales se extiende a largo de 108 años. Cuando pensamos que estas palabras son una síntesis de los últimos años, comprendemos como la recopilación histórica de sus logros abarcarían una sucesión de tomos. Por eso es tiempo de mirar hacia el futuro e imaginar nuestro desenvolvimiento.

Como muchas academias en el mundo nuestra corporación debe aspirar a su reconocimiento como una institución de Estado, con sus vínculos universitarios y la sociedad civil organizada, capaz de comunicarse intergeneracionalmente, con doctrina centrada en cultura académica, una organización intelectual capaz de ofrecer sus luces, de meditar sobre el interés público y de desarrollar y señalar las formas de poner en práctica las mejoras, adelantos y perfección en sus áreas de competencia, actuando en el seno de un orden político que ansie y concrete la mayor suma de prosperidad y dicha. Apreciados académicos, estas no son mis palabras son la visión que en 1830 expuso José María Pelgrón, ilustre educador venezolano, al describir lo que debía ser la Sociedad Económica de Amigos del País. El debate sobre rol de las élites en las sociedades modernas iniciado en la Ilustración sigue vivo y se extiende en la actualidad por los países más adelantados, como lo hemos visto en las críticas y acciones frente a las grandes universidades de aquellos países. Por eso es necesario asumir la convicción de reconocerse como tales y actuar en consecuencia.

Al reconocer que en las academias debe prevalecer la interacción, la suma de pensamientos, las nociones transdisciplinarias, se comprenden que nuestra evolución debe ampliarse con la constitución de Comisiones Interacadémicas, Nuestra academia ha sido pionera y ya funcionan exitosamente varias de ellas. La expansión hacia las regiones es reconocer que el país es uno y que la centralidad es una circunstancia por superar. El intelecto florece en donde se lo cultive y las universidades y sociedades de un país de ciudades son tierra fértil para la creación de ideas, de conocimientos, de percepción de futuro, que la Academia debe sumar.

Frente a lo regional surge avasalladora la globalización, las fronteras no tienen lugar en el espacio cibernético, la noción territorial se diluye, es necesario acudir al espíritu, a valores, costumbres e historia, por eso la nación se superpone al país. Esta circunstancia se agrava con la diáspora, Por eso, es necesario acudir a la cultura para mantener la integridad de una comunidad dispersa por el mundo. Las especialidades no tienen nación y la globalización y comunicación cibernética ofrece la posibilidad de mayor integración e intercambio de conocimientos. En esa dualidad la Academia debe desarrollar la doble estrategia de procurar la preservación de la nación y enriquecer el conocimiento con el intercambio especializado. La experiencia de la Comisión Académica de España y el aporte de la Real Academia de Ingeniería estimulando la confluencia de la cultura común de Iberoamérica nos brinda

una posición de vanguardia para asumir con éxito el desarrollo de la Academia en el mundo globalizado.

El estudio sobre la diáspora de los académicos Genatios y Lafuente con su recomendación del desarrollo de redes y la experiencia de PROAGRO constituyen otro aporte fundamental para este nuevo reto que debe asumir la Academia. Instituir y sostener la vigencia de redes será un trabajo complejo, que demandará organización, reglas, precisión de objetivos, desarrollo y sistematización de experiencia, comprensión de la necesidad de un ajuste del lenguaje, incorporación del actual idioma de las ciencias a los eventos que trasciendan el espacio de la cultura común.

En esta nueva etapa además de las redes y las Comisiones Académicas internacionales, será menester organizar Congresos cibernéticos, Foros Internacionales, convocatorias a Ferias de intercambio profesional, Nuevas tareas y retos que debe asumir la Academia. También aquí hemos alcanzado una posición de vanguardia. Mediante la colaboración del CIDIAT de la Universidad de los Andes, que esperamos que muy pronto se ratifique en un convenio, hemos llevado a cabo exitosos Simposios sobre Recursos Hidráulicos y Calidad de Agua, con una participación elevada de colegas extranjeros. Contamos con Académicos y Comisionados, preparados en la materia y con las aplicaciones especializadas que el CIDIAT nos ha brindado. Es un punto de partida, pero tendremos que desarrollar nuestras propias capacidades.

Todos estos retos y muchas de las tareas actuales no serán posibles únicamente con el trabajo voluntario de los miembros de la Academia, nuestros recursos provienen de una exigua provisión presupuestaria del Estado y de las donaciones filantrópicas de fundaciones, empresas y de los propios académicos. A todos ellos nuestro agradecimiento y reconocimiento.

Es necesario imaginar nuevos modos de allegar recursos a nuestras finanzas. Por eso es necesario establecer un grupo de trabajo, dependiente directamente del Comité Directivo capaz de realizar la **captación estratégica de recursos** (fondos, tiempo, bienes, etc.) para financiar la misión y los proyectos de la corporación. Esta es una labor especializada que requiere conocimientos y destrezas, que permitan llevar adelante un conjunto de técnicas y estrategias enfocadas en construir relaciones a largo plazo, con donantes y seguidores que se involucren con la misión de la Academia.

La captación de recursos por esta vía puede complementarse con labores remuneradas como: Certificación de Proyectos de Investigación; Provisión de Servicios del Centros de Documentación e Información y el Geoportal; Puesta al Día de Avances Tecnológicos; Observatorios sobre Temas de Interés Profesional y Académico y Aval y Supervisión de Proyectos de Investigación. Esta tarea demanda el concurso de todos, pues los primeros fondos que demos obtener, deben estar destinados a la estructuración de esta unidad, con una rigurosa selección de personal que asegure el éxito del cual depende el futuro que hemos procurado vislumbrar.

Culminando estas palabras, es preciso hacer reconocimiento al tesón y labor de todos nuestros miembros corporativos y nuestro personal administrativo y de apoyo. Al concluir el acto que se multipliquen los abrazos y que en cada uno de ellos se exprese la satisfacción de *lo hicimos*, es *nuestra labor*, el *fruto de nuestro compromiso*. Es un momento de plenitud y de estímulo.

El liderazgo de nuestro Comité Directivo y de las directivas de Comisiones demanda un reconocimiento especial. Somos una organización efectiva, digna, ejemplo de compromiso y vocación de servicio y bien dirigida, con claridad de objetivos, conducida con presencia y firmeza.

Muchos éxitos recordaran la gestión de este Comité, pero perdurara el logro de habernos conducido de regreso a nuestra casa, estamos presentes en el Palacio de las Academias y lo hacemos en los locales donde una vez funcionaron los laboratorios de la Escuela Nacional de Ingeniería, creada a instancias del Colegio de Ingenieros de Venezuela, por apreciar excesivamente teórico-filosófico y alejado del oficio el régimen de enseñanza vigente en la Universidad Central de Venezuela,

Fue una la defensa de los avances del conocimiento científico y práctico de nuestra profesión y que nos formó en las tres carreras que hoy constituyen la Academia. Nuestros miembros Comisionado Orlando Marín y Académico Lorenzo González Casas nos informan que fue el presidente del Colegio de Ingenieros de Venezuela quien presentó el proyecto de creación de la Escuela Nacional de Ingeniería, elaborado por los ingenieros Juan Salustiano García, Jorge Nevett y Luis A. Urbaneja Tello, el cual fue recogido casi textualmente en el decreto del Presidente Cresspo; allí, además de proponer el programa de estudios para las carreras de ingeniero civil y militar, también se incluyeron los de ingeniero agrónomo y de arquitecto.

Hoy impondremos la Orden Agustín Aveledo, su nombre honra al ingeniero que presidió en mas ocasiones y por mayor tiempo el Colegio de Ingenieros de Venezuela y que en representación de la corporación gremial, lideró la creación de la Escuela Nacional de Ingeniería, en defensa de los valores formativos de nuestra profesión.

Sus luces abarcan su trayectoria como educador, filántropo, sanitarista, científico, climatólogo. Pero su lustre imperecedero fue designación como *Prócer de la Paz*, dignidad que recoge su biógrafo Luis Eduardo Aveledo Morasso en su obra: *El Licenciado Agustín Aveledo, Prócer de la Paz. Una visión de dos facetas de su vida. La de educador y la de filántropo*.

Venezuela tiene una inmensa deuda con sus *Próceres de Paz*, este sagrado recinto esta pleno de ellos, sus estatuas, bustos, retratos, nos conminan al transitar por cada espacio del Palacio, son nuestros ejemplos y ante ellos debemos hacer el juramento exigido por el Licenciado Aveledo a sus alumnos del Colegio Santa María: *ser fieles a la consigna de moral, orden, estudio, constancia, progreso y sobre todo Dios*.

Muchas gracias.

VEREDICTO CONDECORACIÓN DE LA ORDEN AGUSTÍN AVELEDO, en su primera edición 2025

Jorge BARALT TORRIJOS,
Miembro del Jurado

El Consejo de la Orden Agustín Aveledo, nombrado por la JIN en su sesión N.º 321 del día 10 de diciembre de 2024, fue convocado el día 12 de junio de 2025 para considerar si los criterios de elegibilidad para la distinción, establecidos en el reglamento de la Orden aprobado por la JIN en su sesión N.º 316 del día 16 de julio de 2024, a quienes entre los individuos de número podían aplicar de acuerdo con los siguientes criterios:

El objeto principal de la condecoración es el reconocimiento de una destacada, meritoria y ejemplar trayectoria del candidato a lo largo de su vida en la Academia. Esto incluye:

- 1.Haber realizado actividades distinguidas en por lo menos los últimos diez años.
- 2.Haber realizado significativos aportes académicos tanto en publicación de artículos, libros y otras publicaciones
- 3.Haber desempeñado cargos en los cuales se haya destacado por su gestión.
- 4.Haber demostrado su permanencia y asistencia a las reuniones, sesiones y actos de la Academia.
- 5.Haber demostrado con su actividad una realización ejemplar como académico.

Fue igualmente consenso entre los miembros del Consejo, que tal distinción, debería ser otorgada a un académico o cuando más a dos en condiciones de análoga elegibilidad, a fin de destacar su importancia y valor. En tal sentido se llegó al acuerdo unánime de considerar que tales criterios aplicaban a los Académicos Dr. Gonzalo J. Morales y Dr. Manuel Torres Parra.

Considerando que la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat fue creada el día 3 de septiembre de 1998 mediante Ley de la República, que el Ejecútese de la mencionada Ley, para su entrada en vigencia fue promulgado el día 17 de Septiembre del mismo año, que su primera Junta de Individuos de Número fue nombrada por Decreto Presidencial N.º 3.281 del 20 de enero de 1999 de acuerdo a lo establecido en la Ley y que su primer Comité Directivo fue juramentado para el bienio 1999-2000, es de notoria importancia destacar que los Académicos Dr. Gonzalo J. Morales y Dr. Manuel Torres Parra fueron integrantes de ese Comité, en los cargos de Vice-Presidente y Secretario respectivamente.

No sólo es que los dos estén entre los doce sobrevivientes de los treinta y cinco Individuos de Número de la Junta inicial, sino que durante los veintiséis años de actividad del Comité Directivo han participado activamente en la conducción de la Academia, veinte años consecutivos en el caso del Académico Manuel Torres, cuatro como Presidente, dos como Vice-

Presidente, nueve como Secretario y cinco como Tesorero; y diecisiete años no consecutivos en el caso del Académico Gonzalo Morales, siete como Presidente, cuatro como Vice-Presidente, cuatro como Tesorero, y dos como Bibliotecario.

De gran valor ha sido la labor conductora del Académico Manuel Torres en la Presidencia de las comisiones de Ambiente entre 2005-2014, Agricultura entre 2007-2011, Venezuela +30 entre 2005-2014, Ciencia, Tecnología e Innovación entre 2011-2024, Infraestructura entre 2010-2014; y enriquecedora su participación como miembro de las comisiones: Calificadora entre 2006-2014, Editora entre 2006-2007, de Biblioteca entre 2009-2014, de Educación Superior entre 2009-2011 e Historia de la Ingeniería entre 2007-2011.

De igual manera se destaca la labor conductora del Académico Gonzalo Morales en la Presidencia de las comisiones de Educación Superior entre 2019-2021 y de Desarrollo Industrial en 2022.

Por lo antes expuesto, el Consejo de la Orden propone en esta ocasión, otorgar la Condecoración de la Orden Agustín Aveledo a los Académicos Dr. Gonzalo J. Morales y Dr. Manuel Torres Parra, en reconocimiento a sus trayectorias ejemplares y a sus invaluables contribuciones a la Academia.

Caracas, 8 de julio de 2025

Acad. Rafael Isidro Quevedo Camacho, Presidente ANIH

Acad. José Ochoa Iturbe, Vicepresidente ANIH

Acad. Alfonso Linares

Acad. Raúl Alegrétt

Acad. Jorge Baralt Torrijos



PALABRAS EN REPRESENTACIÓN DE LOS CONDECORADOS DE LA ORDEN AGUSTÍN AVELEDO

Gonzalo MORALES MONASTERIOS
Expresidente ANIH

Académico Dr. Rafael Isidro Quevedo Camacho, Presidente y demás Académicos miembros del Comité Directivo de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Señores Presidentes de Academias, presentes.

Señores Académicos.

Estimadas Señoras, Señores, queridos todos y todas:



Este Palacio que hoy nos acoge representa para mí un templo sagrado, tanto por sus nobles orígenes como por albergar en su recinto la vida de las Academias y, muy especialmente, esta Academia de Ingeniería y Hábitat, que siento tan cercana a mi persona.

Nos encontramos en un espacio sagrado, en este auditorio, donde se me honra como recipiendario de un significativo reconocimiento: la Condecoración “Agustín Aveledo”, que ocupará un lugar privilegiado en mi memoria y en mis afectos. Es también un homenaje a un ejemplar ciudadano de nuestra historia.

Recibo tan valiosa presea con humildad, considerándola un símbolo para todos quienes trabajan e innovan en beneficio de la colectividad. Particularmente para esta Academia, que gracias al esfuerzo de sus miembros, se ha convertido en una institución de gran prestigio, apreciada incluso en la comunidad ingenieril internacional.

Esa labor fundamental debemos esforzarnos en superarla, convirtiéndola en ejemplo para instituciones similares, especialmente en las universidades.

Me corresponde también subrayar que he sido testigo — imparcial y objetivo — de buena parte de lo ocurrido en nuestro país durante el siglo pasado y lo que va de éste.

Permítanme ahora, brevemente, divagar en mis recuerdos para compartir algunas experiencias que marcaron mi vida profesional.

Muy remotamente, 1953, en Gran Bretaña, junto con compañeros británicos y otros de mi querida Universidad de Loughborough, fundamos la “Rocket and Interplanetary Society”, que tuve el honor de presidir, manteniendo una activa labor en la región. Antes de ello, 1952, había publicado en Madrid el libro “Qué es la propulsión a chorro y las turbinas de gas”, el primero en idioma español en divulgar detalles sobre esos recientes avances de la aviación moderna.

Las experiencias recogidas allí me permitieron luego realizar mi tesis doctoral en la Technische Hochschule de Viena, sobre grietas generadas en las toberas de los motores de cohete durante su operación con propelantes sólidos.

En 1955, fui invitado por el Profesor Dr. Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker a la Universidad de Göttingen, Alemania, para integrarme a su grupo de investigación en termodinámica estelar. Más tarde, en 2006, el Profesor Hans Hatt, jefe del Laboratorio de Investigación Celular de la Universidad Rhein Ruhr, Presidente de la Academia de Ciencias, también en Alemania, me invitó a continuar una investigación sobre la mitocondria y el Ciclo de Krebs. Lamentablemente, en esa ocasión no pude aceptar.

No puedo dejar de mencionar la experiencia histórica de 1998 como miembro de la Comisión Presidencial “V Centenario de Venezuela”, ni mi participación en la Exposición Mundial de Hannover 2000. Tampoco olvido el honor que recibí en 1994, cuando el Colegio de Ingenieros me invitó a formar parte de la Comisión Organizadora de esta Academia Nacional, labor cumplida con éxito.

Tampoco puedo diferir mi reciente libro “Civilización y Electrificación- Desarrollo de la Electrificación en Venezuela”, 2019, donde dedico un reconocimiento a pioneros del sector privado que arriesgaron capital y esfuerzos, para impulsar el comienzo de la modernización de nuestro país, dotándolo de iluminación y fuerza para crear múltiples empleos, parangonándolo con otras capitales americanas. Nuestro recuerdo y gratitud en Maracaibo a Parra, 1898, Valencia 1899, Paredes en Mérida 1891, Zuloaga en Caracas, 1896. Luego otros, no menos importantes. Constituyen un ejemplo de creatividad, de innovación.

Permítanme ahora expresar algunas reflexiones que considero oportunas.

Vivimos en un mundo dinámico, donde cada día surgen nuevos actores y situaciones opuestas. La informática, la inteligencia artificial y la robótica ofrecen soluciones infinitas que transforman nuestro desarrollo. La invención y el uso de nuevos materiales anuncian cambios profundos en la vida cotidiana. Los avances tecnológicos marcarán nuestros caminos, y dependerá de la rapidez con que logremos adaptarnos a su uso.

Por ello, la investigación, la innovación y la creatividad ocupan un lugar esencial. Allí encontraremos las soluciones que necesitamos para nuestra supervivencia y generar progreso.

El ser humano, desde tiempos remotos, ha creado para innovar y mejorar, para contribuir al desarrollo de su entorno. Ésa ha sido también mi gran pasión por la ingeniería: ser testigo de los beneficios que los avances tecnológicos han brindado en un mundo cada vez más globalizado.

Pero surgen interrogantes inevitables:

¿Qué papel jugarán las tecnologías actuales en treinta años?

¿Cuáles serán los roles de la inteligencia artificial?

¿Cómo se aplicará la ética en la inteligencia generativa?

Las respuestas a estas preguntas impactarán de manera directa a nuestras sociedades y a la forma en que éstas funcionarán.

En lo relativo a la persona: ¿cómo influirán en nuestra salud? ¿cómo podremos enfrentar amenazas y disfrutar de mejores condiciones en la vejez?

Podríamos plantear aún más preguntas:

¿Cómo evolucionarán otras naciones de América, como Colombia y Brasil, nuestros vecinos? ¿Competiremos en algunos campos?

¿Qué esperar del ascenso de países africanos o asiáticos?

Al reflexionar sobre el futuro, resulta inevitable abordar el tema de la energía. No sólo aquella que exportamos para obtener divisas, sino el porvenir mismo de tan vital insumo.

¿Cómo y cuándo nos afectará el crecimiento de las energías renovables?

¿De qué viviremos cuando disminuya la demanda del petróleo?

La producción y consumo de energías fósiles se reducirán inexorablemente hasta bien después del 2050. Para entonces, algunas energías renovables habrán alcanzado para abastecer a países que hoy las requieren.

“La tecnología se ha convertido en aliada de la vida cotidiana y del desarrollo económico: ya sea para analizar en tiempo real los altibajos de la bolsa o para interpretar los datos de sensores en una hectárea de cultivos, está presente para fortalecer la economía y el progreso”.

Debemos agudizar y estimular nuestras mentes para aportar soluciones a los inmensos problemas que nos apremian. La

tecnología y la investigación son nuestros principales aliados. Por ejemplo, estimular a nuestros pensadores a generar nuevos productos de las plantas y del petróleo. La producción de alimentos, especialmente durante emergencias futuras, debe recibir consideración especial.

Nuestros abundantes y variados recursos naturales lo permiten. Se podría premiar a quienes tengan éxito.

Es también esencial recordar las experiencias negativas sufridas bajo regímenes inadecuados, para concebir estructuras políticas diferentes: con poderes nacionales bien definidos e inalterables, donde impere el respeto y seamos inmunes a los designios de gobernantes arbitrarios.

La verdadera función que nos corresponde es promover y contribuir de manera decisiva a la creación de una nación moderna y la sociedad del conocimiento será nuestro baluarte.

Educación, trabajo y orden deben ser nuestras consignas diarias.

Al despedirme de tan hermoso acto, deseo transmitir mis sentimientos más profundos de agradecimiento por esta condecoración y por este momento invaluable que comparto con ustedes. Esta presea desborda los límites de mi aprecio hacia el Comité Directivo de nuestra Academia, presidido por el apreciado colega Dr. Rafael Isidro Quevedo Camacho, por proponer el otorgamiento de tan alto honor; y hacia el Consejo de la Orden “Agustín Avelado”, presidido por el estimado colega Dr. José Raúl Alegrét, por hacerlo realidad.

Quiero también felicitar al colega académico Manuel Torres Parra, quien hoy recibe igualmente esta condecoración.

Muy buenos días.

PALABRAS DE CLAUSURA

Rafael ISIDRO QUEVEDO CAMACHO,
Presidente ANIH

Doctora Liliana López, Presidenta de la Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales.

Señores Rectores Víctor Rago Alujas y Arturo Peraza Celis, de las Universidades Central de Venezuela y Católica Andrés Bello

Ingeniero Irwin John Perret-Gentil, Presidente de la UNIMET y del Consejo Superior.

Doctor Germán Uzcátegui Briceño, Ex Director del CIDIAT de la Universidad de Los Andes.

Doctor Eugenio Hernández-Bretón, Presidente de la Fundación Palacio de las Academias.

Ingeniero Felipe Capozzolo, Presidente de FEDECAMERAS.

Señores Gonzalo Morales Monasterios y Eduardo Buroz Castillo, Expresidentes de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Distinguidos miembros del Comité Directivo, Individuos de Número, Miembros Correspondientes, Miembros Honorarios y de las Comisiones Técnicas de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Señora Mayra Contreras, Administradora de la Oficina del IICA en Venezuela y demás oficiales de la misma.

Señor Alexis Bonte, Representante de la Oficina de la FAO en Venezuela.

Señores Presidentes, Individuos de Número y demás miembros de las otras Academias Nacionales que nos honran con su participación en este acto.

Señores rectores, vicerrectores, secretarios y decanos de las universidades nacionales.

Distinguidos representantes de instituciones signatarias de convenios con la Academia y representantes de organismos internacionales.

Distinguido Presidente y demás miembros de la Real Academia de Ingeniería del Reino de España.

Señores académicos condecorados con la Orden “Agustín Avelado”: académicos Gonzalo Morales Monasterios y Manuel Torres Parra.

Señores invitados especiales, familiares y amigos de los comisionados cuya meritoria labor se reconoce.

Señores

Nos hemos congregado nuevamente, en este histórico Paraninfo del Palacio de las Academias Nacionales, para conmemorar el XXVII ANIVERSARIO de nuestra Corporación, a fin de destacar el día en el cual el Presidente Rafael Caldera puso el Ejecútese y entró en vigor la Ley de creación de nuestra Academia, promulgada por el Soberano Congreso Nacional de la República de Venezuela el día 3 del mismo mes y año, bajo la presidencia del Senador Pedro Pablo Aguilar.



La historia de nuestra Academia bien narrada tanto en el discurso de orden pronunciado el año pasado por el Académico Raúl Alegrett como bien ha sido ampliada en hechos y conceptos por el Académico Eduardo Buroz Castillo en este acto, se encamina hacia su madurez institucional, fortalecida por la incorporación de Individuos de Número que han sustituido a los fallecidos, así como académicos correspondientes y honorarios, y mas de doscientos comisionados que a través de veinte comisiones especiales de trabajo académico y cuatro Inter académicas, realizan un significativo esfuerzo de gestión del conocimiento, de estudio e investigación sobre el desarrollo del país, que pretenden contribuir a la orientación de la vida nacional y a aportar luces para la actualización y mejoramiento de la educación superior en los campos de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo.

En esta oportunidad nos complace la ocasión de realizar un especial reconocimiento a un numeroso conjunto de colegas que forman parte de las diversas comisiones especiales y que se han destacado en ellas por el esmero con el cual han realizado su trabajo, por su asistencia y aportes en las reuniones ordinarias mensuales que llevan a cabo, por el sentido de solidaridad y colaboración para el trabajo en equipo y el intercambio de conocimientos y opiniones y por sus aportes en los eventos que la propia comisión donde actúan, ha venido realizando durante el año. A través de ellos igualmente hacemos llegar a todos los comisionados nuestra expresión de reconocimiento y de agradecimiento por la desinteresada entrega al servicio de la Academia, y con ella, al país que recibe sus aportes, mediante las memorias y escritos que a lo largo del año se van publicando tanto en el Boletín Científico Tecnológico y de la Vida de la Academia, como en nuestros órganos informativos, el NotiACADING y el NOTACAD, el primero de circulación general y el segundo para la información interna entre los componentes de la institución.

En sesiones anteriores hemos hecho pormenorizadas relaciones de los numerosos eventos realizados durante el año, entre congresos, foros, conferencias, mesas redondas, la Cátedra ANIH donde participan estudiantes de la UCV, la UCAB, la UNIMET y USB. Todos estos eventos sirven de tribuna pedagógica para presentar temas de nuestros campos de acción, en la frontera del conocimiento, así como la formulación de diversos proyectos de investigación y desarrollo en cooperación con otras instituciones del país, de América Latina y de España.

La Comisión Especial de España, en la cual se han integrado los académicos y profesionales de la Diáspora que viven en el Reino de España y que, con el apoyo de la Real Académica de España, han establecido un importante centro pensamiento y acción desde la sede de aquella institución hermana, que les ha permitido trabajar en coordinación con diversas universidades e institutos de investigación y desarrollo de ese hermano país. Ello ha permitido establecer un puente de cooperación científica y tecnológica entre Europa y América, vinculando profesionales y profesores que por razones de la gran Diáspora de profesionales de nuestro país, se han establecido en España,

en Europa, en otros países de América y del mundo y han encontrado en este mecanismo de cooperación un sitio de apoyo y un punto de referencia para insertarse, para fortalecer con su talento la cooperación internacional y el apoyo al país, con sus aportes e igualmente la vinculación de universidades e instituciones europeas con Venezuela y América Latina, a través de diversas iniciativas, entre ellas la Plataforma Iberoamericana de Prospectiva Agrícola y Agroalimentaria, PROAGRO, al cual se han vinculado diversas universidades de ambos continentes y permite mediante foros y otros eventos de intercambio, compartir experiencias exitosas y resultados para *"alumbrar con la luz del futuro, el desarrollo del presente"* al vislumbrar escenarios por venir y facilitar a los actores del desarrollo y líderes de los países, planear su accionar por mejores caminos para avanzar en el desarrollo de los pueblos. Estas iniciativas igualmente permiten a la Real Academia de Ingeniería de España, en una relación de ganar.ganar, lograr un portal de acceso de grandes dimensiones a las universidades e instituciones de educación superior e investigación de América, estrechando lazos de cooperación, de relacionamiento interinstitucional y de amistad con ellas y con los respectivos países, afirmando la presencia y proyección de cultura *paniberoamericana*.

Esta labor de la Academia, también se ve fortalecida por el brillante trabajo que realizan tanto la Comisión Especial de Venezuela mas treinta, ocupada de formular escenarios de futuro y servir de brújula para que Venezuela busque nuevos horizontes de progreso, así como la Comisión de Desarrollo Nacional, que coordina su accionar con aquella, y en la cual mediante un enriquecedor intercambio de expertos se analizan los grandes problemas nacionales y se presentan documentos que aprueba la Junta de Individuos de Número y se publican para mejor comprensión de lo que debe hacerse en el país para su desarrollo y progreso, para orientar las políticas públicas, buscar caminos para la seguridad alimentaria y para impulsar el desarrollo rural.

Al igual que estas, la Comisión Especial de Agricultura y la de Ambiente, constituyen centros de pensamiento sobre nuestros recursos naturales renovables y la marcha de la agricultura.

Nuestra Comisión Especial del Ambiente que aglutina un numeroso conjunto de especialistas para estudiar un tema tan vigente y amplio como es el de los recursos naturales, los ambientes tanto naturales como aquellos modificados por el hombre, su impacto ambiental, la ingeniería y el hábitat vinculada a los recursos naturales, a los riesgos y las estrategias para el desarrollo sostenible.

Nuestra Comisión de Geomática y Documentación, para la aplicación de instrumentos avanzados en el campo de los sistemas de información geográfica, sensores, manejo de datos, tecnologías de computación y de inteligencia artificial, así como el intercambio con bibliotecas y repositorios y asesorar el manejo de nuestra Biblioteca *"Carlos Raúl Villanueva"*.

Nuestra Comisión de Desarrollo Industrial, la cual realiza un diálogo permanente sobre los temas de su competencia en la industria tanto pesada, manufacturera, la agroindustria y las relaciones con el empresariado y FEDECARAS.

La de Desarrollo Urbano y Territorial, interesada en los procesos de ocupación, las regiones, las ciudades y la dinámica de las poblaciones, los riesgos y las políticas de desarrollo urbano y territorial, así como el estudio de los agentes económicos, sociales, culturales y políticos que interactúan y los procesos de innovación asociados.

La Comisión de Energía, dedicada al estudio de un tema tan estratégico como vital para la vida nacional, en cuanto está asociado a la generación de energía hidráulica, al petróleo, gas y sus derivados, a los procesos de refinación y transformación. Al uso eficiente de la misma y al estudio de las fuentes alternativas de energía, para emitir estudios y opiniones que orienten su mejor utilización y aprovechamiento.

Nuestra Comisión de Infraestructura, tan emblemática como dinámica, estudiando y analizando los planes y programas vinculados a este sector, su construcción, mantenimiento y los servicios que de la misma se derivan, así como las normas para la construcción segura, sostenible y en convivencia con el hombre y la naturaleza.

La Comisión de Minería y Materiales, dedicada al estudio de la cadena de valor en las industrias vinculadas a este sector, el desarrollo de planes de ordenamiento, las políticas públicas, así como las normas para el desarrollo de este sector, y el fortalecimiento de la investigación y la enseñanza en estas áreas.

La Comisión de Telecomunicaciones e Informática, cuya dedicación a temas tan actuales, que unen al mundo y garantizan el funcionamiento de las relaciones de todo orden, requieren igualmente de investigación y modernización constante de la enseñanza para adaptarse a las innovaciones y cambios que revolucionan la posmodernidad en la cual el hombre y las máquinas interactúan en las fronteras del conocimiento que van hasta la inteligencia artificial.

Nuestra Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación, en la cual un valioso equipo de académicos y comisionados trabajan en temas para el avance del conocimiento y el desarrollo de la inteligencia muy vinculados con la Comisión de Educación Superior, en la cual un taller permanente de intercambio monitorea la Educación, con estudios de sus problemas, plantea sugerencias, innovaciones, y cambios para adaptar los procesos educativos a las exigencias de los nuevos escenarios de futuro, para una educación pertinente, eficiente y de calidad.

Junto a estos equipos científicos y tecnológicos se alinean:

La Comisión de Historia de la Ingeniería que se ocupa de nuestra memoria histórica, de recopilar los aportes y legados al acervo del conocimiento, la trayectoria de profesionales y de

instituciones vinculadas a nuestras profesiones y su accionar, así como la documentación de obras, del patrimonio histórico y cultural y de las medidas para su conservación.

La Comisión de Relaciones y Comunicaciones, cuyos integrantes realizan un significativo esfuerzo por establecer puentes de intercambio y relacionamiento con otras instituciones públicas y privadas, para proyectar el pensamiento y los pronunciamientos de la Academia y mantener informados a todos los componentes de nuestra institución, establecer nuevas vinculaciones y convenios y armar el entramado de redes e intercambios necesarios para que nuestra corporación pueda interactuar en un mundo complejo y cambiante con el actual.

La Comisión Editora, cuya estratégica misión consiste en garantizar la publicación con la calidad y diseño apropiados de los numerosos libros científicos y tecnológico que los miembros van elaborando, así como los artículos, reseñas, pronunciamientos, declaraciones y otros documentos que la Academia en su accionar como institución de derecho público debe dar a conocer y publicitar para conocimiento de la opinión pública. Este Boletín, que constituye una revista con reconocimiento internacional, registrada en los índices nacionales e internacionales de revistas científicas y cuyas publicaciones llevan la garantía de un arbitraje de calidad, aseguran que los aportes de la Academia queden debidamente registrados y se incorporen al flujo internacional de información y documentación, dando así cumplimiento a una de las misiones que la Ley le encomienda.

La Comisión sobre las Mujeres en la Ingeniería, para reivindicar el papel de la mujer profesional que progresivamente ha venido creciendo y en muchas especialidades se ha convertido en el género mayoritario con una presencia significativa por sus aportes y protagonismo.

Junto con estos equipos de trabajo se ha hecho igualmente un esfuerzo por integrar el trabajo de la ANIH con el de las otras seis academias nacionales mediante la constitución de Comisiones Inter académicas para abordar temas que les son comunes, entre ellas ya están en pleno funcionamiento las de Energía, del Sistema Agroalimentario y Nutrición, la de Medicina e Ingeniería y la de Historia en las cuales participan talentos humanos de diversas academias y junto con los académicos invitados de unas a otras en sus eventos, forman un entramado de interrelacionamiento que fortalece el mundo académico y ofrece al país en el pináculo de la institucionalidad del Sistema Educativo Nacional, de un Centro de Talento Humano de alto nivel para orientar la vida nacional.

Este conjunto de equipos inter y transdisciplinarios, en la modalidad de Comisiones Especiales contempladas en nuestra Ley, interactúan de manera permanente. Constituyen la base fundamental de la Academia. Son presididos por un Académico, junto a un Vicepresidente y un Secretario. Realizan un intercambio constante vía internet y también presencial cuando es posible. Se reúnen cuando menos una vez al mes y con un plan de acción anual, alinean sus objetivos y

acciones con los establecidos por la Ley para la institución, constituyendo una red de intercambio que permite una acción altamente eficaz de todo el sistema y la obtención de resultados significativos como aporte a la nación.

En esta perspectiva la ANIH recibe su XXVII ANIVERSARIO FORTALECIDA por el accionar de todos sus componentes. Es satisfactorio que esta Sesión Solemne se realiza por primera vez cuando la sede de la Academia ya está ubicada en el Palacio de las Academias, junto a sus pares, luego de un cuarto de siglo en una sede provisional, en local arrendado y fuera del contexto y del casco histórico de la ciudad de Caracas. Se ha logrado establecer desde el año pasado en un esfuerzo compartido con la Academia Nacional de la Historia, un CONVENIO DE CESIÓN DE ESPACIOS, por el cual luego de negociaciones positivas y constructivas entre ambas corporaciones, se alcanzó a asignar el lugar que hoy ocupan nuestras oficinas y que la coloca en igualdad de condiciones con las demás corporaciones. Queda pendiente el reto de renovar su mantenimiento y reparación, por lo cual hacemos un llamado de apoyo y cooperación.

Es satisfactorio igualmente que en estos últimos dos años, nuestra corporación ha participado en el Comité Inter académico ejerciendo tanto la Presidencia como la Coordinación operacional, en esfuerzo de servicio y apoyo al sistema de las academias nacionales que nos ha permitido estrechar relaciones de amistad y cooperación tanto con nuestro pares como con la Fundación Palacio de las Academias y con la Parroquia que hace vida y orientación espiritual en el centro de Caracas, desde la Histórica Iglesia de San Francisco, cuyos 450 años se celebraron conjuntamente con el Palacio que ha sobrevivido como centro del pensamiento a lo largo de la historia de nuestro país.

Hoy nos sentimos muy honrados con la entrega solemne de la Condecoración *Orden "Agustín Aveledo"* a dos ilustres y prestigiosos académicos fundadores de nuestra institución, cuya vida profesional y trayectoria de servicio a la Academia son ejemplares, por su brillantez, por su dedicación y por el aporte, que han hecho al país en su desempeño vital, por el fortalecimiento institucional. Ellos lograron en los diversos cargos directivos dentro de la Academia, hasta culminar con sus respectivas presidencias y continuar su accionar aportando su sabiduría como individuos de número y asesores del Comité Directivo. Los Académicos Gonzalo Morales Monasterios y Manuel Torres Parra, constituyen un centro de referencia para el accionar de nuestra institución. El Consejo de la *Orden "Agustín Aveledo"*, al inaugurar el otorgamiento de esta condecoración, que es la máxima distinción que puede ser acordada, no ha dudado un solo momento en determinar como merecedores de la misma a los citados ciudadanos, quienes con su liderazgo y condición humana honran a la institución y constituyen un arquetipo para quienes estamos en ella y para quienes vendrán en el porvenir. Honor a Gonzalo Morales Monasterios y a Manuel Torres Parra.

Esta condecoración responde al epónimo de un ilustre ingeniero y educador nacido en Caracas en 1836, quien

acompañó el devenir de aquel siglo y la parte inicial del pasado, en una larga y provechosa vida de 89 años, graduándose de Ingeniero en la Académica de Matemáticas en 1855 y de doctor en filosofía en 1.880 en nuestra Universidad Central de Venezuela. Fundador del Colegio Santa María, donde ejercieron la docencia personalidades como Juan Vicente González, José Martí en su tránsito por Venezuela, Adolfo Ernst, Luis Espelós, y muchos otros distinguidos docentes.

Se desempeñó como profesor universitario en la Escuela de Ingeniería, de la cual fue su Director. Colaborador de revistas científicas fue también Director y fundador de la Sociedad de Ciencias Físicas y Naturales, realizando importantes excursiones naturalistas y determinando la altura del pico Naiguatá, participó en la redacción del proyecto de Ley sobre Instrucción Pública propuesta al Congreso por el Ministro Nicanor Borges y fue designado Ministro de Fomento en diciembre de 1869. Formó parte de los promotores del Colegio de Ingenieros y ejerció su presidencia durante cuatro lapsos por cerca de cuarenta años, siendo a la vez un ciudadano ejemplar logrando fundar el Asilo de Huérfanos de Caracas y ejercer la Presidencia de la Junta de Instrucción Pública del Distrito Federal. Un profesional y ciudadano ejemplar, con cuyo nombre honramos su memoria y reconocemos la jerarquía intelectual y ciudadana de quienes reciben esta Orden.

Del mismo modo, tenemos que expresar con satisfacción nuestro agradecimiento al calificado grupo de comisionados cuya destacada labor ha sido reconocida por la Junta de Individuos de Número, mediante los informes razonados de sus respectivos equipos de trabajo, y que como ya hemos expresado, realizan su misión en el seno de nuestras comisiones especiales. Es importante destacar que este devenir se realiza igualmente con un sólido relacionamiento interinstitucional, que ha permitido mediante diversos convenios de cooperación estrechar nexos y realizar actividades conjuntas con un grupo de instituciones, entre las cuales este año destacamos a las universidades nacionales, UCV, ULA, UCAB, UNIMET, así como a organizaciones empresariales como FEDECAMARAS, FEDEGANADEROS Y FEDEAGRO y federaciones asociadas a éstas, nuestra Academia hermana la ACFIMAN, la Fundación Palacio de las Academias, y la Real Academia de Ingeniería de España, RAI, con cuya institución hermana mantenemos un convenio de cooperación que ha dado impulso a innumerables iniciativas de cooperación técnica, científica y cultural y a la cual se ha insertado a través de la Comisión de España un destacado grupo de profesionales venezolanos. Todas las cuales nos han otorgado una valiosa colaboración y la Fundación Oscar y Anny y el Grupo Pering C.A., cuyos aportes nos han permitido cubrir gastos de funcionamiento y organismos internacionales como el IICA y la FAO que nos abren un puente de cooperación técnica con muchos otros organismos con quienes mantenemos comunicación y cooperación.

En este período de dos años del actual Comité Directivo, cuya presidencia me ha correspondido el honor de desempeñar, en el cruzar de la esquina al primer cuarto de siglo

de la ANIH, hemos podido adelantar una gestión que significa el punto de inflexión de nuestra corporación, posicionada en este histórico Palacio de las Academias, en la plenitud de su funcionamiento académico, organizacional y funcional, durante el cual la normalidad y el dinamismo de su accionar ha permitido una valiosa producción de libros, trabajos de incorporación, artículos científicos y tecnológicos, reseñas históricas, discursos, documentos de gran trascendencia para la vida del país y el desarrollo nacional, pronunciamientos y declaraciones sobre los temas de palpitante actualidad y urgencia, el otorgamiento de premios a los mejores libros publicados, para estimular con el reconocimiento de la Academia a sus autores, así como la incorporación de valiosos talentos para ocupar los sillones vacantes de individuos de número, de miembros correspondientes y honorarios, de comisionados e invitados especiales, que en su conjunto significan un interaccionar de más de trescientos profesionales de alto nivel, que constituyen una reserva intelectual de la nación en el campo de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo.

Más allá de la excelente calidad del trabajo realizado, se puede también dimensionar la magnitud de su actividad cuantitativamente, en la realización de unas 80 reuniones semanales de su comité Directivo, veinte y dos de su Junta de Individuos de Número, como máxima autoridad de la corporación, más de cuatrocientas reuniones de sus Comisiones Especiales y por encima de ciento cincuenta eventos científicos y tecnológicos, con una significativa participación de profesionales del país y del exterior, por todo lo cual celebramos con satisfacción y compromiso este XXVII ANIVERSARIO.

El nuevo año se abrirá para la Academia en medio de nuevas expectativas de alternabilidad, para la continuidad administrativa y académica, la cual debe seguir fortaleciéndose. Se plantea la necesidad de continuar incorporando talentos nacionales en sus diversos niveles y categorías, tanto de la Capital de la República, en la cual tiene su sede, y en el área metropolitana de los Estados Miranda y La Guaira, que de acuerdo con lo dispuesto por la Ley *“a los fines de garantizar el funcionamiento de la Academia, deben estar por lo menos las 3/5 partes de sus Individuos de Número”*, así como desde el interior del país, con universidades de reconocido prestigio y centros de investigación de calidad, donde pueden ubicarse hasta las otras 2/5 partes. Nuestra Ley es nuestra Constitución Corporativa. Su concepción constituye un todo orgánico y consistente, cuyo cumplimiento integral asegura la cohesión y unidad y la excelencia en la composición del núcleo directivo constituido por la Junta de Individuos de Número, que la dirige desde la Capital de la República.

También es necesaria la incorporación de los valiosos profesionales de la diáspora que, junto con aquellos académicos que, por razones económicas, familiares o políticas han tenido que emigrar, pueden realizar su actividad, desde otros países y lejanos continentes para continuar aportando su conocimiento como comisionados, como miembros correspondientes y honorarios, tal como lo establece la Ley.

Muchos de ellos a través de los medios de comunicación a distancia y de las Tecnologías y Comunicación, actúan para mantener el vínculo intelectual con su propio país y continuar participando en un efecto multiplicador, con las instituciones universitarias, de investigación y desarrollo, de las empresas privadas y de su propio accionar en el ejercicio profesional, a través de un vínculo que les permita mantener un vaso comunicante con la vida del país y una proyección virtual y a distancia para complementar el trabajo que al interior de la nación se realiza.

A estos hay que agregar a varios individuos de número que por las mismas razones se han ido, entre quienes hay algunos que mantienen viva y activa su participación en la Academia y constituyen un soporte internacional significativo.

Es evidente que el actual núcleo de la JIN que mantiene la gestión diaria se ha reducido por las razones anotadas y también por causas de la salud o la edad de algunos de sus respetables miembros. Ello nos compromete a todos los que aquí quedamos para integrarnos al trabajo, para darle calor presencial a nuestra sede y dar testimonio de representación en los actos protocolares donde la Academia debe ofrecer su participación y a quienes, participando de este numeroso y calificado conjunto de intelectuales y doctores en la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo a comprometer su talento y su accionar para fortalecer la gestión institucional.

La celebración en este histórico Paraninfo de nuestro Aniversario, así como las Sesiones Solemnes de Incorporación de nuevos académicos y de ceremonias especiales, que fortalezcan nuestra presencia, la integración a las actividades de las demás academias que generosamente nos invitan a estar presentes en sus sesiones y eventos y en instituciones universitarias y culturales con quienes debemos interactuar, marcan la determinación de quienes hemos asumido nuestra participación en la corporación, más allá de las altísima distinción que significa, como un compromiso de servicio público para entregar lo mejor de nuestro intelecto, madurado con la sabiduría y la experiencia que dan los años.

La presencia siempre constante de nuestro centenario y fundador Académico Gonzalo Morales nos muestra el camino y nos estimula a emular su honroso ejemplo.

Apreciados Señores, en la coyuntura que vive hoy la humanidad, transitamos un camino, en el cual, como lo he señalado en intervenciones anteriores, se han acumulado grandes valores, principios y acervos científicos, tecnológicos, culturales, sociales, políticos, de participación y organización social y como lo dice el himno de la UCV, “de amor, de trabajo y de paz”; pero también asistimos a un escenario donde esos avances civilizatorios se han puesto en grave riesgo.

Tal como se dice que ocurrió en la antigüedad, con aquellas siete plagas que azotaron a Egipto. En los escenarios actuales nuevas y modernas plagas de otra naturaleza, además de las pandemias, amenazan la convivencia humana, un tanto más

peligrosa para el futuro de nuestras naciones: el resquebrajamiento del orden y el derecho internacional que regula las relaciones entre los países, el autoritarismo de los regímenes que violan los derechos humanos e imponen medidas al margen de la voluntad popular, las guerras para conquistar los territorios que no les pertenecen, violando la soberanía de los respectivos países, el terrorismo en todas sus crueles expresiones, para tratar de imponer aquellas condiciones que no son posibles por la razón, el narcotráfico y la drogadicción, que destruyen las mentes y la personalidad de poblaciones enteras, especialmente entre la juventud, el resquebrajamiento de los valores éticos y morales para justificar desviaciones de la conducta humana, la corrupción y el despilfarro de la administración pública que desvía de los objetivos centrales a los gobiernos en su deber de asegurar la salud, la educación, la vivienda y la alimentación de la población, la desinformación y las llamadas “fake news” mediante la manipulación de las redes sociales y los medios masivos de información, para condicionar la conducta humana, el fanatismo religioso e ideológico que conlleva a genocidios y persecuciones masivas y en fin la negación del humanismo que ha permitido la convivencia social.

Frente a estos escenarios, es necesario afirmar lo esencial. Impulsar los valores del espíritu. El uso de los avances de la ciencia y la tecnología para la paz, la convivencia y el progreso social y afianzar los valores transcendentales del hombre con la firmeza y el valor que requieren estos tiempos y defender las conquistas que tanta sangre y esfuerzos le ha costado a la humanidad a través del tiempo. En ese camino de afirmación le corresponde el transitar a nuestras instituciones y a esa tarea

estamos convocados como parte importante de la conciencia de la nación.

Al expresar a nombre de nuestra Academia, nuestro agradecimiento a quienes han hecho posible los logros alcanzados, hacemos votos para que la institución continúe fortaleciendo su gestión al servicio de la nación venezolana.

Muchas gracias,

Carracas, 17 de septiembre de 2025.



SESIÓN SOLEMNE DE ENTREGA DEL PREMIO JUAN MANUEL CAGIGAL Y PREMIO VICENTE MARCANO EDICIONES 2023

RESEÑA

El pasado martes 17 de junio de 2025 se realizó en el salón Francisco Pencieri del Módulo 1 de la Universidad Metropolitana de Venezuela, la Sesión Solemne de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, ANIH, para entregar el premio anual a los mejores libros en sus ediciones *“JUAN MANUEL CAGIGAL”* y *VICENTE MARCANO*. La primera a los mejores libros de texto, de investigación y de aportes históricos y de ciencias sociales y la segunda, en ciencias básicas aplicadas a la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo.

El acto estuvo presidido por el presidente de la ANIH Rafael Isidro Quevedo Camacho y la rectora de la UNIMET Dra. María Isabel Guinand de Patiño, la Vicerrectora Académica de la Universidad Central de Venezuela, UCV y los decanos de Ingeniería Doris Baptista de la UNIMET y Julio Molina de la UCV, actuó como secretario alterno el Académico José Luis López Sánchez y Coordinador del programa el vicepresidente de la ANIH Académico José Ochoa Iturbe.

La rectora de la UNIMET María Isabel Guinand de Patiño abrió el acto con un motivador saludo alusivo a la naturaleza del evento, la significación de la entrega de estos premios a los mejores libros, la presencia de los autores y de profesores tanto de la UNIMET, como de la UCV y de la UCAB, así como la estrecha colaboración entre esta universidad y la Academia.

Seguidamente intervino el presidente de la ANIH, Dr. Rafael Isidro Quevedo Camacho con un discurso en el cual agradeció la hospitalidad de la UNIMET, el trabajo conjunto en el marco del convenio de cooperación, la semblanza de los personajes epónimos Juan Manuel Cagigal y Vicente Marcano, la importancia de la publicación de libros como instrumentos de gestión del conocimiento, así como un perfil de la Academia en su papel rector de la vida nacional en las áreas de su competencia y el papel de las universidades en la vida nacional.

Seguidamente el Académico Jorge Baralt Torrijos en nombre del Jurado del premio Cagigal, procedió a leer el veredicto, según el cual el primer premio se otorga al libro **“FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL”** de los autores compiladores, Griselda Ferrara de Giner, Manuel Torres Parra, Eduardo Buroz y Rafael Lairer y en el cual participaron, además, dieciocho autores en este importante libro de texto, cuyo diseño editorial digital estuvo a cargo del Académico Carlos Machado Allison.

Igualmente, se concedió MENCIÓN HONORIFICA en esta categoría al libro **“LA PROBLEMÁTICA HÍDRICA**

DE LA CUENCA DEL LAGO DE VALENCIA” de los autores Abel Mejía, Germán Uzcátegui y Armando Coronel.

En la categoría mejor libro de investigación, al título **“RIESGO SÍSMICO EN CARACAS Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN”** de los autores Oscar Sánchez y Gustavo Coronel, también en una compilación donde participaron un numeroso grupo de profesores investigadores en varias especialidades y temas.

La mención honorífica en esta categoría de la investigación correspondió al libro **“MADERAS Y ALGUNAS GRAMÍNEAS PARA EL ECODISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN VENEZUELA”** de los autores Wilver Contreras, Mary Owen de Contreras, Williams León, Eric Barrios, Ángel Contreras y Axel Contreras.

En la categoría de las ciencias sociales, históricas o documentales asociados a la ingeniería y el hábitat se hizo merecedor del premio el libro **“TRES EPISODIOS DE LA HISTORIA PETROLERA VENEZOLANA: PEDERNALES, ESCUQUE Y PERIJÁ”** del académico Franco Urbani Patat.

La mención honorífica en esta categoría correspondió al libro: **“LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA”** del académico Rafael Isidro Quevedo Camacho.

En cuanto al PREMIO VICENTE MARCANO, el veredicto fue leído por el Académico José Ochoa Iturbe y fue concedido al libro **“BANANA PRODUCTION IN VENEZUELA: NOVEL SOLUTIONS TO PRODUCTIVITY AND PLANT HEALTH”** del Doctor e ingeniero Berlin Orlando Olivares Campos, como mejor libro de ciencias exactas y naturales con aplicaciones a la Ingeniería.

La presentación de un resumen de los textos laureados estuvo a cargo del Académico Oscar López Sánchez en relación con los ganadores del *“JUAN MANUEL CAGIGAL”*, quien además hizo una amplia exposición del libro sobre Riesgo sísmico en Caracas y Estrategias de mitigación y por el Dr. Orlando Berlin Olivares el vinculado con el premio *“VICENTE MARCANO”*.

El salón “Francisco Pencieri” se llenó de participantes, académicos y profesores universitarios e igualmente pudo ser visto a través de internet mediante la transmisión remota en la plataforma zoom.

Para quienes no tuvieron oportunidad de asistir a la Sesión Solemne de entrega del Premio Juan Manuel Cagigal y Premio

Vicente Marcano, edición 2023 ANIH, a través de nuestro canal de YouTube en el siguiente link podrán ver y escuchar el acto.

<https://youtu.be/nTFJ4Gdm6JA>

Fotografías del evento



El presidente de la ANIH, Rafael Isidro Quevedo pronuncia su discurso. A la izquierda la Rectora María Isabel Guinand de Patiño



Reciben el Diploma del Premio al mejor texto los Académicos Eduardo Buroz Castillo y Rafael Lairer, en nombre de todos los autores

Invitados en el Salón " Francisco Pencieri" y en el Presídium de derecha a izquierda la Rectora de la UNIMET María Isabel

SESIÓN SOLEMNE DE ENTREGA DEL
PREMIO JUAN MANUEL CAGIGAL Y PREMIO VICENTE MARCANO, EDICIONES 2023



Reciben el diploma al Mejor libro de Investigación en ingeniería el Académico Oscar López Sánchez y el profesor Gustavo Coronel



Entrega del Diploma por el libro de mejor investigación en el campo de la Ingeniería y el Hábitat de Abel Mejía, Germán Uzcátegui y Armando Coronel



Entrega del Diploma Mención Honorífica por el premio Maderas y algunas Gramíneas para el Ecodiseño y la Construcción Sostenibleven Venezuela



Entrega del Diploma de la premio al mejor libro en Ciencias Sociales e Históricas aplicadas a la Ingeniería del Académico Franco Urbano Patat lo recibe por el, el Acad Eduardo Buroz



Los padres de Berlin Orlando Olivares Campos recibiendo el Diploma del premio Vicente Marciano al mejor libro de ciencias Básicas aplicadas a la Ingeniería.



El vicepresidente Jose Ochoa Iturbe entrega el Diploma de Mención Honorífica a Rafael Isidro Quevedo por su libro La Facultad de Agronomía de la UCV.

VEREDICTO PREMIO JUAN MANUEL CAGIGAL Edición 2023

El Jurado del Premio Juan Manuel Cagigal designado por la Junta de Individuos de Número en su sesión N° 311 del 20 de febrero de 2024, se reunió el día de hoy para compartir sus evaluaciones de los libros presentados como candidatos al Premio en su Edición 2023.

Tales libros fueron:

1. Griselda Ferrara de Giner, Manuel Torres P., Eduardo Buroz y Rafael Lairer (Eds.) (2019). *Fundamentos de Ingeniería Ambiental*. 665 pp.
2. Abel Mejía B., Germán Uzcátegui B. y Armando Coronel B. (2022). *La Problemática hídrica de la cuenca del Lago de Valencia*. 217 pp.
3. Oscar A. López y Gustavo Coronel D. (Eds.) (2024). *Riesgo Sísmico en Caracas y Estrategias de Mitigación*. 511 pp.
4. Wilver Contreras M., Vicente A. Cloquell B., Mary E. Owen de Contreras, Cristina Santamarina S., Axel A. Contreras O. (2023). *La vivienda social hispanoamericana en el contexto integral de la sostenibilidad*. 233 pp.
5. Wilver Contreras M., Mary E. Owen de Contreras, Williams J. León H., Eric J. Barrios P., Angel S. Contreras, Axel A. Contreras O. (2022). *Maderas y algunas gramíneas para el ecodiseño y la construcción sostenible en Venezuela*. 195 pp.
6. Franco Urbani P. (2022). *Tres Episodios de la Historia Petrolera Venezolana: Pedernales, Escuque y Perijá*. 400 pp.
7. Rafael I. Quevedo C. (2020). *La Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela*. 636 pp.

De acuerdo al Artículo 2 del Reglamento del Premio, se consideró que había material para cubrir las tres categorías: 1) libros de texto (libros 1 y 2), 2) libros de investigación en el campo de la ingeniería, el hábitat y especialidades afines (libros 3 a 5), y 3) libros de investigación en el campo de las ciencias sociales, históricas o documentales asociadas a la ingeniería y el hábitat (libros 6 y 7).

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. Por los altos méritos de los libros, el Jurado decidió dar adicionalmente una mención honorífica en las categorías 1, 2 y 3.

1. LIBRO DE TEXTO.

1.1. MEJOR LIBRO DE TEXTO: **Griselda Ferrara de Giner, Manuel Torres P., Eduardo Buroz y Rafael Lairer (Eds.). *Fundamentos de Ingeniería Ambiental*.**

Este valioso libro presenta un análisis profundo de la Ingeniería Ambiental en 20 capítulos temáticos que van desde la definición de los diferentes recursos, la exploración de los diversos ambientes destacando los efectos tales como las contaminaciones y el cambio climático hasta las herramientas de ordenación y gestión ambiental. De esta manera, el libro representa un sobresaliente material didáctico para estudiantes de pregrado y postgrado universitario y una referencia básica de consulta para el ejercicio profesional de la ingeniería, elaborado con la colaboración de 22 autores. Su edición, diagramación, ilustración y montaje digital son excelentes, y muy bien lograda la concatenación de los diferentes capítulos.

1.2. MENCIÓN HONORÍFICA CATEGORÍA LIBRO DE TEXTO: **Abel Mejía B., Germán Uzcátegui B. y Armando Coronel B. *La Problemática hídrica de la cuenca del Lago de Valencia*.**

En este libro, editado por el Grupo Orinoco, se evalúan de una manera integrada los problemas en la gestión de los recursos hídricos de la cuenca del lago de Valencia, que constituye uno de los principales desafíos ambientales de Venezuela. Brinda un análisis profundo de aspectos como población, uso y calidad del agua, infraestructura, inundaciones, marco legal y financiero y escenarios de actuación con soluciones. De esta manera servirá como documento base para un consenso de actuación entre los diferentes actores profesionales, sociales y políticos en la búsqueda de una solución a los múltiples problemas hídricos en la cuenca del lago de Valencia.

2. LIBRO DE INVESTIGACIÓN EN EL CAMPO DE LA INGENIERÍA, EL HÁBITAT Y ESPECIALIDADES AFINES.

2.1. MEJOR LIBRO DE INVESTIGACIÓN EN EL CAMPO DE LA INGENIERÍA, EL HÁBITAT Y ESPECIALIDADES AFINES: **Oscar A. López y Gustavo Coronel D. (Eds.). *Riesgo Sísmico en Caracas y Estrategias de Mitigación*.**

Los autores de este libro recopilan en 5 partes y 23 capítulos los resultados de 15 años de investigaciones sobre el riesgo sísmico en Caracas y las estrategias para su mitigación. Inician con una evaluación general del riesgo sísmico en Caracas y desempeño de edificaciones para presentar ejemplos de evaluación estructural de edificaciones esenciales, hasta los proyectos detallados de refuerzo estructural. El libro refleja los resultados de varios proyectos de investigación interdisciplinarios e interinstitucionales con una metodología completa elaborada por 23 autores. Sus resultados forman la base para la actuación que favorece la mitigación del riesgo

sísmico en Caracas. El aporte más importante del libro es la identificación de las edificaciones que no cumplen con las especificaciones técnicas actuales, e incluye propuestas de soluciones concretas para la mitigación de su riesgo sísmico.

2.2. MENCIÓN HONORÍFICA CATEGORÍA INVESTIGACIÓN EN EL CAMPO DE LA INGENIERÍA, EL HÁBITAT Y ESPECIALIDADES AFINES: Wilver Contreras M., Mary E. Owen de Contreras, Williams J. León H., Eric J. Barrios P., Ángel S. Contreras, Axel A. Contreras O. *Maderas y algunas gramíneas para el ecodiseño y la construcción sostenible en Venezuela.*

Este libro presenta un resumen de las potencialidades que tiene el país en el novedoso ámbito de la construcción sostenible, presentando un panorama amplio de las especies forestales maderables y gramíneas comerciales existentes. El aporte principal del libro es ofrecer al lector una guía desde la Filosofía del Ecodiseño y la Construcción Sostenible por el uso de los materiales ecológicos en el diseño y la construcción, considerando la necesidad de su implementación en Venezuela.

3. LIBRO DE INVESTIGACIÓN EN EL CAMPO DE LAS CIENCIAS SOCIALES, HISTÓRICAS O DOCUMENTALES ASOCIADOS A LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT.

3.1. MEJOR LIBRO DE INVESTIGACIÓN EN EL CAMPO DE LAS CIENCIAS SOCIALES, HISTÓRICAS O DOCUMENTALES ASOCIADOS A LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT: Franco Urbani P. *Tres Episodios de la Historia Petrolera Venezolana: Pedernales, Escuque y Perijá.*

El autor describe en este libro minuciosamente la historia de la exploración petrolera desde sus inicios en el siglo 19 a través de 3 ejemplos (Pedernales, Escuque y Perijá), por muchos desconocido ante el éxito de “Petrolia del Táchira” y el boom petrolero desde los inicios del siglo 20. Es altamente ilustrado y detallista, con la presentación de personajes de la exploración petrolera del país, las relaciones comerciales, mapas, etc. Está ampliamente documentado y destaca aspectos interesantes de orden sociológico, dignos de reseñar en un trabajo de naturaleza histórica.

3.2. MENCIÓN HONORÍFICA CATEGORÍA LIBRO DE INVESTIGACIÓN EN EL CAMPO DE LAS CIENCIAS SOCIALES, HISTÓRICAS O DOCUMENTALES ASOCIADOS A LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT. Rafael I. Quevedo C. *La Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.*

Este libro pasa revista a los 80 años de existencia de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y su aporte a la educación universitaria. Da un recorrido desde sus orígenes y su ubicación en el contexto de la UCV, los programas de estudio, institutos, laboratorios

y estaciones experimentales. En el libro se puede presenciar un recorrido por la educación rural en Venezuela y los acontecimientos que resultaron en la fundación de la Facultad de Agronomía de la UCV. Además, se caracteriza de una manera global la complejidad estructural y el funcionamiento de la Facultad de Agronomía, considerando sus diversas actividades como pregrado y postgrado, investigación, extensión y servicios.

Habiendo cumplido con la honrosa tarea encomendada, nos suscribimos de ustedes:



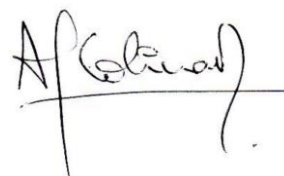
Michael Schmitz

JAGomezM

Jesús Gómez



Alonso Romero



Ana Colina

VEREDICTO PREMIO VICENTE MARCANO. Edición 2023

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 N° 310 del 24 de enero de 2024 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 2023, dejan constancia de lo siguiente:

1. Se presentaron tres libros en esta edición del Premio Vicente Marcano. A saber:
 - a) *Fundamentos Teóricos en el Tratamiento del Agua Residual.*

Autores: Estefanía Freytez Boggio, Nelly Esther Flores Tapia, María José Andrade Albán y Paúl Roberto Pino Falconí.

b) *Sistemas de Tratamiento y Valorización de Residuos.*

Autores: Patricia Vladimir Méndez Zambrano, Jessica Paola Arcos Logroño, Rogelio Estalin Ureta Váldez y Estefanía Freytez Boggio.

c) *Banana production in Venezuela: Novel solutions to Productivity and Plant Health*

Autor: Barlin Orlando Olivares Campos.

2. Los tres libros fueron leídos y evaluados por cada uno de los tres 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 discriminan de la siguiente manera:

3.1 Para el libro: Fundamentos Teóricos en el Tratamiento del Agua Residual

- MSc. María Virginia Najul
- MSc. Henry Blanco

3.2 Para el libro: Sistemas de Tratamiento y Valorización de Residuos.

- MSc. Fabio Williams
- MSc. José Rúnfolá Medrano.

3.3 Para el libro: Banana production in Venezuela: Novel solutions to Productivity and Plant Health.

- Dr. Franklin Paredes
- Prof. Fernando Delgado Espinoza

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. Podemos destacar, entre las opiniones expresadas por los evaluadores que el libro “Banana production in Venezuela: Novel solutions to Productivity and Plant Health” del Dr. Barlin Orlando Olivares Campos es una excelente publicación sobre un tema de actualidad en el país, particularmente en momentos en que la producción sostenible del cultivo del banano se encuentra expuesto a serias amenazas por problemas fitosanitarios, relacionados con el manejo inadecuado del cultivo y el libro presenta soluciones prácticas y específicas a estos problemas. El libro realiza un aporte

muy valioso al utilizar metodologías rigurosas y herramientas tecnológicas de última generación para los análisis y comprobaciones estadísticas. La combinación de datos de campo, análisis estadístico y modelación ofrece una base sólida para la toma de decisiones y la gestión de los cultivos. Aborda el tema en orden lógico y con absoluta coherencia temática y usando recursos didácticos y estética impecables y con una redacción excelente que hace muy amena su lectura.

6. Con base a la aplicación del baremo y a los alegatos sobre los méritos, el Jurado decidió por unanimidad, declarar al libro:

Banana production in Venezuela: Novel solutions to Productivity and Plant Health del Dr. Barlin Orlando Olivares Campos

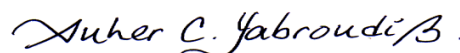
Ganador

Del premio Vicente Marcano, edición 2023

El presente veredicto, redactado y aprobado por unanimidad por el Jurado designado, se suscribe el 14 de agosto del año 2024.



Acad. Griselda Ferrara de Giner
(coordinadora del Jurado)



Dra. Suher Carolina Yabroudi



Carlos F. Espinosa Jiménez
Profesor Titular Jubilado del CIDIAT-ULA

Acad. Carlos Espinosa Jiménez

PALABRAS DEL ACADÉMICO
RAFAEL ISIDRO QUEVEDO CAMACHO
PRESIDENTE DE LA ANIH

Señora Rectora María Isabel Guinand de Patiño, Señora Doris Baptista, Decana de la Facultad de Ingeniería, Directores y profesores de la Universidad Metropolitana

Señora Viceretora Académica María Fátima García, y Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Julio Molina y demás autoridades de la Universidad Central de Venezuela y universidades del país

Académicos miembros del Comité Directivo de la ANIH, Individuos de Número, Miembros Correspondientes, Honorarios y Comisionados.

Representantes de otras academias nacionales, invitados especiales, profesores y estudiantes.

Distinguidos autores de los libros premiados en la edición 2023 de los premios “*Juan Manuel Cagigal*” y “*Vicente Marcano*”.

Señoras y Señores,

Hoy asistimos con gran regocijo a esta Sesión Solemne, la cual se celebra todos los años para reconocer la producción científica, tecnológica y cultural de autores de libros e innovaciones, fruto del trabajo creador de nuestros intelectuales, académicos, profesores universitarios y profesionales de los campos de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo.

Mis primeras palabras están dirigidas a expresar nuestro agradecimiento a la Universidad Metropolitana, a sus autoridades, encabezadas por la ilustre Rectora María Isabel Guinand de Patiño, institución con la cual la Academia de la Ingeniería y el Hábitat mantiene un Convenio de Cooperación e Intercambio, que ha permitido a lo largo de los años la realización de seminarios, talleres y otros eventos en los salones de la universidad y la publicación de documentos de interés sobre temas educativos y culturales en general. Con la rectora además nos une el vínculo del recuerdo imperecedero de su padre el Académico Alfredo Guinand Baldó, Individuo de Número y miembro fundador de nuestra corporación, quien jugó un destacado papel en el establecimiento y consolidación de la misma, y cuya memoria nos acompaña en el testimonio ejemplar de su vida y trayectoria profesional.

Es significativo que así como hoy, celebramos esta Sesión Solemne en el seno de la Universidad Metropolitana, el año pasado se realizó en la Universidad Central de Venezuela, en el auditorio de la Escuela de Mecánica de la Facultad Ingeniería y el 2023, tuvo lugar en la Universidad Católica Andrés Bello, en el auditorio “Guido Arnal”, equipado también con sistemas de comunicación a distancia e internet.

Con estas instituciones, a cuyas autoridades y personal académico nos acercamos, y con las cuales igualmente, la Academia tiene convenios de cooperación suscritos, aspiramos que sus profesores se interesen, no solo en participar en estos concursos, sino también en el seno de los grupos de trabajo de la Academia, las comisiones especiales temáticas, que en número de veinte, de acuerdo a las diversas especialidades, presididas por un Académico y en las cuales también participan un vicepresidente y un secretario de su seno, puedan incorporarse primero como invitados por un período de seis meses y luego como miembros plenos, aquellos profesores o profesionales de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo que tengan interés en vincularse a nuestra corporación y que hayan alcanzado los niveles de maestría y doctorado, de tal manera que al cabo de dos años, también pueden optar por ingresar al baremo de aspirantes a miembros correspondientes nacionales y en la oportunidad de sillones vacantes, a individuos de número, en cuyo caso la Comisión Calificadora

que establece la Ley, propone a la Junta de Individuos de Número, al primero de la lista que reúna los requisitos establecidos por la Ley. En nuestra página web www.acading.org.ve se pueden consultar tanto el perfil y los reglamentos de los premios, como la Ley y los reglamentos de ingreso y de funcionamiento de nuestra corporación.

Los galardones de los premios, se han concebido para motivar y reconocer el desarrollo del pensamiento y la creatividad de nuestros profesionales, profesores e investigadores, y tienen como finalidad destacar la gestión del conocimiento científico y tecnológico y fomentar los aportes a la docencia, a la investigación, a los procesos de producción y desarrollo y a privilegiar la preminencia de la inteligencia, del estudio, de la educación y de la vinculación con la sociedad, como instrumentos para propiciar el desarrollo nacional.

En mis palabras de ediciones anteriores, he destacado la singular trayectoria vital de quienes, cuyos nombres y vidas honran con sus epónimos, los premios que hoy se otorgan. El *Juan Manuel Cagigal*, creado el año 2009, reconoce el mérito de libros publicados en las áreas de competencia de nuestra Academia con el nombre de un profesor, ingeniero, matemático, militar, diplomático y escritor, quien fue designado por el Congreso de la República, por recomendación del Rector de la Universidad de Caracas, Dr. José María Vargas, para dirigir la Academia de Matemáticas, que sucede a la Cátedra del mismo nombre, entonces regentada por el maestro José Rafael Acevedo y creada por Decretos del 26 de octubre de 1.830 y luego su puesta en marcha por el del 28 de noviembre de 1.831, del General Presidente José Antonio Páez, quien más allá de sus hazañas militares y su condición de estadista, demostró interés por los campos de la ciencia y la cultura.

Mientras que el Premio “*Vicente Marcano*”, de más reciente creación está dirigido a reconocer el mérito a aquellos libros asociados con las ciencias básicas, en las cuales se fundamentan nuestras profesiones y tienen sus aplicaciones. Su epónimo, cuya vida más bien breve como también lo fue la de Cagigal, transcurrió entre 1.848 y 1891, graduado en estudios superiores en química y mineralogía en París, se constituyó en un gran investigador y extensionista de la ciencia, fundando laboratorios y desarrollando metodologías para la prospección del oro y el cobre, materiales de gran importancia en todos los tiempos de la humanidad.

Estos concursos, están orientados a motivar la participación y estimular la producción de textos que contribuyan a enriquecer el acervo de conocimientos y que puedan también servir de material bibliográfico para apoyar el proceso educativo y ampliar o actualizar el dominio científico y tecnológico de nuestros profesionales y estudiantes, estimulando la excelencia. Igualmente tienen el propósito de incentivar el aporte de las innovaciones que permitan avanzar en la frontera del conocimiento y aplicarse en el diseño de tecnologías para apuntalar el desarrollo, proteger el medio ambiente o mejorar el desempeño profesional.

Su contenido y calidad es analizada por un jurado, cuerpo designado en cada caso con un equipo de especialistas asesores de acuerdo a los temas, que elabora los veredictos que cada año informan del resultado. Invitamos a los profesores universitarios y a quienes ejercen las profesiones en estos campos, a inscribir sus libros en estos concursos, que más allá del diploma y las menciones honoríficas que se otorgan, sirven para que la Academia sea una tribuna calificada en el más alto nivel, para posicionar los textos que compiten y para divulgar sus contenidos, motivando el interés por los conocimientos que estos contienen y también permiten establecer lazos de intercambio entre los autores y con sus instituciones de adscripción.

Es necesario igualmente que los libros presentados cumplan con los requisitos básicos de diseño y organización estructural, con sus componentes esenciales de registro en el International System Book Number o ISBN y el Depósito Legal, para preservar su identificación y registro universal, así como los derechos de autor, y que contenga como debe ser, una tabla de contenido, un resumen en español y en inglés, una introducción motivadora, una estructura orgánica de capítulos, su bibliografía, y demás requisitos de calidad como por ejemplo un índice con enlaces de búsqueda para facilitar su lectura digital, las tablas y gráficos con sus títulos claros, unidades de medición y especificación de la fuente de datos, y cualquier otro elemento que contribuya a facilitar su lectura y a cautivar al lector para continuar hasta el final.

En el tiempo en que vivimos, dominado por la cultura digital, por la lectura rápida de datos en las computadoras, por los programas de búsqueda y captura de información, por los celulares, tabletas y ordenadores a la mano, para comunicarse y para consultar información, donde se puede llevar en un chip de memoria una biblioteca entera, o consultar instantáneamente por internet cualquier tema, dato o material bibliográfico e incluso mediante la llamada Inteligencia Artificial pretender la redacción de textos, conferencias o discursos bien documentados;

Es necesario que el mundo intelectual y muy especialmente los profesores universitarios hagamos un esfuerzo especial de imaginación y creatividad para hacer nuevos aportes al conocimiento y saberlos presentar, ya no solo en papel como ha sido tradicional por las editoriales de todo el mundo, sino también de manera digitalizada y posicionarlos en las grandes plataformas a través de la internet, para que tengan la suficiente penetración, y vayan dirigidas no solo los lectores inmediatos o cercanos, que pueden tener acceso a un tiraje de mil ejemplares, cuya circulación es muy limitada y en el mejor de los casos destinada a permanecer en algunas bibliotecas especializadas, sino que pueda llegar a los lectores de todo el mundo, ser consultado por los buscadores de internet, registrado y posicionado en las grandes plataformas de prestigio mundial como Researchgate, Academia.Edu, la nueva Biblioteca de Alejandría que se da el lujo de contar con cerca de diez millones de libros en físico y muchos más digitalizados, Amazon, y muchas otras, o como las nacionales de las universidades y otros institutos de investigación y desarrollo a

través de los cuales su divulgación puede llegar a miles de lectores y llevarse una estadística de los mismos para evaluar el interés sobre los temas tratados.

Debemos motivarnos a la publicación de libros. Los profesores tenemos la obligación y también el privilegio de poder hacerlo con más facilidad que otros, para dejar el legado de lo que aprendimos en la vida y sabemos hacer mejor. Escribir un libro no debe parecerse una tarea inalcanzable. Cuando hacía mi maestría en la Universidad Católica de Chile, allá por los primeros años de la década de los setenta del siglo pasado, en un posgrado combinado de las Facultades de Economía y Agronomía, había todos los miércoles una conferencia abierta a profesores y estudiantes de posgrado de algún famoso profesor visitante.

Una vez me encontré con uno que visitaba Chile de la famosa Escuela de Economía de Chicago, autor de uno de nuestros libros de consulta en microeconomía, muy didáctico pero a la vez sintético en su contenido y con algunos capítulos que parecían más bien inacabados. Me le acerqué al salir para hacerle una consulta y le pregunté porque no ampliaba el tema tal o cual, que parecía incompleto. Se sonrió de mi pregunta y con mucha candidez me respondió que era la primera edición, que se trataba de los apuntes que había hecho para la clase del año pasado y estaba esperando el “feed back” de los estudiantes para ampliar sus capítulos y publicar la segunda edición. Y me agregó, *“Así hacemos algunos profesores en nuestras universidades y al final de nuestras carreras dejamos dos o tres libros bien editados, cuyas ventas pueden asegurarnos la jubilación”*. Digo esto, porque a veces nuestros libros se quedan en un proyecto o engavetados por temor a la crítica, a creer que no son un aporte significativo o porque solemos ser muy perfeccionistas, sin darles oportunidad de que vean la luz y se enfrenten a los lectores. que en definitiva son nuestros admiradores o nuestros verdugos, pero que nos dan la oportunidad de corregir y mejorarlos como una contribución a la gestión del conocimiento.

En esta edición del premio hay también un libro mío. Se trata del que escribí como resultado de una investigación sobre el perfil histórico, académico y estructural de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en su octagésimo aniversario. En aras a la verdad, lo presenté al concurso después de haber renunciado a la Presidencia de la Comisión Editora de la Academia, para evitar un conflicto de intereses y mucho antes de asumir la Presidencia de la ANIH. Cuando entré en este cargo caí en cuenta de que ya los libros del concurso estaban en manos de los jurados y me pareció desconsiderado retirarlo. Me alegró mucho de que en ese género haya ganado el ameno e interesante libro del Doctor Franco Urbani sobre las primeras exploraciones petroleras del país en Pedernales, Escuque y Perijá. Un libro encantador, cuyo borrador tuve el placer de leer por bondad del autor. Agradezco al jurado la generosidad que tuvo de otorgarle una mención honorífica al mío, que cuando lo anoté en el concurso solo pretendía contribuir a motivar en los autores a su participación y a enaltecer la memoria de una institución, que como la primera facultad de agronomía del país, había llegado

a la madurez de su desarrollo y empezaba a sentir el estrujón que a las universidades públicas les ha dado el actual régimen.

La vida y actividades de las Academias, si bien gozan de un prestigio universal, suelen mantener un bajo perfil en la opinión pública, sin embargo en los tiempos que vivimos es necesario hacer sentir su presencia en la vida nacional. En el caso de la nuestra, tal como lo establece la Ley, es una *“corporación de carácter público, con personalidad jurídica, patrimonio distinto al Fisco Nacional, autonomía académica, organizativa y económica, con sede en la Capital de la República”*...con lo cual está garantizada su independencia de cualquier poder y asegurada su libertad de actuar y fijar posición sobre las materias de su competencia y también de organizarse y administrarse de acuerdo al sano criterio de sus integrantes. Mas autonomía y discrecionalidad es casi imposible. Su misión esta orientada *“con el objeto de contribuir al desarrollo de las ciencias, la tecnología y las artes vinculadas a la disciplina de la ingeniería y el hábitat”*.

En el desarrollo de estos fines, detalla un amplio conjunto de competencias y facultades, las cuales ejerce por intermedio de su máxima autoridad que es la *Junta de Individuos de Número, la JIN* y su *Comité Directivo*, así como los órganos específicos de su accionar tales como la *Comisión Calificadora* de sus miembros, la Comisión Electoral para elegir al *Comité Directivo* y fundamentalmente sus *Comisiones Especiales e Inter académicas*, las cuales constituyen grupos especializados de trabajo académico, cada una de las cuales tienen un plan de acción y en cuyo seno se realiza el trabajo de la academia mediante investigaciones, estudios, elaboración de libros, artículos científicos y tecnológicos, proyectos de declaraciones y pronunciamientos, documentos a la nación venezolana, publicaciones a través de libros, el Boletín científico, tecnológico y de asuntos de la Academia, donde se publica bajo criterios de arbitraje y normas de presentación y anti plagio, reconocido por índices y registros nacionales e internacionales.

La Academia está facultada para tomar iniciativas y elevar su opinión razonada sobre el desarrollo nacional, proyectos, iniciativas y programas del ejecutivo, leyes y otros instrumentos jurídicos, prestar su colaboración a actividades públicas, promover un fondo bibliográfico y en general *“realizar y fomentar todas aquellas actividades cónsonas con su naturaleza y fin”*.

Junto con los 35 individuos de número que dirigen la Academia, también forman parte de la corporación los Miembros Correspondientes, que pueden ser tres por cada entidad federal, con la misma categoría académica, mas no están obligados a asistir a las reuniones ni a votar y los miembros honorarios, quienes son designados entre los venezolanos de más de 70 años, que se han distinguido excepcionalmente en el campo de acción de nuestra corporación. Todos los años se realiza un llamado a presentarse a calificación de quienes son doctores y profesores titulares que consideren tener méritos para ingresar en estas categorías.

A través de los rectores se hace llegar este llamado, lo cual no significa un ingreso automático sino una presentación como candidato a ser evaluado por la Comisión Calificadora y a

incorporarse como invitado o miembro de las Comisiones Especiales, cuyo trabajo es calificado como credencial de mérito para mejorar su puntuación en el baremo clasificatorio. Invitamos al profesorado que reúna tales requisitos a participar, para fortalecer la Academia con su participación.

Asistimos a este acto en una coyuntura dura y difícil para las universidades. En Venezuela la situación de nuestras máximas instituciones de educación, investigación y proyección cultural y social, que habían crecido en número y calidad a lo largo del siglo XX, han sufrido una profunda crisis acompañando al país en esta caída. En el reciente acto académico en el Aula Magna de la Universidad Central de Venezuela, el Académico Alfredo Cilento Sarli, al recibir el premio Alma Mater hizo una descarnada caracterización de esta situación. La literal eliminación de los aportes presupuestarios para funcionamiento, para renovar o equipar laboratorios, adquisición de material bibliográfico, para financiar proyectos de investigación y desarrollo, los miserables sueldos de los profesores, que no alcanzan ni para pagar el transporte diario a través del metro, la desaparición de las providencias y becas estudiantiles y el financiamiento de los servicios de bienestar estudiantil, todo lo cual ha obligado a casi la mitad de nuestros profesores a migrar en una diáspora que se ha llevado al talento humano mas calificado de las instituciones y la reducción de la matrícula estudiantil a la cuarta parte de la que entonces tenían las universidades y junto con ello, la negativa de los poderes públicos a permitir la renovación por la vía autónoma y electoral de las autoridades en casi todas, a excepción de la Universidad Central, todo lo cual significa un retroceso que seguramente impactará profundamente el desarrollo presente y futuro de la nación.

Frente a esta desoladora situación, varias universidades privadas, han logrado sostenerse y consolidarse. Entre ellas la Universidad Metropolitana, gracias al apoyo del sector privado nacional, a la posibilidad que tuvieron de invertir en su planta física y su equipamiento con aportes de benefactores del mundo empresarial y a su modelo de organización y gestión, han logrado mantener sus actividades y constituirse en centros de formación profesional de alto nivel a tono con los avances que la ciencia y la técnica están logrando en un acelerado proceso de innovaciones y gestión del conocimiento.

En este contexto, las universidades enfrentan en muchos países del mundo un panorama de riesgos e incertidumbres, a los cuales ya ni siquiera escapan aquellas de países altamente desarrollados con una gran tradición histórica y un prestigio mundial reconocido, como por ejemplo la Universidad de Harvard, la de Pensilvania, la de Nueva York y muchas otras no solo en los Estados Unidos de América sino también en algunos países de Europa y no digamos en África y Asia y en la propia América Latina, donde las presiones autoritarias intentan imponer condiciones, limitaciones y controles en el desarrollo de su autonomía académica y administrativa y obligarlas a asumir posiciones que afectan el ejercicio de los derechos humanos de sus comunidades.

Tales amenazas debe hacer frente la fuerza de la inteligencia y de la razón para encontrar garantías a la sociedad del conocimiento, al crecimiento intelectual y educativo de nuestros países, partiendo de la base, comprobada en múltiples investigaciones, de que el desarrollo de los pueblos es directamente proporcional al crecimiento de su nivel educativo en cantidad y en calidad y a las innovaciones y a la creatividad que las comunidades de intelectuales que se anidan en las universidades y en las academias pueden aportar en sintonía con el mundo productivo, con el sector empresarial y con las grandes redes y plataformas internacionales de investigación y educación superior con las cuales debemos estar en permanente relacionamiento.

Apreciados autores, reciban el cálido saludo de la Academia y la expresión de reconocimiento en el Diploma que hoy les otorga por la publicación de sus libros. Que esta distinción constituya un estímulo para continuar en esa hermosa labor creativa que signifique el mejor legado que podemos dejarle a nuestra sociedad.

Muchas gracias

Caracas, 17 de junio de 2025.

RELATORÍA DEL FORO PÁRAMO, LLUVIAS EXTREMAS Y DAÑOS EN LOS ANDES VENEZOLANOS

Realizado Por Germán Monzón Salas, Omar Antonio Guerrero y Wilver Contreras

Wagdi Naime (relator)

COMISION DE INFRAESTRUCTURA
FORO
viernes 1 de agosto de 2025 - Hora 10:00 a.m. Venezuela



**PÁRAMO, LLUVIAS EXTREMAS Y
DAÑOS CAUSADOS POR LOS RÍOS
DE LOS ANDES VENEZOLANOS.**
Propuestas de estudios adelantados



Germán Monzón Salas
Omar Antonio Guerrero
Wilver Contreras Miranda

<https://us02web.zoom.us/j/84632763809?pwd=DHn3eyl5B6bLuoeyijTIDPhAJn7Y6T.1>
ID de reunión: 846 3276 3809
Código de acceso: 433081

Tres extraordinarios expertos, *Germán Monzón Salas, Omar Antonio Guerrero y Wilver Contreras Miranda*, documentaron y abordaron en este foro los impactos multifacéticos de las lluvias extremas y crecidas de los ríos Chama, Santo Domingo y Motatán en el páramo merideño, ocurridas el 24 de junio de 2025, destacando los daños, geo-sociales, emocionales y estructurales, además de proponer estrategias de mitigación como la ordenación territorial, construcción de infraestructuras seguras, sistemas de alerta temprana y campañas de sensibilización. Resaltaron la importancia de preservar el páramo como un escenario espectacular y

fomentar el turismo sostenible en la región, presentando propuestas para la mitigación y rutas turísticas, que apuntan al progreso de la región andina venezolana.

Se destacó el **Impacto socioambiental crítico**, con más de 270 familias afectadas, la pérdida de infraestructura vial, con decenas de sectores afectados y más de 15 puentes colapsados, daños a cultivos viviendas, infraestructura turística, negocios y otros casos, como, por ejemplo, la Truchicultura del sector Santo Domingo.

Indicaron que las lluvias acumuladas, estimadas en 97 mm en 72 h pero con de 60 mm el día de los eventos, superaron la capacidad de retención de humedales altoandinos. Mostraron que la socavación en los laterales fue el principal proceso ocurrido, aunque también registraron movimientos de masa en Niquitao-Chejendé en la cuenca del río Motatán.

Caracterización las **Amenazas, riesgos, vulnerabilidades y capacidad de respuesta. Hablaron de las vulnerabilidades estructurales**, como la ocupación de zonas de riesgo, falta de aplicación normativa tales como retiros fluviales y de las ordenanzas municipales, y acumulación de sedimentos en el cauce del Chama por falta de mantenimiento. Destacaron que la capacidad de respuesta se ve afectada por el acceso limitado y posible deficiencia en la fortaleza institucional. Refieren que la principal amenaza son las lluvias intensas y continuas que potencian flujos torrenciales con arrastre de sedimentos y rocas, socavación, desbordamientos y movimientos de masa. Los riesgos son la pérdida de vidas humanas, daños a la infraestructura, afectaciones económicas, interrupción de la comunicación y el acceso, crisis de salud, daño ambiental.

Los expositores, además de explicar conceptualmente el proceso de planificación estratégica, plantearon un **plan integral de múltiples acciones**. Las principales propuestas incluyen la ordenación del territorio para reducir riesgos, construcción de infraestructuras de control y de protección en los principales ríos y quebradas, reubicación de familias en zonas seguras, implementación de sistemas de alerta temprana, campañas de sensibilización comunitaria, desarrollo de centros duales turísticos-emergencia, la construcción de estructuras resilientes, todo bajo un enfoque de sostenibilidad y prevención de desastres.

No podemos dejar de nombrar la propuesta de la **Ruta Turística**: se propone una ruta turística sostenible en los altos páramos andinos, interconectando los andes venezolanos y con acceso a Barinas, iniciativa que busca fortalecer el turismo y la economía local y promover la cultura y la biodiversidad.

En fin, este foro presentó explicaciones de los procesos ocurridos, inventarió las principales afectaciones y presentó reflexiones y propuestas para enfrentar la **crisis socio-natural recurrente en el páramo y todo el sector andino venezolano**, donde la mitigación exige: **interdisciplinariedad** al combinar conocimiento local con tecnología,

corresponsabilidad, en el sentido de la necesidad de articular leyes ambientales, desarrollo urbano y soberanía alimentaria y **visión prospectiva**, con múltiples propuestas y con el proyecto de la *Ruta Turística de Altura y modernización de la vialidad del estado Mérida*.

Con una participación de más de 40 asistentes finalmente se presentó una muy densa sesión de preguntas y comentarios, donde se ahondó en la importancia de las 13 propuestas dentro del plan de acciones presentado en el foro

Felicitó y agradezco a los ponentes por tan excelente presentación, con rigurosidad técnica y propuestas concretas, que marcan una boja de ruta para reducir la vulnerabilidad andina.

Muchas gracias

Wagdi Naime, caracas 01 de agosto de 2025

RAMÓN GERMÁN MONZÓN SALAS

Venezuela, nacido en Mérida, Estado Mérida (1942). Ingeniero Agrónomo. Orientación Zootecnia. Facultad de Agronomía Universidad Central de Venezuela (UCV). Año 1967, promoción Dr. Álvaro Martínez Lázaro. Investigador en el Programa de Ganadería de Altura (PROGAL) convenio CORPOANDES-UCV-Universidad de Los Andes (ULA) (1973-1979). Director Regional del IAN 1980-1981. Presidente CORPOANDES (1981-1982). Gobernador del Estado Mérida (1983). Diputado uninominal al Congreso de la República de Venezuela (1994-1999); presidente de la Comisión Política Exterior (1993-1995); Coordinador Grupo de Diagnóstico y Proyección Vial del Estado Mérida de la ULA-Colegio de Ingenieros del estado Mérida (CIEM) (2015-2021). Miembro de Honor de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, Miembro de Honor de la Academia de Mérida. E-mail: gmonzon05@gmail.com



OMAR ANTONIO GUERRERO

Venezolano, nacido en Mérida, Estado Mérida (1959). Geógrafo egresado de la Universidad de Los Andes (ULA: 1986). y en 1989, hace una especialización en esta misma universidad, en fotointerpretación y sensores remotos. Geólogo en la Universidad Central de Venezuela (UCV: 1990). Maestría en Ciencias Geológicas (UCV: 1993). Grado de Salamanca y Doctorado en Ciencias Geológicas (Universidad de Salamanca, España: 2005). Desde 1987 se desempeña como profesor de las asignaturas Sedimentología y Geomorfología de la Escuela de Ingeniería Geológica de la ULA. Actualmente es profesor jubilado activo de la ULA. Desde el año 2016, trabaja en la recuperación hidro-geomorfológica y ambiental del Monumento Natural Laguna de Urao y en las bases para el Plan de Ordenación del territorio. (Proyecto ULA – INPARQUES - Fundación Ecológica Laguna de Urao). Es autor y coautor de artículos científicos en el campo de la geomorfología, geología ambiental y riesgos geológicos, así como coautor de los libros: *Diagnóstico y proyección vial del estado Mérida-Venezuela; Atlas petrográfico de rocas ígneas y metamórficas de la Sierra Nevada de Mérida, Venezuela; Llano del Anís: Una visión pluridisciplinaria del Cuaternario de la Cordillera de Mérida; Sedimentología y geomorfología de los humedales altoandinos y Riesgos geomorfológicos en cuencas hidrográficas*. E-mail: omaguerrero1231@gmail.com



WILVER CONTRERAS MIRANDA

Venezuela, nacido en Mesa Bolívar, Estado Mérida (1961). Profesor Titular de la Universidad de Los Andes (ULA). Arquitecto ULA (1994). MSc. ULA (1997); Especialista UPV (2003). MSc. - DEA UPV (2004). Doctor en Proyectos de Ingeniería e Innovación (2006) y Post Doctor (2013) por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España. Miembro Correspondiente Estatal de la Academia de Mérida. Coordinador Interinstitucional del Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño de la ULA y UPV. Co Editor Revista Ecodiseño y Sostenibilidad. Premio Nacional de Proyectos Agroindustriales CONICIT, 1987. Premio Nacional de Ciencia y Tecnología CONICIT, 1993. Premio Regional de Tecnología Fundacin, 1997. Premio SELCO de Ingeniería e Innovación SELCO, Valencia, España, 2006. 17 patentes ante SAPI Caracas, Venezuela. Autor y co-autor de 50 libros; 81 artículos en revistas indexadas y arbitradas, así como conferencista en congresos nacionales e internacionales. Escritor, poeta y artista plástico seudónimo Jesús de Luzón, Patrimonio Cultural del Municipio Alberto Adriani, con reconocimientos nacionales e internacionales. E-mail: wilvercontrerasmiranda@gmail.com



FORO
NUEVAS FORMAS DE FINANCIAMIENTO DEL SECTOR
AGROALIMENTARIO Y EL MERCADO DE CAPITALES
Compendio



INVITACIÓN
NUEVAS FORMAS DEL FINANCIAMIENTO DEL SISTEMA
AGROALIMENTARIO Y MERCADO DE CAPITALES 2024

PROGRAMA

-APERTURA

- Acad Rafael Isidro Quevedo Presidente ANIH
- Lic. Rodolfo Fernández IICA Venezuela

-EXPOSICIONES

1. Construyendo un Mercado de Valores Agrícola para el desarrollo y crecimiento del sector. Ing. Ibelisse Suarez BOLPRIAVEN
2. Aproximación teórica para la creación del fondo parafiscal ganadero de Venezuela. Ing. Luis Hernández Guanipa Director de INVELECAR
3. Análisis del financiamiento climático. Ing. Lino Clemente IICA - UCAB
4. Finanzas alternativas, una visión comparativa y sus ventajas para el desarrollo sostenible en Venezuela. Dr. Nicolas Pacheco Clabe ganadero
5. Soluciones a la coyuntura agrícola a través de la bolsa. Dr. Vicente Pérez FEDEAGRO

-ASPECTOS RELEVANTES Y CONCLUSIONES:

Alejandro Gutiérrez Profesor ULA – Red Agroalimentaria

-MODERADOR: Ing. Miguel Padrón Comisión de Agricultura

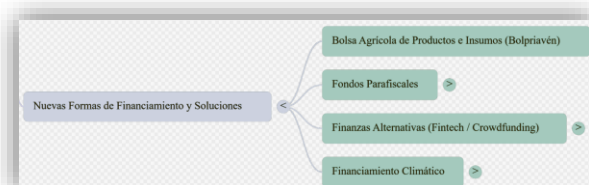
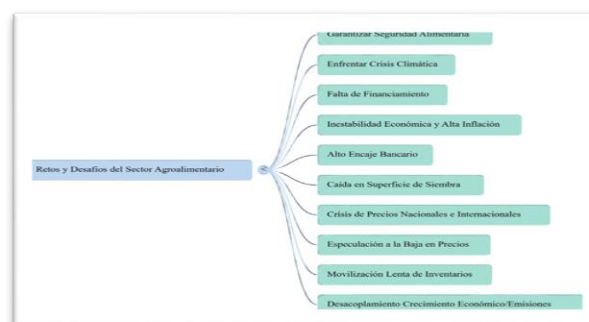
CÓDIGOS PARA LA INSCRIPCIÓN
al pie de este aviso

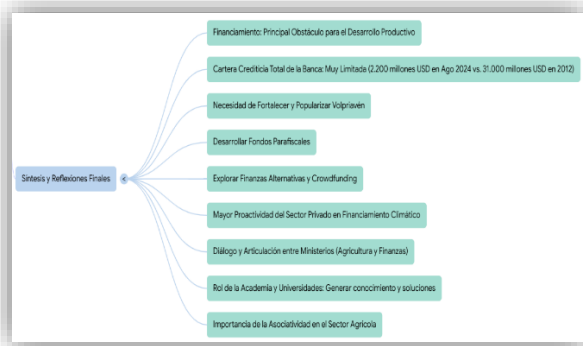
25 DE SEPTIEMBRE 2024 4:00 pm



I. ORGANIZACIÓN

- I.1.- Nombre del Evento: Nuevas Formas de Financiamiento del Sector Agroalimentario y el mercado de capitales en Venezuela
- I.2.- Fecha programada del evento: 25 de septiembre 2024
- I.3.- Patrocinantes: ANIH - IICA
- I.4.- Plataforma Zoom: Plataforma IICA
- I.5.- Organizador: Ing. Miguel Padrón -
- I.6.- Relator: Dr. Alejandro Gutiérrez
- I.7.- Moderador: Ing. Miguel Padrón
- I.8.- Enlace de acceso al video:
<https://youtu.be/xbqaWu8MIYY?feature=shared>
- I.9.- Mapa conceptual





II.- PRESENTACIÓN

El panorama actual advierte que los países no pueden descuidar su agricultura por su seguridad y soberanía, siendo obligante para el bienestar de la población materializar el esfuerzo ciudadano, bien sea mediante mayor carga tributaria o movilización de capitales propios, para alcanzar la asignación de los recursos necesarios y la voluntad política de apoyo a los productores para garantizar la alimentación mediante un esfuerzo sostenido, coherente y promotor.

En el caso venezolano, el escenario previsible y el nivel de recursos requeridos para la transformación del sistema alimentario, determinan la necesidad de cuantiosos recursos para financiar el crecimiento económico y las inversiones para la reconstrucción de la infraestructura, la modernización de las cadenas productivas y la promoción del desarrollo de las actividades con ventajas comparativas y competitivas para lograr el bienestar de la población.

La meta de construir un nuevo modelo de desarrollo agrícola debe incluir cambios en la institucionalidad, las condiciones de funcionamiento del mercado, garantía del imperio de la Ley y del sistema de justicia, capaz de generar un clima de confianza entre los productores para motivar flujo de nuevos capitales que complementen los recursos de sector público orientado a la recuperación de la infraestructura productiva, no productiva y la plataforma de ciencia, tecnología e innovación.

El mercado de capitales juega un papel fundamental en el desarrollo y expansión del sector agroalimentario su sostenibilidad y modernización. Entre sus contribuciones destacan:

1. Flujo de recursos y apalancamiento financiero: El mercado de capitales proporciona una fuente crucial de financiamiento para empresas agroalimentarias, permitiéndoles obtener capital a través de la emisión de acciones o bonos. Esto es esencial para financiar expansiones, modernizar infraestructuras y adoptar tecnologías avanzadas.
2. Innovación y Tecnología*: Con el capital recaudado, las empresas del sector pueden invertir en investigación y desarrollo, lo que contribuye a la modernización del proceso productivo, incremento de la productividad y la competitividad.

3. Integración a la dinámica global y expansión de mercados: El financiamiento obtenido a través del mercado de capitales puede ser utilizado para explorar y desarrollar nuevos mercados, tanto locales como internacionales. Esto puede significar la diferencia entre una operación local pequeña y una presencia significativa en el mercado global.
4. Riesgo y Diversificación*: Invertir en el sector agroalimentario a través del mercado de capitales ofrece a los inversores la oportunidad de diversificar sus carteras, lo cual es clave para gestionar riesgos.
5. Estabilidad y Resiliencia: Con recursos financieros suficientes e implementando actividades de desarrollo tecnológico, las empresas agroalimentarias pueden ser más resilientes frente a desafíos económicos y climáticos, asegurando la estabilidad y el crecimiento continuo del sector.

Esta iniciativa de la Academia, con el copatrocinio del IICA, se enmarca su misión y visión, tiene por finalidad revisar e impulsar las oportunidades disponibles para satisfacer los requerimientos de recursos para el desarrollo agroalimentario nacional y definir líneas de acción para lograr la multiplicación de la disponibilidad y el acceso de financiación de todos los componentes de la cadena en toda la variedad de proyectos que implica el desarrollo sostenible: producción, investigación, extensión, infraestructura productiva y social.

III.- PALABRAS DE APERTURA

El Foro organizado por la ANIH a través de su Comisión de Agricultura y el IICA tiene por finalidad identificar e impulsar las oportunidades para cubrir los requerimientos financieros para el desarrollo agroalimentario nacional, definir nuevas formas de financiamiento para todos los componentes de la cadena en toda la variedad de proyectos que implica el desarrollo sostenible: producción, investigación, extensión, infraestructura productiva y mejoramiento de las condiciones y la calidad de vida del de la población.

Las palabras de apertura estuvieron a cargo del Acad. Rafael Isidro Quevedo y el Lic. Rodolfo Fernández.

III.1.- Acad. Rafael Isidro Quevedo

En mi condición de Presiente de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, es muy satisfactorio participar en la inauguración de este FORO sobre NUEVAS FORMAS DE FINANCIAMIENTO DEL SISTEMA Y EL MERCADO DE CAPITALES, auspiciado tanto por esta corporación científica y tecnológica como por el INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. Ambas instituciones están comprometidas con el apoyo al mejoramiento de la agricultura y el desarrollo rural para elevar la calidad de vida en el campo y promover la producción, la productividad y la sostenibilidad de los procesos de generación de alimentos y materias primas de origen agropecuario, con respeto a la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales en general y muy especialmente teniendo en cuenta el mejoramiento de la calidad

de vida de la población rural e integración de la sociedad rural así como la articulación de las cadenas agro productivas con las demás actividades primarias, secundarias y terciarias, de tal manera que se pueda establecer una interrelación rural urbana fluida, complementaria y estable para garantizar la seguridad agroalimentaria del país y una vida atractiva en el campo, donde se garantice el bienestar de las familias y el progreso de la sociedad.

Para lograr estos propósitos no cabe duda de que es indispensable asegurar el funcionamiento de un sistema de suministros tanto de insumos como de tecnologías, de servicios, de información y comunicaciones, de infraestructuras y de capitales que garanticen el apoyo a los procesos productivos, la articulación de los mismos en cadenas de valor, y la justa remuneración de todos los componentes del sistema para la sociedad logre su propósito final cual es el bienestar de las familias y la felicidad de la población en general.

Por todo ello, es por lo cual, la ANIH recibe con mucha simpatía la realización de este foro, en la continuidad del intercambio con el IICA, con el cual se mantiene un acuerdo de cooperación que ha resultado muy positivo, para establecer un relacionamiento interinstitucional y vincular organizaciones tanto del sector público como privado en el compromiso de fortalecer el desarrollo del país y mejorar la calidad del talento humano y el flujo de capitales y de apoyos para el medio rural. Me es muy placentero saludar al Señor Representante del IICA, Dr. Rodolfo Fernández, a los colegas Ibelisse Suarez, representante de BOLPRIAVENT, Luis Hernández Guanipa, de INVELCAR, Lino Clemente de la UCAB, Nicolas Pacheco del sector Ganadero, Vicente Pérez de FEDEAGRO, a nuestro apreciado profesor y viejo amigo, Alejandro Gutiérrez de la ULA y la Red Agroalimentaria y al secretario de la Comisión de Agricultura de la ANIH, Miguel Armando Padrón. A todos les deseo mucho éxito en este evento y que sus tanto el contenido de las exposiciones como las conclusiones y recomendaciones sean publicadas para que lleguen a los niveles interesados en el propósito común de fortalecer el desarrollo nacional.

III.2.- Lic. Rodolfo Fernández

El evento aborda un tema realmente complejo y una necesidad urgente que se cierne sobre los sistemas agroalimentarios en general y a nuestra realidad en particular.

IICA como organismo de cooperación técnica regional aborda el tema desde la preocupación de los Estados miembros por garantizar la seguridad alimentaria y enfrentar los retos que imponen la crisis climática.

Ante los enormes retos y desafíos que enfrentan la agricultura y los sistemas agroalimentarios de las Américas, las acciones de IICA se orientan en dos dimensiones estratégicas. La primera de ellas, la participación en los foros, en los foros regionales y de mundiales para procurar alianza que permitan movilizar recursos hacia las Américas. En días recientes, a través del director general del Instituto, Dr. Manuel Otero, se participó

en la reunión de ministro del grupo de los 20 llevada a cabo en Brasil, cuyo objetivo fue promover la cooperación internacional ante temas críticos como la sostenibilidad de la producción, la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. En este marco se firmó un acuerdo de cooperación con el Fondo Inter Nacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), orientado a unir acciones institucionales con foco en áreas como la promoción de las inversiones, el uso de las TIC para mejorar la productividad y la sostenibilidad de la agricultura, así como un mejor acceso al financiamiento en los mercados por parte de los agricultores familiares.

En septiembre de 2022 se firmó un acuerdo con la con el Banco para el Desarrollo de América Latina y el Caribe, antigua CAF, para promover el fortalecimiento de cadenas de valor, el acceso a tecnologías y a mercados, entre otras acciones a través de la recuperación y uso sostenible del suelo, la creación y uso de sistemas de información agropecuaria, el impulso a los negocios verdes a partir de emprendimientos en bioeconomía y el desarrollo de actividades que propicien el uso de modelos de agricultura de precisión.

En 2021, IICA fue acreditado por el Fondo Verde para el Clima para implementar proyectos financieros con su cartera crediticia, lo que permitió al instituto acceder a recursos para apoyar a los Estados miembros en iniciativas de adaptación, mitigación y resiliencia climática de la agricultura y la ruralidad de los países de las Américas. De esta manera se accede a los fondos climáticos también entre los que entre los que destacan el fondo GEF y el Fondo de adaptación para el clima. Se trata de sustentar sobre la base de la estrategia del Fondo Verde del clima, acciones nacionales y regionales, el desarrollo de programas y proyectos con enfoques que ayuden a la transición de nuestros sistemas agroalimentarios, hacia sistemas más sustentables en la región.

Otras iniciativas se han desarrollado por el instituto están ligadas al desarrollo de los ecosistemas nacionales de innovación de agrotecnologías, en cuyos marcos se celebra en estos momentos la semana de la agricultura digital. la tercera edición de este evento. Allí se destaca la importancia de atraer inversiones privadas, especialmente de fondos de capital de riesgos para financiar tecnologías digitales agrícolas que ayuden a la transformación digital de la agricultura y por ende los sistemas agroalimentarios.

En segundo plano, se trata de articular y consensuar la acción de los Estados miembros mediante una alianza que permita actuar de forma colaborativa y cohesionada para colocar en las instancias correspondientes las necesidades y urgencias en materia de agricultura y bienestar rural de la región, que se ha denominado “Alianza Continental para la Seguridad Alimentaria y el Desarrollo Sostenible de las Américas”, la cual define una nueva visión de la cooperación técnica uniendo países, actores, temas y nuevas modalidades de financiamiento, buscando acelerar el proceso de fortalecimiento y transformación de la agricultura de nuestra región bajo una visión sistémica. En este marco, el IICA promueve también otras acciones hemisféricas, tales como la iniciativa Alianza

Amazónica, que busca apoyar la ejecución de una agenda común de cooperación regional a favor del desarrollo sostenible de la Amazonía, subrayando la urgencia de evitar el punto de no retorno en el bioma, tema clave para la COP 30 que va a ser en Belén de Pará en Brasil en 2025. La iniciativa Agua y Agricultura, que busca mejorar la gestión integrada y la eficiencia del uso de agua para la agricultura. La agricultura hoy día debe producir agua. La iniciativa Suelos vivos de la América, que busca contribuir a detener procesos de degradación de la tierra y de los recursos de la agricultura que agotan la materia orgánica de los suelos, así como el recurso natural fundamental para la vida. También se creó el fondo concursable Innova en asociación con el FIDA, destinado a fomentar la innovación y mejorar la resiliencia de los pequeños agricultores, entre otras iniciativas que IICA viene desarrollando.

Finalmente, espero entonces que este evento sea de su agrado y que saquen el mayor provecho del intercambio con los conferencistas en la tarde de hoy. Muchas gracias."

IV.- PONENCIAS

IV.1.- Construyendo un Mercado de Valores Agrícola para el desarrollo y crecimiento del sector. Ing. Ibelisse Suarez BOLPRIAVEN

Agradeciendo a los organizadores la oportunidad de presentar al público en general y a los que hacemos vida en el sector agrícola y que somos sensibles a toda esta problemática que se está viviendo, tengamos la oportunidad de poder transmitir lo que estamos haciendo y que puedan visualizar las bondades y los vehículos para poder resolver parte de los problemas que nos agobian. BOLPRIAVEN es una empresa privada nacida en 1999, que agrupa al sector productor primario, al sector agroindustrial y al sector servicios. Es lugar de encuentro, de oferta y demanda.

Normalmente se formulan las siguientes preguntas: ¿Quiénes son los actores? ¿Quiénes participan? ¿Cómo participo? ¿Quiénes pueden participar? La bolsa agrícola, mantiene relación directamente con los puestos de bolsa. Tenemos 12 puestos de bolsa operativos y son quienes representan a los clientes. ¿Y quiénes son esos clientes? Bueno, todo el sector productor primario, el sector agroindustrial, la parte todos los que tienen servicio y vida en este ecosistema y los inversionistas.

En la bolsa se tranza todo producto que sea de origen o destino agropecuario y además insumos y servicios, materia prima hasta el producto terminado, insumos, semillas, herbicidas, fertilizantes, transporte, servicios a la agricultura, todo lo que contribuye de una u otra forma en el sector agrícola puede ser registrado y transado a través de la bolsa agrícola.

En la actualidad hay alrededor de 1500 rubros inscritos en la bolsa: textiles y oleaginosas, rubros pecuarios, cereales, raíces y tubérculos, leguminosas, servicios al cañicultor, servicios al cultivo, de fumigación, de maquilado, de transporte. También

tenemos servicios productos procesados, insumos marítimos y acuícolas, empaques, hortalizas, frutas y otros. Todo lo que sea de origen o destino agrícola o que contribuyen al sistema de producción pueden ser tranzados a través de la bolsa agrícola.

Los tipos de operaciones que podemos realizar a través de esta plataforma son en físico. La bolsa agrícola es una de las pocas bolsas del mundo que es una operación que es una bolsa de físicos y al mismo tiempo financiera. Operaciones de físicos es la compraventa de productos, insumos y servicios. Las operaciones financieras, que también los tuvimos desde nuestro nacimiento, son operaciones de certificados de depósito y bonos de prenda, o sea, un instrumento para poder acceder al financiamiento usando como garantías las cosechas o inventarios. Recientemente, en febrero 2024, la SUNAVAL, autorizó realizar operaciones de oferta pública. Para atender un mercado de pequeños y medianos productores que tenían toda la intención de sembrar, de cosechar, de cría, de ganado, pero no tenía el financiamiento para realizarlo a través del sector bancario debido a los encajes. Estos instrumentos de oferta pública que permiten que estos pequeños y medianos productores puedan tener acceso a financiamiento.

Operaciones de físico

Las operaciones de físico son de cuatro tipos. En primer lugar, las operaciones de entrega inmediata, es una operación de compra y venta, donde el producto se encuentra físicamente en poder del vendedor. Debería ser entregado en un periodo máximo 5 días después de haber suscrito el contrato a través de la bolsa.

En segundo lugar, las operaciones de entrega a plazos, consisten en operaciones de compra y venta de un producto que se encuentra físicamente en poder del vendedor. y va a ser entregado dentro de un periodo comprendido entre 6 días y 180 días, dependiendo de lo acordado en el contrato.

En tercer lugar, tenemos las operaciones de entrega futura. En estas operaciones el producto no se encuentra en manos del vendedor. Está en la tierra, sembrado, sin cosechar o es un producto que viene de afuera, entonces que todavía no ha llegado a puerto. Se realiza mediante un contrato entre comprador y vendedor de entrega futura, donde se establece el precio a recibir el vendedor en el momento de entrega del producto al comprador.

Estos contratos en el pasado eran muy poderosos. Operaba cuando teníamos una asociación de productores que estaban recibiendo la cosecha y teníamos una agroindustria compradora habituales. En estos casos se hacía el contrato a través de la bolsa de entrega futura con precio acordado que la agroindustria. Con el contrato, el productor recurría al banco y solicitaba financiamiento, con el respaldo del contrato suscrito a través de la bolsa agrícola. El banco le otorgaba el financiamiento de hasta 80% y en el momento que la agroindustria recibía el producto, pagaba a través de la bolsa, esta actuaba como agente de retención, pagaba al banco el 100% del financiamiento otorgado al productor y la el

diferencial se entregaba al productor. Era un mecanismo donde el financiamiento fluía con garantías de los contratos por la bolsa.

En cuarto lugar, las operaciones de entrega anticipada. Estas es de las operaciones que tienen mayor movimiento hoy en día. Esto es un producto que ya está en manos del comprador y lo que lo que queda es el compromiso del pago. Entonces, igualmente la operación se registra por bolsa, ahí se establece la fecha del pago y entonces él con comprador recibe, el vendedor recibe el pago. Estas son las operaciones que estaban exentas del IGTF, eh, y todo lo que se registraba por la bolsa no pagaba IGTF hasta hace nada en bolívares que era un 2% y en divisas 3% de todas las operaciones que se registren por bolsa.

Operaciones financieras

Son las que tienen mayor demanda e interés por el público. Las operaciones financieras, tienen un rendimiento a tasas de interés agrícola o inferior dependiendo de las condiciones del mercado. Los montos varían dependiendo del activo almacenado y los plazos van de 0 días hasta 180 días renovables. Esta operación de compra y venta financiera es una agroindustria o un gremio tienen un inventario de producto agrícola, o insumo, pueden ser fertilizantes, pueden ser bolsas de empaque que utilizan el proceso de producción. El interesado en levantar dinero presenta como garantía su inventario, se pone en comunicación con un puesto de bolsa y se emite un bono de prenda y un certificado de depósito. Por otro lado, tenemos un inversionista porque son unas inversiones sumamente atractivas. el producto se encuentra a bien resguardo. Ese certificado y bono de prenda están endosados a favor de la bolsa y ese producto no puede ser movilizado a ningún lado si no está autorizado. La operación monta al 80% del valor del inventario y entonces, bueno, por estos plazos, a unas tasas muy interesantes en la bolsa tenemos operaciones activas de bonos de prenda a tasas entre 12 y 23% de interés al inversionista que puede ser cualquier persona.

Operaciones de oferta pública Instrumentos financieros agrícolas

Desde febrero de 2024, existen los títulos agrofinancieros, notas bursátiles agrícolas y los títulos de inversión agrícola.

Los títulos agrofinancieros buscan financiamiento destinado al inicio del ciclo productivo de la producción primaria, agropecuaria, pesquero, forestal, cubre adquisición de insumos, transformación agroindustrial y su comercialización. Estos títulos financiamientos tienen un plazo máximo de 360 días y las garantías de prenda sobre materias primas o facturas por cobrar de calidad.

Las notas bursátiles agrícolas, son financiamiento a mayor plazo entre 1 a 5 años, destinados proyectos de cultivos permanentes, ganaderos, pesqueros, acuícolas, agrícolas y forestales. El financiamiento exige garantía real sobre

infraestructura agrícola, terrenos, sembradíos, así como el flujo de caja.

Los títulos de inversión agrícola, que está destinado a la siembra, cosecha, producción agropecuaria y la comercialización dentro de un ciclo productivo y de comercialización que no supere los 360 días con garantías de activos subyacentes titularizados o garantías adicionales sobre activos fijos agropecuarios que tenga el solicitante.

Los contratos sobre facturas agropecuarias, pesqueras y forestales. Se anticipan fondos utilizando como garantías facturas emitidas por actores agrícolas, mejorando así el flujo de caja y posibilitando continuar sus operaciones sin tener que esperar por los pagos de sus clientes.

Estos son todos los instrumentos financieros activos disponible en la bolsa. Los mecanismos expuestos tienen tiempo implementado salvo, los de facturas y oferta pública. Pero existen, están ahí y están a disposición de todo el público.

¿Transar a través de la bolsa agrícola? Tiene las siguientes ventajas.

- Elimina la incertidumbre del precio. porque todas estas operaciones están soportadas por un contrato firmado entre las partes.
- El productor vender en las mejores condiciones del mercado evitando la caída de los precios en el pico de la cosecha. A través de la bolsa, también se pueden vender a plazos o entregas futuras, a mejor precio en beneficio del productor.
- La venta del producto antes de sembrarlo.
- Las operaciones de entrega futuras facilita el acceso al financiamiento.
- El hecho de contar de un contrato de la bolsa agrícola los bancos ven como una forma adicional de garantías con calidad determinada por la bolsa.
- En caso de disputa por la calidad el árbitro es la bolsa
- Incremento de la eficiencia en el uso del transporte
- Generación de información de mercado pública y gratuita.

Por parte de la agroindustria le permiten adquirir la materia prima cuando la necesita, lo que reduce significativamente los costos del capital de trabajo, reduce la incertidumbre del costo de la materia prima y facilita el acceso al financiamiento para la compra de cosecha Tener un contrato a través de la bolsa es una garantía adicional que aporta conocimiento, tranquilidad y confianza dentro del mercado financiero.

Desde el punto de vista del inversionista la utilización de la bolsa se justifica por

- Existencia de un mercado secundario estructurado generador liquidez a su inversión. El inversionista tiene un rol fundamental en todas estas operaciones. Dispone de vehículos, tenemos las operaciones, existe una necesidad de financiamiento y los inversionistas tienen en la Bolsa aquí unos instrumentos altamente confiables y sumamente líquidos como los bonos de prenda que tiene como subyacente un producto que existe, que está a buen

resguardo y en el caso de un incumplimiento, ese producto tiene un mercado secundario a través de la bolsa agrícola, valorado al 80% de su precio que está inscrito en la bolsa y previo a que la operación culmine, si hay un incumplimiento, la bolsa remata por un mecanismo de subasta.

- Existencia de información pública y gratuita incrementa las posibilidades de realizar arbitrajes de precios, tiempo lugar a través de un mecanismo de pujas y subasta
- Existencia de garantías básicas variables y solidarias que incrementa la confianza de las transacciones y su fiel cumplimiento.

¿Por qué utilizar la bolsa agrícola?

Se resume en seguridad, confianza, garantía. y transparencia.

La bolsa arrancó en 1999 y funcionamos hasta el 2009 por situaciones de mercado no adecuadas.

Se reactiva en 2020. con inicio de operaciones en mayo 2022. Desde esa fecha hemos tranzado en operaciones de físico casi 3.5 millardos en dólares. En operaciones financieras. en un mercado que está arrancando hubo en el último trimestre del año 2023 registradas 26 operaciones financieras de rubros como maíz, eh café, almidón de yuca, eh cacao y que totalizan 1.6 millones de dólares.

Operaciones entregas futuro, donde se acuerda entre las partes la fecha en que va a entregar un producto que no existe. Este año se registran 12 operaciones de maíz. Hubo la iniciativa de hacer contratos de entrega a futuro para tener un aproximado de los precios y que la agroindustria pueda ya garantizar su materia prima

Los 15 productos más tranzados a través la bolsa desde este en los últimos meses son: trigo, maíz, arroz, pollo beneficiado, servicio de transporte, café, cacao, aceite de palma, caña de azúcar, carne bovina, leche cruda, servicio al cañicultor, alimentos balanceados para animales y ganado porcino.

La bolsa agrícola en momento de su constitución, en 1998 arrancamos con 15 puestos de bolsa. Por limitaciones del mercado. 12 puestos de bolsa están activos.

Se dispone de una página Web con un aula virtual con cursos gratuitos e información para los inversionistas.

IV.2.- Aproximación teórica para la creación del fondo parafiscal ganadero de Venezuela. Ing. Luis Hernández Guanipa. Director de INVELECAR

Represento al Instituto Venezolano de la Leche de la Carne, INVELECAR, asociación civil en la búsqueda de conocimiento para fortalecer el trabajo de la Federación Nacional de Ganaderos y de las asociaciones base. La ponencia está basada en una investigación en proceso que busca cumplir con los requisitos para la obtención del título, doctor en

gerencia evaluativa de la Universidad Nacional Experimental del Táchira y dejar un aporte para el sector ganadero. Un instrumento de trabajo mediante la generación del fondo parafiscal y los potenciales contribuyentes.

En el año 2001, la Asamblea Nacional aprobó la Ley Orgánica de Contribuciones para fiscales para el Sector Agrícola. En esa ley se ordena a través de instrumentos especiales la creación de fondos por cada rubro de la actividad económica. con la limitante de que en el país no existe referentes teóricos sobre la parafiscalidad ganadera en Venezuela. Es por ello que a través de una investigación previa de carácter complementario nos dispusimos a generar la aproximación teórica.

Actualmente el sector ganadero venezolano, presenta una falta de financiamiento derivado de la imposibilidad del sector bancario de satisfacer las necesidades de los productores, dado los altos niveles de inflación e hiperinflación en el país, por el alto por porcentaje de encaje bancario como una medida antinflacionaria y la orientación de las políticas públicas que ha ocasionado caída de la producción y reducción del tamaño del rebaño ganadero.

La crisis del modelo rentista petrolero como base presupuestaria de la nación se deberá acudir a la asociatividad de los ganaderos a través de la creación del fondo parafiscal ganadero de Venezuela. Este sería la instancia que administre los aportes de la producción de leche y carne, para la ejecución de programas sociales de los productores.

Como paso inicial del diseño se realiza el diagnostico de los elementos que convergen en aportaciones, a partir de la estructuración de un guion para la entrevista en profundidad a informantes clave representantes del sector. Con ello se agrupa, se relacionan para obtener un pentágono inductivo que responde a las preguntas, ¿Es posible y necesario el fondo? ¿Qué elementos emergentes lo caracterizan? ¿Cómo deben integrarse descriptivamente esos aspectos emergentes? ¿Qué circunstancias deben existir? ¿Y qué beneficios aportan al contexto? Con respecto al primer objetivo, se pudo concluir, que los elementos convergentes son la normativa, la estructura organizacional y el financiamiento. En el segundo objetivo los elementos que convergen son la normativa general, la normativa tributaria y las regulaciones. En cuanto a la estructura organizacional, una unidad de coordinación, una unidad de trabajo, una unidad de control y en cuanto al financiamiento son los aportes, los programas y los créditos.

El tercer objetivo, donde la normativa, la estructura organizacional y el financiamiento se articulan y se integran en los aspectos generales para la aproximación teórica para la creación del fondo para fiscal ganadero, formando la familia de categorías o preconcepto que nos aproximan a la gran categoría que emerge, como lo es la parafiscalidad eh ganadera.

Actualmente se utiliza esa información como la teoría para realizar la investigación de carácter cuantitativo de un estudio estadístico para establecer las variables que explican el

constructo, las relaciones entre esas variables y poder calcular la varianzas y covarianzas entre esas respectivas variables para aceptar o rechazar las hipótesis del estudio.

Con respecto a la paraafiscalidad ganadera en Venezuela. ¿Qué objetivos nos proponemos? ¿Cuáles son los programas que han identificado los potenciales contribuyentes? En primer lugar, un programa de sanidad animal de lucha contra la erradicación de la fiebre aftosa para articular con la Fundación Venezolana de Sanidad Animal y poder eliminar este flagelo y dejar de ser el único país del hemisferio occidental con fiebre aftosa. Luego un programa de sostenibilidad para sostener los precios primarios al productor agropecuario mediante un sistema de frigoríficos, plantas lecheras, eh para industriales para eh con sociedad de capital. Por último, un gran programa de asistencia técnica, de educación rural y de capacitación para los ganaderos venezolanos y las poblaciones donde tienen asiento eh las unidades de producción.

Concluyo afirmando la concepción a académica a esta necesidad que tienen el sector ganadero y su vinculación con el trabajo impregnado de utilidad práctica.

IV.3.- Análisis del financiamiento climático. Ing. Lino Clemente IICA – UCAB

El tiempo no deja de correr y aquí tenemos cuánto nos falta para llegar al 2030. Eso ocurre con la agenda 2030 y los 17 objetivos. En el acuerdo de París, simultáneamente se agregan una serie de temas que son: el acuerdo firmado en 2015, el acuerdo de entregar cada 5 años contribuciones nacionales determinadas, que hay empresas lo suficientemente sofisticadas que plantean llegar a ceros neto en el año 2050 y cada vez más se exige una planificación a largo plazo que sea coherente con las contribuciones nacionales determinadas. A todo esto, al igual que en la anterior, hay retraso.

Al mismo tiempo, cada día se une el tema de los ecosistemas y la biodiversidad, vinculándose esto con cambio climático y la actividad humana. Los próximos tres meses son críticos para las personas, la naturaleza y el clima. Empieza este lunes con la Asamblea General de Naciones Unidas en Nueva York hasta el mes de noviembre, donde van a haber cantidades de reuniones para tratar el tema del financiamiento.

Existen cinco grandes temas: El primero, el tema de los acuerdos mundiales voluntarios que generan compromisos, exigencias y oportunidades. Segundo como han ido madurando y configurando una arquitectura financiera global que cada vez tiene más elementos: el climático, la biodiversidad, los ecosistemas y la sostenibilidad. El tercero como los países van determinando sus montos de financiamiento climático requerido es en base a un instrumento que se llama las contribuciones nacionales determinadas, (NDC). Cuarto, los vehículos que se han creado y cuáles y quinto las lecciones aprendidas.

Los países deben organizarse para poder estar en sintonía con toda la arquitectura institucional que creada a través de las

denominadas COP después de firmado el Acuerdo de París. Cada una de estas organizaciones va creando fondos de financiamiento para apoyar esas iniciativas:

- Fondo de la biodiversidad, el fondo para el financiamiento sostenible, toda la arquitectura de fondos climáticos para enfrentar el Acuerdo de París y luego cómo se ha organizado la plataforma para hacer esto posible. Venezuela no participa.
- Acuerdo entre los bancos centrales para tratar de hacer la banca mucho más verde. Comprende alrededor de unos casi 180 países. Venezuela no participa.
- ALIE es la Asociación Latinoamericana de Instituciones Financieras de Desarrollo, con sede en Lima. Venezuela no participa.
- El mundo de mercado de capitales con dos grandes instituciones creadoras del tema de los bonos temáticos.

Todo lo anterior es una arquitectura que se mueve y complejiza a través del tiempo. Aquí estamos hablando de 86 países en el acuerdo de financiamiento para el acuerdo sobre sostenibilidad.

En el tema de los financiamientos se dispone de diferentes fondos de financiamiento disponible por tipo de proyectos a financiar. Se ha calculado que para los países en desarrollo se requerirían 2.4 billones de dólares anuales para poder financiar todo lo que hay que hacer. 50 y 50 entre el sector privado y el sector público

Con relación a los proyectos que tienen que ver con el objetivo de desarrollo sostenible y relacionados con la biodiversidad y el acuerdo de París, el cual tiene cinco grandes bloques de proyectos para la transición energética, proyectos para la adaptación y la mitigación, el tema de pérdidas, el tema de capital natural y el tema para la transición.

La COP de este año se va a tener como nombre la COP de las finanzas. Tendrá éxito si se cumplen cuatro asuntos asociados a un nuevo objetivo global de financiamiento climático que responda a las necesidades de los países en desarrollo. Uno, que las contribuciones nacionales determinadas estén más o menos bien hechas con proyectos y montos de financiamiento. Eso hoy no se tiene, las estimaciones que hay son relativamente burdas. Dos revisar toda una serie de compromisos de adquiridos en las COP anteriores en materia de financiamiento. Tres, el Acuerdo de París tiene dos grandes artículos, el artículo 9 y el artículo 2.1. En el artículo 9 se dice que los países desarrollados son los principales responsables de proveer el financiamiento climático. Mientras que, en el acuerdo, en el artículo 2.1 se dice que los flujos financieros consistentes con un camino hacia bajas emisiones de GEI y un desarrollo resiliente al clima es responsabilidad de todos los países. En esto no se han puesto de acuerdo desde el año 2015. No pareciera factible que se vayan a poner de acuerdo este año ni en los que quedan por venir hasta el 2030. Esta nueva meta de financiamiento que se ha propuesto la COP29 trata de que el compromiso financiero sea ambicioso y factible. Cuatro, mostrar avances de los compromisos existentes sobre ciudades, energía, alimentos y bosques. Existen siete elementos

para lograr un financiamiento con sentido: calidad, contribuyentes, plazo, áreas temáticas, alcance, calidad del financiamiento y transparencia.

La arquitectura del financiamiento climático ha crecido de una manera importante. El único problema es que las cantidades disponibles son inconsistentes con las necesidades que existen, y están dirigidas a sectores e instrumentos financieros inadecuados. Hay toda una arquitectura mundial bastante compleja con relación al tema de los financiamientos. Hay infinitudes de fondos que tienen características muy específicas a las cual pueden acceder los países.

En el caso específico de Venezuela presentó su primera contribución nacional determinada en 2015, luego se hizo una revisión 2021 y actualmente se mejora. Se creó por primera vez la autoridad nacional determinada y en definitiva el financiamiento climático hoy en Venezuela tiene en tres proyectos: fortalecer la capacidad de la autoridad nacional determinada, generar el plan nacional de adaptación que se está haciendo, de 2022, cuando la mayoría de los países empezaron en el año 95.

Otro punto importante en el tema del financiamiento climático son las emisiones. El principal problema que se encuentra en todos los países es la tasa de crecimiento de las emisiones que crece mucho más rápido que el nivel de actividad económica. Entonces existe el llamado desacoplamiento, que los países tienen que tratar de seguir creciendo, pero tratar de crecer con una intensidad menor en energía. Hay sectores como energético que genera más o menos el 75.6% de las emisiones, mientras que las el área de la agricultura tiene el 11,16%. Más el cambio de usos de la tierra que tiene otro 3 %. El sector agropecuario y uso del suelo en América Latina genera el 58% de las emisiones. Cualquier estrategia que una región, un país o una empresa quiera hacer para bajar sus emisiones, lo primero que tiene que entender es en qué sector está y qué es lo que está haciendo y después cuáles son los gases que produce. Mientras esto no se tenga, es difícil tener una NDC consistente que permita tener proyectos con el monto de inversión para gestionar un financiamiento climático

El caso de Venezuela, vemos que el sector agropecuario y uso del suelo a 2019 generaba entre 30% y 31% de las emisiones y el suministro de energía el 37%. A nivel de gases 62% es dióxido de carbono y 30% metano. La desagregación indica que la fermentación entérica genera el 43% de los gases en 2019 y el otro 42% corresponde uso de la tierra y cambios de uso de la tierra. Sorprende es que esta data pública nunca haya sido incorporada en las NDC y a partir de aquí uno pudiera generar estrategias más específicas.

Conclusiones y recomendaciones

Es importante dejar claro que quienes generan las emisiones son las personas y las empresas. Tener unas mejores NDC del país depende tanto del sector privado como del sector público.

Las empresas deben conocer su huella de carbono para su gestión y para acceder a financiamiento climático.

El sistema financiero cada vez se va estructurando más, en torno a la huella de carbono como requisito para acceder al financiamiento. Temas como taxonomía de finanzas con especificaciones de la contribución a los temas climáticos, los bonos verdes y los mercados de carbono, son vehículos diferentes a través de los cuales el sector financiero se está adaptando para poder canalizar recursos que vienen de diferentes orígenes, pero que tienen como restricción que tienen que tener una relación muy directa con impactos en el tema climático. Se habla de 170 tipos distintos de bonos de carbono.

Otro punto planteado en la COP27 es la creación de un banco verde para el sur global. América Latina no lo tiene, pero la iniciativa de África es impresionante la cantidad de dinero que han logrado acumular. Una estrategia para desbloquear el financiamiento es el gran objetivo que tiene la COP 29. Básicamente la idea es que dado la insuficiencia de financiamiento trabajar iniciativas relacionadas con el Acuerdos de París y movilizar tanto al gobierno como a la sociedad en lograr una transición justa y equitativa. Si no surgen redes colectivas, es imposible abordar este tema.

El sector privado es mucho lo que puede hacer y es mucho lo que está haciendo en todos los países. No así en Venezuela. La primera pregunta, hay que crear toda una campaña de sensibilización, incentivar y escalar a través de diferentes estudios de casos. Lo primero es analizar el tema de nuevas tecnologías, que es muy importante para todos los sectores. Después, hay que conocer esta arquitectura del financiamiento climático para los diferentes temas a abordar y alinear los proyectos a las NDC. Es fundamental capacitarse y certificarse para poder acceder a los recursos, usos climáticos.

Las NDC es la base para tener una estrategia de financiamiento climático y para tener planes de financiamiento y ver en función de mi estructura de emisiones y de qué sectores identificar las fuentes de financiamiento, ya que son no todo el mundo da para todo, algunos son más específicos por sectores, otros específicos por tipo de gases, etcétera.

Para esto hay capacitación, hay fortalecimiento y los sectores privados tienen, en mi opinión la responsabilidad de hacerlo y en el caso específico de Venezuela me atrevo a decir que no han asumido debidamente esa responsabilidad, con lo cual se pierde una gran oportunidad aparte de que el país estaría incumpliendo con una serie de acuerdo suscritos.

Otro aspecto de los sectores empresariales privados es la responsabilidad de generar planes de acción a esos niveles de asociatividad. En materia del sistema financiero tiene que encaminarse a un mundo más verde y a un mundo más sostenible. En el caso específico de los bonos eh temáticos y mercados de carbono, tendrían que ver cómo estos vehículos van entrando y van cumpliendo con las restricciones que eso exige.

En el área bancaria hay una iniciativa regional que es la de ALIDE. Creo que esa hay que conocerla, hay que analizarla y generar a nivel de la Asociación Bancaria un planteamiento con relación a ese tema.

IV.4.- Finanzas alternativas, una visión comparativa y sus ventajas para el desarrollo sostenible en Venezuela. Dr. Nicolás Pacheco Clabe, ganadero

Hasta ahora, Venezuela solo ha utilizado los mecanismos tradicionales de la banca y el mercado de capitales para el financiamiento agrícola dejando de lado formas alternativas hoy disponibles con las nuevas tecnologías.

La exposición contempla:

- Las finanzas alternativas (Fintech) en países latinoamericanos con modelos de plataforma digitales para gestionar el riesgo
- Una visión comparativa del crowdfunding cómo funciona

El crowdfunding se ha convertido en una herramienta de inclusión financiera para personas y para empresas que normalmente no son atendidas por el sistema financiero tradicional. Estos son modelos impulsado en la actualidad por los organismos multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo, puesto que constituyen herramientas que generan y promueven la inclusión en el sector agropecuario. Es una respuesta actual al problema del financiamiento de 15 millones de productores agropecuarios de Latinoamérica de los cuales solo 13% tiene acceso a financiamiento tradicional. El resto recurre a mecanismos informales que son los prestamistas, cercanos, amigos, conocidos. En Colombia es una figura que está bastante institucionalizada, conocida como gota, que de alguna manera son préstamos en condiciones bastante onerosas y complicadas.

El crowdfunding en América Latina tiene el potencial de cerrar esas brechas de crédito en la región, con la inclusión financiera. Esto representa un tercio del PIB regional. Las regulaciones son fundamentales para que las plataformas puedan consolidarse y prestar servicios en toda la región.

De una muestra de 550 micro y pequeñas empresas de Argentina, Brasil, Colombia, México que fueron financiadas por Fintech durante la pandemia, 86% mantuvieron, aumentaron los ingresos. El monto promedio de financiamiento fue \$3,900. Son montos pequeños en comparación a los montos que maneja la banca o mercado de capitales. La Universidad de Cambridge en Inglaterra cuenta con un departamento de finanzas alternativas donde está mapeado todos estos modelos de finanzas alternativas. Según el Banco Interamericano de Desarrollo, en 2020 la Fintech brindaron financiamiento por más 5.200 millones de dólares.

Los principales modelos del sector Fintech está, la banca digital, los modelos de crowdfunding, medios de pago, criptomoneda y préstamo. En Venezuela, Clave ganadera, desarrolla una plataforma de crowdfunding, de recompensa. Se

le llama crowdfarming, y consiste en un mecanismo o plataforma conectora de personas que tienen proyectos agropecuarios alineados con el triple impacto. Este mecanismo evoluciona BCore en tramitación para certificarnos como una empresa B, alineada con el tema de sostenibilidad para producir carne carbono neutral o carne con impacto negativo en cuanto a las emisiones de carbono y el tema del impacto social. Ahora mismo se tiene unos programas que tienen que ver con escuelas rurales como un modelo de crowdfunding de recompensa. Un complemento porque el tipo de persona que atiende tiene otro tipo de perfil diferente al de banca o mercado de capitales.

Se define como crowdfunding las plataformas u originadores que utilizan medios electrónicos para hacer coincidir oferta de inversores o donantes con la demanda de fondos que están representadas por promotores o particulares, que son los que tienen los proyectos que específicamente se quieren financiar o desarrollar. Según el Banco Interamericano de Desarrollo, el país que tiene mayor desarrollo y un ecosistema bastante presto y dado al desarrollo de este tipo de modelo alternativo es Brasil. Permite los denominados préstamos P2P, donde personas participan directamente eh con proyecto que seleccionan, y préstamos en cartera, en balance o en contabilidad que tiene la misma plataforma. Del resto, cada país implementa eh regulaciones para para ir fomentando este tipo de ecosistema. Existen más de 771 plataforma. Eh, tiene un marco regulatorio bastante flexible, adaptativo, equilibra la innovación y la protección al inversionista, permite manejo de recursos de clientes, préstamos digitales, impulsa el acceso a financiamiento de pequeñas y medianas empresas con el crecimiento económico y sobre todo el tema de la inclusión financiera. En cuanto al desarrollo tecnológico se encamina a través de inteligencia artificial para poder hacer la gestión de riesgo y hacer procesos automático e inmediato que sea que sean rápidos y ágiles.

Tabla 1. Regulaciones sobre finanzas alternativas en ALC

País	Préstamos P2P	Manejo de recursos de clientes	Mercado de renta	Gestión de inversiones	Crédito con Balance	Custodia de activos
	✓	✗	✓	✗	✗	✗
	✓	✓	✗	✗	✗	✗
	✗	✓	✓	✓	✗	✗
	✓	✓	✓	✗	✗	✓
	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	✓	✓	✗	✗	✗	✗
	✗	✓	✓	✗	✗	✗
	✓	✓	✓	✓	✗	✓

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo

En la Unión Europea, las plataformas europeas realmente manejan recursos. Son proveedores de servicios de pago también tienen custodia de activo, mercado secundario con tienen un enfoque en modelos de capital de valores, de deuda y préstamo para empresa. Otro modelo que también es bastante importante y flexible, que fomenta innovación y la creación de soluciones es el de Inglaterra.

En materia agropecuaria, en Venezuela con Clave ganadera, como la primera plataforma de crowdfunding, con 4 años operando. Nace con una visión de crear un mecanismo alternativo de financiación al sector agropecuario que permita inclusión para poder generar impacto social con desarrollo rural y sobre todo el tema también de la sostenibilidad ambiental. Para ello se han realizado mediciones de la huella de carbono con unos mecanismos de gestión que nos ha facilitado la CAF. Este tipo de plataformas y herramientas pudieran ser de bastante importancia para generar desarrollo y crecimiento en el sector, sobre todo para el pequeño productor.

IV.5.- 5. Soluciones a la coyuntura agrícola a través de la bolsa. Dr. Vicente Pérez FEDEAGRO

El tema de la exposición era como eh soluciones a la coyuntura agrícola a través de ese mecanismo de la bolsa agrícola.

Los problemas coyunturales que afectan a los agricultores son:

- a.- Crisis de precios nacionales e internacionales, salve en cacao ha tenido tuvo un pico y luego una corrección, con precios alrededor de 8000 \$/ton. El café ha tenido un incremento en los últimos meses, pero el resto de todos los rubros, sobre todo los cereales, han venido a la baja por varios años. El hecho ha ocasionado reuniones en el Ministerio de Agricultura, en café y en maíz. La inestabilidad y volatilidad del mercado afecta a los agricultores.
- b.- Falta de financiamiento. El agricultor venezolano no tiene acceso a crédito. Esta falta de financiamiento lleva a problemas como una caída en la superficie de siembra. Hoy en día tú ves como el pequeño productor no aguanta las condiciones y abandona la actividad.
- c.- Adquisición de cosecha y el manejo de esos inventarios con imposibilidades de la agroindustria y las organizaciones gremiales de palear la situación por la inexistencia de financiamiento. Adicional el mercado estaba menos dinámico
- d.- Especulación en los precios por en los picos de cosecha con pago a los productores muy por debajo de los acuerdos y los precios internacionales.
- e.- Caída del poder adquisitivo que reduce el ritmo de las ventas y alarga la duración de los inventarios
- f.- Falta d eflujo de caja para cultivos de segundo ciclo de siembra o manejo agronómico de la finca
- g.- Manejo inventarios, improductivo. En todos los países los inventarios ganan algo. Los inventarios cada vez se mueven más lento por la caída del poder adquisitivo, aparte de la carencia del financiamiento por parte de la agroindustria o de las asociaciones de productores.
- h.- Liquidación de las cosechas con grandes retardos para dar continuidad al ciclo productivo o seguir con el manejo agronómico de mi finca, si es un cultivo permanente o si tengo otros rubros.

Soluciones financieras.

- a.- Bonos de prenda: esta herramienta puede lograr ser un mecanismo de formulación de precio a través de este instrumento financiero

sobre un producto que yo tengo. Hasta ahora se ha logrado en pocas asociaciones hacer un bono de prenda en época de cosecha que quita presión temporal sobre la oferta que hay por exceso de producto y yo lo retiro. Al yo retirar un poco de oferta, nivelé esa oferta y la demanda temporalmente. El bono de prenda tiene un vencimiento de un poco menos de 180 días y yo puedo obtener un dinero y después yo lo puedo colocar el producto en un momento donde en el mercado haya menos sobreoferta y el productor tenga una capacidad de negociación mayor. Por esta vía logra una estabilización de precio y se crea un circuito virtuoso.

En Venezuela esta herramienta ha sido muy exitosa en los años 2001 cuando se presentó una crisis mundial de precios de café. Se logró a través de sacar de mercado la sobreoferta. Se hizo en BOLPRIAVEN y tal vez fue la ha sido la operación más exitosa de café.

- b.- Fondos Parafiscales. En FEDEAGRO se ha trabajado mucho ese tema y se puede ligar los nuevos métodos financieros con los fondos parafiscales o de fomento, como lo llaman en Colombia, parte de unos actores que en el caso del café son el caficultor, la torrefactora, las comercializadoras, distribuidoras y el importador y todo el mundo coloca un porcentaje. Por ejemplo, en Colombia es 0,6 centavos de dólar por saco de café que se exporta. En el caso de los cereales, el fondo cerealero es 0.5% del precio en dólares. Todos esos recursos conforman el fondo de fomento.
- c.- Generalmente los fondos de fomento, o para fiscales se usan para lo que está arriba en el aire. Colombia tiene 14 fondos para fiscales o fondos de fomento y cuatro fondos de estabilización de precios que también son unos fondos para fiscales. Estos fondos se utilizan para investigación, tecnología, para infraestructura, para temas de comercialización, extensión agrícola, control sanitario, entre otros.

Figura 1. Estructura funcional del fondo parafiscal



Existen unos beneficios colaterales de gran ayuda:

- La asociatividad y asociaciones de productores son la columna vertebral del desarrollo agrícola.
- La modernización e innovación a través de proyectos y asesorías
- Carácter corporativo al negocio agrícola
- Control privado a pesar de que son unos fondos públicos con ventajosos acuerdos de cadena porque todos los actores de cadena participan e integran sus actividades. Por ejemplo, el de café y cacao Colombia tienen diversas industrias donde en tres meses compran el café, hacen bonos de prenda, pignoran mercancías con la producción en el almacén, ganando interés, comprometido o con financiamiento.
- La banca a raíz de la fortaleza que tienes en esos papeles, coloca dinero en ese pote. Este, puedes organizar las ventas a futuro. Asimismo, la bolsa está activándose de

nuevo y requiere que todos entremos más en contacto con estos mecanismos.

IV.6.- Preguntas de los participantes

1. **Pregunta de Luis Arriaga a Ibelisse Suárez (BOLPRIAVEN):** Antes de ir a un puesto de bolsa específico, ¿Es factible recibir una orientación sobre una operación requerida en la bolsa agrícola? ¿Sería factible contar con algún asesor de la directiva y algún número telefónico y/o correo para plantear una operación de esta naturaleza a BOLPRIAVEN? Además, ¿se cuenta con varios almacenes generales de depósito? ¿Hubiera alguno en el estado Guárico?

Respuesta de Ibelisse Suárez: Claro que sí. La bolsa ofrece todo el apoyo y la información posible. Los interesados pueden contactar a través de la página web de la bolsa, donde se identifican todos los puestos de bolsa. Su correo personal es **gerencia@bolpriaven.net**, y están ubicados en Caracas, en el Cubo Negro, Torre B, piso 2. Con relación a los almacenes, para participar en estas operaciones financieras, debe estar previamente autorizado por la bolsa. Actualmente, hay siete almacenes generales autorizados, los cuales también pueden funcionar como almacenes de extensión si una empresa o gremio tiene un producto almacenado en sus propias instalaciones.

2. **Pregunta de Héctor González a BOLPRIAVEN:** Referente a los intereses al ciclo biológico de la ganadería bovina, bufalina y vacuna, ¿Se toma en cuenta el "año muerto"? ¿Cuál es el plazo en años?

Respuesta de Ibelisse Suárez: A través de la bolsa, en las operaciones de oferta pública, específicamente en las **notas agropecuarias**, se atienden los ciclos largos de la ganadería. Estas operaciones requieren ser tramitadas a través de un puesto de bolsa, implican una estructuración y deben ser autorizadas por la SUNAVAL (Superintendencia Nacional de Valores) antes de salir a oferta pública para captar los fondos solicitados por el emisor.

Aclaración de Vicente Pérez: Los "créditos de año muerto" eran ofrecidos por la banca hace unos años, pero actualmente no existen en Venezuela.

3. **Pregunta de José Abraham Mora a Ibelisse Suárez:** ¿Tiene alguna experiencia con productos de acuicultura en la bolsa agrícola? ¿Están permitidos?

Respuesta de Ibelisse Suárez: Sí, están permitidos, pero hasta el momento no han tenido operaciones específicas con productos acuícolas, aunque existe mucho interés, especialmente en el sector camaronero. Ibelisse también mencionó que la bolsa opera bajo el **anonimato** de los clientes, lo cual es estratégico para evitar la especulación de precios en un sector donde todos se conocen.

4. **Pregunta de Luis Duque a Ibelisse Suárez:** ¿Qué beneficios tributarios se pueden obtener al operar a través de BOLPRIAVEN?

Respuesta de Ibelisse Suárez: La bolsa ofrece la **exoneración del IGTF** (Impuesto a las Grandes

Transacciones Financieras). Esto significa que las operaciones de pago registradas a través de la bolsa están exentas de este impuesto. Anteriormente, era una exención del 2% para operaciones en bolívares (actualmente no vigente para bolívares) y continúa siendo un **3% para todas las operaciones realizadas en divisas**. Este beneficio busca evitar que el impuesto se traslade al producto final, contribuyendo a mantener la inflación bajo control y, en algunos casos, ha coincidido con la baja de precios de productos en los anaqueles.

5. **Pregunta de Luis Arriaga a Lino Clemente:** ¿Cuáles serían las medidas que debería internalizar el sector privado venezolano para asumir un rol activo ante el cambio climático y su participación en proyectos verdes? Por ejemplo, el sector bancario.

Respuesta de Lino Clemente: Lino abordó la problemática de la **"buena pro" gubernamental** para acceder a fondos climáticos como el Fondo Verde, que ha limitado la participación del sector privado. Sin embargo, enfatizó que existen muchos fondos no vinculados a Naciones Unidas a los que el sector privado podría acceder. Las acciones recomendadas incluyen:

- **Preparación interna:** El sector privado debe realizar estudios y estar preparado para presentar proyectos. Aunque el gobierno cambiara, la falta de estudios en el sector privado limitaría el acceso a financiamiento.

- **Compromiso con AIIDE:** El sector bancario podría conversar con la Asociación Latinoamericana de Instituciones Financieras de Desarrollo (AIIDE) para mejorar la institucionalidad en la gestión de riesgos climáticos, ya que muy poco se está haciendo en la banca privada venezolana.

- **Cálculo de huella de carbono:** Las organizaciones y empresas deben comenzar a calcular su huella de carbono y llevar una contabilidad de emisiones para poder optar a financiamientos climáticos, que cada vez son más rigurosos.

- **Capacitación y formación:** Es fundamental capacitarse y certificarse. Lino sugirió crear una **"NDC (Contribución Nacional Determinada) del sector privado"** siguiendo la metodología del Acuerdo de París y las exigencias de la COP 29 y 30, de manera proactiva, para ofrecerla al Ministerio de Ecosocialismo.

- **Asociatividad:** La falta de una asociatividad fuerte en el sector privado es una de las explicaciones de la poca estructuración en estos temas.

- **Mercados de carbono:** El sector privado puede optar por certificar actividades de secuestro de carbono a través de certificadoras internacionales, lo que no requiere la "buena pro" del gobierno para bonos de carbono voluntarios.

6. **Comentario de Luis López (a la respuesta de Lino Clemente):** Es necesario considerar las limitaciones que representan la gobernanza relacionada con el financiamiento climático. Desde el año 2019, el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo es la Autoridad Nacional Ambiental y el punto focal ante la

Convención Marco de Naciones Unidas, y esta instancia está supeditada a la Comisión Presidencial del Comité Nacional del Fondo Verde.

Respuesta de Lino Clemente: Lino estuvo **100% de acuerdo** con la observación, reconociendo el entramado y la "no gestión" que ha impedido que el país aproveche los ingentes recursos financieros. La experiencia de la academia con proyectos estancados fue mencionada como ejemplo de este "cierre".

7. **Pregunta de Luis Arriaga a Vicente Pérez:** Percibe desatención del sistema agrícola a través de políticas aisladas, fragmentadas y desasociadas de la realidad y su entorno. Una de ellas es la política financiera, su relación con la inflación. ¿Qué recomendación básica le daría al ministro de agricultura para articular un sistema financiero que procure un crecimiento agrícola sostenible?

Respuesta de Vicente Pérez: Señaló la falta de comunicación entre el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Finanzas/regulador. Su principal recomendación al ministro de agricultura sería: "Ve y habla con tu ministro de finanzas, habla con tu regulador y ve la serie de innovaciones y cosas que él quiere hacer". Mencionó al Dr. Herrera de SUNAVAL como una persona muy proactiva y receptiva en el ámbito financiero, lo que contrasta con la aparente desconexión entre los ministerios. Afirmó que, si pudieran dialogar y entenderse, se lograría mucho para la agricultura.

8. **Comentario de Jennifer Lucena a Vicente Pérez:** Excelente experiencia sobre el café. Justamente estoy planteando uno de mis objetivos de tesis de maestría hacia ese camino. Espero tener su colaboración.

Respuesta de Vicente Pérez: Con mucho gusto, ofreció su correo: Fedegro1@gmail.com.

9. **Pregunta de Simón Rivero a Vicente Pérez:** ¿Cuánto tiempo estuvo bajo prenda el café en la experiencia a la que te referiste (la de 2001)?

Respuesta de Vicente Pérez: El café estuvo bajo prenda **casi un año y medio**. Incluso se buscaron mercados internacionales en países como Rusia para colocar el producto.

10. **Pregunta de Luis (sobre plazos de tiempo):** Es de suma importancia ajustar los plazos de tiempo de los procesos de los ciclos de los cultivos, en especial con los lapsos de cosecha en las operaciones.

Aclaración de Vicente Pérez: Aclaró que las operaciones de **bonos de prenda** se realizan sobre productos ya cosechados y almacenados físicamente. Tienen una regulación legal que permite plazos de hasta 180 días, renovables. Las ventas a futuro, en cambio, sí consideran el ciclo del cultivo, ya que el producto aún no ha sido cosechado.

11. **Pregunta de Luisa Molina a FEDEAGRO/FEDENAGA:** ¿Sería prudente que FEDEAGRO, FEDENAGA, por ejemplo, realizaran talleres, seminarios y conferencias dirigidas a productores y asociaciones por cadenas agroalimentarias para informar con detalle acerca de las formas de financiamiento alternativo aplicables en función del tipo

de productos, e igualmente sobre el funcionamiento de la bolsa?

Respuesta de Vicente Pérez: Afirmó que **sí lo hacen** y que Ibelisse S. viaja divulgando el tema. Sin embargo, también enfatizó que los productores deben ser proactivos en la búsqueda de conocimiento. Invitó a consultar la página web de la bolsa, donde hay cursos virtuales gratuitos y explicó que el líder debe buscar el conocimiento, basándose en su propia experiencia de aprendizaje y superación de resistencia en el sector.

12. **Pregunta de Manuel Herrera a Lino Clemente:** ¿Cómo y con quién se puede obtener certificación para bonos de carbono con cultivo de cacao?

Respuesta de Lino Clemente: Sugirió buscar en internet por "certificación bonos de carbono cacao", ya que existen diversas certificadoras internacionales y organizaciones con conexiones con ellas (algunas de Colombia). Aconsejó evaluar qué se ajusta al presupuesto y necesidades, y ofreció su ayuda personal para orientar.

IV.7.- ASPECTOS RELEVANTES Y CONCLUSIONES: Acad. Alejandro Gutiérrez

El problema del financiamiento agrícola y del financiamiento en general para todas las actividades productivas aparece siempre como el principal o el segundo obstáculo para desarrollar las actividades productivas.

Venezuela es un país inmerso en una crisis con mucha inestabilidad económica, con una pérdida muy grande del producto interno bruto que define un tamaño de mercado. El tamaño de mercado nuestro es apenas 96,000 millones de dólares para el año llegó a ser la cuarta economía de América Latina. Hoy en día es un país muy pequeño del tamaño de Honduras.

Este problema tiene que ver con la crisis general y con políticas específicas. Una política económica que promueve un ajuste sin financiamiento internacional por razones conocidas. Es un país aislado del sistema financiero internacional, entonces los recursos que hay para apalancar la actividad productiva financieramente son poquísimos. Si eso le agrega una política que esteriliza el 73% de los depósitos, a la banca solamente le queda de cada 100 bolívares 27 para poder trabajar en su función de intermediación.

La cartera crediticia total de la banca venezolana el mes de agosto 2024 estaba rondando los 2200 millones de dólares. llegó a ser escasos 100 y 300 millones de dólares, muy poco o casi insignificante. Y la banca esos 2,200 millones de dólares los presta a sus a sus clientes más seguros, es decir, racionaliza la banca racionaliza el otorgamiento de créditos. ¿Quiénes serán beneficiados por esos créditos? Son muy poquitos. Los pequeños y medianos productores tienen que buscar otras opciones o autofinanciarse o si no salir de la producción. ¿Por qué digo que es muy poquito? En el 2012 la cartera crediticia de la banca venezolana total, era de 31,000 millones de dólares. Estaba por debajo de los promedios latinoamericanos. El promedio la relación con el producto interno bruto en América

Latina, es 55%. Aplicando ese promedio Venezuela, con un PIB de 100,000 millones de dólares, deberíamos tener en apalancamiento financiero en cartera crediticia de 55,000 millones de dólares y lo que tenemos son 2000 millones de dólares para toda la economía. Esto se convierte en un obstáculo para poder aumentar la producción para poder aprovechar las oportunidades que tenemos en algunos rubros actualmente,

Obviamente esa política de alto encaje legal no se va a modificar sustancialmente en los próximos dos años. De manera tal, pues, que las brillantes exposiciones que nos hicieron esta tarde nos plantean unas opciones reales, o desarrollándose. BOLPRIAVEN es una realidad que tenemos que fortalecer, defenderla, difundirla, etcétera. Tiene potencialidad, pero en su reactivación está demostrando que realiza una serie de operaciones, pero tenemos que popularizar y fortalecer las opciones que brinda. Cómo ampliamos la cobertura de usuario de BOLPRIAVEN.

La otra alternativa mencionada son los fondos para fiscales. Es una opción nunca utilizada a pesar de que existe un marco legal desde el año 2001. Los, fondos para fiscales bien manejados demuestran son muy útiles y se necesita.

Olvidémonos de que en los próximos años papá estado va a venir a repartir este financiamiento abundante como en otras épocas. Los fondos para fiscales y el tema de las finanzas

alternativas emergentes oportunidades que nos brinda la bolsa agrícola.

Se necesita combinar esfuerzos del sector privado de la agroindustria, buscar acuerdos y utilizar las alternativas que brinda la bolsa la bolsa agrícola.

Otro aspecto importante lo representa el tema del financiamiento para la lucha contra el cambio climático. Una buena meta sería empezar con la emisión de bonos de carbono y focalizado en dos cultivos: café y cacao. Estamos muy atrás en esta carrera del financiamiento verde, fuera de la discusión con mucho camino por recorrer, pero debemos comenzar.

Eh, el año pasado el gobierno nacional logró unos primeros financiamientos del programa de Naciones Unidas para el medio ambiente. Con pocos esfuerzos sin éxito del sector privado. Es un tema muy restringido.

Concluyo agradeciendo a la Academia Nacional de la Ingeniería y Hábitat, al Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola por crear este escenario para la discusión. Invito a las universidades nacionales a seguir discutiendo estos temas. Creo que los gremios agrícolas, la agroindustria, los actores privados de las cadenas más importantes tienen que discutir estos temas e incorporándolos a sus agendas.

NUEVOS AVANCES EN EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA PARA UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ALIMENTOS BAJO FUTUROS CAMBIOS GLOBALES

RESUMEN DEL CICLO DE CONFERENCIAS

Dr. Ildefonso PLA SENTÍS
Marzo, 2025

Ing. Fernando Delgado Espinoza (Editor)

RESUMEN

Los recursos suelo y agua, y sus interacciones, juegan un papel fundamental en el mantenimiento de la vida en la tierra, y especialmente en la provisión de alimentos y agua para una población en constante crecimiento a nivel global. Con los cambios globales (crecimiento de la población y su desarrollo y cambios climáticos) la disponibilidad, de tierras cultivables y agua potable accesible por habitante está alcanzando niveles críticos en algunas regiones y países del mundo, lo cual atenta contra la sostenibilidad de la producción de alimentos a nivel local y global. Aunado a la producción de alimentos, la degradación de los recursos suelo y agua, por efecto de cambios globales, afecta los riesgos crecientes de desastres naturales como: inundaciones, sedimentaciones, deslizamientos de tierra, sequías y efectos colaterales. Con el fenómeno de la globalización y al irse incrementando los requerimientos de alimentos en regiones y países más poblados, especialmente en zonas urbanas, la producción agrícola tradicional de alimentos en pequeñas unidades de producción, a veces a niveles de subsistencia, con bajo uso de insumos y en general con pocos o moderados efectos sobre el medio ambiente ha ido evolucionando hacia lo que hoy comúnmente se conoce como “agricultura industrial o agroindustrial”, destinada a producir masivamente alimentos, con fuerte uso de insumos y energía, muchas veces en zonas y países diferentes a las zonas y países de los consumidores. Estos sistemas se han basado frecuentemente en el desplazamiento de los pequeños productores, y en fuertes y extensas deforestaciones y cambios importantes en el uso de las tierras. Esos sistemas de producción agrícola, generalmente conducen a una creciente degradación de las tierras y efectos derivados, que afectan la sostenibilidad económica, ambiental y social de dichos desarrollos. Frente a ello se han propuesto diferentes sistemas de uso y manejo de las tierras agrícolas, pecuarias y agroforestales, llamados conservacionistas, agroecológicos, orgánicos, regenerativos, biodinámicos etc., en parte basados en experiencias de los sistemas de producción agrícola tradicionales, aparentemente sostenibles, utilizados en el pasado y aún hoy en día por pequeños agricultores. La posible aplicación generalizada de dichos sistemas, aparentemente sostenibles para una producción de alimentos y protección ambiental bajo determinadas condiciones socioeconómicas, se analiza en forma crítica tomando en consideración los requerimientos actuales y futuros de alimentos de una población mundial en constante crecimiento y desarrollo, bajo diferentes condiciones económicas y sociales. Se propone un sistema de modelización basado de los balances de agua, sales y nutrientes, bajo diferentes condiciones de uso y manejo de las tierras, afectadas directa o indirectamente por los cambios globales actuales y previstos para el futuro. Esto es utilizado como una base metodológica para evaluar, desarrollar, seleccionar y aplicar racionalmente, sistemas agrícolas sostenibles en cuanto a producción de alimentos y protección ambiental, a nivel local y global, bajo diferentes condiciones o escenarios cambiantes económicos y sociales.

ABSTRACT

Soil and water resources, and their interactions, are the main responsible for keeping life on earth, providing food and water to an increasing population at global level. With the global changes (increase in population and development, and climate changes) the availability of cropping land and fresh water per capita are reaching critical levels in some regions and countries, making unsustainable the required food production at local and global levels. Besides the food production, the soil and water degradation derived of global changes, is increasing the risks of natural disasters like flooding, sedimentation, landslides, droughts and related effects. As a consequence of globalization, with increasing food requirements in the more populated regions and countries, mainly in urban areas, the traditional agricultural production of food, by usually small farmers, with low use of inputs and usually with small environmental impacts, has been changing to what are usually called “industrial or agroindustrial” agricultural systems, oriented to a massive

food production, with strong use of inputs and energy, frequently in zones and countries different to the consumers. These agricultural systems are usually based in the displacement of small producers, and in extensive deforestations and strong land use changes. Those agriculture production systems, usually leads to a growing land degradation and derived effects, affecting the economic, environmental and social sustainability of such developments. As a reaction there have been proposed different land use and management systems for agricultural, agroforestry and husbandry developments, called conservationists, agroecological, organic, regenerative, biodynamic, etc., partially based on experiences in apparently sustainable traditional agricultural practices, used in the past and still nowadays mainly by small farmers. The potential generalized application of those systems, apparently sustainable, for food production and environmental protection, under specific socio-economic conditions, is critically discussed and analyzed taking into consideration the present and future food requirements of an increasing world population and development, under different social and economic conditions. There is proposed a process-based modeling approach of the water, salt and nutrients balances, under different land use and management conditions, directly or indirectly affected by the present and previewed future global changes. This is used as a methodological base to rationally evaluate, develop, select, and apply sustainable agricultural systems for food production and environmental protection, at local and global level, under different and changing social and economic conditions and scenarios.

Palabras clave: suelo, agua, sistemas agrícolas, degradación, modelos, agroecología, alimentos

Keywords: soil, water, agricultural systems, degradation, models, agroecology, food

Contenido

EL CONTEXTO: CAMBIOS GLOBALES Y PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

Los cambios globales hacen referencia a las transformaciones que experimenta la humanidad, que además del cambio climático incluye el crecimiento de la población y de su desarrollo, generalmente conducente a problemas de destrucción de los ecosistemas incluyendo deforestaciones, degradación de suelos y contaminación general de agua, suelos y aire, afectando negativamente la sostenibilidad de la suplencia de agua y alimentos y originando graves problemas sociales y económicos a diferentes niveles.

En este contexto, en su tres conferencias, el Dr. Pla Sentís nos ofreció su visión del papel fundamental de los recursos suelo y agua, y de sus interacciones, en la producción de alimentos y en el control del medio ambiente, subrayando y destacando la necesidad imperiosa de retomar y reforzar el conocimiento, la investigación y la divulgación de los principios, estrategias y prácticas (de muy diversa índole y en todos los órdenes: científico, técnico, económico, cultural, social e institucional) para promover y fortalecer las mejores formas de manejar y conservar estos recursos vitales.

Para ello destacó los siguientes elementos:

1. La disponibilidad limitada, a nivel mundial, de tierras cultivables y agua potable accesible por habitante, que con los cambios globales (crecimiento de la población y su desarrollo en un contexto de cambios climáticos) está alcanzando niveles críticos en algunas regiones y países del mundo. Ello obliga en muchos casos a recurrir a importaciones crecientes o a la producción de

alimentos en tierras de otros países y regiones distintas a los de los consumidores.

2. Destaca igualmente el incremento creciente que observamos en la degradación de los recursos suelos y agua por efecto de los cambios globales, hoy en día acentuado por el crecimiento poblacional y los cambios climáticos actuales, y que previsiblemente se continuarán incrementando en el futuro inmediato.
3. Sostiene que la escasez y creciente degradación de los recursos suelo y agua atenta contra la sostenibilidad de la producción de alimentos a nivel local y global. Señala que dicha sostenibilidad incluye aspectos de productividad, factores ambientales y aspectos socio-económicos. Precisa que hoy día aún se mantiene una población cercana a los 1000 millones de personas a nivel mundial con hambre. Aunado a la producción de alimentos, resalta que la degradación de los recursos suelo y agua, por efecto de cambios globales, afecta los riesgos crecientes de desastres naturales como: inundaciones severas, sedimentaciones, deslizamientos de tierra, sequías y efectos colaterales.
4. Recalca la necesidad de desarrollar y promover nuevos y mejorados sistemas de uso y manejo de tierras para desarrollos agrícolas, ganaderos y forestales, que garanticen una suplencia sostenible de alimentos y agua para una población creciente así como un desarrollo económico y social justo y equitativo, sin afectar el medio ambiente.
5. Pla refiere que, desde los inicios de la agricultura hace más de 8000 años, los principales cambios en los sistemas agrícolas, así como en el uso y manejo de las tierras y sus consecuencias, han ocurrido en los pasados 100-150 años, y muy particularmente en los últimos 50 años. Señala que los sistemas agrícolas tradicionales, que aún se mantienen (parcialmente) en algunas

- regiones del mundo, generalmente en pequeñas explotaciones familiares de autoconsumo, se basan fundamentalmente en combinaciones y rotaciones de cultivos, con o sin riego, acompañados de cría de animales domésticos en gran parte para autoconsumo o suplencia de mercados locales, con muy poca dependencia de insumos externos, y con reciclaje de gran parte de los residuos, incluido el estiércol, para el mejoramiento y la fertilización de los suelos. La roturación de estos suelos se reduce a una labranza ligera y superficial utilizando fuerza humana o animal, para la incorporación de residuos y estiércol y para mejorar la infiltración de agua, manteniendo una cobertura vegetal gran parte del tiempo que ayuda también a prevenir procesos de erosión.
6. En referencia a hitos de importancia histórica en el desarrollo de la agricultura, Pla refiere que, aun cuando desde hace siglos y en algunas ocasiones se han utilizado algunos minerales naturales como complemento del estiércol para la fertilización de los suelos agrícolas, es sólo a mediados del siglo XIX cuando se descubre el papel de elementos como N, P y K, contenidos en materiales minerales y orgánicos, en la nutrición de las plantas. Con ello se incrementó, por ejemplo, el uso del guano (residuos y estiércol de aves ricos en N, P y K, acumulados principalmente en algunas islas del Pacífico frente a Chile y Perú) y el salitre chileno (nitrato de sodio, extraído en minas al norte de Chile). Subraya que la producción de fertilizantes sintéticos se inició a partir del descubrimiento de la fijación química del N atmosférico, ocurrida a inicios del siglo XX, con una gran producción de Nitrato de Amonio (como base en la fabricación de explosivos) durante la primera guerra mundial. Su uso creciente como fertilizante en tierras agrícolas se inicia a principios del siglo pasado (1915-1930) y se incrementa especialmente después de la segunda guerra mundial (1945-1950) debido en parte a los bajos precios de los grandes remanentes de este producto, básicamente utilizado hasta entonces con propósitos bélicos.
 7. Un hecho histórico importante en la conservación de suelos que señala Pla, se ubica en los EEUU en el año 1930, y hace referencia a la situación que se presentó durante la Gran Depresión de los años 1920-1933, aunado a varios años de sequía extrema, donde las nubes de polvo generadas en las tierras agrícolas del Centro-Oeste de EEUU (desastre ecológico de inmensas proporciones conocido como el *Dust Bowl*) invadieron, por varios años, las ciudades de esa región, situación que llevó a la creación en 1935 del Servicio de Conservación de Suelos (SCS ahora NRCS). Dichas nubes de polvo se generaron en enormes extensiones de tierra incorporadas a la agricultura a partir de tierras inicialmente con pastizales, utilizando la maquinaria agrícola y los fertilizantes accesibles después de la primera guerra mundial, dejando el suelo muy roturado y sin ninguna cobertura protectora, en zonas extensas expuestas a fuertes vientos. En el nuevo SCS se promovió y dio asistencia técnica y económica a los agricultores para la aplicación, por primera vez, de prácticas de conservación de suelos, como por ejemplo la labranza reducida con el uso de implementos de menor impacto, la promoción de mayor cobertura de los suelos, el uso de abonos verdes, el diseño de terrazas de base ancha, entre otras prácticas.
 8. Pla nos recuerda el gran crecimiento de la población mundial que se registró a partir de la II Guerra Mundial, lo cual llevó a un fuerte incremento en la demanda de alimentos, y al desarrollo de hambrunas en regiones y países extremadamente poblados, como la India y el Sur-Este de Asia. Ello llevó a la creación de Centros Internacionales, financiados más que todo por fundaciones de EEUU, como el CIMMYT (México) y el IRRI (Filipinas), para investigar y desarrollar sistemas agrícolas más productivos de los principales cereales (trigo, maíz y arroz), con nuevas variedades de mayor rendimiento pero con mayor uso de fertilizantes, agua y pesticidas. Dichos sistemas se denominaron, en conjunto, como la Revolución Verde, y que al aplicarla a partir del año 1960 en pequeños y medianos agricultores, en los lugares con fuertes déficits de producción de alimentos, contribuyeron inicialmente a una fuerte disminución del hambre. Sin embargo, con el tiempo comenzaron a presentarse problemas derivados de la fuerte dependencia externa de insumos, como semillas y fertilizantes, y por el uso no adecuado de sistemas de labranza de alto impacto, el incremento en el uso de productos químicos y prácticas no adecuadas de riego, que condujeron a un incremento de problemas de degradación de suelos, como contaminación, salinización, compactación y degradación estructural, entre otros procesos.
 9. Con el fenómeno de la globalización y al irse incrementando los requerimientos de alimentos en regiones y zonas más pobladas, especialmente en zonas urbanas, comenzó a desarrollarse (1980-1990) la que hoy comúnmente se conoce como “agricultura industrial o agroindustrial”, destinada a producir alimentos en zonas y países diferentes a las zonas y países de los consumidores, aplicando los mismos principios de la Revolución Verde (uso de insumos y otros), y basada frecuentemente en el desplazamiento de los pequeños productores, y en fuertes y extensas deforestaciones y cambios importantes en el uso de las tierras. Estos desarrollos suelen ser altamente capitalizados y especializados, y ocurren en tierras extensas y mecanizadas por considerarlas más eficientes y económicamente viables, muchas veces en terrenos arrendados y en manos de Corporaciones más interesadas en generar beneficios a corto plazo que en una producción sostenible a largo plazo.

10. En esas condiciones, generalmente se presenta una degradación creciente y acelerada de las tierras y sus efectos derivados, que afectan la sostenibilidad económica, ambiental y social de estos desarrollos. Algunos han tenido lugar en amplias zonas de Latinoamérica, particularmente en el sur de nuestro continente, en países como Brasil, Argentina, Paraguay, Bolivia y Uruguay. Pla nos recuerda que, en sus inicios, estos desarrollos se justificaron, y aún se justifican actualmente, con la adopción de sistemas denominados como “agricultura conservacionista” o “agricultura de conservación”, basados principalmente en “labranza cero” (o más recientemente llamada “siembra directa” o “plantío directo”), que contemplan la no roturación o mínima perturbación del suelo, realizando control de las malas hierbas con herbicidas (con el glifosato al frente), uso de rotaciones de cultivos (soya, maíz, trigo). y mantenimiento de una cobertura continua del suelo. Ello utilizando variedades o híbridos altamente productivos, muchas veces desarrolladas a través de manipulaciones genéticas (transgénicos). Sin embargo, con el tiempo y principalmente por razones económicas (de operaciones agrícolas, precios y mercados), dicho sistema evolucionó hacia el monocultivo (como caso emblemático destaca el cultivo de la soya), manteniendo un solo componente del sistema conservacionista (cero laboreo o no labranza), aunque sigue mal llamándose “agricultura conservacionista”. Con ello, las tierras se van degradando progresivamente, por pérdida de materia orgánica, compactación del suelo, erosión, desbalance de nutrientes y otros procesos degradativos, que unidos a cambios significativos en el régimen hídrico de las tierras, causan efectos negativos, en gran parte irreversibles, en grandes cuencas hidrográficas.
11. En su disertación, el Dr. Pla nos muestra ejemplos concretos de sistemas de uso y manejo de tierras (suelos y agua), sostenibles o no sostenibles, bajo diferentes condiciones biofísicas (topografía, suelos, clima) y condiciones socioeconómicas, que él ha tenido la oportunidad de conocer y estudiar directamente, que se han implantado y utilizado en diferentes partes del mundo, describiendo y discutiendo los factores técnicos, económicos y sociales influyentes en cada caso. Entre ellos menciona, a manera de ejemplo, los siguientes casos:
 - a. El uso y manejo regenerativo a largo plazo en miles de km² de tierras degradadas en la llanura de loess en la cuenca del Río Amarillo en el norte de China, con sistemas agroforestales y uso de micorrizas y sistemas de captación de agua de lluvia conjuntamente con la construcción de terrazas y diques en barrancos y cárcavas, para el control y uso del agua de escorrentía..
 - b. El sistema de manejo con economía circular, usando residuos de cosecha y subproductos de la producción de azúcar y etanol (cachaza, cenizas, vinaza, compost hojarasca-vinaza), en el cultivo de la caña de azúcar bajo riego en el Valle del Cauca (Colombia), con predominio de suelos sódicos.
 - c. El cultivo de hortalizas para consumo interno y exportación a toda Europa, con fertirriego (en terreno e hidropónico) en más de 40000 ha con invernaderos en el sureste de España, utilizando en parte agua de mar desalinizada para el riego.
 - d. El cultivo en “gavias” y “arenados”, con captación (cosecha) de agua de escorrentía, en las islas de Fuerteventura y de Lanzarote, (Canarias, España) bajo condiciones de climas áridos.
 - e. El cultivo de frutales para exportación en suelos salinos con clima muy árido en el NE de España, con disponibilidad de agua para riego de muy buena calidad a bajo costo, con fertirriego por goteo muy controlado y uso de compost, en camellones elevados.
 - f. El cambio en el sistema de cultivo de viña para vino de alta calidad en tierras pedregosas de altas pendientes del Priorato, Cataluña, en el noreste de España, con predominio de clima semiárido, pasando de un sistema de siembra libre, de baja densidad, con variedades autóctonas resistentes a la sequía, en terrenos en pendiente y con escasa roturación del suelo (básicamente con tracción animal), a un sistema de terrazas (aparentemente como obras de conservación de suelos financiadas en parte por la Comunidad Europea) para la siembra de variedades más productivas, en estructuras de empujado y con elevada densidad, conduciendo a efectos en la producción y en la calidad, así como incrementando los riesgos de sequía y deslizamientos de tierra.
 - g. El cambio en el uso de la tierra para el cultivo de café bajo sombra en las zonas altas, con fuertes pendientes y clima húmedo en la región de Chiapas, al SO de México, a usos de la tierra con pastos para la ganadería de leche, con graves consecuencias y efectos en la producción, degradación de suelos y riesgos de deslizamientos de tierras.
 - h. Algo similar en Colombia con los cambios introducidos en el manejo agrícola tradicional del cultivo de café en el eje cafetero de Colombia, en tierras con altas pendientes, suelos de origen volcánico y clima húmedo, al pasar de café bajo sombra a café sin sombra, generando incrementos en la producción y elevando los riesgos de erosión y deslizamientos de tierra.
 - i. El uso de aguas servidas sin tratamiento, provenientes de la ciudad de México, para el riego de más de 60.000 ha de tierras en el valle de Mezquital, con clima muy árido, con variados

impactos y efectos sociales, económicos y de salubridad.

- j. El cambio de uso tierras con pastizales y ganadería extensiva a sistemas de “agricultura industrial” en la región de la Pampa argentina, con sistemas altamente mecanizados, en millones de hectáreas originalmente con rotaciones de soya con trigo o maíz, y sistema de “agricultura conservacionista” con labranza cero y uso de herbicidas, complementada en algunos casos con terrazas y cultivos en franjas. Cambio que generó una elevada concentración de tierras en manos de grandes corporaciones, desplazando a pequeños y medianos productores y conduciendo a cambios significativos en la hidrología a nivel de cuenca, con el desarrollo de suelos sódicos en las áreas con terrenos deprimidos y drenaje restringido. Enfatiza que por cambios derivados de factores económicos y de mercado, así como por simplificar y facilitar las labores de mecanización, el sistema de rotaciones ha evolucionado hacia el monocultivo de soya, con cero labranza y muy poca cobertura, aunado a la eliminación de terrazas y otras prácticas de conservación, causando pérdidas significativas de materia orgánica, desbalances de nutrientes, compactación del suelo y erosión.
 - k. El sistema de uso agrícola-ganadero, con el cultivo de sorgo en Llanos Centrales de Venezuela, con clima estacional subhúmedo-seco y con la utilización alternativa de residuos de cosecha para alimentación del ganado en la estación seca, o como cobertura del suelo, donde se destacan efectos en el régimen hídrico y en la degradación de los suelos por erosión superficial y en la producción de grano.
 - l. Las deforestaciones para uso ganadero (con base en pastos naturales,) en tierras con altas pendientes en la Cuenca del río Uribante (suroeste de Venezuela), con clima muy húmedo. Se destacan los efectos en la producción, incremento en deslizamientos de tierra y producción de sedimentos hacia los embalses con fines hidroeléctricos del sistema Uribante-Caparo.
 - m. El uso de emulsiones de asfalto como acondicionadores orgánicos del suelo superficial, en tierras para cultivo de maíz en los Llanos Occidentales de Venezuela, (para facilitar la infiltración de agua en el suelo); y en tierras para cultivo de maní en la Mesa de Guanipa en el este de Venezuela (para reducir las pérdidas de agua por evaporación), y sus efectos sobre la producción y conservación de suelos.
12. Considerando el papel de los suelos y la vegetación en sistemas agrícolas y forestales en la regulación del cambio climático a través de la emisión o captura de gases de efecto invernadero (especialmente CO₂), en las últimas décadas se han formulado algunas propuestas

relacionadas con nuevas alternativas de uso y manejo de las tierras agrícolas, entre las cuales se mencionan y analizan sus limitaciones y potenciales efectos positivos o negativos, directos o indirectos:

- a. La producción de biocombustibles con el uso de productos provenientes de cultivos convencionales (caña de azúcar, maíz, soya, palmade aceite), o de biomasa vegetal.
- b. El uso creciente de fertilizantes orgánicos (biofertilizantes, estiércoles, compost, vermicompost o humus de lombriz).
- c. Sistemas agrícolas que maximicen la fijación biológica de Nitrógeno, como alternativa al uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados.
- d. El uso de biochar (C recalcitrante producido por pirólisis de residuos vegetales) como enmienda de suelo, en especial a partir de la economía circular en la agricultura.
- e. La iniciativa el “4 x1000”, derivada del “Acuerdo de París” (2015), que es un plan de acción voluntario cuyo objetivo busca demostrar que la agricultura, y los suelos en particular, pueden desempeñar un papel crucial en la mitigación del Cambio Climático, propiciando incrementar el C orgánico del suelo en los primeros 30 cm a razón de 0,4% anual (4x1000 al año) en todas las tierras cultivadas del mundo, durante un período de 10 años.
- f. La siembra masiva de un (1) trillón de árboles en todas las tierras del mundo no ocupadas por desarrollos agrícolas.

Pla apunta que todas estas iniciativas presentan limitaciones en algún grado para su aplicación (en forma masiva, que es lo que se pretende), en todas las condiciones naturales (suelo y clima) y socioeconómicas. Señala que, según el caso, se presentan problemas relacionados con: costos, competencia por el uso de tierras agrícolas, disponibilidad y efectividad de los productos mencionados, imposibilidad de cubrir los requerimientos de fertilizantes y agua en cada caso, entre otros factores.

13. Como una reacción frente a los problemas derivados de los sistemas agrícolas convencionales (tipo revolución verde y de cultivos extensivos agroindustriales), a partir de la Cumbre de la Tierra (ONU, Rio de Janeiro, 1992), donde se reconoció (a través de la Agenda 21) la necesidad de proteger el medio ambiente y de alcanzar un equilibrio entre producción, economía y medio ambiente, y más adelante en 2015 con la Agenda 2020-30 de la ONU para un desarrollo sostenible que permita alimentar a la población mundial sin daños irreparables al medio ambiente, se han propuesto diversas alternativas de sistemas agrícolas, ganaderos y agroforestales, que pretenden alcanzar una producción y efectos sostenibles a través de un enfoque

denominado “holístico”, que debe contemplar (a nivel local, regional y global) los siguientes elementos:

- a. Ser productivo.
 - b. Ser económicamente viable.
 - c. Ser cultural y socialmente aceptable.
 - d. Promover la conservación de los recursos naturales y la preservación de la integridad ambiental.
 - e. Promover un uso más eficiente de la energía y una menor dependencia de insumos externos.
 - f. Disminuir el riesgo debido a fluctuaciones climáticas, de la población y del mercado.
 - g. Lograr un mayor aprovechamiento de procesos naturales de fijación y reciclaje de nutrientes.
 - h. Promover una preservación y aumento en la biodiversidad de los sistemas productivos.
14. Entre dichas alternativas, se plantean desarrollos agrícolas con sistemas donde se intenta fundamentalmente minimizar el uso de insumos “*de síntesis*”, especialmente los dependientes del uso de energía fósil, con determinados enfoques llamados, entre otros: “conservacionistas”, “agroecológicos”, “regenerativos”, “orgánicos”, “biodinámicos”, “permaculturales”, “sintrópicos”.

Dichos sistemas o enfoques, con una base en parte técnico-científica y productiva, y en parte social, ideológica y política, han surgido a veces frente a necesidades y desafíos diferentes, algunos ligados a un nuevo tipo de demanda, y otros a la aparición de severas restricciones para las prácticas agrícolas convencionales, como por ejemplo, la falta o incapacidad de adquirir insumos externos.

Estos sistemas suelen tomar, en general, los conocimientos y las prácticas tradicionales, desarrollando propuestas alternativas consistentes, basadas en la salud de los agroecosistemas y la protección de la biodiversidad, con bajas demandas de insumos externos y con el desarrollo de tecnologías adecuadas.

15. Seguidamente a estas consideraciones, Pla realiza una discusión y análisis de las características especiales y limitaciones de cada uno de ellos, en especial lo referente a su aplicación a gran escala, disponibilidad y fuente de los insumos requeridos para mantener adecuados balances hídricos y de nutrientes, y capacidad para producir los alimentos requeridos, actualmente y en el futuro, para una población creciente, con características particularmente urbanas, a nivel mundial.

Como enfoque más integral, y contemplando los aspectos económicos y sociales, se destacan los sistemas agroecológicos. Los plantea como los sistemas de producción más convenientes y realistas ante los cambios globales, pero que, respetando los principios de la agroecología, no descarten el uso racional de prácticas e insumos de la llamada agricultura convencional, como por ejemplo: las prácticas de

labranza de conservación (mínima o reducida), las mejoras genéticas de plantas y animales, el uso de fertilizantes químicos (utilizados en su justa medida para cubrir el balance de nutrientes), subrayando siempre la necesidad de que tales prácticas e insumos se apliquen en forma y en cantidades sostenibles y no perjudiciales para la población y el medio ambiente.

16. A manera de cierre sobre las consideraciones anteriores, el Dr. Pla enfatiza que, en los sistemas agrícolas sostenibles del futuro, destinados a generar una mayor producción de alimentos, no se debe descartar la introducción y mejora de nuevos cultivos, diferentes a los que han sido tradicionalmente base de la alimentación humana, ni de mejoras genéticas de estos últimos. En ambos casos, los objetivos deben dirigirse a lograr mejores producciones con menos agua, menos fertilizantes de síntesis química y menos uso de pesticidas, con menores impactos en el entorno. Igualmente, no se debe descartar la posibilidad de desarrollar y producir cultivos en tierras y climas más marginales o con el uso de agua de peor calidad. Los avances alcanzados en esos aspectos, y los resultados prometedores obtenidos o previstos con el uso de ciertos sistemas de manejo, como la agricultura de precisión, el riego localizado, los cultivos hidropónicos en condiciones controladas, la agricultura urbana, la agroforestería y el tratamiento y reutilización de aguas residuales (entre otras tecnologías) permiten ser optimistas al respecto. Tampoco debe descartarse una atenuación en los requerimientos de alimentos de origen agrícola, derivada de una estabilización en el crecimiento poblacional, en cambios en los hábitos alimenticios y en la reducción en las pérdidas de alimentos desde las áreas de producción hasta llegar al consumidor.

17. Finalmente, Pla concluye con una propuesta de modelización integral de balances hídrico, de nutrientes, de sales y otros factores y procesos, destacando entre ellos los modelos conceptualizados y operacionalizados por él: SOMORE y SALSODIMAR, probados bajo muy diferentes condiciones, como base para el diagnóstico y programación de sistemas agrícolas y ganaderos sostenibles, bajo determinadas condiciones biofísicas, sociales y económicas. Modelos éstos que sirven también para introducir las correcciones necesarias, cuando por efectos de los Cambios Globales (clima, degradación de tierras, población, desarrollo social y económico, etc) dichos sistemas dejan de ser sostenibles. Presenta, a manera de conclusión, un diagrama de flujo con la secuencia de pasos a seguir para la utilización de dichos modelos en las fases de diagnóstico, programación y correcciones o ajustes por efecto de estos Cambios Globales, no sin antes resaltar que los modelos de balances hídricos, nutricionales y de sales, requieren de parámetros adecuados, confiables y fácilmente evaluables en forma

directa y a nivel de campo, para reemplazar, calibrar o validar las evaluaciones empíricas (funciones de pedotransferencia) o indirectas (sensores remotos) frecuentemente utilizadas actualmente en modelos predictivos, conducentes a menudo a importantes errores en los diagnósticos y programación de prácticas y sistemas sostenibles de uso y manejo de tierras. Para

ello, y a manera de contribución final, nos presenta su nuevo manual, concluido recientemente (2024), con especificaciones de métodos sencillos, desarrollados y adaptados con base a experiencias de más de 50 años a nivel de campo, para medir y evaluar dichos parámetros,

INFORME FORO PLATAFORMA IBEROAMERICANA DE PROSPECTIVA AGROALIMENTARIA - CASO VENEZUELA

10 de septiembre 2025

1. Resumen Ejecutivo

Este documento presenta un análisis de los temas y propuestas más importantes discutidos en la sesión de la Plataforma Iberoamericana de Prospectiva Agroalimentaria, centrada en el caso venezolano. La prospectiva se destaca como una herramienta fundamental para anticipar cambios, analizar futuros posibles y reducir la incertidumbre en la toma de decisiones estratégicas para un futuro agrícola y agroalimentario deseado y sostenible. Se resalta la importancia de la cooperación interinstitucional e interdisciplinaria a nivel iberoamericano para el intercambio de conocimientos y experiencias. La Comisión Venezuela +30 de la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat de Venezuela presenta su programa "Visión 2050", abordando la formulación de una visión compartida para el sector agropecuario, sus desafíos metodológicos y las variables clave identificadas. Expertos comparten "señales débiles" de transformación en la agricultura venezolana y se presenta el trabajo de instituciones clave como la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ), el Centro de Investigaciones Agroalimentarias (CIAL) de la Universidad de los Andes (ULA) y la Red Agroalimentaria de Venezuela. Finalmente, el Instituto Estratégico de Futuro expone modelos y herramientas tecnológicas para la prospectiva agroalimentaria.

2. Temas Principales e Ideas Centrales

2.1. La Prospectiva como Herramienta Estratégica para el Sector Agroalimentario

- **Anticipación y Reducción de Incertidumbre:** La prospectiva es clave para *"anticipar cambios, analizar futuros posibles, reducir la incertidumbre en la toma de decisiones estratégicas y diseñar caminos hacia un futuro agrícola y agroalimentario deseado y sostenible."* Es una disciplina que *"nos permite explorar, anticipar, dar forma al futuro. Más que predecir un único porvenir, se enfoca en identificar y construir futuros posibles y deseables."*
- **Visión a Largo Plazo y Orientación a la Acción:** La prospectiva *"no es una proyección, no es un pronóstico, sino es una visión de lo que queremos para traerlo al presente. Es una herramienta de transformación y está orientada a la acción a través de recomendaciones para llevar a acciones estratégicas."*
- **Movilización de Actores:** El verdadero poder de la prospectiva reside en su capacidad para *"movilizar a los actores clave de un sistema, una comunidad, una industria, una camaronera, etcétera, para que de manera colectiva analicemos nuestra realidad e imaginemos alternativas y trabajemos juntos para alcanzar la visión que se ha consensuado."*

2.2. Cooperación Iberoamericana y Rol de las Academias

- **Red Interinstitucional e Interdisciplinaria:** La Plataforma Iberoamericana de Prospectiva Agroalimentaria (PROAGRO) es una *"red interinstitucional e interdisciplinaria que agrupa ya a cerca de 40 universidades, institutos y centros de investigación y emprendimiento de España, Portugal y América Latina en el objetivo común de establecer lazos de cooperación e integración que faciliten el intercambio de conocimientos y experiencias en el campo de la agricultura y la alimentación."*
- **Estrechar Lazos y Potenciar Programas:** La Real Academia de Ingeniería de España y la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat de Venezuela han *"estrechado sus lazos de relacionamiento y trabajo conjunto a partir de la firma y aprobación del convenio de cooperación entre ambas corporaciones."* Esto ha permitido un *"esfuerzo multiplicador tanto en Europa como en América mediante este puente de comunicaciones e intercambios, Unión de Esfuerzos y de Talentos Humanos de América y Europa."*
- **Importancia Estratégica de Iberoamérica:** Iberoamérica es *"la principal exportadora neta de productos agroalimentarios"* y representa un *"15% del empleo en nuestra zona... y un 7% del producto industrial bruto de la economía de toda la zona iberoamericana."* Existe un llamado a la unidad: *"Nuestros países, los 25 países, uno a uno somos poco, pero juntos somos muchos... podríamos ser pues casi la primera potencia del mundo."*

2.3. El Caso Venezolano: Comisión Venezuela +30 y Visión 2050

- **Antecedentes de la Prospectiva en Venezuela:** Durante la segunda mitad del siglo XX, hubo amplia acogida de estudios de planificación, pero *"escasas iniciativas que adoptaron horizontes temporales de 15 o más años."* En las últimas décadas, *"se ha ido introduciendo y difundiendo en el país el enfoque prospectivo."* Sin embargo, las iniciativas estatales *"han carecido de continuidad."*
- **Contexto de Crisis y Modelo Normativo:** Venezuela enfrenta una *"crisis política, económica, social e institucional sin precedentes"* que *"tiende a agudizarse."* Por esta razón, el programa *"asume como factor condicionante la recuperación de la estabilidad política e institucional y el progresivo control de la economía y el orden social. Un escenario basado en las condiciones y tendencias nacionales de los dos últimos decenios es absolutamente descartable."* Se ha optado por construir un

"modelo normativo basado en la definición de una visión compartida de país para el año 2050."

- **Visión 2050 para la Agricultura:** La visión planteada es una "agricultura próspera y eficiente en lo económico, en lo social, en lo ambiental, como base de un sistema alimentario sostenible e inclusivo." Se alinea con la "economía circular y la bioeconomía y la resiliencia al cambio climático."
- **Metodología y Variables Clave:** Utilizando la metodología de la escuela francesa, se identificaron variables internas y externas, sometidas a un análisis estructural. Las **variables clave** (aquellas con alta dependencia e influencia) para el sector agrícola incluyen:
 - Costos de producción
 - Capacidad gerencial de los agricultores
 - Productividad de los factores de producción
 - Rentabilidad agrícola
 - Sistemas de producción sostenible
 - Financiamiento
 - Política agrícola y comercial
- **Retos Estratégicos:** Se destacan la institucionalidad y gobernanza, la transición a modelos de producción agrícola sostenible, y el financiamiento de las cadenas.

2.4. Señales Débiles y Transformaciones en la Agricultura Venezolana

Concepto de Señales Débiles: Son "*indicios anticipatorios de cambios futuros posibles, pero no necesariamente probables*," que surgen de la percepción y dependen de la interpretación humana.

1. **Identificación de 10 Señales:**
 1. **Innovación en la horticultura:** Granja verticales, sensores, control lógico programable, productos empaquetados listos para comer.
 2. **Ganadería regenerativa y agrosilvopastoril:** Desarrollo de ganadería bufalina en terrenos inundables, manejo digitalizado de fincas, interés en calidad de carne (micronutrientes), estaciones climáticas privadas.
 3. **Avances en la piscicultura:** Camarones en el Zulia (12,900 hectáreas, reciclaje de agua, agroexportación), piscicultura continental (cachama, tilapia, bagre, coporo) con apoyo universitario.
 4. **Valoración de la calidad sobre la cantidad:** En algodón (fibra larga), cacao y café (catas, bancos de germoplasma, agroturismo, café premium, algodón de alta calidad para mercados internacionales).
 5. **Integración en el sistema agroalimentario:** Integración de abajo hacia arriba (agricultores a agroindustria, productores a mercados municipales directamente).
 6. **Cambio en las fórmulas de financiamiento:** Reducción del crédito bancario tradicional; aparición de "títulos agrofinancieros, notas bursátiles, bonos de prenda," y empresas ganaderas cotizando en bolsa, requiriendo "gerencia corporativa profesional."
 7. **Agrotecnología para una agricultura inteligente:** Empresas de agrotecnología, la Asociación Venezolana

de Agrotecnología, seguimiento de avances en la Semana Agro digital del IICA.

8. **Preferencias de los consumidores:** Interés por productos frescos, listos para comer, empaques atractivos, productos *gourmet* y locales de alta calidad, impulsando la "certificación de denominación de origen."
9. **Diversificación de procesamientos:** Productos frescos y diversas posibilidades de procesamiento.
10. **Ingeniería genética:** Restricciones legales en Venezuela, pero continúa la investigación en centros como el IVIC (cultivos in vitro, bancos de germoplasma).

2.5. Aportes de Instituciones Clave

Facultad de Agronomía, LUZ: 66 años de trayectoria, dos reconversiones curriculares (la actual con 46 unidades curriculares).

- **Retos en Docencia:** Incorporación de nuevas tecnologías (agricultura de precisión, drones, sensores), manejo de indicadores de cambio climático, biotecnología, conectividad y gestión del conocimiento.
- **Retos en Investigación:** Desarrollo de tesis en mesas de trabajo con la agroindustria (financiamiento), manejo de aguas residuales en acuicultura, reutilización de residuos agroindustriales (quitosano en fertilización), evaluación de híbridos de maíz.
- **Retos en Extensión:** Fortalecer el vínculo con la sociedad agroproductiva (FEGALAGO), desarrollar competencias de productores (cursos, diplomados), promoción de prácticas sostenibles, acompañamiento para estadísticas acordes a zonas productivas.
- **Autogestión:** Trabajo con 6 laboratorios (nutrición animal, suelos y aguas, microbiología, ecología, alimentos, química ambiental) ofertando servicios a la comunidad agrícola.
- **Problemática del Lago de Maracaibo:** Se reconoce como un problema binacional y multifactorial (afluentes de Colombia, industria petrolera). La falta de acceso a información de PDVSA y la pérdida de registros históricos son obstáculos significativos.

Centro de Investigaciones Agroalimentarias (CIAL), Universidad de Los Andes (ULA): El CIAL posee 30 años de experiencia, fundado en 1995, con énfasis en aspectos económicos, sociales, históricos y ambientales.

- **Misión:** "*Crear, profundizar y difundir conocimientos que permitan a la sociedad venezolana aumentar su capacidad para comprender y mejorar la realidad agroalimentaria y nutricional del país.*"
- **Visión 2030 (propuesta):** "*Ser un instituto de investigaciones líder en Venezuela y de los mejores de América Latina en los temas de políticas agroalimentarias y desarrollo territorial sostenible.*"
- **Líneas de Investigación:** Análisis del entorno económico y social, políticas agroalimentarias, cadenas de valor, integración regional, consumo de alimentos,

seguridad alimentaria, historia de la alimentación, desarrollo rural sostenible.

- **Publicaciones:** *Agroalimentaria* (revista científica arbitrada, 61 números, indizada en Scopus desde 2007) y *Cuadernos sobre relaciones internacionales, regionalismo y desarrollo*.

Red Agroalimentaria de Venezuela:

- **Fases de Investigación en Venezuela:** Se identifican cuatro fases históricas:
 - Reforma Agraria (acceso a tierra, producción, remuneración);
 - Recursos Naturales (hidrología, riego, suelos, cultivos, infraestructura);
 - Condiciones Económicas (costos, precios, importaciones, almacenamiento, distribución);
 - Sistema Agroalimentario (eslabones, cadenas, coordinación, pobreza, nutrición).
- **Proyectos Clave:** *Salidas a la crisis socioalimentaria de Venezuela* (2019), seguimiento de la situación alimentaria (encuestas 2019-2024), *Atlas Agrícola de Venezuela* (2021), estudios sobre abastecimiento con el BID, seguimiento en barrios urbanos, mejora de distribución comercial, etc.
- **Crítica al Contexto Actual:** *"Está predominando la tendencia a ignorar o a prescindir de la crisis que vive el país para hacer los análisis y propuestas... Los planteamientos en muchos casos son académicamente adecuados, pero notablemente distantes de la realidad."* Se enfatiza que la recuperación solo es posible con un *"cambio al régimen político económico"*

Instituto Estratégico de Futuro (IEF): Organización privada fundada en 2009, vinculada a redes internacionales de prospectiva.

- **Modelos Aplicados:** Integran prospectiva, trazabilidad, blockchain y tokenización en sectores como cacao, café, lácteo, madera. Han desarrollado un *"modelo general agrícola"* con bioeconomía, economía circular y trazabilidad digital.
- **Experiencias Foráneas:** Modelamiento de escenarios para el sector cervecero en Brasil y vinicultura en Argentina.
- **Herramientas Desarrolladas:**
 - IGCA (Índice Global de Contabilidad Anticipatoria y Seguridad Alimentaria): Instrumento multidimensional que mide gobernanza, trazabilidad, resiliencia ecológica, cohesión social, digitalización y geopolítica. Permite *"activar escenarios sostenibles, leer vulnerabilidades climáticas y diseñar pilotos territoriales."*
 - Cono Cuántico: Posiciona rubros por madurez institucional, presión ecológica y potencial de activación.
 - MAVE (Modelo de Activación de Valor Estratégico): Transforma rubros en cadenas de valor defendibles con comercio ético y gobernanza anticipatoria.

- ICE (Índice de Coexistencia Estratégica): Mide la capacidad de coexistencia de actores, sectores y escalas para evitar fragmentación.

3. Desafíos y Reflexiones Críticas

- **Brecha entre Academia y Realidad:** Existe una preocupación por la distancia entre las propuestas académicas y la *"realidad"* de la profunda crisis venezolana.
- **Financiamiento y Datos:** La Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat carece de *"recursos para su financiamiento"* y enfrenta una *"notoria discontinuidad y carencia de datos estadísticos oficiales,"* lo que dificulta la investigación y la formulación de planes. Las universidades también sufren de presupuestos limitados.
- **Inclusión de Pequeños Productores:** Se subraya la necesidad de incluir a los pequeños productores en los planes prospectivos, ya que son cruciales para el abastecimiento de rubros como hortalizas, raíces y tubérculos. Se cuestiona la aplicabilidad a corto plazo de las altas tecnologías en este sector, debido a la falta de capacitación, desarrollo tecnológico y recursos financieros.
- **Geografía Crítica y Gobernanza:** Se plantea la necesidad de abordar los paisajes, biorregiones y elementos territoriales desde la geografía crítica, considerando el orden político, social, económico y tecnológico que permea la sociedad. La pérdida de gobernanza en territorios agrícolas es una preocupación.
- **Ingeniería Genética:** Venezuela está *"30, 40 o 50 años de trazo con respecto a otros países de la América Latina"* en este campo, lo que representa una *"debilidad máxima."*
- **Formación de Recursos Humanos:** El desmantelamiento de posgrados en agronomía (mejoramiento de plantas, genética, suelos) por jubilaciones, emigración o fallecimientos de profesores es una debilidad significativa.
- **Temporalidad de las Estrategias:** Se solicita *"aterrizar en términos de tiempo, qué de todo lo propuesto sea factible en el corto plazo, en el mediano y en el largo plazo."*
- **Rol de los Drones:** Se menciona la paradoja de necesitar drones para la agricultura de precisión, pero su uso está prohibido en Venezuela.

4. Conclusiones

La sesión ha subrayado la vital importancia de la prospectiva para el futuro agroalimentario de Venezuela y de Iberoamérica. A pesar de los importantes desafíos, se percibe un fuerte compromiso de las instituciones académicas y de investigación para generar conocimiento, promover la cooperación y buscar soluciones innovadoras. La identificación de *"señales débiles"* y la formulación de una visión compartida para el 2050, aunque preliminar, son pasos fundamentales. La necesidad de fortalecer la participación de los pequeños productores, superar las limitaciones de financiamiento y datos, y abordar la crisis política y social

como un factor central en cualquier planificación, son puntos críticos que requieren atención continua. La cooperación iberoamericana, ejemplificada por PROAGRO, es vista como un camino prometedor para potenciar el desarrollo y superar los obstáculos.

5. Próximos Pasos Sugeridos:

- Desarrollar un estudio detallado sobre la situación y necesidades de los pequeños productores en Venezuela, en colaboración con la Red Agroalimentaria y otras instituciones.
- Diseñar talleres y programas de capacitación en prospectiva y nuevas tecnologías para pequeños y medianos productores.
- Continuar el trabajo de la Comisión Venezuela + 30 en la especificación y operativización de las estrategias del programa Visión 2050, aterrizándolas en plazos definidos.
- Fomentar la colaboración interinstitucional para la recopilación y análisis de datos estadísticos confiables.
- Explorar nuevas formas de financiamiento para la investigación y proyectos agroalimentarios.
- Impulsar el debate y la búsqueda de soluciones para las restricciones legales y estructurales que afectan el desarrollo de tecnologías clave como la ingeniería genética.

MEMORIAS DEL TERCER SIMPOSIO VENEZOLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

Memorias del Tercer Simposio Venezolano de Recursos Hídricos

🕒 25 septiembre, 2025 👤 adminciadiat 📁 Noticias

El contenido programático del Tercer Simposio Venezolano de Recursos Hídricos constó de una diversidad de participantes que abordaron diversos temas, los cuales permitieron abrir espacios para el intercambio de ideas y estrategias que fortalecerán la gestión de los recursos hídricos en el país.



[Accede aquí al repositorio interactivo](#)
(con acceso a las presentaciones en vídeo)

🏠 inicio



[Accede aquí al Documento con resúmenes](#)

Resúmenes:

<http://web.ula.ve/cidiat/wp-content/uploads/sites/87/2025/09/Memorias-del-III-Simposio-de-Recursos-H%C3%ADricos.pdf>

Acceso a las presentaciones con los vídeos:

<https://view.genially.com/67447df9a168efe968696a0a/presentation-programa-tercer-simposio>

CÁTEDRA DE LA ANIH
LOS GRANDES RETOS DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT EN VENEZUELA
Edición 2024
Libro de resúmenes y acceso a las conferencias

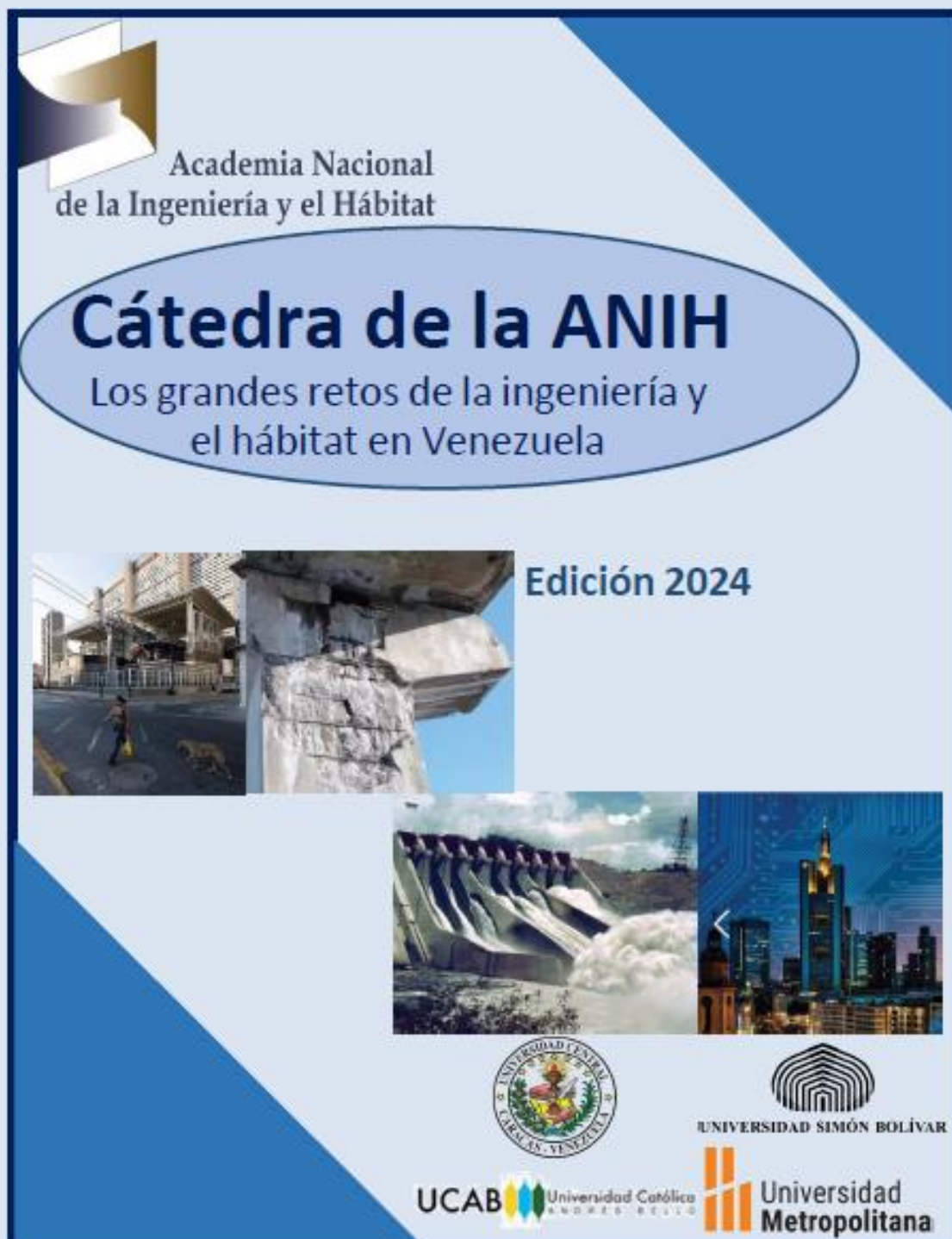


TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	248
INTRODUCCIÓN.....	248
OBJETIVOS	249
PLANIFICACIÓN	249
COMITÉ ORGANIZADOR.....	249

Módulo 1: INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO 249

SOS - Telemedicina para Venezuela	250
Estudios de ingeniería en el contexto de la IV revolución.....	251
Industrial o Industria 4.0	251
Inteligencia artificial, presente y futuro.....	251
Situación y evolución de las telecomunicaciones en América Latina y Venezuela	252
La nanotecnología aplicada a los sistemas constructivos inteligentes	252
De la Venezuela del petróleo a la Venezuela del conocimiento.....	253

Módulo 2: LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN VENEZUELA..... 253

Planificación a mediano y largo plazo. Sistemas eficientes - robustos - flexibles.....	254
Aspiraciones, opciones y realidades energéticas para Venezuela.....	254
Megatendencias en almacenamiento de energía; centrales hidroeléctricas y equipos para el fortalecimiento de la red.....	255
Infraestructura de proyectos hidroeléctricos en Venezuela.....	255
Resumen del tema	255
Sistema interconectado nacional e infraestructura de transmisión eléctrica	256
Resumen del tema	256
Criterios de recuperación del sistema eléctrico nacional. 256	

INTRODUCCIÓN

La cátedra de la Academia nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) representa una experiencia pionera en el país, a través de la cual la ANIH ha venido consolidando redes de expertos en Venezuela y en distintos países del extranjero, pertenecientes tanto a la Academia como a prestigiosas universidades y centros de investigación nacionales e internacionales, a fin de ofrecer conocimientos actualizados y darles la más amplia difusión posible, siguiendo el modelo de otras instituciones prestigiosas en Europa, como el Collège de France o como el Colegio de México, en América Latina.

En alianza con las universidades, instituciones de educación superior y centros de investigación, la ANIH contribuye con la formación de estudiantes y jóvenes

Módulo 3: TRANSPORTE Y CIUDADES INTELIGENTES..... 257

Indicadores globales de la infraestructura de transporte en Venezuela.....	257
Resumen del tema	257
Transporte sustentable.....	258
Resumen del tema	258
Transporte y logística en el manejo de mercancías. Nuevas tendencias	258
Urbanismo regional incierto en Venezuela. Gobierno, infraestructura y ambiente	259
Innovación y desarrollo de ciudades inteligentes. Experiencias	259
La gestión de la ciudad inteligente y sostenible: tecnología, gobernanza y eficiencia.....	260

Módulo 4: INGENIERÍA FORENSE Y PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN..... 260

Patología estructural e ingeniería forense. Incidencia de la calidad de construcción	261
Resumen del tema	261
Corrosión en el concreto reforzado	261
Problemas patológicos por corrosión en muelles de concreto reforzado en ambientes marinos: evaluación, diagnóstico y procedimientos de rehabilitación.....	262
Resumen del tema	262
Diagnóstico y rehabilitación de estructuras de concreto reforzado afectadas por fuego.....	262
Patología debida a las humedades.....	263
Implicaciones de ventilación, iluminación y otras instalaciones en la habitabilidad, patologías y mantenimiento de edificios	263
CURRICULUM VITAE DE LOS ORGANIZADORES	264

profesionales, presentando contenidos innovadores en aspectos no contemplados en los planes de estudios regulares que ofrecen estas instituciones. La iniciativa comenzó en el año 2022 y desde entonces se han realizado cuatro ediciones. En este libro presentamos el contenido de edición 2024

En la edición 2024 participaron 24 reconocidos expertos y académicos que disertaron sobre proyectos, situaciones y estudios de casos de prioridad nacional. Particularmente se puso de relieve el rol de los futuros profesionales y el importante compromiso que asumirán en el ejercicio de su profesión: contribuir con la superación de los grandes retos que enfrenta el país para construir un futuro sostenible.

Los temas tratados en la cátedra ANIH 2024 fueron seleccionados para responder a problemas acuciantes que

enfrenta el mundo global: crisis de energía, cambio climático, desastres naturales, recursos hídricos, inteligencia artificial, robótica, nanotecnología, tecnologías verdes, infraestructura, economía circular, contaminación y ciudades inteligentes. Constituye una iniciativa innovadora y de alto impacto, por ser ofrecida de manera amplia, gratuita y abierta a todos los interesados.

De esta manera la ANIH avanza en sus objetivos de divulgar y hacer circular el conocimiento, los productos del trabajo de sus comisiones especiales y los últimos avances de la ciencia, la investigación y el desarrollo tecnológico, en el mundo. La cátedra brinda un espacio amplio y plural para la discusión de los principales retos relacionados con la ingeniería y el hábitat, el diagnóstico de problemas y la propuesta de escenarios y alternativas para el desarrollo sostenible de nuestro país.

Hasta el momento, en las tres ediciones en conjunto, se han registrado más de cuatro mil asistentes en las conferencias que se han dictado en vivo, vía online.

OBJETIVOS

Sensibilizar a los estudiantes y profesionales de la ingeniería, frente a los acuciantes problemas de Venezuela y del mundo actual.

Presentar diversos enfoques teóricos y prácticos desde las distintas disciplinas de la Ingeniería y el Hábitat.

Contribuir con el fortalecimiento de los procesos de formación universitaria y de postgrado en el país.

Vincular las actividades de la ANIH con el mundo profesional y universitario, propiciando la constitución de redes de formación e investigación con actores de los sectores académicos, públicos y productivos.

Propiciar relaciones de cooperación entre la ANIH y las instituciones del sector universitario, de postgrado y de Investigación y desarrollo tanto en el país como en el exterior

Incorporar a la diáspora venezolana de talentos en las actividades de la academia

PLANIFICACIÓN

Los temas para exponer en clase se clasificaron según su contenido en 4 módulos

Módulo 1: Innovación y desarrollo tecnológico

Módulo 2: La energía eléctrica en Venezuela

Módulo 3: Transporte y ciudades inteligentes

Módulo 4: Ingeniería forense y patología de la construcción

Por cada módulo se dictaron seis clases de una hora y media cada una, para un total de nueve horas de clases por módulo. En total se dictaron 36 horas de clases más las deliberaciones respectivas. Se programaron cuatro exámenes que se realizaron fuera del tiempo señalado aquí, uno al concluir cada módulo, de tal manera que el tiempo total del semestre fue de 48 horas, asignando tres horas por cada examen. La cátedra fue dictada como asignatura de pregrado, para los estudiantes de la UCAB y de la USB, y asignatura de postgrado para la UCV.

Se inscribieron 5 estudiantes de pregrado, 3 en la UCAB y 2 en la USB. También se inscribieron 12 estudiantes de postgrado en la UCV, con un total de 17 inscritos. Se registró una asistencia en cada conferencia con promedio entre 30 y 40 personas y pico de 80 asistentes. 16 alumnos aprobaron la asignatura con notas comprendidas entre 12 y 18 puntos y promedio general de 15 puntos.

Los videos de las conferencias y de las deliberaciones respectivas se encuentran a disposición de los interesados en el canal YouTube de la ANIH. Más adelante, al presentar el resumen de cada tema, se indica el link de acceso directo a cada clase y a la deliberación respectiva.

COMITÉ ORGANIZADOR		
Académico	Paolo Maragno	Coordinador de la cátedra
Académica	Marianela Lafuente	Coordinadora de la cátedra
Profesor	Oscar González Rodríguez	Coordinador del módulo 1, representante USB
Académico	Sergio Marín	Coordinador del módulo 2
Académico	Wagdi Naime	Coordinador del módulo 3
Académico	Alonso Romero Martínez	Coordinador del módulo 4
Profesora	Tamara Pérez	Representante UCV
Profesor	Rodolfo Berrios	Representante UCV
Profesor	Simón Morales	Representante UCV
Profesora	Debbie Elizabeth Méndez	Representante UCAB
Académico	Manuel Torres Parra	Miembro del comité
Académico	Eduardo Buroz	Miembro del comité
Académico	José Ochoa Iturbe	Miembro del comité

Módulo 1: INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Coordinador Prof. Oscar González

En este módulo se presentaron casos de estudio en Venezuela sobre el uso de los avances que se reportan a nivel

mundial en materia de innovación tecnológica y su aplicación en las diferentes áreas de especialización de la ingeniería. El objetivo fue promover discusiones orientadas a visualizar escenarios prospectivos en relación con posibilidades de aprovechamiento para el desarrollo tecnológico del país.

Contenido

Fecha y hora	Título del tema	Profesor
08/04/2024 14:00	SOS Telemedicina para Venezuela	Héctor Arrechdera y Luis Fernández
08/04/2024 15:30	Estudios de Ingeniería en el contexto de la IV Revolución Industrial o Industria 4.0	Alfredo Avella
15/04/2024 14:00	Inteligencia Artificial, presente y futuro	José Lisandro Aguilar
15/04/2024 15:30	Situación y evolución de las telecomunicaciones en América Latina y Venezuela	Fidel Salgueiro
22/04/2024 14:00	La nanotecnología aplicada a los sistemas constructivos inteligentes	Wilfredo Anderico
22/04/2024 15:30	De la Venezuela del Petróleo a la Venezuela del Conocimiento	Laszlo Beke

SOS - Telemedicina para Venezuela

Profesores: Héctor Arrechdera Zamorano y
Luis Fernández
8 de abril de 2024. 2:00 pm

Dr. Héctor Arrechdera: Doctor en Medicina y Cirugía



(Universidad de Cantabria, España), Licenciado en Biología (Universidad Central de Venezuela UCV), Profesor Titular del Instituto de Medicina Tropical, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela. Coordinador de

Informática Médica. Miembro del Consejo de la Facultad de Medicina, UCV. Editor Fundador de la Revista electrónica "VITAE Academia Biomédica Digital". Fundador y director del Centro de Análisis de Imágenes Biomédicas Computarizadas. Director del programa "SOS Telemedicina para Venezuela" Coordinador General de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela.

Dr. Luis Fernández: Ingeniero Electricista de la



Universidad Central de Venezuela graduado en 1972. Tiene una Maestría de la Universidad de Leeds, en 1981. Doctorado en Ciencias de la Universidad, de Sheffield, en 1984. Profesor de la Universidad Central de

Venezuela desde el año 1972, se jubiló en 2003 aunque siguió dando clases por varios años más. Profesor en la UCAB desde el año 2005 hasta el presente. Fue miembro del comité técnico de la Red Académica de Centros de Investigación y Universidades Nacionales (REACCIUN) en representación de la UCV, donde trabajó en los proyectos de Videoconferencias y de Educación a Distancia. Se unió al Proyecto SOS Telemedicina en el 2007, donde continúa.

Resumen del tema

El término Telemedicina tiene varias interpretaciones, pero la que mejor lo representa es la de la OMS: "Es el suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y comunicación con el objeto de intercambiar datos válidos para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades o daños; investigación y evaluación; así como formación permanente de los proveedores de Salud Pública, con el fin de mejorar la salud del individuo y su comunidad". Este término está relacionado con e-Health, aunque no son sinónimos, por cuanto la e-Health se refiere a todo equipamiento electrónico usado en el ámbito médico, aunque no necesariamente sea un equipo comunicaciones. La Telemedicina puede incluir alguno, o más, de los siguientes tópicos: teleconsulta/telediagnóstico, monitoreo, Telecirugía, historia médica única, segunda opinión médica, educación médica continua. el proyecto SOS telemedicina para Venezuela (segunda opinión en salud) comenzó sus actividades en 1997 como un repositorio de imágenes médicas (CAIBCO) y ha ido abarcando progresivamente otros ámbitos como congresos virtuales, revista médica digital, instalaciones de telecomunicaciones en diversos ambulatorios del país, videoconferencias, videoclases, videotutoriales, cursos en línea (MOOC), teleconsulta (Llamada SOS), canal de YouTube, etc. En este sentido, se han utilizado diversas plataformas de comunicaciones de acuerdo a las tecnologías disponibles en cada momento, desde las llamadas telefónicas, pasando por comunicaciones por radio HF/VHF, satélites, conexiones a internet usando ABA o dispositivos inalámbricos. A futuro se prevé también la utilización de las tecnologías emergentes como GPON para el caso alámbrico, o *StarLink* para el servicio satelital, cuando estén disponibles para el público en general.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/U9IBSLaNsLg>

La deliberación está disponible en:
https://youtu.be/L_4VAWtzYU8

Estudios de Ingeniería en el contexto de la IV revolución Industrial o Industria 4.0

Profesor: Alfredo Avella Guevara
8 de abril de 2024. 3:30 pm

Acad. Alfredo Avella Guevara: Ingeniero Electricista,



Universidad Central de Venezuela - 1967. Doctor en Ciencias Sociales, programa DCS-FaCES, Universidad Central de Venezuela, fue profesor contratado UCV (1968-1971), profesor agregado Universidad Simón Bolívar –USB- (1972-79) y profesor por horas,

Universidad metropolitana -UNIMET- (2012-2013), profesor Invitado-Colaborador, Universidad de Sevilla (2023 y 2024), miembro del Consejo Superior de la Universidad Nacional Abierta (desde 1996). Desde 2017 es miembro correspondiente de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat – ANIH- y en 2024, Individuo de Número Sillón XXII.

Resumen del tema

Las tecnologías disruptivas irán acelerando cambios en lo económico, político, social y cultural. La progresiva digitalización obligará a revisar la formación del talento humano a los fines de desarrollar mejores competencias para la resolución de problemas. El tema contempla tópicos como la Era Digital y Tecnologías, la IV Revolución Industrial y el Talento Humano y finalmente, acerca de los Ingenieros, Startups y modelos de negocio utilizando herramientas de Inteligencia Artificial. El contenido quedó estructurado así:

ERA DIGITAL Y TECNOLOGÍAS: Abordaje estudios ingeniería 4ta revolución industrial. Hacia la era digital, transformación digital. Fusión físico y digital: “ciberfísico”, tecnologías dominantes. Era Digital, tendencias globales y sectores. Integración de tecnologías, ecosistemas, esquemas jerárquicos. Referencias de Irlanda, Colombia y Perú de indicadores de preparación digital. Sobre tecnologías y tendencias tecnológicas después de 2023.

TALENTO HUMANO IV REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: A. Kamp: talento humano, era digital y solución de problemas complejos. K. Schwab: “stakeholders”, emprendimientos, capitalismo del siglo XXI. N. Callaos, instrucción y educación superior, ingeniería para el desarrollo.

INGENIEROS Y STARTUPS: ¿Es necesario reinventar la formación del ingeniero? Modelos de Negocios con herramientas de inteligencia artificial.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/LYPu8eICode>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/X8ubn5WUdLw>

Inteligencia artificial, presente y futuro

Profesor: José Lisandro Aguilar
15 de abril de 2024. 2:00 pm

Dr. José Lisandro Aguilar: Ingeniero de Sistemas en



1987 por la Universidad de los Andes- Mérida- Venezuela, Máster en Informática en 1991 por la Universidad Paul Sabatier- Toulouse-Francia, Doctorado en Informática en 1995 por la Université Rene Descartes-Paris-Francia. Becario de investigación posdoctoral

en el Departamento de Informática de la Universidad de Houston (1999-2000). Becario de Investigación Postdoctoral en el Departamento de Automática de la Universidad de Alcalá (2020-2022). Individuo de Número de la Academia de Mérida. Profesor de la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. Profesor- Investigador de la Universidad Escuela de Administración, Finanzas e Instituto Tecnológico (EAFIT), Medellín (Colombia); e Investigador Senior del IMDEA (Instituto Madrileño de Estudios Avanzados), España. Ha publicado más de 680 artículos en revistas, libros y actas de congresos. También ha publicado/editado más de 10 libros. Desde el 2021 es presidente del Centro Latino Americano de Estudios en Informática.

Resumen del tema

Esta clase presenta temas acerca de los conceptos, el contexto actual, la evolución, avances y del uso junto con ejemplos de aplicación de la inteligencia artificial. También se habla acerca de aspectos éticos en la inteligencia artificial y asoma una leve visión al futuro. Se muestra cómo la inteligencia artificial está invadiendo los espacios y estará en todos lados, augurando que estará presente en todas las actividades humanas. Muestra el cómo los nuevos descubrimientos impactarán la inteligencia artificial, con la premisa de que solamente se conoce el 5% del cerebro humano. Trata el tema de los cambios sociales que ya están ocurriendo y los que vienen, con base en la inteligencia artificial, asomando megatendencias como lo son, por

ejemplo, los vehículos autónomos y las operaciones remotas. Finalmente se plantean los problemas a resolver, como, por ejemplo, los éticos, sociales, jurídicos, políticos y la brecha tecnológica. Nos muestra una visión al futuro concluyendo con temas como el meta-aprendizaje, el control emergente, el aprendizaje incremental y otros de interés.

La clase y la deliberación al final de la clase están disponibles en:

<https://youtu.be/zcL0yslOGU0>

Situación y evolución de las telecomunicaciones en América Latina y Venezuela

Profesor: Fidel Salgueiro

15 de abril de 2024. 3:30 pm

M.Sc. Fidel Salgueiro: Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones y



Licenciado en computación con una especialización en desarrollo de negocios en George Washington University y un master en Liderazgo Directivo en la Universidad Politécnica de Cataluña. Ha ejercido por 15 años como profesor de Postgrado de la Facultad de

Ingeniería UCV, 47 años de experiencia en el sector telecomunicaciones, ejecutivo en distintas empresas y países. Actualmente trabaja en África consolidando la red 4G del operador estatal de telecomunicaciones de Guinea Ecuatorial. Ha publicado 5 libros, uno de los cuales se titula "Ocurrió en Venezuela", trata sobre la historia de las telecomunicaciones en Venezuela desde 1875 hasta 2012, que incluye una entrevista a Felipe González.

Resumen del tema

Esta interesante clase, en el marco del ecosistema digital de Venezuela y de América Latina, y su brecha con otros países desarrollados, se centra en la tecnología 5G, especialmente en el marco de la industria 4.0 y de la Sociedad 5.0. Se plantean y discuten interesantes preguntas, como lo son ¿Cómo atendemos el problema en la región y en particular en Venezuela? y

¿Cómo impactará el 5G en la brecha digital? Nos habla de la situación y evolución de las telecomunicaciones en América Latina y Venezuela, mostrando, en principio, cómo la digitalización está transformando la forma de actuar, aprender y comunicarnos, dirigiendo a la sociedad y el funcionamiento de las empresas. El 5G brinda numerosas oportunidades para la inclusión social, política y económica, donde se espera máximo beneficio de este nuevo contexto. Nos muestra, con suficientes datos, la brecha digital de América Latina respecto a países desarrollados. Plantea la

afirmación de que necesitamos desarrollar y aplicar en Venezuela una *agenda digital* que permita el aprovechamiento de las oportunidades que ofrece el 5G, con plan a largo plazo, ya que, tal como lo afirma el profesor Salgueiro, el gran desafío regional y de Venezuela, pasa por entender que la tecnología nueva, no corrige los atrasos económicos y tecnológicos existentes. Hay que "hacer las cosas bien durante mucho tiempo".

La clase está disponible en:

<https://youtu.be/rgLYXXuUOmM>

La deliberación está disponible en:

<https://youtu.be/od0KgZmUJQM>

La nanotecnología aplicada a los sistemas constructivos inteligentes

Profesor: Wilfredo Anderico

22 de abril de 2024. 2:00 pm

Ing. Wilfredo Anderico: Tecnólogo en Construcción



Civil de la Universidad de Oriente e Ingeniero Civil del Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. Fue docente universitario I.U.T. Antonio José de Sucre entre los años 1992-1994. Es el presidente y Gerente General de Acron Sistemas Prefabricados C.A.

También es el presidente de la Fundación Recicla y Mas. Actual es director de FEDEINDUSTRIA Monagas. El Ing. Wilfredo Anderico, Posee amplia destrezas y experiencia en la Gerencia, Planificación, Diseño, Administración y Coordinación Proyectos de Innovación, Arquitectónicos, Civiles, Hidráulicos y Mecánicos para su óptimo desarrollo a nivel técnico y administrativo.

Resumen del tema

Se explora el interesante mundo de la nanotecnología como una disciplina científica en constante avance, que tiene el potencial de revolucionar numerosos sectores y mejorar nuestras vidas de diversas maneras. Se muestra su potencial en distintas áreas de la ingeniería, y en especial, los sistemas constructivos inteligentes. Se habla de la historia de la nanotecnología, del desarrollo global y su desarrollo en Venezuela. Se explican las aplicaciones en diversos campos como la ingeniería aeroespacial, la energía, la medicina, la defensa nacional y el transporte. Que puede generar materiales más fuertes, livianos y duraderos, así como proporcionar soluciones energéticas eficientes, limpiar terrenos y aguas contaminadas y transformar la medicina y el cuidado de la salud. En esta clase se muestra el abanico de posibilidades de las aplicaciones del *grafeno*, en

áreas como la electrónica, computación, materiales compuestos, la biomedicina y el saneamiento ambiental. Finalmente, se habla de que el desarrollo futuro de la nanotecnología se centrará en generar materiales, diagnóstico y tratamiento de enfermedades con nanopartículas y la creación de nanosistemas avanzados, capaces de controlar y desarrollar órganos artificiales. En el campo del revestimiento con nanotecnología, se ha desarrollado una pintura a base de cal con características excepcionales, así como una pintura a base de grafeno que proporciona mayor dureza, resistencia y conductividad, haciendo énfasis de que, en la industria de la construcción, se plantea un futuro con base en materiales más resistentes, duraderos y sostenibles.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/WjeuxJMpV4o>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/q2Nnj1bsCNg>

conocimiento están definidas y ningún país las domina actualmente, la transformación en todos los sectores en el mundo en los próximos años será inmensa y exigirá mucha capacidad de cambio y de emprendimiento de la población. La experiencia indica que las sociedades más estructuradas y ricas tienden a resistirse más al cambio. Venezuela, frente a esta situación no tiene estructuras a derribar, la población está acostumbrada al cambio, los venezolanos frente a la crisis han demostrado capacidad de emprender y existe una diáspora integrable al país y cubriendo el globo, cuando ello es un requisito en todas las actividades del mundo moderno. En Venezuela, el objetivo solo es alcanzable cuando ocurra un cambio de modelo político-económico, pero es posible realizar un proyecto piloto para probar la idea.

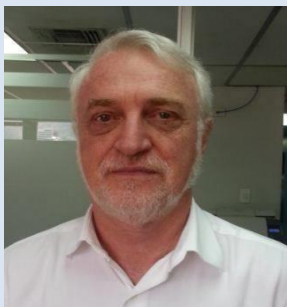
La clase está disponible en:
<https://youtu.be/tEQmcsQhvIE>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/u24NR3qwqRQ>

De la Venezuela del petróleo a la Venezuela del conocimiento

Profesor: Laszlo Beke
22 de abril de 2024. 3:30 pm

Ing. Laszlo Beke: Es ingeniero eléctrico de New York



University, con una maestría en ingeniería industrial de Columbia University y estudios doctorales en investigación de operaciones en New York University. Es un emprendedor y empresario venezolano, dedicado al área de tecnología de la

información. Fundó la empresa BekeSantos hace 46 años, la cual provee servicios de tecnología en las áreas de servicio y talento, transformación de la oficina moderna y cómputo en la nube. Estos servicios se ejecutan, con personal calificado venezolano, en forma remota para Venezuela, España, Chile, República Dominicana y Estados Unidos. Desde hace 8 años publica artículos semanales sobre Tecnología e Innovación y también sobre geopolítica venezolana.

Resumen del tema

Se muestra el cómo se está transformando nuestro mundo, abriendo una ventana hacia el futuro, más próximo de lo que imaginábamos muchos, donde la principal protagonista de todos los cambios, es la actual *revolución del conocimiento*. Se habla de que en Venezuela están dadas condiciones favorables para hacer la transformación. Las habilidades requeridas para tener éxito en la *revolución del*

Módulo 2: LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN VENEZUELA

Coordinador Acad. Sergio Marín

En este módulo se discutieron temas relevantes sobre la situación actual del sistema eléctrico en Venezuela, la infraestructura de proyectos hidroeléctricos y las opciones a futuro. Se revisaron métodos de planificación y las tendencias actuales en almacenamiento de energía.

Contenido

Fecha y hora	Título del tema	Profesor
29/04/2024 14:00	Planificación a Mediano y Largo Plazo. Sistemas eficientes - robustos - flexibles	Leonardo Venegas
29/04/2024 15:30	Aspiraciones, opciones y realidades energéticas para Venezuela	José Aguilar
06/06/2024 14:00	Megatendencias en almacenamiento de energía; centrales hidroeléctricas y equipos para el fortalecimiento de la red	Diego Pigozzo
06/05/2024 15:30	Infraestructura de proyectos hidroeléctricos en Venezuela	Sergio Marín
13/05/2024 14:00	Sistema interconectado nacional e infraestructura de transmisión eléctrica	Luis Ceballos
13/05/2024 15:30	Criterios de recuperación del Sistema Eléctrico Nacional	Miguel Lara

Planificación a Mediano y Largo Plazo. Sistemas eficientes - robustos - flexibles

Profesor: Leonardo Venegas
29 de abril de 2024. 2:00 pm

Ing. Leonardo Venegas: Ingeniero Mecánico egresado



de la Universidad Metropolitana, Caracas, con más de 28 años de experiencia en el sector de Energía; también egresado del Programa Avanzado de Gerencia del Instituto de Estudios Superiores de Administración (IESA). Ha estado involucrado en diversas áreas del sector

eléctrico como: ingeniería y construcción, desarrollo de negocios en electricidad, gas y agua; operaciones a gran escala del ciclo comercial en utility (La Electricidad de Caracas), planificación de sistemas eléctricos a mediano y largo plazo; y en gerencia integral de proyectos mayores de generación. Estuvo en GE Power, desempeñándose como Sales Manager para Centroamérica, Colombia, Venezuela y asignación en México. Actualmente desempeña el rol de Desarrollador de Negocios para Wärtsilä Energy – Upgrades & Agreements, focalizado en proyectos para plantas eléctricas con tecnología Wärtsilä para la Conversión de combustible, el repower y la cogeneración y acuerdos de servicio de mediano y largo plazo, cubriendo la región de Centroamérica, Colombia, Ecuador, República Dominicana y Venezuela.

Resumen del tema

Se presenta la descripción de las fases de desarrollo de sistemas eléctricos, las consideraciones que se deben tener a mediano y largo plazo, incluyendo la definición de la metodología y herramientas de modelaje, para el diagnóstico del sistema eléctrico, la definición de variables macroeconómicas, la adopción de tecnologías, energías renovables y la socialización, entre otros aspectos de interés. Se explicarán los objetivos estratégicos orientados a promover la eficiencia, calidad, continuidad, confiabilidad y seguridad de los sistemas. También se hablará acerca de la importancia de promover el desarrollo científico y tecnológico y del necesario aseguramiento del ejercicio de contraloría social. Se explica de que en el corto plazo es necesario optimizar la recuperación de los activos existentes. Se presentan interesantes ejemplos de otros países de la región. Se indican los principales objetivos estratégicos en que se debe basar dicha planificación, destacando aspectos como la eficiencia, calidad, continuidad, confiabilidad y seguridad de los sistemas de suministro de la energía eléctrica, integrados a la promoción del desarrollo científico y las conductas adecuadas por parte de los usuarios.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/xAZEhme7AOk>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/zaN7SpKRcBU>

Aspiraciones, opciones y realidades energéticas para Venezuela

Profesor: José Aguilar
29 de abril de 2024. 3:30 pm

Ing. José Aguilar: Ingeniero aeronáutico con



Licenciatura en Ciencias en Ohio State University. Cubrió el Programa Ejecutivo de Liderazgo de la Universidad de Georgia. Es un vocero calificado en temas referidos a operaciones y mantenimiento seguro y de calidad de generación eléctrica, con experiencia

en más de 30.000 MW instalados, con más de 43 años de actividad profesional. Se especializa en sistemas de control de protección de fallas, seguridad de sistemas de combustión, programas de mejoramiento de riesgos conducentes a la confiabilidad a largo plazo. Ha publicado numerosos artículos de alto contenido técnico para plasmar realidades y opciones para Venezuela.

Resumen del tema

Esta clase plantea que uno de los mayores retos profesionales multidisciplinario en nuestro país es la recuperación del servicio de suministro eléctrico, de manera que esté modernizado y sea de alto valor comercial, todo lo que debe ser logrado de la manera más rápida y al menor costo posible y, por supuesto, usando criterios de sostenibilidad y de sustentabilidad. Nos muestra la realidad actual del sistema eléctrico venezolano, a través del diagnóstico e indicadores del desempeño. También plantea lo que aspiramos o deberíamos tener como sistema de suministro eléctrico en nuestro país, lo que se debe lograr mediante un plan integral, para lo cual se anuncian las acciones que se deben emprender. Se trata el tema de las aspiraciones, caracterización, diagnóstico y desempeño del sistema de energía eléctrica en Venezuela. Al hablar acerca de las aspiraciones, se muestra cómo la electricidad es parte de nuestra cadena de valores y debe ser abundante y de calidad, debe poseer continuidad, estabilidad y confiabilidad operativa, con eficiencia y costos con retornos financieros para vitalizar el progreso de Venezuela. En cuanto a la caracterización de nuestro sistema, se analizan los síntomas que muestran serias deficiencias, intentando establecer la causa raíz de las fallas. También se trata el tema de las opciones y de los conceptos para definir el desarrollo del

sistema y de las acciones a emprender tomando en cuenta el marco analítico conceptual. Finalmente, se habla acerca de los riesgos en grandes proyectos eléctricos y del talento humano requerido.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/u2QvraagQXo>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/cVv-enhmmGs>

Megatendencias en almacenamiento de energía; centrales hidroeléctricas y equipos para el fortalecimiento de la red

Profesor: Diego Pigozzo
06 de mayo de 2024. 2:00 pm

Ing. Diego Pigozzo: Ingeniero electricista de la



Universit  Degli Studi di Padova en Italia, con especializaciones en plantas de generación, plantas hidroeléctricas, subestaciones de transmisión, negociación y contratos internacionales. Forma parte del grupo Andritz Hydro desde febrero del 1993, con más

de 30 años de experiencia trabajando en la gestión de proyectos multidisciplinarios llave en mano e IPC para centrales eléctricas, construcción y energía. Experiencia profesional internacional en, Europa (Alemania & Italia) y Sudamérica (Chile & Perú). Reside en la ciudad de Santiago de Chile desde el 2015 y ha sido Gerente Regional para nuevos proyectos de grandes centrales de generación para Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú. Actualmente es el Gerente General de Andritz Hydro en Perú y responsable de marketing y del desarrollo de negocios de dicha empresa para América Latina.

Resumen del tema

Esta clase nos muestra las tendencias actuales en almacenamiento de energía, centrales hidroeléctricas, sistemas híbridos, sistemas de almacenamiento de energía y equipos para el fortalecimiento de redes eléctricas. También se habla de las mega tendencias mundiales. Plantea la temática de desarrollo de las energías renovables junto con las posibilidades y oportunidades de desarrollos energéticos y los cambios de los mercados de energía, los desafíos de cambio energético y generación hidroeléctrica y del escenario 2050 para soluciones híbridas. Se habla acerca de tecnología de almacenamiento por bombeo, también de los conceptos y alternativas de almacenamiento por bombas/turbinas y de almacenamiento por baterías. Seguidamente se plantean las soluciones híbridas como la

hidro reversible- eólico-solar, hidro-solar flotante y soluciones con generación mareomotriz. Se discute acerca del hidrogeno verde como potencial futuro energético. Finalmente, discierne en el tema de los equipos para el fortalecimiento de la estabilidad de la red eléctrica y soluciones inteligentes para las redes modernas, como lo es el caso de los condensadores síncronos.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/MuyYiumOy8M>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/7Stxw3Kjlqc>

Infraestructura de proyectos hidroeléctricos en Venezuela

Profesor: Sergio Marín
06 de mayo de 2024. 3:30 pm

Acad. Sergio Marín: Ingeniero Civil Opción Hidráulica,



Universidad Central de Venezuela (UCV) en 1977. Postgrado en Mecánica Teórica y Aplicada (UCV) 1979. Profesor de las escuelas Básica y de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la UCV. Director fundador de MGR Consultores, S.C., empresa especializada en

ingeniería hidráulica, geotecnia y proyectos especiales de ingeniería. Ha participado en más de 300 proyectos de Ingeniería Civil y multidisciplinarios. Cuenta con vasta experiencia y experticia en grandes proyectos hidroeléctricos, en los cuales se ha desempeñado como proyectista, líder de disciplina, gerente técnico y como consultor. Asesor y consultor en estudios y proyectos de control de inundaciones y aludes torrenciales, a nivel nacional e internacional. Fue miembro de la Comisión de Riesgo y Hábitat de la Fundación Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) adscrita al Ministerio de Ciencia y Tecnología de Venezuela (2003-2004). Es miembro activo de la Comisión de Infraestructura de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH). Asesor senior del Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR) y miembro colaborador del equipo técnico de la empresa Hydronia LLC desde 2017. Miembro Correspondiente Nacional de la ANIH.

Resumen del tema

Esta clase muestra las fases de desarrollo de los proyectos hidroeléctricos. Presenta una amplia reseña histórica de los proyectos hidroeléctricos en Venezuela y los planes nacionales de electrificación, describiendo varios de las centrales hidroeléctrica existentes en nuestro país. Diserta

acerca del potencial hidroeléctrico haciéndonos ver la importante disponibilidad de fuentes de energía renovable de la que se dispone. Se plantean las características de las componentes y de las estructuras de los proyectos hidroeléctricos y sus fases de desarrollo. Se explican los conceptos que deberán ser abordados para la recuperación y desarrollo de los proyectos hidroeléctricos del país, estableciendo como prioridades la disponibilidad de potencia firme, la confiabilidad del servicio, la eficiencia y, por supuesto, el respeto del ambiente.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/MHMViIS3pY8>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/ch4URawpP5o>

Sistema interconectado nacional e infraestructura de transmisión eléctrica

Profesor: Luis Ceballos
13 de mayo de 2024. 2:00 pm

Ing. Luis Ceballos: Ingeniero electricista, UNIMET,



1986, con especialización en Transmisión de Energía Eléctrica, 1992, USB y Especialización en Sistemas de Supervisión y Control (SCADA) 2001, UCV. Fue Ingeniero de proyectos y supervisor sistemas de protecciones y control para CVG Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA),

1986-2011. Ingeniero de proyectos para PDI Gerencia e Ingeniería S.A., 2012. Profesor invitado en VAK Group, Santo Domingo, República Dominicana, 2019. Profesor invitado en el Instituto de Estudios Superiores de Administración (IESA), en el diplomado de formación para gerentes de la industria de la energía eléctrica. Fue ingeniero electricista coordinador/supervisor en el consorcio Lafontir/Gate, C.A., 2012-2022, donde participó en la planeación, ejecución y control del *Proyecto de Compensación Reactiva* de CORPOELEC y en diversos programas de adiestramiento. Actualmente es ingeniero consultor senior en la empresa RRC Company, donde participa en proyectos control y protección de subestaciones eléctricas asociadas a parques solares y eólicos.

Resumen del tema

Esta charla plantea el concepto del servicio eléctrico como la integración de generación, transmisión, subtransmisión y distribución. Proporciona una reseña histórica del sistema de transmisión de Venezuela, la caracterización general del sistema, considerando los niveles

de operación segura, alerta y emergencia. Contempla la descripción de la infraestructura de líneas, subestaciones, transformadores y sistemas de compensación. Muestra la evaluación de algunas propuestas de solución y también la propuesta de un plan de Desarrollo del Sistema nacional de Transmisión.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/jWYMclhDL5w>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/x7Mbfx3r288>

Criterios de recuperación del sistema eléctrico nacional

Profesor: Miguel Lara
13 de mayo de 2024. 3:30 pm

Ing. Miguel Lara: Ingeniero electricista en la



especialidad de sistemas eléctricos de potencia, con maestría en ingeniería gerencial. Tiene 46 años de ejercicio profesional. Fue gerente general de la oficina responsable de coordinar la planificación y la operación del sistema eléctrico venezolano (OPSIS), donde trabajó desde 1975

hasta el 2004 (30 años), encargándose de los estudios del sistema eléctrico venezolano, coordinación de la operación del pool de empresas y manejo de los sistemas de generación y de transmisión a nivel nacional. Actualmente es consultor senior en sistemas energéticos.

Resumen del tema

Esta clase presenta un completo resumen sobre la situación actual de toda la cadena de valor y los procesos medulares del servicio eléctrico nacional, contextualizando los problemas que requieren ser abordados para solventar la crisis eléctrica que padece la sociedad venezolana y dar una idea de la dimensión de los desafíos que se tendrán que afrontar. Expone la causa raíz de la crisis eléctrica y la visión de sector eléctrico que requiere la sociedad venezolana, caracterizando el actual modelo de gestión del Sistema Eléctrico Venezolano (SEV) y planteando cuál debe ser el modelo a desarrollar. Se discriminan y analizan con amplitud los criterios técnicos, económicos, administrativos, financieros, jurídicos, sociopolíticos, de prevención y seguridad, de preservación y cuidado ambiental, etc.; que deben ser considerados para el desarrollo de un plan de recuperación, transformación y modernización del SEV. Finalmente presenta una hoja de ruta con las fases del plan para lograr la recuperación de nuestro sistema, estableciendo los hitos y logros alcanzables.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/8iVuuhH0AKQ>

La deliberación está disponible en:
https://youtu.be/G_gqltnBWg

Módulo 3: TRANSPORTE Y CIUDADES INTELIGENTES

Coordinador: Acad. Wagdi Naime

En este módulo se discutieron Se discuten indicadores globales de la infraestructura de transporte en Venezuela y temas relacionados con el transporte sustentable. Se introduce la discusión de tópicos sobre la planificación, estrategias, tendencias y avances en transporte y para el desarrollo de ciudades inteligentes. Se presentan experiencias y casos recientes.

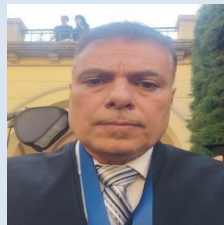
Contenido

Fecha y hora	Título del tema	Profesor
20/05/2024 14:00	Indicadores globales de la infraestructura de transporte en Venezuela	Wagdi Naime
20/05/2024 15:30	Transporte sustentable	Celia Herrera
27/05/2024 14:00	Transporte y logística en el manejo de mercancías. Nuevas tendencias	Eduardo Páez Pumar
27/05/2024 15:30	Urbanismo Regional Incierto en Venezuela. Gobierno, Infraestructura y Ambiente	Fabio Capra Ribeiro
03/06/2024 14:00	Innovación y desarrollo de ciudades inteligentes. Experiencias	Loraine Giraud Herrera
03/06/2024 15:30	La gestión de la ciudad inteligente y sostenible: tecnología, gobernanza y eficiencia	Zulma Bolívar

Indicadores globales de la infraestructura de transporte en Venezuela

Profesor: Wagdi Naime
20 de mayo de 2024. 2:00 pm.

Acad. Wagdi Naime: Ingeniero civil, magister en ingeniería vial y doctor en ciencias aplicadas. Miembro correspondiente nacional de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH). Coordinador del comité académico de postgrado en las áreas de vialidad y geotécnica de



la Universidad Central de Venezuela, donde ha sido docente e investigador por 31 años. Editor en jefe del Boletín de la ANIH, miembro del comité editor de la Revista de la FI-UCV y editor asociado de la Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia. Cuenta con 34 años de experiencia profesional en las áreas de vialidad, transporte y el diseño y evaluación de obras geotécnicas. Sociedades gremiales: miembro del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV), Sociedad Venezolana de Geotecnia (SVDG), Sociedad Venezolana de Transporte y Vialidad (SOTRAVIAL), de la International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE) y de la International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering (ISRM). Miembro de la Junta Directiva de la SVDG, siendo actualmente su secretario general.

Resumen del tema

En esta clase se conceptualiza y caracteriza a la infraestructura de transporte, destacando su importancia para el desarrollo en integración social y en la actividad económica. Se presenta la clasificación de los distintos modos de transporte y se describen, a través de algunos indicadores, las condiciones actuales de la infraestructura de transporte en Venezuela, mostrando el cómo está afectando la calidad de vida de la población y reduciendo la modernización y competitividad de la economía del país debido a la inversión insuficiente durante muchos años. Los valores muestran que el país tiene baja calificación en cuanto a su actual infraestructura de transporte, presentando valores significativamente bajos al comparar con otros países de la región y con los indicadores propios registrados en el pasado. El escenario permite evaluar los requerimientos y visualizar el gran reto que significa para la ingeniería venezolana el retomar indicadores competitivos en la región y en el mundo, especialmente si se toma en cuenta las nuevas tendencias basadas en la sostenibilidad y los sistemas inteligentes, algunas de las cuales se presentan en esta clase, con miras hacia un 2050, donde deberemos haber dado un gran salto hacia la Venezuela que queremos.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/1paNt7MHZZA>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/Gsn2GO9Evus>

Transporte sustentable

Profesora: Celia Herrera
20 de mayo de 2024. 3:30 pm.

Ing. Celia Herrera: Ingeniero civil, UCV. 1992, especialista en diseño de carreteras, UCV 2002, aspirante doctoral del programa de doctorado en ciencias de la ingeniería. Profesora en la categoría de agregado de pre y postgrado de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y de los programas de postgrado en



Planificación del Transporte de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, de la Universidad Central de Venezuela. Profesora en la categoría de asociado de pregrado de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y del programa de Maestría en Diseño Urbano, de la Universidad Metropolitana. Miembro del Consejo Técnico del Instituto de Urbanismo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (2020-2023), directora de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería UCV de la Universidad Central de Venezuela (2008-2020). Miembro de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, participando en las comisiones de Infraestructura, Desarrollo Urbanístico y Territorial y Centro de Geomática y Datos Geoespaciales. Miembro de la Comisión de Infraestructura, Vivienda y Hábitat de Fedecámaras. Directora del Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (CIDI) de la Universidad Católica Andrés Bello.

Resumen del tema

Esta clase muestra las perspectivas de la búsqueda por modificar los esquemas tradicionales de movilizarse, por formas comprometidas con la preservación del entorno. Innovaciones tecnológicas. Soluciones para mejorar la eficiencia del transporte y apuntar a la sustentabilidad. Se inicia presentando las definiciones y conceptos clave del transporte sustentable mostrando sus beneficios e importancia. Se presentan los distintos modos de transporte sustentable y las opciones de movilidad. Se plantea el tema de las mejores prácticas orientadas al transporte sustentable en cuanto a la planificación urbana. Se toca también el tema de las políticas y regulaciones en cuanto a legislación y estrategias, incentivos fiscales y subsidios, hablando de principios clave tales como considerar al transporte sustentable como derecho social, alcanzar una movilidad limpia y saludable, promover un sistema de transporte digital e innovador y la eficiencia de las inversiones en

beneficio de los ciudadanos. Finalmente, se muestran varios ejemplos de proyectos exitosos de ciudades con sistemas de transporte sustentable y con proyectos de infraestructura innovadores.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/VJWvpSR1fEI>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/ixTuNKgAxVY>

Transporte y logística en el manejo de mercancías.

Nuevas tendencias

Profesor: Eduardo Páez Pumar
27 de mayo de 2024. 2:00 pm.

Acad. Eduardo Páez Pumar: Ingeniero Civil graduado



en la Universidad Católica Andrés Bello. Miembro correspondiente nacional de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Participante en la construcción de importantes obras públicas y privadas. Ha desempeñado altos cargos

gerenciales y directivos en empresas como Técnica Constructora C.A., ASTALDI Spa y Inmobiliaria Banvenez. Fue presidente de la Fundación Instituto de Mejoramiento Profesional del Colegio de Ingenieros de Venezuela. Es fundador y director de la Asociación Integral de Políticas Públicas AIPOP, asesor y miembro del Consejo Consultivo 2023-2025 de la Cámara Venezolana de la Construcción, miembro de la Comisión de Infraestructura, Vivienda y Hábitat de Fedecámaras, miembro del comité de especialistas del Observatorio Venezolano de Servicios Públicos, miembro de la Asociación Venezolana de Ingenieros Eléctricos, Mecánicos y afines AVIEM, miembro de Asociación Venezolana de Ingenieros de Inspección y Supervisión de Obras AVIDISO y miembro del directorio de la Mesa Técnica del acueducto privado de la Urbanización Miranda. Se desempeña también como Consultor Independiente realizando asesorías, desarrollo de propuestas de políticas públicas, proyectos, administración y supervisión de obras. Profesor Invitado en los cursos de formación de gerentes para los servicios públicos del IESA. Coautor de varios libros en temas relacionados con infraestructura.

Resumen del tema

Esta clase de una completa y bien documentada descripción de la infraestructura de transporte en Venezuela y su calificación ante diferentes evaluaciones internacionales, con especial énfasis en el transporte de cargas. Presenta el cómo funciona la red logística en nuestro país, de muy baja eficiencia. Plantea el transcendental tema de las posibles

mejoras la a la infraestructura de transporte, estableciendo la importancia de mejorarla, al menos, al nivel promedio de otros países de medianos ingresos. También se habla de los posibles caminos a seguir, considerando casos aplicables a nuestra infraestructura, donde se muestra que las asociaciones público-privadas son buenas alternativas. Se plantean las actuales tendencias y las del futuro en servicios de transporte y logística, tocando temas como la era digital y la logística 5.0, la automatización de almacenes, servicios de última milla y otros de interés.

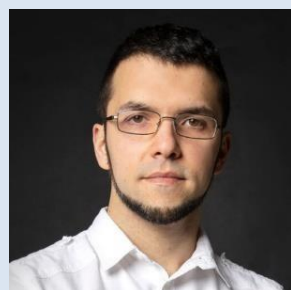
La clase está disponible en:
<https://youtu.be/s0NjcKPF4z0>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/dI5pgOXR2kM>

Urbanismo Regional Incierto en Venezuela. Gobierno, Infraestructura y Ambiente

Profesor: Fabio Capra Ribeiro
27 de mayo de 2024. 3:30 pm.

Dr. Fabio Capra Ribeiro: Profesor Asistente en la



escuela de arquitectura de la Louisiana State University, EEUU. Arquitecto de la Universidad Central de Venezuela, con doctorado en Urbanismo por la Università IUAV di Venezia (Italia). Exdirector de la Escuela

de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva (UCV). Autor del libro “Oncertain Régional ourbainis in Venezuela. Government, Infrastróctor and Inváiroment”, que, traducido al castellano, lleva el título de esta clase. Sus investigaciones se enmarcan en temas de justicia social, espacial y medioambiental. Fundador del Laboratorio de Justicia Espacial del Caribe.

Resumen del tema

Esta clase explora los cambios que enfrentan las ciudades cuando se convierten en metrópolis, formando regiones en expansión y sus potenciales problemas. La presentación se concentrará en tres áreas metropolitanas ubicadas en la región Centro-Norte de Venezuela: Caracas, Maracay y Valencia. Se trata de un estudio necesario en las regiones urbanas de Venezuela, que es de interés para estudiantes, académicos e investigadores en ingeniería y arquitectura, planificación y afines, especialmente en América Latina como en el resto del Sur Global. Considerando los tres temas centrales, gobierno, infraestructura y medio ambiente, y su impacto recíproco, se describe y analizan las variables determinantes que caracterizan el fenómeno de la urbanización regional en las tres ciudades mencionadas,

cuyo análisis es pertinente para toda América del Sur. Su desarrollo incluye investigación documental, entrevistas semiestructuradas, metodología Delphi y un total de cuarenta expertos de diferentes disciplinas, construyendo una visión integral de la situación.

La clase está disponible en:
https://youtu.be/XCBHwvDF_cM

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/NiOOVNN-Aa8>

Innovación y desarrollo de ciudades inteligentes. Experiencias

Profesora: Loraine Giraud Herrera
03 de junio de 2024. 2:00 pm.

Acad. Loraine Giraud Herrera: Doctora en Desarrollo



Sostenible, Magister en Gerencia Ambiental y Urbanista. Realizó estudios postdoctorales en la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Profesora del Departamento de Planificación Urbana y Coordinadora del Grupo de Investigación Vida Urbana y Ambiente de la USB.

Profesora en universidades internacionales y en universidades nacionales (UCAB, UNIMET, Universidad Experimental de Guayana). Miembro Correspondiente de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat de Venezuela. Coautora de más de 30 publicaciones y artículos entre revistas indizadas y en Congresos. Más de 30 años de experiencia profesional en gerencia de proyectos de cooperación internacional en innovación, ciencia y ambiente, planes y proyectos ambientales urbanos, evaluaciones de impacto ambiental, programas de financiamiento multilateral y en la puesta en marcha de negocios de emprendimiento en el sector de servicios en España.

Resumen del tema

Esta clase presenta la definición y caracterización de una ciudad digital e inteligente. Explica las metodologías, procesos e indicadores asociados a la innovación y desarrollo de las ciudades inteligentes. Se revisan los casos de ciudades inteligentes: Zúrich, Oslo, Canberra, Ginebra y Singapur. Plantea retos y desafíos en esta interesante temática. Se muestra, a través de conceptos claros y ejemplos muy ilustrativos, las características, las tendencias actuales, los estándares internacionales, los indicadores, lecciones aprendidas y las buenas prácticas, para lograr ciudades innovadoras e inteligentes.

La clase está disponible en:
https://youtu.be/mfpEqUU_mjg

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/6H8mztLVnjs>

**La gestión de la ciudad inteligente y sostenible:
tecnología, gobernanza y eficiencia**

Profesora: Zulma Bolívar
03 de junio de 2024. 3:30 pm.

Urbanista Zulma Bolívar: Urbanista 1983, MSc Diseño



Urbano 2006, Docente investigador desde 2007 en Facultad de arquitectura y Urbanismo de la UCV, también ha sido docente en la Unión Iberoamericana de Municipalistas, con sede en Granada, España, en el Centro Iberoamericano de Desarrollo Estratégico

Urbano, con sede en Barcelona, España, y en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, también de España. Actualmente es presidente de la Fundación Fondo Andrés Bello de la UCV y miembro de la Comisión de Desarrollo Urbano y Territorial de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Fue la presidente del Instituto Metropolitano de Urbanismo de la Alcaldía Metropolitana de Caracas (2008-17), donde coordinó la elaboración del Plan Estratégico Caracas Metropolitana 2020. Presentó una propuesta que resultó finalista en Mayors Challenge 2016 a cargo del Bloombergs Philantropies 2016.

Resumen del tema

Las ciudades crecen y se transformaron acompañando la historia y sus acontecimientos, el siglo XXI nos llega con escenarios complejos, que requieren nuevas formas organizativas y herramientas tecnológicas, distintos modos de participación, mayor colaboración, coordinación de esfuerzos y concertación de intereses, es decir, más gobernanza, a los fines de lograr decisiones oportunas y sostenibles. En ese contexto, teóricos, académicos y gestores urbanos han desarrollado diferentes modelos de ciudad, así como alternativas de diseño y formas de administración, que las caracterizan según su forma y función, una de ellas son las llamadas ciudades inteligentes. Un modelo donde el urbanismo global, evalúa las distintas formas de incorporación de la tecnología al servicio público, considerando que, el aporte de la función pública debe ser, diseñar modelos de gestión eficientes con participación multidisciplinaria para el beneficio colectivo. Se concluye que la construcción de la ciudad que queremos se logrará con base en la planificación, priorizando, gestionando e implementando, a través de la simbiosis de las autoridades

más la ciudadanía, donde los puntos de vista no deben tener compromisos políticos ni ideológicos, si no con base en planes y proyectos sostenibles, que utilicen la tecnología pensando en el beneficio colectivo.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/afPwRJ57Xe8>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/gIgCFTbuu7A>

**Módulo 4: INGENIERÍA FORENSE Y
PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**
Coordinador Acad. Alonso Romero

En este módulo se presentan temas relacionados con la calidad de las construcciones y obras civiles y cómo estas se ven afectadas frente a problemas de corrosión y otras patologías. Se introducen conceptos de mantenimiento, control y rehabilitación de estructuras afectadas.

Contenido

Fecha y hora	Título del tema	Profesor
10/06/2024 14:00	Patología Estructural e Ingeniería Forense. Incidencia de la calidad de Construcción	Guillermo Bonilla
10/06/2024 15:30	Corrosión en el Concreto Reforzado	Gilberto Velazco
17/06/2024 14:00	Problemas Patológicos por Corrosión en muelles de concreto reforzado en ambientes marinos: Evaluación, diagnóstico y procedimientos de rehabilitación	Oladis Rincón
17/06/2024 15:30	Diagnóstico y rehabilitación de estructuras de concreto reforzado afectadas por fuego	Alfredo Urich
01/07/2024 14:00	Patología debida a las humedades	Alonso Romero
01/07/2024 15:30	Implicaciones de ventilación, iluminación y otras instalaciones en la habitabilidad, patologías y mantenimiento de edificios	María Eugenia Sosa

Patología estructural e ingeniería forense. Incidencia de la calidad de construcción

Profesor: Guillermo Bonilla
10 de junio de 2024. 2:00 pm.

Ing. Guillermo Bonilla: es el jefe del Laboratorio de



Materiales y Tecnología del Concreto de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Profesor de la materia Patología Estructural del Postgrado, UCAB. Experiencia profesional de 35 años en Patología Estructural. Entre las competencias y conocimientos están la

ingeniería sísmica, análisis estructural, estabilidad estructural, ingeniería de la construcción, materiales de ingeniería civil, tecnologías del concreto, fiabilidad estructural, materiales de construcción, durabilidad del concreto, tecnología de los materiales, ensayos no destructivos, ingeniería forense, concreto armado, estructuras de concreto, tecnología de la construcción, diseño estructural, dinámica y vibración estructural, aplicaciones y productos de la construcción en el procesamiento de datos.

Resumen del tema

Esta clase trató el tema de lo que se conoce como Patología Estructural, su definición y las patologías típicas de las estructuras en concreto reforzado, sus causas y efectos sobre la vida útil de las edificaciones. La ingeniería forense y su relación con la patología estructural. Las consecuencias de los errores durante la construcción. El rol de los ingenieros responsables (residentes e inspectores). Se tocará el efecto del ambiente cuando las premisas del proyecto no son cumplidas; la importancia de desarrollar concretos impermeables por sostenibilidad. Finalmente se recalca que las estructuras no se comportan ni duran como se plantea en el proyecto, sino que responderán a cómo fueron construidas. La charla se ilustra a través de casos reales.

La clase está disponible en:
https://youtu.be/P-GM5LEP_ok

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/eTAxZ8eDlD0>

Corrosión en el Concreto Reforzado

Profesor: Gilberto Velazco
10 de junio de 2024. 3:30 pm.

Ing. Gilberto Velazco: Ing. Civil mención Estructuras



de la UCV y MSc (Materials Engineering) de la Universidad de Illinois. Su experiencia de más de 40 años abarca actividades de ingeniería, gerencia de construcción e inspección de proyectos industriales, residenciales, hoteleros y de infraestructura, así como Ingeniería Forense y

de Gestión de Calidad. En paralelo ejerce la docencia, en la UCV y otras instituciones, en asignaturas de pre y postgrado, así como en cursos y conferencias de mejoramiento profesional. Igualmente es miembro de APIU, de ALCONPAT-Ve y de 2 Comités de FONDONORMA/COVENIN. Es coautor del Manual de Concreto (1996), del Manual de Concreto Estructural (cuatro ediciones entre 2004 y 2012, digital en 2014) y de Ingeniería Forense y Estudios de Sitio (2006).

Resumen del tema

Esta clase explica los conceptos del fenómeno de la corrosión en el concreto reforzado y la casuística que incluye los procedimientos empleados para alcanzar el diagnóstico, así como las recomendaciones de intervención con los materiales y los procedimientos propuestos. Se habla de las causas y los efectos de la corrosión en el concreto reforzado, los síntomas, los diagnósticos, los mecanismos de protección contra la corrosión y las intervenciones básicas convencionales para tratamiento de áreas afectadas. La profundidad y terminología de la presentación es asequible para estudiantes de último año de las distintas carreras de Ingeniería y de Arquitectura y de utilidad para profesionales y académicos.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/mpu158uUszs>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/OJ6d7Cfxbbc>

Problemas patológicos por corrosión en muelles de concreto reforzado en ambientes marinos: evaluación, diagnóstico y procedimientos de rehabilitación

Profesora: Oladis Troconis de Rincón
17 de junio de 2024. 2:00 pm.

Acad. Oladis Troconis de Rincón: Ingeniero Químico de la Universidad del Zulia (LUZ), 1971. MSc. Chemical Engineering de la Universidad de Oklahoma, 1975, y doctora en Electroquímica Fundamental y Aplicada de la Universidad de Los Andes, 2003. Doctor Honoris, LUZ, 2005.



Profesora desde 1972 en la Facultad de Ingeniería de LUZ, donde fue fundadora y primera directora del Centro de Estudios de Corrosión, actualmente Asesora del mismo. Se encuentra como Científico Visitante en la Universidad de Texas en San Antonio, USA. Es miembro de la "National Association of Corrosion Engineers." (NACE International) e Individuo de Número de la Academia Venezolana de Ingeniería y el Hábitat. Actualmente es la directora de educación de la Asociación Latinoamericana de Patología de la Construcción (ALCONPAT Internacional).

Resumen del tema

Esta clase se presenta la evaluación, diagnóstico y protocolos de reparación de diferentes miembros de concreto armado y de acero, tanto desde el punto de vista de corrosión como estructural, de un muelle expuesto por 13 años a un ambiente marino. El muelle con 2,2 km de longitud y 65.600 m² de superficie, constituye un completo caso práctico. Se explican las inspecciones preliminares y detalladas para la evaluación por corrosión, que en el caso de los elementos de concreto armado, contempla las inspecciones visuales indicando zonas con concreto fofo/martillo y levantamiento de daños, la evaluación de las armaduras a través de su localización, espesor de recubrimiento y potenciales de corrosión y el análisis físico-químicos del concreto. En el caso de los pilotes metálicos, contempla el levantamiento de daños, la medición de espesores utilizando ultrasonido y la verificación del sistema de protección catódica a través de la medición de potenciales. La evaluación estructural pasa por la preparación de modelos digitales, la evaluación de condición de diseño, modelados de la condición actual y la evaluación de condición futura. Los protocolos de reparación/rehabilitación se presentan tanto para los elementos de concreto armado como para los pilotes metálicos.

La clase está disponible en:
https://youtu.be/KPXZPy_1sOs

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/exq9E6yLt3o>

Diagnóstico y rehabilitación de estructuras de concreto reforzado afectadas por fuego

Profesor: Alfredo Urich
17 de junio de 2024. 3:30 pm.

Ing. Alfredo Urich: Ingeniero Civil (UCAB), MSc. Ingeniería



Sismorresistente (UCV) y Candidato Doctoral en Ciencias de la Ingeniería (UCV). Ha dedicado su vida profesional a la Patología de Obras Civiles en B.R.S. Ingenieros, C.A. donde actualmente es director. Es profesor en la UCAB y la UCV;

coordinador del Diplomado Internacional "Patología de Obras Civiles. Un enfoque práctico", dictado en una alianza entre Norte Formación, B.R.S. Ingenieros y la FAU-UCV; es miembro del Earthquake Engineering Research Institute (EERI) y forma parte de la junta directiva de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción-Delegación Venezuela (ALCONPAT-Ve).

Resumen del tema

En esta clase se presentan los efectos del fuego en distintos materiales y sistemas estructurales, el comportamiento del concreto reforzado y de otros materiales de construcción ante el fuego, analizando las diferencias entre sí y destacando las ventajas del concreto como material de construcción; se estudian los factores que influyen en los daños estructurales, se plantean los daños estructurales típicos en el concreto reforzado, los protocolos de acción en la patología estructural, las técnicas para la evaluación y el diagnóstico, con énfasis en la interpretación de los síntomas de daños directos generados por las llamas, así como los daños indirectos que en otras zonas adyacentes al siniestro debido a las deformaciones por dilatación térmica; los ensayos comunes para evaluar estructuras incendiadas y los métodos de reparación. Se muestran ejemplos de casos prácticos.

La clase está disponible en:
<https://youtu.be/iYXBegah7eI>

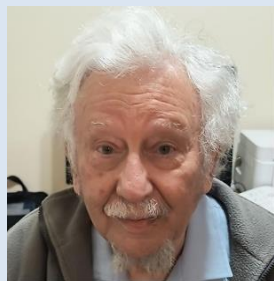
La deliberación está disponible en:
https://youtu.be/azGJ3_R5EV4

Patología debida a las humedades

Profesor: Alonso Romero

01 de julio de 2024. 2:00 pm.

Acad. Alonso Romero: Miembro Honorario de la



Academia de Ingeniería y Hábitat, Doctor por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Ingeniero Civil, opción estructuras, por la UCV, Profesor Jubilado de la Universidad Central de Venezuela en las áreas de Estructuras y Geometría. Publicaciones: Estudio sobre las cónicas, Dibujo de Proyectos de Obras Civiles, Enciclopedia de la Matemática y folletos sobre inspección de obras y albañilería. Experiencia profesional en el cálculo y diseño de estructuras y en obras de rehabilitación de edificaciones dañadas por sismo y otras causas. Miembro de las Comisiones de Educación Superior, de Venezuela + 30 y de Geomática y Documentación de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, Miembro del Comité Organizador de la Cátedra ANIH.

Resumen del tema

Esta clase explica e ilustra con muchos ejemplos las patologías estructurales originadas por las humedades, los procedimientos de análisis y las medidas a tomar. La presencia del agua en las edificaciones puede provocar situaciones patológicas que requiere de diagnóstico técnico para luego diseñar y aplicar el tratamiento adecuado. El diagnóstico debe incluir el origen del agua que ha causado el daño. Con el conocimiento de los signos que se presentan, se decide cuál es el método de desecación y saneamiento de las zonas afectadas. Las causas de la humedad en una construcción pueden ser de diferentes orígenes y manifestarse como si fuesen de un solo tipo, por lo que no existen recetas preparadas. El origen puede ser la humedad atmosférica, la humedad de construcción y de los materiales, la humedad exterior que se infiltra, la humedad ascendente o humedades accidentales por rotura de tuberías. También pueden ocurrir reacciones entre materiales incompatibles que originan pilas voltaicas. Los signos pueden ser eflorescencias, criptoflorescencias, desprendimientos de frisos, manchas, grietas, putrefacción de maderas, oxidación y corrosión de metales, olores característicos de moho, sensaciones desagradables en el ambiente, etc. También se explican los métodos de prevención y los métodos de secado de los materiales.

La clase está disponible en:

<https://youtu.be/XFOTN6lv3no>

La deliberación está disponible en:

<https://youtu.be/eBi6zMicrl8>

Implicaciones de ventilación, iluminación y otras instalaciones en la habitabilidad, patologías y mantenimiento de edificios

Profesora: María Eugenia Sosa

01 de julio de 2024. 3:30 pm.

Dra. María Eugenia Sosa: Arquitecta (UCV, 1982),



especialista en Instituciones Financieras (UCAB, 1990), Doctora en Arquitectura (UCV, 2009). Profesora Titular del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo FAU- UCV. Autora de Artículos publicados en eventos nacionales e internacionales,

áreas: Sustentabilidad, Habitabilidad, Energía y Física de Edificaciones y su Entorno. Autora del libro: Ventilación Natural, Eficaz y Cuantificable (CDCH, 1999). Coautora de 4 libros, entre ellos: Manual para el Diseño de Edificaciones, Eficientes Energéticamente en el Trópico (Ediciones FAU, UCV 2013) y Código de Habitabilidad en Edificaciones (Premio Conavi 2001), Pagina WEB, Racionalidad Energética IDEC-FAU-UCV.

Resumen del tema

Los edificios y su entorno, de acuerdo a su uso, requieren espacios que deben presentar un buen proyecto arquitectónico, estructural y de instalaciones, adaptados al contexto climático y urbano, adecuadamente contruidos (técnica y materiales) y bien mantenidos para cumplir en su operatividad, con los requerimientos de habitabilidad y ser edificios sustentables. La eficiencia energética es un factor importante a implementar, ya que la aplicación de técnicas adecuadas de acondicionamiento pasivo y activo de edificaciones en clima tropical, deben considerarse en proyecto, supervisión, operación, mantenimiento, reparación, remodelaciones o rehabilitaciones de los espacio y compontes, como un punto clave para garantizar la calidad y mayor vida útil del edificio. En Venezuela, la gestión, limpieza y mantenimiento de edificios generalmente son deficientes, provocando daños que se perciben posteriormente, en forma de patologías en fachadas, estructuras, acabados e instalaciones, con consecuencias en componentes arquitectónicos, estructurales, e instalaciones, lo que pueden afectar la habitabilidad, calidad estética, valor del inmueble y mayores costos económico y de recursos. En esta clase se describe con detalle este problema y se plantearan posibles soluciones al respecto con el objeto de garantizar, durante la vida útil, edificios sustentables en lo ambiental, sociocultural y económico.

La clase está disponible en:

<https://youtu.be/BpIuVc0b07A>

La deliberación está disponible en:
<https://youtu.be/nUO7lax2-pA>

CURRICULUM VITAE DE LOS ORGANIZADORES

Acad. Paolo Maragno (Coordinador): Egresado del



Politécnico de Turín, Italia, donde en 1975 obtuvo el título de “Dottore in Ingegneria Elettronica”. En 1984 consiguió el título de “Ingeniero Electricista” de la Universidad Central de Venezuela (U.C.V.) y en el año 2001, el de Magister en “Política y Gestión de la Innovación Tecnológica” del Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES-U.C.V.). Su carrera académica se desarrolló en la U.C.V., donde alcanzó el escalafón de Profesor Agregado y desempeñó varios cargos directivos, entre los cuales el de director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, de la Coordinación Académica, del Instituto Tecnológico y posteriormente de la Coordinación de Extensión de la Facultad de Ingeniería de esa institución. Otras actividades destacadas del Prof. Maragno fueron la coordinación del “Proyecto de Acreditación de Programas de Enseñanza de la Ingeniería” del Núcleo de Decanos de Ingeniería del Consejo Nacional de Universidades de Venezuela (C.N.U.), la coordinación del “Convenio de Doble Titulación entre la U.C.V. y el Politécnico de Turín”. Fue asesor del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Venezuela, director ejecutivo del Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Telecomunicaciones (C.E.N.D.I.T.), director del Centro para la Capacitación, la Innovación, el Desarrollo Tecnológico y del Conocimiento en Ingeniería (C.I.T.E.C.I.). En el año 2020 pasó a formar parte de la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat como Miembro Correspondiente Extranjero. Es autor de varios libros y artículos en los campos de la transmisión de señales digitales, los planes de estudio de la carrera de ingeniería y la vinculación universidad-empresa.

Acad. Marianela Lafuente (Coordinadora): Ingeniero



civil (UCV, 1980) con mención suma cum laude, MSc en ingeniería estructural (UFRJ-Brasil, 1981), Doctorado en ingeniería (INSAT-Francia), licenciado en Filosofía (UCV) y Letras (UTLM-Francia); especialista en ingeniería sismorresistente, mampostería, vivienda popular y patología estructural; Individuo de

número, sillón XXV, de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat; profesor titular UCV; ex viceministro de planificación y desarrollo en Ciencia y Tecnología; asesor de organismos internacionales (CAF, BID, CEPAL) y coordinador de programas en áreas del desarrollo (Tecnologías de información y comunicaciones, Gestión de Riesgos y Prevención de Desastres, Vivienda y Hábitat, Fortalecimiento a la Gestión Regional, Educación, Ambiente); Director de Centro Citeci.

Prof. Oscar González (Coordinador del módulo 1 y representante de la USB):



Doctor en Proyectos de Innovación Tecnológica (UPC, Barcelona- España); Ingeniero Mecánico y M.Sc. en Ing. Mecánica (USB, Caracas); Profesor titular (USB) y adjunto (VIU, Valencia-España). Integrante de las Comisiones de Educación Superior, de Actividades Académicas en España y de Relaciones y Comunicación de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela. Ha sido Vicerrector Académico (e), secretario (e), Decano de Extensión, Coordinador de Ing. Mecánica y jefe de Laboratorio en la USB. Secretario y Coordinador Adjunto del Núcleo de Autoridades de Extensión de las Universidades venezolanas (CNU, Caracas); secretario general de la Asociación de Profesores y del Consejo de directores del IPP (USB).

Acad. Sergio Marín (Coordinador del módulo 2):



Ingeniero Civil Opción Hidráulica, Universidad Central de Venezuela (UCV) en 1977. Postgrado en Mecánica Teórica y Aplicada (UCV) 1979. Profesor de las escuelas Básica y de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la UCV. Director fundador de MGR Consultores, S.C., empresa especializada en ingeniería hidráulica, geotecnia y proyectos especiales de ingeniería. Ha participado en más de 300 proyectos de Ingeniería Civil y multidisciplinarios. Cuenta con vasta experiencia y experticia en grandes proyectos hidroeléctricos, en los cuales se ha desempeñado como proyectista, líder de disciplina, gerente técnico y como consultor. Asesor y consultor en estudios y proyectos de control de inundaciones y aludes torrenciales, a nivel nacional e internacional. Fue miembro de la Comisión de Riesgo y Hábitat de la Fundación Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) adscrita al Ministerio de Ciencia y Tecnología de Venezuela (2003-2004). Es miembro activo de la Comisión de Infraestructura de la Academia Nacional

de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH). Asesor senior del Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR) y miembro colaborador del equipo técnico de la empresa Hydronia LLC desde 2017. Miembro Correspondiente Nacional de la ANIH.

Acad. Wagdi Naime (Coordinador del módulo 3):



Ingeniero civil, magister en ingeniería vial y doctor en ciencias aplicadas. Miembro correspondiente nacional de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH). Coordinador del comité académico de postgrado en las áreas de vialidad y geotécnica de la Universidad Central de

Venezuela, donde ha sido docente e investigador por 31 años. Editor en jefe del Boletín de la ANIH, miembro del comité editor de la Revista de la FI-UCV y editor asociado de la Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia. Cuenta con 34 años de experiencia profesional en las áreas de vialidad, transporte y el diseño y evaluación de obras geotécnicas. Sociedades gremiales: miembro del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV), Sociedad Venezolana de Geotecnia (SVDG), Sociedad Venezolana de Transporte y Vialidad (SOTRAVIAL), de la International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE) y de la International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering (ISRM). Miembro de la Junta Directiva de la SVDG.

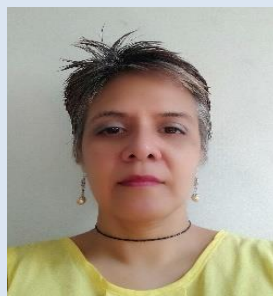
Acad. Alonso Romero Martínez (Coordinador del módulo 4):



Miembro Honorario de la Academia de Ingeniería y Hábitat, Doctor por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Ingeniero Civil, opción estructuras, por la UCV, Profesor Jubilado de la Universidad Central de Venezuela en las áreas de

Estructuras y Geometría. Publicaciones: Estudio sobre las cónicas, Dibujo de Proyectos de Obras Civiles, Enciclopedia de la Matemática y folletos sobre inspección de obras y albañilería. Experiencia profesional en el cálculo y diseño de estructuras y en obras de rehabilitación de edificaciones dañadas por sismo y otras causas. Miembro de las Comisiones de Educación Superior (actual presidente), de Venezuela + 30 y de Geomática y Documentación de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, Miembro del Comité Organizador de la Cátedra ANIH.

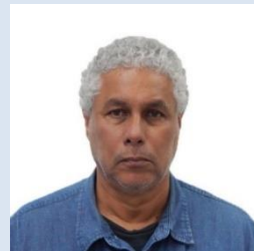
Prof. Tamara Pérez (Representante UCV):



Dedicada a la Ingeniería Eléctrica, con una Maestría en Sistemas de Control. Gran parte de su día a día transcurre en la Universidad Central de Venezuela, donde dirige la Coordinación de Tecnología de Información y Comunicaciones de la FIUCV y también comparte

sus conocimientos como profesora en la EIE-UCV. Además, representa a la Facultad en la coordinación de la cátedra 'Los Grandes Retos de la Ingeniería y el Hábitat' que dicta la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, lo que le permite conectar la academia con los desafíos del mundo real. Aplica la tecnología para resolver problemas reales, como lo demuestra en su trabajo con 'Señamigo', un proyecto que busca facilitar la comunicación para personas con discapacidad auditiva. También se mantiene en constante aprendizaje, explorando áreas como la Inteligencia Artificial y el desarrollo web, porque cree que siempre hay algo nuevo por descubrir y una forma de mejorar lo que se hace.

Prof. Rodolfo Berrios (Representante UCV):



Graduado de Ingeniero Mecánico en la UCV en 1978, obtuvo su título de maestría en Ingeniería Hidráulica, también en la UCV, en 1995. Ha sido profesor invitado en la Technische Universität München (1997-1998) y en el Institute of Mountain

Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences en 2001. Cuenta con publicaciones en revistas nacionales e internacionales y ha dictado numerosas conferencias en sus áreas de experticia: Mecánica de biofluidos, Simulación y modelado de aludes torrenciales, Dinámica de fluidos, Explotación de energías alternativas, entre otras. Actualmente es profesor Asociado y se desempeña como director del Instituto de Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ingeniería de la UCV, desde 2023.

Prof. Simón Morales † (Representante UCV):



Ingeniero Electricista UCV, 1983. Magister Scientiarum en Ing. Eléctrica UCV, 1991. D.E.A (Diplôme d'Etudes Approfondies) - Université Paul Sabatier - Toulouse - France, 1992. Doctor en Ciencias, Université Paul Sabatier - Toulouse, France, 1995. Profesor en la UCV

desde 1983 donde fue Coordinador del Postgrado de la

Facultad de Ingeniería y Representante Profesorado ante el Consejo de Facultad de Ingeniería. Recibió reconocimientos del CONABA, Nivel III, y del CONADES en 1998. Visiting Scholar en el Dpto. de Ingeniería Mecánica, University of Berkeley, California, USA, 2000-2001. Autor de más de 30 artículos en revista nacionales e internacionales y congresos indexados.

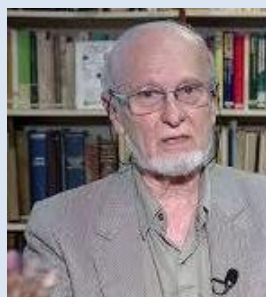
Prof. Debbie Elizabeth Méndez (Representante



UCAB): Ingeniero Químico de la Universidad Simón Bolívar, Especialista en Gerencia Educativa de la Universidad Santa María, Magíster en Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello. Comenzó en 2024 el Doctorado en Ingeniería en la UCAB. Desde el 2017 es

Coordinadora Académica y de Gestión en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Andrés Bello. Actualmente, es profesora de Laboratorio de Agua e Ingeniería Civil y Ambiente en la Escuela de Ingeniería Civil y jefe de Cátedra en el Departamento de Sanitaria, y desde su fundación profesora de la asignatura Ecología, Ambiente y Sustentabilidad en todas las escuelas. Desde mayo de 2011 es miembro de la Comisión de Ambiente de la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat, y desde enero de 2015 colabora con el Grupo Orinoco de Energía y Ambiente, patrocinado por la Fundación Konrad Adenauer, donde fue secretaria ejecutiva y de Gestión hasta 2022.

Acad. Manuel Torres Parra (Miembro del comité):



Ingeniero Químico, 1959. Postgrado en Higiene Industrial, Universidad de Pittsburgh (PA-EUA), 1963. Profesor de pregrado y postgrado en la UCV (1969 - 2012). Profesor en la Universidad Católica Andrés Bello (1996-2008). Director general del CIV (1974-77). Presidente de la Sociedad

Venezolana de Ingeniería Química (1964-65). Presidente de la Asociación Venezolana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (1982-84). Vicepresidente de la Academia Panamericana de Ingeniería (2000-02 y 2009-11) y presidente de la Fundación para el Avance de la Ciencia (2005-07). Miembro Fundador de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, Sillón III, habiendo sido su vicepresidente: 2009-10 y miembro del Consejo Directivo entre 1999 y 2010. Condecoraciones: Orden Francisco de Miranda. Orden al Mérito en el Trabajo. Premio Anual del CIV, 1986. Orden Juan Manuel Cagigal, 1992. Miembro Honorario CIV, 2000. Premio Panamericano de Integración y Solidaridad, 2002. Autor de Manuales de

Higiene Industrial MSAS, 1969. Higiene Industrial, Universidad Nacional Abierta UNA, 1981 y más de 60 artículos sobre evaluación y control de la contaminación atmosférica e higiene y seguridad industrial.

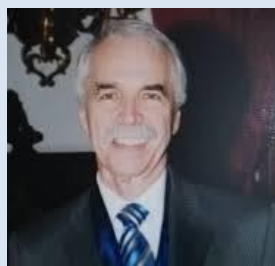
Acad. Eduardo Buroz (Miembro del comité):



Ingeniero agrónomo de la UCV, 1967. Maestría en Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos. Ingeniería y Planificación, Universidad de Oriente (UDO) - Universidad de Stanford, 1970. Especialista en Ciencias Ambientales,

UNIMET, 1990. Jefe adjunto de la Oficina de Planeamiento de Recursos Hidráulicos del Ministerio de Obras Públicas. Subsecretario ejecutivo de la Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). Asesor del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Coautor de los proyectos de ley de aguas y servicio de agua potable y saneamiento. Fue consultor del Banco Mundial y del PNUD. Experto del Programa de Cooperación Técnica Perú-Venezuela (OEA). Socio fundador de Ingeniería Caura S.A., 1976. Miembro Honorario de la Cámara Venezolana de Consultores CAVECON. Profesor en la UCV, en la Universidad de los Andes (ULA), Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT), 1974 a 1994. Nombrado profesor honorario del CIDIAT en 2024. Director - fundador del postgrado de Ingeniería Ambiental, UCAB. Individuo de Número de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Sillón V. Individuo de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, Sillón XVII, habiendo sido presidente de esta institución en los periodos 2020-2021 y 2022 - 2023. Autor o coautor de 53 trabajos científicos y profesionales; del libro Gestión Ambiental: Marco de Referencia para las Evaluaciones de Impacto Ambiental; y del libro El Agua: Una riqueza escasa. Intervino en seis capítulos en libros. Ha sido distinguido con numerosos reconocimientos y diplomas y honrado con las Órdenes al Mérito al Trabajo y Henry Pittier, Premios Juan Manuel Cagigal (2016).

Acad. José Ochoa Iturbe (Miembro del comité): Ing.



Civil UCAB 1976. MbA (mención ambiental)-Florida Atlantic University. Estudios de doctorado UCAB (falta tesis). Profesor jubilado de la UCAB (35 años de servicio), donde fue director de Escuela de Ing. Civil (1999-2007), director

de posgrado (2001-2005); Decano de la Facultad 2007-2015). Fue presidente de la Sociedad Venezolana de Ing.

Hidráulica (1999-2003) y copresidente de la red interamericana de recursos hídricos (1994-1996). Consultor nacional contratado por la OMM y UNDP (1989-1992). Profesor adjunto de la escuela de ingeniería civil de la Universidad del estado de Carolina del Norte (2010-2016). Padrino de varias promociones en las universidades UCAB

y UNIMET. Actualmente profesor asociado en UNIMET, individuo de número de la Academia (sillón XXVII) ocupando el cargo de tesorero y presidente encargado de la Academia, siendo su actual vicepresidente.

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

FORTALECIENDO LA EXPERTICIA: CONFERENCIAS GEOMINERAS PARA LOS GREMIOS PROFESIONALES DE CIUDAD GUAYANA, ESTADO BOLÍVAR

Noel MARINÑO PARDO¹

RESUMEN

Dado el creciente interés en temas geomineros en Ciudad Guayana durante 2025, dos instituciones gremiales expresaron su voluntad de promover que sus directores y afiliados profundicen en estas áreas de conocimiento, especialmente, por estar la región incursa en el Arco Minero del Orinoco (AMO).

COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA SECCIONAL GUAYANA

De esta forma, el 26 de junio de 2025, en el Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV), seccional Guayana, ubicado en Puerto Ordaz, estado Bolívar, fue el escenario de la presentación titulada "De la planificación a la producción: las etapas esenciales de un proyecto minero exitoso en Guayana, Venezuela".

Desde la perspectiva de un geólogo minero, se compartió una síntesis de las seis etapas secuenciales y fundamentales para llevar a cabo un proyecto minero exitoso. La charla se centró en la importancia de las buenas prácticas para asegurar una minería responsable, así como los aspectos positivos que la actividad minera aporta al desarrollo de la región.

Además, se hizo hincapié en la prospección geológica y la necesidad de una remediación ambiental efectiva tras las operaciones mineras. Se destacó los resultados exitosos del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) en la estabilización de los suelos y taludes para el control de la erosión y evitar el aporte de sedimentos a la cuenca hidrográfica del río Suapure, como zona de influencia de la mina de bauxita de Los Pijiguaos, municipio Cedeño del estado Bolívar.

En el siguiente enlace se accede al video de la presentación en el CIV, seccional Guayana:
<https://www.youtube.com/watch?v=I8aYKTH9jTI&t=1s>

CÁMARA DE INDUSTRIALES, MINERÍA, SERVICIOS Y AFINES DEL ESTADO BOLÍVAR

Por otra parte, el miércoles 2 de julio de 2025, la Cámara de Industriales, Minería, Servicios y Afines del estado Bolívar (Camindustrias Bolívar) acogió la presentación "Recursos de Tierras Raras en Guayana: una visión de su potencial". La exposición abordó los aspectos clave de las Tierras Raras, incluyendo su definición, descubrimiento y los 17 elementos que las componen. También se analizaron sus aplicaciones, el contexto global por país productor y los yacimientos recientemente descubiertos en Suecia y Noruega.

Además, se desarrolló el tema de **Cerro Impacto**: Su ubicación en el municipio Cedeño, estado Bolívar y las restricciones logísticas, producto de su aislamiento y condiciones climáticas extremas, con más de 3.600 mm/año de precipitación. Se completó con una relatoría de los pormenores de su descubrimiento y prospección, la limitada geología detectada y su posible potencial minero. La presentación concluyó con una reflexión crucial: En el futuro, Cerro Impacto podría convertirse en uno de los depósitos minerales más importantes a nivel mundial para la extracción responsable de Tierras Raras, niobio y torio. Sin embargo, su viabilidad económica y minera actual se ve comprometida por el acceso exclusivamente aéreo. Esto obliga a considerar el gran impacto ambiental que la construcción de una vía terrestre, asentamientos humanos y sus respectivos servicios básicos generaría en una zona selvática virgen.

Por medio de este enlace se accede al corto video divulgativo de la presentación en Camindustrias Bolívar, cortesía de @mares2006:
<https://www.youtube.com/shorts/U2SNNmTCOF0>

Si se desea profundizar sobre el tema de Cerro Impacto, se sugiere la siguiente presentación:
<https://www.youtube.com/watch?v=El4oWKrX2cc&t=216s>

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

EMPODERAMIENTO ECONÓMICO DE LA MUJER, DESARROLLO ENDÓGENO, ORGANIZACIÓN SOCIAL

Yajaira G. OLIVO CARMONA¹
Comisión de Ambiente de la ANIH

Contexto

Este artículo corresponde al proyecto: “Mujeres a la mora sin demora: una alternativa de desarrollo sostenible para la comunidad Páramo Los Uvitos, Lagunillas, Mérida”, N° VEN/SGP/OP7/Y2/CORE/BD/2021/03, financiado por el Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (Minec), e implementado por la Fundación Social Caminos de Esperanza (FUNDACAMES) en Mérida. La autora fungió como planificadora, monitoreo y seguimiento de la ejecución.

Publicado en

Cuadernos del CENDES, año 42. N° 118 Cuarta época enero-junio 2025. Caracas-Venezuela. pp. 93-109. En línea: <https://goo.su/oz1y6Z>

Revista Cuadernos del Cendes. Disponible en web UCV-Cendes: https://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_cc/index

Resumen del artículo

La comunidad del Páramo Los Uvitos en Lagunillas, Mérida, Venezuela tiene como principal actividad económica la agricultura, siendo la mora el rubro de mayor importancia. A través del proyecto «Mujeres a la mora sin demora», financiado por el PPD/PNUD/ FMAM, y ejecutado por la Fundación Social Caminos de Esperanza, se incorporaron 10 familias lideradas por mujeres, a la producción agroecológica de mora completamente orgánica y sus derivados. Para ello, se desarrolló un programa de fortalecimiento de las capacidades para el manejo agroecológico del cultivo de mora y el manejo de emprendimientos. La organización social fue clave para promover el empoderamiento económico de la mujer del Páramo Los Uvitos e incorporarla a la población económicamente activa, participando del desarrollo sostenible de esta región.

Palabras clave: Empoderamiento económico de la mujer / ODS 5 / Proyecto socio-productivo / Lagunillas- Mérida.

¹ Ingeniero Químico, Universidad de los Andes (ULA), Mérida, M.Sc. en Gerencia y en Planificación y Desarrollo de los Recursos Hidráulicos, CIDIAT, ULA, Mérida. Profesora Investigadora del CIDIAT-ULA, adscrita al Vicerrectorado Académico de la ULA. Correo-e: olivocyajaira@ula.ve/ ingyajairaolivo@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0005-0142-9671>

**RECONOCIMIENTOS A
ACADÉMICOS Y COMISIONADOS**

RECONOCIMIENTOS A ACADÉMICOS Y COMISIONADOS DE LA ANIH

ACAD. FRANCISCO PIMENTEL. MEDALLA 80 AÑOS COLEGIO DE ARQUITECTOS DE VENEZUELA



COLEGIO de ARQUITECTOS de VENEZUELA
R.F. J-00223280-3, NIT. 0075860277



Caracas, 24 de junio de 2025

Ciudadano
Dr. Arq. FRANCISCO PIMENTEL
Presente.-

De nuestra mayor consideración

En atención a los valiosos aportes y larga trayectoria de servicios fundamentales para el desarrollo de la Arquitectura venezolana, la Junta Directiva Nacional del Colegio de Arquitectos de Venezuela (CAV) ha decidido conferirle la distinción

"MEDALLA 80 ANIVERSARIO"

La entrega se le hará en el marco del evento Día Nacional del Arquitecto, el venidero 4 de julio en el Aula Magna de la Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, 2:30pm. Igualmente, esperamos contar con su honrosa presencia en el presidium de dicho evento, en calidad de Epónimo del "Reconocimiento a la Excelencia Académica Francisco Pimentel Malaussena".

Nos despedimos enviándole un saludo de consideración y alta estima.

Atentamente,



Dra. Arq. Marianella Genatios Sequera
Presidente del Colegio de Arquitectos de Venezuela

Anexo: postal de invitación

INVITACIÓN
DÍA NACIONAL DEL ARQUITECTO

PROGRAMA
ENTREGA DE CONDECORACIONES:
- EXCELENCIA ACADÉMICA
FRANCISCO PIMENTEL MALAUSSENA
- ORDEN CARLOS GUIMAND SANDOZ
- ORDEN COLEGIO DE ARQUITECTOS DE VENEZUELA
- ORDEN CARLOS RAÚL VILLANUEVA

PREMIACIÓN DE LA XIV BIENAL VENEZOLANA DE ARQUITECTURA
ORADOR DE ORDEN: Dr. Arq. FRANCISCO PIMENTEL MALAUSSENA
CLAUSURA: Dra. Arq. MARIANELLA GENATIOS SEQUERA

OSV ORQUESTA SINFÓNICA DE VENEZUELA

BRINDIS
VIERNES, 4 DE JULIO DE 2025 - 3:00 PM
AULA MAGNA
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO, CARACAS
CÓDIGO DE VESTIMENTA: FORMAL
E.S.V.P.: EMAIL: CAV.CONTACTANOS@GMAIL.COM

Sección Venezolana de:
UNIÓN INTERNACIONAL DE ARQUITECTOS U.I.A.
FEDERACIÓN PANAMERICANA DE ASOCIACIONES DE ARQUITECTOS F.P.A.A.
REGIONAL DE ARQUITECTOS DEL GRUPO ANDINO R.A.G.A.

Dirección: Oficina CAV en Colegio de Ingenieros de Venezuela, Av. Ppt. Quebrada Honda, 2º piso, Caracas, Venezuela
www.cav.net.ve Email: cavcontactanos@gmail.com juntadirectiva.cav@gmail.com Teléfono: 0058-412-9712171

RESEÑAS

DISCURSO CONMEMORATIVO DE LOS SESENTA AÑOS DEL CIDAT

5 de agosto de 2025

Eduardo BUROZ CASTILLO

Honorables Rector, Vicerrectores y Secretario de la Universidad de los Andes, Distinguidos Decanos y Directores de Facultades y Escuelas, Respetados profesores, Estimados estudiantes: Ilustres Presidente y respetables académicos de la Academia de Mérida. Dignos Presidente y respetables académicos y demás miembros de la Ilustre Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat. Eminentes Director y miembros del cuerpo profesoral del Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial. Distinguidos invitados. Señoras y señores.

Permítanme iniciar estas palabras manifestando lo profundamente que me ha conmovido la ocasión de estar ante su presencia para expresar el inmenso orgullo que como venezolano e hispanoamericano siento al haber sido invitado a exponer la trayectoria de una corporación que a lo largo de sus sesenta años ha trascendido fronteras y ha formado al cuerpo de profesionales de los países Iberoamérica y el Caribe, que en gran mayoría, son responsables del manejo de las aguas y de la gestión ambiental de sus respectivas naciones. La inmensa responsabilidad que se me ha concedido demanda expresar mi agradecimiento por la confianza que se me otorga y la honra que siento de dirigirme a ustedes en esta celebración tan especial. Narraré los acontecimientos que nos han conducido a esta conmemoración desde una óptica personal.

Siendo estudiante de ingeniería agronómica en la década de los sesenta tuve ocasión de ser alumno del ingeniero Javier López Díaz. Sus clases en la orientación de ingeniería agrícola, una de las ramas especializadas por las cuales debíamos decidir al culminar el ciclo básico de nuestros estudios, nos estimulaban y nos invitaban a apresurar el tiempo para integrarnos en las nuevas hornadas de profesionales que debían convertir a Venezuela en un país de agricultura bajo riego equiparable a Méjico, a España o Argentina, que eran los modelos que percibíamos como una aspiración posible.

En aquellos días conocíamos los éxitos del sistema de riego Guárico, del, a punto de concluirse, sistema de riego de Las Majaguas, las innovaciones del riego por aspersión que estaban adoptando los productores de hortalizas de piso bajo y las precisas dotaciones de agua de riego para incrementar el brix en el cultivo de caña de azúcar en las feraces tierras de los valles de Aragua.

¿Por qué inició con esta anécdota? Porque un día de esos años se corrió la voz entre los estudiantes: *el profesor López se fue al CIDAT en Mérida*. La curiosidad cundió inmediatamente, *¿Qué es el CIDAT?: un nuevo centro que ha promovido la OEA para capacitar a los profesionales responsables del desarrollo de aguas y tierras para la agricultura. Interesante, pero si ya teníamos aquí en la facultad el*

Curso Nacional de Riego y Drenaje que aspirábamos a que se convirtiera en un postgrado ¿Y porque en Mérida si allí no hay facultad de Agronomía?

A pesar de mi larga relación con esta querida y admirada institución, la respuesta a aquellas preguntas las vine a encontrar en un documento de fecha relativamente reciente, elaborado por el Ing. Tomas Alberto Bandes, quien fuera uno de los Directores del CIDAT y de sus egresados en la maestría de Desarrollo de los Recursos Hidráulicos, sobre la cual haré especial mención, pues constituyó mi vínculo inicial como profesor de esta institución.

El Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDAT) se originó a partir del Proyecto 213 de la Organización de Estados Americanos (OEA) en 1961, cuyo objetivo era crear un polo que apoyara el desarrollo de los recursos hídricos y terrestres en la región

El Rector Magnífico de la Universidad de los Andes Dr. Pedro Rincón Gutiérrez tuvo la certera visión de gestionar ante la Organización de Estados Americanos (OEA), con el respaldo de la ULA y del gobierno venezolano, que la sede y el soporte académico para radicar el proyecto de desarrollo integral de recursos hídricos y tierras en América Latina, que venía adelantando de modo itinerante la OEA, fuese la ciudad de Mérida, Venezuela y su universidad.

Tras estudios y reuniones internacionales, en 1965 se firmó el acuerdo formal entre la OEA, el gobierno venezolano y la ULA para iniciar labores, enfocándose en la gestión del agua, conservación ambiental y formación profesional. Desde entonces, el CIDAT ha cumplido su misión de apoyar el desarrollo sostenible de recursos naturales en la región, consolidándose como un importante centro académico y técnico.

En sus inicios, el CIDAT se enfocó en la gestión integral del agua y el suelo con fines agrícolas y en la formación de profesionales para llevarla a cabo. Su primer periodo

En 1972 se le concedió una maestría en Desarrollo de Recursos de Aguas y Tierras, consolidando su oferta académica. Se inició así su segundo periodo.

En la década de los noventa, nuevamente el Dr. Pedro Rincón Gutiérrez fue una figura clave en el desarrollo del CIDAT, impulsando el reconocimiento nacional e internacional del Centro de modo que, en 1995, gestionó la participación del Banco Interamericano de Desarrollo para el

establecimiento de una maestría en Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente. El inicio del tercer periodo.

Estas tres fechas marcan etapas muy significativas en la historia académica del CIDIAT.

El primero centrado en el manejo de aguas y tierras con fines agrícolas, atrajo a multitud de colegas de la diversidad de países americanos y hasta europeos, a postularse como profesores y, como es obvio a presentarse ante la novel institución para cursar la gama de cursos que ofrecía el CIDIAT. Con una acertada política académica desde sus inicios adoptó la formación de nivel maestría con exigentes requisitos, pero también la conveniente y necesaria formación en cursos de mejoramiento profesional, que al estar focalizados sobre temas concretos podían alcanzar los elevados niveles formativos requeridos por la excelencia profesional de quienes los cursaran. Dado el nivel y exigencia de estos cursos su aprobación podía constituirse posteriormente en acreditación de materias para estudios de postgrado.

Muchos de mis colegas de las promociones de ingenieros agrónomos de fines de los sesenta y comienzos de los setenta pasaron por las aulas del CIDIAT para constituirse en verdaderos ingenieros de riego y drenaje. Con diversas subespecialidades como edafotecnia, riego por aspersión, climatología agrícola, adecuación de tierras para riego, operación y mantenimiento de sistemas de riego, drenaje superficial y subterráneo, gestión de aguas subterráneas y muchas otras. Los profesores de este periodo marcaron huella indeleble en el desarrollo de la institución.

Como se mencionó a inicios de los setenta ocurrió un cambio en el enfoque formativo del CIDIAT. Este cambio provino de la nueva política de gestión de recursos hidráulicos. Tradicionalmente la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas había estado orientada al riego y drenaje, incluso en algún momento de la evolución del Ministerio había tomado el nombre de Dirección de Obras de Riego, tanto que a fines de los años cuarenta se elaboró allí el Plan Nacional de Riego.

Sin embargo, con el desarrollo de nuevas generaciones de ingenieros hidráulicos en prestigiosas universidades de Estados Unidos de América y Europa y con el aporte de la ingenieros españoles recibidos en el país como producto de la diáspora provocada por las terribles circunstancias de la guerra civil comenzaron a considerarse las ideas de uso múltiple de las aguas y embalses de propósitos diversos.

El primer caso fue la concepción del Dr. Pedro Pablo Azpurua para asumir la planificación de la cuenca del Tuy. En aquella época y dentro de una tradición de siglos, se regaba en la cuenca del Tuy, pero también ya se estaban aprovechando sus aguas para el abastecimiento de Caracas. Por su parte los ingenieros egresados de estudios de postgrado en la Universidad de Stanford se había familiarizado con las ideas que regían el Plan de Aguas de California.

La congruencia de estas ideas determinó el establecimiento de la Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos (COPLANARH), capaz de aprovechar los numerosos estudios preliminares de aprovechamiento de cuencas que cubrían una elevada proporción del territorio al norte del río Orinoco.

Formar ingenieros para asumir este nuevo enfoque para la administración de las aguas se constituyó en una necesidad perentoria. Pero, surgió la limitación económica de enviar una cantidad masiva de profesionales a estudiar en los Estados Unidos de América y específicamente, en la Universidad de Stanford, fue allí donde se decidió plantearse invertir el proceso, lo cual se logró gracias a las diligencias del Ing. Leopoldo Ayala, a la sazón Subsecretario Ejecutivo de COPLANARH y la diligente colaboración del profesor Ray K. Linsley.

Pero los profesores de la Universidad de Stanford impusieron varias condiciones, difíciles de aceptar por las universidades nacionales de tradición. Ellos dictarían sus clases en inglés y evaluarían según su sistema y los alumnos debían comprometerse con el Código de Honor, de respeto a la competitividad y singularidad incluso para estudiar. Se usarían sus libros de texto. Además, el tiempo de duración de la formación sería de tres años pues solo podrían dictar las clases durante el verano y la tesis de grado sería seleccionada al término del primer año, para tener el tiempo necesario para desarrollarla y recibir las orientaciones de los profesores.

La recientemente creada Universidad de Oriente, dado su carácter experimental, aceptó acoger el postgrado bajo esas condiciones. En la medida que este fue graduando profesionales, algunos de ellos comenzaron a ser docentes en las diferentes áreas del postgrado en las universidades tradicionales. Entre otras razones ello determinó que se iniciaran las evaluaciones sobre donde se podría radicar el curso y hacer su transferencia gradual a profesores venezolanos.

Así conocí al CIDIAT cuando en compañía de los Ingenieros Arnoldo José Gabaldón y Juan Bosco Azpurua nos trasladamos a Mérida para iniciar conversaciones con el Director Nacional del CIDIAT Ing. Germán Uzcátegui, a fin de explorar la posibilidad de trasladar la maestría a Mérida y al CIDIAT con el reconocimiento por parte de la ULA y dentro del financiamiento de la OEA.

Con la acogida del postgrado de *Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Ingeniería y Planificación* se inició un nuevo periodo en el CIDIAT. Para cubrir las materias dictadas por los profesores estadounidenses se incorporaron docentes de la facultad de ingeniería de la ULA, en otros casos, como en el mío en particular, nos incorporamos como asistentes de los profesores extranjeros, así tuve la honra de trabajar por dos años como asistente del profesor Ray K. Linsley en la cátedra de Planificación de Recursos Hidráulicos y luego formando equipo con el profesor Roger Amisial, hasta encargarme

totalmente de ella hacia finales de los setenta y regentarla hasta mediados de los noventa.

El postgrado de Planificación de Recursos Hidráulicos de modo de cubrir todas las necesidades de capacitación del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales debió ser complementado con otro en Obras Hidráulicas con un pensum por demás interesante pues no solo cubría las materias de ingeniería hidráulica necesarias para el diseño de proyectos, sino que incluyó materias correspondientes a las técnicas de construcción de obras hidráulicas.

El MARNR que ya había decidido que su centro de formación y capacitación sería el CIDIAT, que lo reconocía como la *Universidad del Ambiente*; solicitó desarrollar un conjunto de cursos que pudieran entrenar en corto tiempo a los funcionarios del nuevo Ministerio. Se abrió así la puerta a la gran transformación del CIDIAT al pasar a ser el futuro Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial.

Esos cursos cortos ofrecidos, no solo a venezolanos sino a estudiantes iberoamericanos, pronto fueron demandados por el proceso de formación de las instituciones de gestión ambiental en el subcontinente.

A mediados de los setenta por una de esas circunstancias, que cuando ocurren determinan la vida, fui invitado a participar en el Proyecto Gestión del Agua y Medio Ambiente en América Latina que adelantaba la CEPAL y allí tuve la oportunidad de conocer y establecer una sólida amistad con uno de los más importantes científicos ambientales de Hispanoamérica, el Dr. Jorge Rabinovich, que para esa época era docente de la Universidad Simón Bolívar e investigador del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

Él había culminado recientemente su doctorado y se había imbuido de las ideas del Dr. C.S. Holling que había integrado la ecología con los modelos de simulación e introducido el concepto del ciclo y la gestión adaptativa. Por aquellos años también se trataban de aplicar en Venezuela las ideas de optimización de proyectos usando técnicas de investigación de operaciones, lo que se conoció como el método Harvard de planificación de recursos hidráulicos.

El estudio de casos que se me había encargado desarrollar para el proyecto de la CEPAL era el relativo al proceso de acidificación de suelos en la isla de Guara como consecuencia de su habilitación como tierras mediante obras de drenaje. Un caso de afectación ambiental derivado de un desarrollo de tierras agrícolas. El caso se adaptaba a un enfoque de adaptación pues para la fecha ya se conocía la razón de lo sucedido y se habían propuesto las correcciones técnicas al proyecto de modo de lograr el uso propuesto, pero también se había creado un clima adverso por las consecuencias que había tenido.

Pronto en los talleres de trabajo que tuvieron lugar en Santiago de Chile surgieron los juicios sobre la falta de una

evaluación de impacto ambiental. En realidad, el trabajo que debía desarrollar era una evaluación de impacto ambiental ex – post y una propuesta de desarrollo adaptativo en caso de seguir adelante con el proyecto.

El Dr. Rabinovich que a su vez estaba participando en el proyecto con un modelo de simulación de afectación de la cobertura boscosa de la cuenca del río Caroní y la eventual producción de sedimentos capaz de afectar a la presa de Guri y que conocía de los primeros enfoques de evaluación de impacto ambiental ex ante como: el método de listas y el método de Leopold me ayudó recomendándome libros y artículos de última generación sobre aquellos temas tan novedosos, a la vez que en sesiones de trabajo conjuntas intercambiamos ideas y conocimientos sobre nuestras respectivas responsabilidades.

Así inicie mi carrera en temas ambientales. Culminado el estudio de la CEPAL, abordamos un nuevo proyecto la evaluación de impacto ambiental de la preconcepción del Proyecto Orinoco Apure. Nuevamente nos enfrentamos a cómo llevar adelante ese trabajo, a decidir cuales debían ser los indicadores de los impactos ambientales y como crear un índice que los integrara, así nació el Método de Criterios Relevantes Integrados, modificado posteriormente por Javier López y Ana Teresa Senior y ampliamente difundido como método de evaluación de impacto ambiental.

Comenzamos a difundirlo en jornadas, congresos, charlas y conferencias hasta que pasamos a la enseñanza y allí comenzó otra etapa de mi carrera en el CIDIAT y de mi integración al tercer periodo de la institución.

El CIDIAT me envió a numerosos países de Hispanoamérica a dictar cursos de evaluación de impacto ambiental. A la vez en el seno de la institución se iban conformando especialistas en esta materia, algunos de ellos aún activos y presentes en este acto.

En aquellos días, me mencionaban que se había incorporado un nuevo profesor al CIDIAT muy versado en gestión ambiental, el ingeniero Pedro Misle Benítez y dio la casualidad de que 1986., el CIDIAT nos envió a Quito, Ecuador a dictar un Curso de Evaluación de Impacto Ambiental para funcionarios del Ministerio de Energía y Minas. Ambos llegamos al mismo hotel y de inmediato se estableció una empatía y amistad que perduro hasta su prematura muerte. Lo interesante de esta anécdota es que el profesor Benítez intercambió ideas conmigo sobre el postgrado en Gestión de Recursos Naturales y Ambiente que se proponía desarrollar el CIDIAT, con base a la experiencia acumulada por sus profesores y a la interacción lograda con el Foro Latinoamericano de Ciencias Ambientales (FLACAM) en Argentina.

En 1989 recibí, para mis comentarios, la propuesta de Postgrado a nivel de maestría en Gerencia Ambiental. Para 1992 el proceso parecía haberse estancado, por lo que en el marco del Convenio Ingeniería Caura - CIDIAT preparé un

propuesta de Curso Postgrado a nivel de Especialización en Ciencias Ambientales, que podría desarrollarse como diplomado con aprobación de las materias para validarlas una vez obtenida la aprobación de la Especialización. Tampoco esta opción tuvo éxito.

Para esos años ya me había involucrado en la creación del Postgrado de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello. Sin embargo, un día de 1995 recibí la gratísima información de que el Consejo Nacional de Universidades había aprobado el postgrado en Gestión de Recursos Naturales y Ambiente y se había obtenido un aporte del Banco Interamericano de Desarrollo para su financiamiento inicial.

Como comprenderán sentí una gran satisfacción al saber que se había concretado aquella idea que habíamos conversado en las sobremesas de una estadía común en Quito.

Los reconocimientos en un acto como el que nos convoca suelen ser un compromiso extremo, por la calidad profesional y humana del cuerpo docente del CIDIAT. Sin embargo, tomaré este riesgo porque de no hacerlo no sería fiel a la demanda de mi conciencia. Lo haré desde la perspectiva del simbolismo de los tres periodos.

Para todos aquellos que por las restricciones de tiempo no nombre mi más profundo reconocimiento como miembros del cuerpo docente del CIDIAT.

Una institución no perdura sesenta años y aspiramos que, para siempre, sino es dirigida con sapiencia, con firmeza, con apego a normas, pero además con liderazgo, empatía, cordialidad, sinergia y estímulos. Esos son los méritos que reconozco en los Coordinadores Internacionales y Directores Nacionales del CIDIAT: Carlos Grassi, Roger Amisial, German Uzcátegui, Rafael Rojas, Tomas Alberto Bandes, Hervé Jegat, Carlos Espinoza y Luis Sandia. Hoy en día varios de ellos Académicos de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Los profesores Carlos Grassi y Aldo Norero ocupan lugar significativo en la primera etapa del CIDIAT. Las contribuciones de los profesores German Uzcátegui, Roger Amisial y Hervé Jegat fueron sustantivas durante el segundo periodo. El profesor Alfredo De León fue líder indiscutible de la enseñanza de proyecto y construcción de obras hidráulicas durante el segundo periodo. Me es muy grato reconocer la tarea desarrollada por mis sucesores en la cátedra de Planificación de Recursos Hidráulicos, los profesores José María de Viana y Angela Henao con quienes mantengo constante intercambio de ideas y nuevos conocimientos.

Durante la tercera etapa un recuerdo muy sensible para el profesor Pedro Misle Benítez, por su clara concepción de la gestión ambiental y su probada capacidad gerencial para llevarla a cabo cuando debió hacer frente a las noveles Hidro Andes e Hidroven, recién creadas instituciones para proveer el servicio de agua potable y saneamiento. Justo sería recopilar su obra escrita y desarrollar su biografía.

En particular, en esa etapa, me nutrí de los adelantos en metodologías de evaluaciones ambientales que introdujo el profesor Jacobo Dueck y es menester reconocer el desempeño de los profesores Armando Cubillos, Carlos Espinoza, Miguel Cabezas y Jose Antonio Pérez Roa durante este tercer periodo.

Al profesor Luis Sandia debemos la reconceptualización del CIDIAT expuesta magistralmente en su trabajo de incorporación a La Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat y que, tal como lo expuso, será el Agua y el Desarrollo Sustentable el marco para un cuarto periodo.

Este relato sucinto de la historia del CIDIAT lo hemos concluido con la propuesta del Profesor Sandia. Ciertamente la historia es el camino que nos conduce a la puerta del futuro. Sorprende la amplitud el espacio que aparece al cruzar esa puerta, una gama de paisajes se muestra ante los ojos del caminante que no puede parar porque la historia no espera. Hay que hacer el camino, nos enseñó Antonio Machado. *Caminante no hay camino, se hace camino al andar*. Pero, los caminos no se emprenden sin avíos ni cayados. Hay un avío: la concepción del desarrollo sostenible y hay un cayado: nuestra imaginación y la fortaleza del conocimiento teórico y práctico.

Recientemente oímos una brillante conferencia del Dr. Rojas López sobre *El Territorio: Huellas Geográficas y Geo Filosóficas en el Camino Actual* que muestra como esa conjunción de pensamiento y reflexión sobre las teorías propuesta por los pensadores debe contrastarse con las experiencias prácticas y cómo estas obedecen a devenires históricos.

El CIDIAT está llamado a sentar cátedra sobre cómo gestionar las aguas de modo que satisfagan las necesidades humanas básicas y aquellas que constituyen de las necesidades afectivas del hombre.

El conocimiento sobre las primeras: el agua para el sustento vital y la producción de alimentos han sido el principal articular de la trayectoria de la institución.

Con el arribo de la planificación de recursos hidráulicos centrada en la mejor asignación posible de las aguas de modo de lograr un balance cero entre la oferta y la demanda de agua, se introdujeron los métodos cuantitativos: probabilísticos y determinísticos para estimar la producción de las aguas. Del lado de la demanda, las dotaciones de agua para riego comenzaron a mejorarse con la introducción de los coeficientes de cultivo y los balances hídricos conforme el estadio de desarrollo de las plantas. En el caso de la demanda de agua urbana, fue a mediados de los ochenta cuando se introdujeron estimaciones basadas en las características de las ciudades.

Hoy debe considerarse la cuenca alta y su manejo para garantizar la producción de las aguas. La ingeniería de manejo de cuencas ha superado ampliamente las obras de control de erosión civiles y agronómicas y el establecimiento de restricciones de uso de la tierra. La integración clima –

vegetación – suelo - agua en toda su integridad determina las prácticas de manejo de cuencas con el propósito de garantizar su producción y establecer el costo de la gestión de las aguas a ese nivel y su transferencia a los usuarios que aprovechan los recursos, bien a través de sistemas impositivos o tarifarios.

De igual modo hay que garantizar la calidad de las aguas en la cuenca baja para recuperar las perturbaciones ocasionadas por los usos en la sección media y en la propia sección baja. Para ello se requieren conocimientos de tecnología digital y aeronáutica de drones para abaratar el costo de las inspecciones y localización de fuentes de contaminación puntuales y difusas. No es posible detallar más, pero esos son parte de los grandes retos por asumir en el cuarto periodo del CIDAT.

En esos planteamientos aún no hemos trascendido a las dimensiones exigidas por el desarrollo sustentable que demandan la reflexión sobre el papel de los seres humanos en la complejidad del mundo natural donde necesariamente reside la capacidad de sobrevivencia de nuestra especie. Maslow estudio las necesidades de afiliación, estima, autorrealización de cada ser humano y su desenvolvimiento social.

La consideración de las necesidades del hombre en su relación con la naturaleza y de cómo desarrollar las capacidades para alcanzar una justa relación constituye un debate central del desarrollo sustentable. Es así como en un intento de dar respuesta a estos interrogantes ha surgido una novedosa área de investigación: *la antropología ecológica* que estudia las complejas relaciones entre los seres humanos y su entorno, considerando cómo las culturas humanas se adaptan y cómo modifican los ecosistemas, y cómo a su vez, el ambiente influye en las sociedades y sus culturas.

El enunciado no indica la enorme complejidad que implica y que ha dado lugar a controversias vitales en su interpretación que demandan solventar conflictos sociales y económicas y allí necesariamente es determinante la política.

Aparecen y desaparecen posturas frente a cómo entender esta la relación al pasar de *dominar* a **compartir**. Tomo una cita de las profesoras Evelyn Rodríguez y Ana Luz Quintanilla de la Universidad de Colima en México que me parece que ilustra claramente la realidad que ha de abarcar el Cuarto Periodo del CIDAT:

La vida es un entramado de interconexiones, que al suprimir varias de ellas, la propia vida de las plantas, animales y humanos se transforma en un caos, debido a multifactores y por la presión de las demandas de la población creciente, el desarrollo industrial que no atiende medidas para manejar los impactos y los malos manejos de los espacios productivos, lo que está lamentablemente muy cerca de ser irreversible.

La inclusión del CIDAT como parte de la Universidad de Los Andes es propicia para el seguimiento del desenvolvimiento de estas ideas en el marco de debates que seguramente ya están ocurriendo en sus escuelas y centros de investigación donde necesariamente deben ser un tema obligado.

La ancestral cultura merideña provee algunas respuestas, Don Tulio Febres Cordero, según su biógrafo y Ildefonso Méndez Salcedo nos enseña que es posible y conveniente abordar conjuntamente los hechos de la historia formal con los de la historia cotidiana (costumbres, creencias, modos de vida, etc.), pues estas expresiones ayudan a entender la psicología de los pueblos, en su caso de la región andina. De eso trata la *novedosa propuesta* de la antropología ecológica. Y anotó tres moralejas tomadas de sus cuentos *Los Anteojos Maravillosos*, *La Mata de Centavos* y *La Lluvia de Oro*. En el primero nos da una lección de pedagogía, muy pertinente en estos tiempos de tanta información y de tan exuberante producción intelectual que resulta casi imposible obtener un juicio de su lectura. Advierte Don Tulio: *Leer no es estudiar; quien no medita no aprende*. En el segundo enseña como la naturaleza rinde cuando se trabaja junto a ella con tesón, comprendiéndola y ayudándola y en el último expone el daño que se comete cuando la ambición de poseer más allá de lo que la naturaleza otorga se apodera de la sociedad.

Ante la irrupción de cambios de todo orden, que se atribuyen a la agenda 2030, como marco del desarrollo sustentable y las tensiones que algunos de ellos han provocado a la sociedad occidental, es oportuno recordar que 1955 Don Mariano Picón Salas publicó su obra *Crisis, cambio, tradición : ensayos sobre la forma de nuestra cultura* donde advierte sobre el modo de conciliar las tradiciones con los cambios que estaban ocurriendo para esa fecha argumentando que la verdadera tradición no es un conjunto de elementos estáticos, sino un proceso dinámico que evoluciona con el tiempo y que debe ser entendido como un diálogo entre el pasado y el presente. Ve la crisis como una oportunidad para la transformación y el cambio, instando a la sociedad venezolana a asumir un papel activo en la construcción de su futuro y destaca la importancia de la cultura como un factor clave para el desarrollo promoviendo la reflexión y el debate como herramientas para la construcción de una sociedad más justa y equitativa.

Esa es justamente la ventaja del CIDAT como institución propia de una de las primeras universidades del país para fortalecer su desarrollo que abarca desde el uso agrícola del agua, el abastecimiento de agua potable y el saneamiento, la planificación de recursos hidráulicos, el proyecto y construcción de las obras correspondientes, la gestión del ambiente, puesto que el agua es componente inseparable de otros recursos naturales y ahora, apoyar al desarrollo de la ingeniería para gestión del medio natural y del construido, en concordancia con los principios ambientales que fundamentan el desarrollo sustentable.

Un doble enfoque en las necesarias investigaciones que soporten la docencia profesional: el propia del manejo del recurso agua y el ambiente biogeofísico y las de orden humanístico que configuren nuestra particular interpretación de los objetivos del desarrollo sustentable en armonía con nuestra cultura.

Como lo hemos mencionado la nueva doctrina con relación al cuarto periodo en su enfoque sobre el desarrollo sustentable fue expuesta por el Académico. Luis Sandia y acotada ante circunstancias particulares de gestión de las aguas por quien les habla. Sin embargo, es menester hacer algunas consideraciones sobre la complejidad que representa el tránsito de un país rentista a uno sustentado en el esfuerzo ciudadano para contribuir con las necesidades del bienestar para todos. Nuestras soluciones tendrán que pasar por evaluaciones de sostenibilidad y estas van a tener que incluir el modo de financiarlas y de cómo cancelar el patrocinio, cuando este provenga de fuentes que así lo demanden, de cómo obtener los fondos para cubrir los gastos operacionales y de mantenimiento y hasta de cubrir las depreciaciones para reponer equipos y nuevas inversiones para mejoramiento y expansión.

Pero, además, las evaluaciones deberán considerar la capacidad de la sociedad de asumir los costos tanto si son imputables al conjunto nacional como si solo corresponden a los usuarios o beneficiarios de las acciones. No se trata de generar rentabilidad de las obras públicas, se trata de garantizar su sostenibilidad económica.

En el caso de acciones a ser asumidas por el sector privado, es natural que el inversionista aspire una ganancia que lo estimule a correr el riesgo y que compita con otras posibilidades de inversión. La introducción de la variable económica tiene que compadecerse con realidades tecnológicas, con análisis de riesgos, lo que a su vez implica, determinación de amenazas y evaluación de vulnerabilidades. Mas conocimiento requerido: manejo de series de tiempo que permitan cálculos probabilísticos, obtener la información necesaria para ello requiere de compilación de eventos históricos y conocimiento para trasladar información no medida, subjetiva, a datos con un nivel de aproximación razonable, pero también requiere capacidad para interpretar informaciones satelitales provista por los sistemas mundiales de comunicación de datos.

La complejidad de las evaluaciones de sostenibilidad requiere la aceptación de las soluciones, para lo cual hay que considerar la participación local e instrumentar sistemas de gobernanza. La gobernanza ha sido definida por el Académico Raúl Alegrét como: *el proceso que trata sobre cómo se toman y se ejecutan las decisiones, con la participación de diversos actores: el Estado y sus instituciones; y la Sociedad Civil, particularmente los sectores productivos y las comunidades. Una gobernanza de calidad implica eficiencia en la utilización de los recursos públicos, la pronta resolución de problemas concretos de la ciudadanía, la correspondencia entre ofertas y realizaciones, la intercomunicación fluida y la información confiable sobre las ejecutorias.*

Es el reto académico para el cuarto periodo del CIDIAT desarrollar capacidades para cumplir con estos requisitos de gobernanza. Uno de ellos, la información, en el caso del agua, por ejemplo, se trata de recopilar, analizar y difundir información sobre los recursos hídricos y su gestión. Su objetivo principal es apoyar la toma de decisiones informadas en relación con el agua, promoviendo la sostenibilidad y la

eficiencia en su uso. Para lo cual hay que proveer información sobre la disponibilidad del agua, la demanda, la calidad, las infraestructuras hídricas y su mantenimiento, realizar un seguimiento continuo de la situación hídrica, evaluar el estado de los recursos y el cumplimiento de las normativas y objetivos de gestión, identificar problemas, tendencias y buenas prácticas; apoyar en la adaptación de la gestión del agua a los efectos del cambio climático, como sequías, inundaciones y otros eventos extremos. Estas consideraciones generales deben adaptarse a usos sectoriales específicos como abastecimiento y saneamiento urbano, riego y drenaje.

Las soluciones a los diversos desafíos del manejo sustentable, de modo de alcanzar los objetivos de la Agenda 2030, tal como han sido consideradas por el sistema de las Naciones Unidas, en su Foro Político de Alto Nivel sobre el Desarrollo Sostenible deben ser, inclusivas y basadas en la ciencia y la evidencia. La respuesta de la comunidad científica a este respecto ha sido las soluciones basadas en la naturaleza, es decir, aquellas capaces de proteger, restaurar, aumentar la resiliencia y la capacidad de los ecosistemas naturales y contruidos para abordar desafíos como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Para ilustrar, con ejemplos, cuales pueden estar medidas en el caso de las aguas, citamos algunas de las propuestas por ONGAWA, que es una ONG que utiliza la tecnología para el servicio del desarrollo humano y cuyas áreas de trabajo, entre otras, comprenden el agua y saneamiento y la agricultura. De su larga lista y solo como ilustración indicamos: revegetación de cuencas, reconexión de ríos y llanuras de inundación, restauración de riberas (incluyendo corredores ecológicos), zonas de amortiguación ribereñas, construcción de humedales artificiales, pavimentos permeables, prácticas agrícolas como agro-silvo-pastoreo, control biológico de plagas y uso de biofertilizantes.

A las soluciones basadas en la naturaleza deben sumarse las derivadas de los avances tecnológicos, seguiremos mencionando ejemplos en agricultura y agua potable y saneamiento.

El desarrollo tecnológico en la agricultura está determinando un cambio profundo en las escuelas de formación en ingenierías del agro. Estas innovaciones han sido asombrosas, múltiples, crecientes, diversas. Entre otras técnicas, comprenden modelos de simulación matemática de crecimiento de cultivos, de movilización en la cadena de valor, de gestión de fincas ganaderas, de análisis mecanicistas de los procesos bio-físico-químicos que determinan la producción agropecuaria, agro digitalización, agricultura de precisión, geomática e ingeniería satelital, tokenización, agro finanzas digitales, ciberseguridad, nuevas maquinarias y robotización, ciencia de los datos, gestión de redes, gestión del sistema de agroalimentario u nutrición y sistemas controlados de producción, que incluyen: vigilancia permanente de cultivos hortícolas y aplicación instantánea de sistemas de control, iluminación y producción de 24 horas, nutrición hidropónica y aeropónica y uso extensivo de sensores y de controladores lógicos programables).

La gestión del agua potable y saneamiento también está cambiando aceleradamente. La escasez del recurso se ha manifestado en numerosas partes del planeta. Ha crecido la conciencia de que no se puede perder una gota de agua y por tanto la corrección de su uso ineficiente y la recuperación de su calidad son los determinantes de los avances tecnológicos a incorporar por las instituciones responsables de la prestación de estos servicios y en consecuencia introducir en las capacidades a desarrollar en las escuelas de formación como el CIDIAT, estamos hablando de temas como: la digitalización, la automatización, el monitoreo remoto y el tratamiento avanzado de aguas. En el suministro y distribución de las aguas ya es común el uso de sensores de presión, caudal, nivel y calidad del agua; captación, registro y análisis de grandes datos; automatización de procesos de distribución y tratamiento; simulaciones de operación y uso de gemelos digitales; nuevos equipamientos sanitarios; tratamiento avanzado de aguas residuales, desalinización y uso de aguas grises. Estas tecnologías mejoran la eficiencia y la calidad del servicio, al garantizar cantidad, calidad, presión y continuidad, pero como comentamos previamente su compromiso social demanda que opere con precios mínimos para mantener tarifas asequibles y lograr que sus ingresos satisfagan los costos operacionales y permitan mejoras. Una conjunción muy compleja de ingeniería, economía, administración, información, educación, comunicación bidireccional y gerencia eficaz. El reto es preparar los técnicos y gerentes capaces de comprender todas las dimensiones del servicio.

Al asumir la integralidad de la gestión de las aguas para el desarrollo sostenible se deben incorporar temas que pueden retornar con la importancia que tuvieron en el pasado como la navegación fluvial. Sobre todo, si se reinicia la investigación para determinar en el largo plazo cuál y cómo debería ser el modelo de desarrollo de Guayana y su implementación.

Sin duda alguna el río Orinoco y su red hidrográfica son tronco y ramas de futuro. Las comunicaciones en ese territorio deberán vía aérea y fluvial con el objeto de preservar al máximo su condición de reserva de biosfera y su aporte a los equilibrios climáticos. Debemos reconocer que la Orinoquía es un territorio cuasi desconocido, que es necesario un esfuerzo geográfico integrador de lo que conocemos para apreciar nuestra ignorancia sobre un espacio que constituye la mitad de la superficie continental de nuestro país.

Otro tema vital para la gestión de las aguas en Venezuela es el uso de la hidroenergía. Cada gota de agua al norte del Orinoco cuenta. Indefectiblemente aun usándola de modo óptimo se agotará y habrá que recurrir a las grandes reservas al sur del río Orinoco y en ese momento cada centímetro de carga necesaria para su transporte y cada centímetro de carga disponible en el banco de potencial hidroeléctrico al sur del Orinoco será un valioso tesoro.

Hacer comprender que estudiar el largo plazo, superando la barrera generacional, no es un despilfarro sino una justa y sensata previsión demandará un intenso trabajo intelectual, con convicción, tesón y voluntad.

Pero el uso de la hidroenergía no se limita a las reservas del sur. En el norte la demanda de energía eléctrica será creciente para las ciudades (exigencia de la climatización, frente al rigor del clima tropical) y los sistemas de movilidad y transporte. Por eso hay que repetir cada centímetro de carga cuenta, porque la hidroelectricidad es una fuente de energía limpia, que contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, es tecnológicamente conocida por la ingeniería nacional y por tanto reduce estratégicamente la dependencia tecnológica de las otras fuentes de energía renovable. Así que será necesario formar especialistas en operación integrada de plantas hidroeléctricas, ubicar sitios de generación, distribuidos según lo determinen las condiciones apropiadas para ello.

Es tiempo de concluir, se agolpan las ideas a transmitir y no puedo sino dejar enunciados temas como la administración de esos maravillosos embalses que nos proveyó la naturaleza como son los acuíferos, de la piscicultura continental, una nueva fuente proteica basada en un uso particular del agua, el control del riesgo por eventos hidroclimáticos como el amenazante cambio climático global, la vinculación entre el agua y la ocupación del territorio, las amenidades que como servicios ecosistémicos nos proporciona el agua. Quienes me escuchan apreciaran las faltas y con su sapiencia y experiencia completaran en aula, corrillos, medios públicos, tertulias, artículos divulgativos, artículos científicos, textos, etc. lo que he tratado de transmitirles como el cuarto periodo del CIDIAT: *EL AGUA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE*.

Al ser un asiduo asistente a los eventos que promueve el CIDIAT vislumbro un futuro promisorio. Hay un numeroso grupo de profesores en su etapa más productiva, conscientes de los cambios que he narrado. Las aulas y los Congresos, Simposios, Jornadas y Seminarios se nutren de participantes entusiasmados por dar a conocer sus ideas y por incrementar sus conocimientos. Es menester estar atentos para identificar los sucesores, los que constituirán los creadores de nuevos conocimientos.

La superposición de generaciones da continuidad al conocimiento y trascendencia al pensamiento y reflexión.

Desde la perspectiva histórica que constituyó la esencia de estas palabras y la puerta que nos deja vislumbrar el porvenir recordemos la famosa metáfora de Bernardo de Chartres (siglo XII), que fue popularizada por John de Salisbury.

"Somos como enanos a hombros de gigantes, de forma que podemos ver más y más lejos que ellos, no por la agudeza de nuestra propia vista o por la altura de nuestro cuerpo, sino porque somos levantados y llevados a lo alto por la grandeza de los gigantes."

La historia de la institución es la atalaya gigante desde donde percibimos el futuro. Su trayectoria nos afirma sobre bases y principios fundamentales y nos prepara para asumir los cambios y novedades y la ampliación del ámbito que debemos asumir. Quienes han de continuar cuentan con la fortaleza de poseer de todo el conocimiento acumulado. Pueden "*Ver más*

y más lejos" gracias al trabajo de los que los antecedieron, con seguridad alcanzarán nuevos conocimientos, realizarán descubrimientos más avanzados y se formularán preguntas más complejas. El pensamiento académico no es una serie de eventos aislados, sino un flujo continuo donde cada generación se nutre de la anterior perfecciona sus ideas y, a su vez, se convierte en la atalaya de la siguiente.

Junto con Mariano Picón Salas, convoquemos a Maricastaña, aquella diosa femenina del tiempo que el ilustre merideño recreó para personificar las generaciones que acudían a recibirlo en los rincones de su vivienda. Así, reciban el arribo a este aniversario abrazando a la Maricastaña que desde el pasado de esta ilustre universidad nos abre las puertas del futuro.

Muchas gracias,

PALABRAS DE RAFAEL ISIDRO QUEVEDO CAMACHO EN LA APERTURA DEL FORO SOBRE PROAGRO EN LA PRESENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA VENEZOLANA.

10 de septiembre de 2025

Distinguidos Doctores Jaime Domínguez Abascal, Presidente de la RAI y Antonio Colino Martínez, Expresidente de la RAI y Miembro Honorario de la ANIH, Académico Carmelo Ecarri Henríquez, Presidente de la Comisión Académica de España de la ANIH y Miembro Honorario de nuestra institución, distinguidos académicos y comisionados de la Comisión Académica de España, de la Real Academia de Ingeniería de España, de la Comisión de Prospección de la ANIH, Venezuela más Treinta, miembros de las Academias, universidades e institutos tanto españoles, apreciados profesores y participantes,

Para la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, es motivo de especial satisfacción participar en la inauguración de esta nueva sesión de la PLATAFORMA IBEROAMERICANA DE PROSPECTIVA AGROALIMENTARIA, esta vez, con la presentación del caso venezolano, que realizan distinguidos especialistas vinculados a varias universidades y centros de investigación de nuestro país.

Esta iniciativa, promovida por intermedio de su Comisión de España de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela conjuntamente con la Real Academia de Ingeniería de España, RAI, constituye uno de los instrumentos internacionales bajo la modalidad de una Red Interinstitucional e inter y transdisciplinaria, que agrupa ya a cerca de cuarenta universidades e institutos y centros de investigación y emprendimiento de España, Portugal y de América Latina, en el objetivo común de establecer lazos de cooperación e integración que faciliten el intercambio de conocimientos y experiencias en el campo de la agricultura y la alimentación y particularmente en los estudios de los escenarios de futuro, tan importantes para apoyar a los actores del desarrollo en el establecimiento de estrategias y programas que permitan el óptimo aprovechamiento de los recursos y la maximización de los logros e impactos por caminos sostenibles de progreso económico, social, cultural, científico, tecnológico y político.

En este contexto tanto la RAI como la ANIH, vienen estrechando sus lazos de relacionamiento y trabajo conjunto a partir de la firma y renovación del Convenio de Cooperación entre ambas corporaciones, instrumento que ha permitido avanzar en un esfuerzo multiplicador tanto en Europa como en América, mediante este puente de comunicaciones e

intercambios, unión de esfuerzos y de talentos humanos e institucionales para potenciar nuestros programas y acercar a nuestros pueblos con una historia, un lenguaje y unos principios civilizatorios y culturales comunes que facilitan el entendimiento y el trabajo creador.

Así como la RAI nos ha abierto sus puertas, ha facilitado su sede para que nuestros miembros mediante la Comisión Académica de España se integren y agrupen en la realización de sus programas de acción, respaldados institucionalmente con el apoyo de aquella para fortalecer sus avances y logros; así también la ANIH sirve a la RAI como un puente de acceso a las instituciones del continente americano, a sus redes de cooperación e intercambio y a la interacción de sus universidades, centros de investigación y desarrollo y a los talentos humanos que en tales casas de estudio se generan, permitiendo el estrechamiento de lazos de integración y de cooperación que proyectan su accionar en los dos continentes y fortalecen el trabajo común.

Esta iniciativa, que se está realizando con gran vigor y mayor entusiasmo, ha sido recibida con mucho interés por las universidades venezolanas y para la ANIH, no se trata solo de otorgar el respaldo que se requiere sino también la actitud proactiva de sus comisiones especiales y particularmente la de Agricultura, de Recursos Naturales, la Venezuela mas treinta, para el diseño de escenarios de futuro y la de desarrollo nacional y como han destacado en sus prioridades, además de la agricultura y la alimentación, y el agua, los temas de energía, de infraestructura y de digitalización, pues en nuestras comisiones respectivas, así como en la de Ciencia, Tecnología e Innovación, encontraran el afianzamiento necesario para avanzar en la realización de sus tareas y muy especialmente en la consolidación de un Red Nacional que facilite el observatorio y el intercambio de experiencias así como la realización de actividades de capacitación que faciliten y mejoren la gestión del conocimiento en estos temas.

Al expresar nuestros saludos en nombre de la Academia, hacemos votos porque se obtengan resultados muy provechosos y se avance en la tarea encomendada.

Muchas gracias

NOTAS DE DUELO

NOTAS DE DUELO

Acad. Roberto Centeno Werner, Ing. Rafael Antonio Salcedo Rodríguez y
la Sra. Mercedes Girona De Negrón



La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat se une al duelo y manifiesta su pesar por el fallecimiento del Académico

ROBERTO CENTENO WERNER

Quien fuera miembro Honorario de esta institución. Destacado Ingeniero Civil, especializado en Geotecnia, Cartografía Geotécnica y Mecánica de Suelos No Saturados

La Academia extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares y amigos.

Hecho acaecido el 17 de julio 2025

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

RAFAEL ANTONIO SALCEDO RODRÍGUEZ

Ingeniero mecánico de la UCV. Hermano del Acad. Daniel Salcedo Rodríguez, Individuo de Número de la ANIH.

La Academia extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares y amigos.

Hecho acaecido el 25 de julio 2025

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

MERCEDES GIRONA DE NEGRÓN

Esposa del Acad. Marco Negrón, Miembro Honorario, Presidente de la Comisión de Desarrollo Urbano y Territorial, destacado profesional y digno académico.

La Academia extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares y amigos.

Caracas, 30 de septiembre 2025

QUE EN PAZ DESCANSE

SEMBLANZAS

SEMBLANZAS

EL GRAN CÉSAR MARTÍN

Josefina BALDÓ AYALA



César Martín, nacido el 13 de noviembre de 1943, fue un ser excepcional, un espíritu creativo e ingenioso que dejó una huella imborrable en quienes tuvimos el privilegio de conocerle y amarlo. Su vida fue un testimonio de dedicación incansable, desde su juventud hasta su partida, siempre impulsado por una pasión inagotable por crear y solucionar problemas.

La Arquitectura como carrera

En 1963, César inició su camino en la Arquitectura, ingresando a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Ya desde ese año, su talento lo llevó a trabajar como auxiliar de dibujo en la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), demostrando una vocación temprana por la actividad constructiva. En ese periodo César participó activamente en el proceso de Renovación Universitaria desarrollado en la FAU.

Se graduó como arquitecto el 11 de febrero de 1972. Su gran amigo y compañero de estudios Federico Villanueva, solía decir con admiración: "¡César es el mejor arquitecto de su promoción!". Y César, con su particular humor, respondía: "Federico es el *Homo Sapiens* y yo soy el *Homo Faber*". Esta frase define perfectamente su esencia: un gran hacedor de lo imaginable, con un ingenio desbordante y una capacidad de trabajo asombrosa.

Desde enero de 1970, César dejó su huella en proyectos de gran envergadura. En CONVEPI, lideró los proyectos civiles

para la ampliación de Fertilizantes de Morón y una Central Termoeléctrica para el Instituto Venezolano de Petroquímica. Su visión trascendió fronteras cuando, en 1973, viajó a Scranton, Pensilvania, para recabar información crucial para un innovador plan de recolección de basuras para Caracas, integrando el equipo de ingenieros de Emilio Solórzano.

Entre junio y septiembre de 1973, trabajó en el Instituto Universitario de Tecnología de los Llanos (IUTL) en Valle de la Pascua, donde gerenció con maestría el proyecto y la construcción simultánea del Módulo Experimental.

No solo construía, también compartía su vasto conocimiento. En 1973-74, fue profesor instructor en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Los Andes, impartiendo la cátedra de Prefabricación, y como profesor de diseño en el Taller de Sistemas de Edificaciones Rurales "SER", impulsó un convenio con Corpoandes para el diseño y ejecución de viviendas de adobe y tapia, demostrando su compromiso con soluciones accesibles y sostenibles.

El IDEC: un impulso a la innovación en la construcción

Desde agosto de 1975 hasta 1981, César formó parte del equipo de profesionales que ideó y fundó el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV. Durante el quinquenio 1975-1980, como Jefe de la Unidad Técnica de Proyectos en Extensión, lideró la gestación y ejecución de sistemas constructivos innovadores aplicados a edificaciones de educación superior. Su dirección en la gerencia de diseño y construcción simultánea en proyectos como el Edificio de Tránsito para la UCV y la sede del Instituto Universitario de Tecnología de Yaracuy, Estado Portuguesa, son testimonio de su capacidad para trabajos creativos y complejos.

Fue designado para llevar adelante un programa de transferencia tecnológica, con el Consortium of Local Authorities Special Programme (CLASP) en Inglaterra (1978-1979). Su experiencia y conocimiento sentó las bases para su trabajo transformador en los barrios. Fue en Nottingham Country Council donde realiza trabajos profesionales en su departamento de Arquitectura, y al regresar, fue designado, por la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Escolares "FEDE", responsable del control de calidad del prototipo propuesto por CLASP dando vida a la Escuela Experimental de Guarenas, el primer tipo del sistema venezolano, VEN-UNO (hoy SIEMA).

Bajo su jefatura de la Unidad Técnica de Modelos y Prototipos del IDEC (1979-1981), se materializó la Planta Experimental del IDEC, un centro de vanguardia. El constituyó un valioso aporte con el diseño y producción de los elementos, componentes y sistemas innovadores, para que el

IDEC recibiese el Premio Nacional de Desarrollo Tecnológico del Conicit, en 1981.

Incluso como profesional en libre ejercicio, su ingenio era invaluable. Entre 1981 y 1983, asesoró a la empresa Van Dam en la conceptualización del techo para el Centro Comercial Prebo. En 1983, ejecutó el primer prototipo del sistema SIEMET, una evolución del Ingeniero Josef Dragula, adaptado a las condiciones establecidas por el IDEC.

La creación de Tecnidec, S.A. en 1984, como figura académica con responsabilidad civil, fue un hito. Esta empresa se encargó de comercializar los resultados de las investigaciones del IDEC, llevando el conocimiento a la acción.

En 1988, César, a través de convenios con FEDE e INCE, conceptualizó y puso en marcha el plan de investigación-acción "Aprendamos Haciendo", un programa de construcciones educativas con participación directa de las comunidades. Este trabajo, plasmado en una publicación junto a la economista Emma Pocater, fue presentado por el arquitecto Eduardo Millán a la Unesco en 1989, dejando una huella imborrable en la educación y la construcción.

Catuche: la obra de su vida

Pero si hay un lugar donde el alma de César se volcó por completo, fue Catuche. A finales de los ochenta, se adentró en el barrio Catuche, en la parroquia La Pastora, donde el Padre José Virtuoso ya tejía redes de fe y comunidad. Desde ese momento, su vida se entrelazó con la UDU 2.4 Quebrada Catuche, dedicándole todo lo que podía hasta sus últimos días.

César participó activamente en el Encuentro Internacional por la Rehabilitación de los Barrios del Tercer Mundo en Caracas (noviembre de 1991), un evento que dejó una impronta en la habilitación de barrios. Susil Sirivardana de Sri Lanka y Aprodicio Laquían de Filipinas, dos de los participantes de este encuentro, inspiraron a César, Federico y a mí a llevar adelante un plan ambicioso para todos los desarrollos urbanos no controlados de Caracas. Catuche, donde ya se trabajaba de la mano con la Alcaldía, se convirtió en el programa piloto de este sueño transformador.

A partir de 1992, en colaboración con la Carmelita Descalza Rosa Calvo, comienza a brindar Asistencia Técnica a las Comunidades de los Barrios del Área Metropolitana. Con una gran dedicación, programó, diseñó, proyectó, supervisó y gerenció innumerables obras mediante la administración mancomunada con los representantes de las comunidades beneficiarias. Barrios en Petare como San Blas, El Campito, Julián Blanco, Sucre y Las Vegas, fueron testigos.

A finales de 1992, junto a profesores y estudiantes de "El Taller Vivienda" de la FAU/UCV, impulsó una Oficina Local de Desarrollo Autogestionado para la UDU 10.7 San Blas, un ejemplo de empoderamiento comunitario. En 1993, en la UDU 2.4 Quebrada Catuche, sector La Quinta, su ingenio llevó a la

creación de un Centro de Promoción Social en lo que antes era un depósito de basura. Transformó el antiguo aljibe de agua de Caracas en un centro educativo y comunitario. La solidez ovalada del tanque se convirtió en la base de una edificación que está hoy en plena acción.

En agosto de 1993, como Representante Técnico de Tecnidec, César firmó un contrato con la Alcaldía de Caracas para la ejecución de obras solicitadas por las comunidades, enmarcadas en un proyecto global de habilitación física estructural de los barrios. Bajo su guía, se elaboraron proyectos en Terraplén, El Polvorín, La Basurita, Quebrada de Manera, La Vega, Macarao, Eucaliptus, entre otros.

Su compromiso por el mejoramiento profundo en los desarrollos urbanos no controlados se extendió al Plan Sectorial de Incorporación a la Estructura Urbana de los Barrios del Área Metropolitana de Caracas y la Región Capital (Panamericana y Los Teques), así como al Litoral Central, donde estimó costos y trabajó incansablemente en un equipo interdisciplinario entre 1992 y 1994.

En 1994, mediante un convenio con Fe y Alegría, dirigió la programación, diseño y supervisión de la primera etapa del segundo Centro de Promoción Social Catuche en el sector Guanábano. Desde el 25 de noviembre de 1994 hasta su fallecimiento, formó parte del Organismo Consorciado para el desarrollo urbanístico y ambiental de la Quebrada de Catuche, una misión de vida.

En 1994, a raíz de los casos piloto del programa de Habilitación de Barrios, César constituyó consorcios sociales como Aguachina en Macarao, La Silsa-Morán en 23 de Enero y San Miguel en La Vega. Como jefe de la Unidad de Proyecto y Supervisión de Obras Físicas, lideró diagnósticos, proyectos y ejecuciones iniciales, trabajando con fundaciones, como la Fundación de la Vivienda Popular y la Fundación para la Economía Popular.

Su convicción en la participación comunitaria era inquebrantable. Renunció a estos consorcios cuando la figura de Organización Intermediaria de Vivienda (OIV) no reflejaba el espíritu del Consorcio Social de Catuche, donde la comunidad era la verdadera protagonista. Prestó Asistencia Técnica a la comunidad de San Blas en Petare para el diseño y ejecución del Centro Educativo Integral.

Un legado que trasciende

Desde octubre de 1999 hasta 2000, César colaboró con el Conavi en labores de preinversión para iniciar la experiencia de investigación-acción para los trabajos de anteproyectos y elaboración de proyectos de los proyectistas a cargo. En ese mismo año, con César como cabeza, Conavi inicia el ambicioso Proyecto La Puente en Maturín, un plan piloto de política de Estado para viviendas de desarrollo progresivo, destinado a resolver futuras invasiones. Se conformó la Asociación Civil La Puente, una figura jurídica capaz de consorciarse, y César elaboró planes maestros para un

programa de proyecto y construcción simultáneo de prototipos de urbanismo y viviendas.

La ejecución de este convenio permitió obtener la documentación técnica necesaria para una etapa masiva de construcción, culminando en un plan maestro de obras físicas y sociales aprobado por la Asociación Civil La Puente el 13 de abril del 2000. Este plan fue la base del Convenio de Administración Delegada suscrito entre el Conavi y el Consorcio Social La Puente el 28 de agosto del 2000.

Esta experiencia fue fundamental para instruir a la comunidad y a los productores sobre la calidad esperada de las obras, permitiendo la contratación de especialistas y eliminando intermediarios, una muestra más de su visión para la eficiencia y el beneficio colectivo. Bajo su jefatura de la Gerencia de Proyecto y Supervisión de Ejecución de Obras Físicas del Consorcio Social La Puente desde septiembre de 2000, César continuó su incansable labor.

César fue una persona que entregó su vida en todo lo que hizo. Su pasión desbordante, su ingenio inagotable y su capacidad para solucionar problemas reales lo convierten en alguien verdaderamente digno de un reconocimiento.

Catuche fue su obra permanente. Le dedicó una gran parte de su vida, y las palabras de la comunidad resuenan como un eco de su inmenso legado:

“Por su dedicación, compromiso profesional y acompañamiento amoroso durante más de 30 años, contribuyendo a la construcción de ciudadanía y al logro de una vida digna y segura en nuestra comunidad.” – Catuche, 14 de diciembre de 2024.”

“Su dedicación, esfuerzo y legado perdurarán en cada espacio que ayudó a construir, en cada calle que transitamos y en el corazón de la comunidad de Catuche que hoy lo recuerda con gratitud.” – Catuche, junio de 2025.”

César, vivirá en mi corazón. Su pasión y su amor construyeron sueños y vidas dignas. Lo he querido mucho, y su presencia seguirá iluminando el camino de quienes tuvimos el privilegio de conocerle.

Caracas 27 de julio 2025

Algunas fotografías



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), quien 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 POLITICA 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 not 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 POLÍTICA 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/Políticas_sobre_Plagio_del_Boletín_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_B.ANIH.pdf



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 68

Julio-Septiembre 2025