



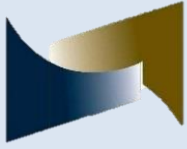
Academia Nacional de la  
Ingeniería y el Hábitat

# BOLETÍN 62



*Palacio de las Academias*

Enero-Marzo 2024  
Caracas, Venezuela



Academia Nacional  
de la Ingeniería y el Hábitat

**ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA  
Y EL HÁBITAT  
BOLETÍN 62  
Caracas, Venezuela**

Palacio de las Academias, Bolsa a San Francisco, Caracas, 1010 - Venezuela.  
Oficina Administrativa: Edif. Araure, Piso 1, Ofic. 104, Sabana Grande, Caracas, 1050 - Venezuela.  
Teléfonos: (+58-212) 761.03.10 / 761.20.70  
Correos-e: [boletin@acading.org.ve](mailto:boletin@acading.org.ve) / [acadingven@gmail.com](mailto:acadingven@gmail.com) / url: [www.acading.org.ve](http://www.acading.org.ve)  
Caracas – Venezuela

### **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 Electo, 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 César Quintini Rosales, Sillón XX Electo, Sillón XXI Vladimir Yackovlev, Sillón XXII Alfredo Avella Guevara, Sillón XXIII Dario Alfredo Viloría Vera, Sillón XXIV Simón Lamar, Sillón XXV Marianela Lafuente, Sillón XXVI Franco Urbani, Sillón XXVII José Ochoa Iturbe, Sillón XXVIII Joaquín Benítez Maal, Sillón XXIX Eli Saúl Puchi, Sillón XXX Carlos Genatios Sequera, Sillón XXXI Rafael Isidro Quevedo Camacho, Sillón XXXII Roberto César Callarotti, Sillón XXXIII José Luis López Sánchez, Sillón XXXIV Walter James Alcock, Sillón XXXV Oscar Andrés López Sánchez.

### **MIEMBROS CORRESPONDIENTES NACIONALES:**

Jesús Arnaldo Viloría Rendón, Nelson Hernández, Noel Santiago Mariño Pardo, Diego José González Cruz, Arturo José Almandoz Marte, Julián Aguirre, Alejandro J. Müller Sánchez, Martín Essenfeld Yahr, Rafael Lâiret Centeno, Jesús Augusto Gómez Medina, Carlos Francisco Espinosa Jiménez, Laszlo Sajo Bohus, Eduardo Páez-Pumar Hernández, Sergio Marín Ernst y Lorenzo González Casas.

### **MIEMBROS CORRESPONDIENTES EXTRANJEROS:**

William A. Wulf (Estados Unidos), Jacky Lesage (Francia), Edilberto Guevara (Perú) y Paolo Maragno (Italia)

### **MIEMBROS HONORARIOS:**

José Ignacio Moreno León, Roberto Centeno, Mariana Henrriette Staia, Mireya Rincón de Goldwasser, Marco Negrón, Genoveva Sequera de Genatios, María Julia Gilabert de Brito, Alfonso José Linares Angulo, Carlos Machado-Allison, Julio César Ohep Cardier, Román Mayorga, Germán Uzcátegui Briceño, Herbert Lynch Blackman, Oscar Olinto Camacho, Rafael Eduardo Dávila Cárdenas, Ramón Germán Monzón Salas, Daniel Quintini, Jose Raúl Alegrett Ruiz, Luis Enrique Franceschi Ayala, José Germán Pacheco Troconis, Francisco José Layrisse Ramírez, Teolinda Bolívar Barreto, Francisco Pimentel Malaussena, Aurelio Useche Kislinger, Juan Bautista Font Tono, Frank Marcano 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 y Riad Bujana

**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, XX Luís Enrique Oberto González, XXII Heinz Henneberg, XXIII David Darío Brillembourg, 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 Papanoni Micale, XXXII Armando Vegas Sánchez, XXXIII Aníbal Martínez y XXXV Humberto Peñaloza.

**Miembros Correspondientes †:** Francisco J. Larrañaga.

**Miembros Honorarios †:** Miguel Asdrúbal Arcia Montezuma, Eduardo Arnal, Víctor Artís García, Pedro Pablo Azpúrua, Oscar Benedetti Pietri, Miguel Bocco, Gonzalo Castro Fariñas, 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 Blandria: Secretaria, Franco Urbani: Editor Boletín, Rafael Isidro Quevedo Camacho, Wagdi Naime, 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>

Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

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

Caracas – Venezuela

Enero-Marzo, 2024

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 [boletin@acading.org.ve](mailto:boletin@acading.org.ve) 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 62 ANIH

Enero-Marzo 2024

#### ARTÍCULOS TÉCNICOS

- Identificación de anomalías radiactivas en yacimientos del subsuelo de la faja petrolífera del Orinoco, Venezuela. *Iván Baritto y Zureisy Marín* ..... 8
- Agricultura Venezolana del futuro. Una aproximación. *José Raúl Alegrett Ruiz*..... 36
- An approach for water quality restoration by applying In Situ (Phytoremediation using *Vetiveria zizanioides*) and Ex Situ (Coupled bioreactors) bioremediation techniques for the removal of eutrophic conditions and organochlorine pesticides in rivers of Carabobo and Aragua states, Venezuela. *Adriana Márquez et al.*..... 69
- In situ and ex situ bioremediation proposal for aquifer contaminated. *Adriana Márquez et al.*..... 84

#### NOTAS TÉCNICAS

- Caracterización de un conjunto de fincas ganaderas en Venezuela. *Gustavo Nouel Borges*..... 101

#### NOTAS BIOGRÁFICAS

- El pensamiento geológico de Leonardo da Vinci. *Jhonny Edgar Casas* ..... 121
- Reclus Roca Vila (1928-2024), un ingeniero civil especializado en Dinámica de Fluidos y graduado en Arquitectura. *José G. Álvarez-Cornett*..... 140

#### VIDA DE LA ACADEMIA

##### DISCURSOS DE ACTOS DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

- Incorporación de los Ingenieros Antonio Colino Martínez y Carmelo Ecarri Henríquez, como Miembros Honorarios ANIH..... 161
- Incorporación de los Ingenieros Rafael Isidro Quevedo Camacho y Joaquín Benítez Maal, como Individuos de Número ANIH..... 192
- Incorporación de la Socióloga Yajaira Elena Freites Ochoa, como Miembro Honorario ANIH ..... 216

##### COMPENDIOS DE TRABAJOS DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

- Tipología de las evaluaciones de impacto ambiental. *Joaquín Benítez Maal*..... 228
- El Fradiear, un mecanismo internacional de las facultades de ciencias agrarias y afines de la región andina. En el marco de la cooperación e integración. *Rafael Isidro Quevedo Camacho*..... 263

##### OPINIONES DE ACADÉMICOS, COMISIONADOS E INVITADOS

- Cambio climático, Pandemia, comunidades sostenibles y prioridades de Venezuela. *Alfredo Cilento-Sarli*..... 310
- How Mario Vecchi Created Xynertek, the First Venezuelan Computer, and Became a Star of STEM in America, *José G. Álvarez-Cornett*..... 329

## NOTICIAS E INFORMES DE EVENTOS AUSPICIADOS POR LA ANIH

- Relatoría del foro la infraestructura en la transición energética y soluciones de energía híbridas.  
*Sergio Marín Ernst*..... 340
- Mesa técnica sobre ganadería regenerativa. *Comisión Agricultura*..... 365
- Agua para la Paz, Agua y Energía e Inteligencia Artificial para la Gestión Integrada del Agua: Un Llamado a la Acción. Discurso de Eduardo Buroz Castillo en el Día del Agua. 2024 ..... 380
- Congreso Venezolano de Ingeniería Civil 2024. Programa. *Wagdi Naimé*..... 382

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

- Entrevista radial sobre “La transición a energías limpias y el extractivismo. *Noel Mariño Pardo*..... 387
- Los limitados depósitos de bauxita al Norte de Upata, Estado Bolívar. *Noel Mariño Pardo* ..... 391
- Cerro Impacto. Una riqueza mineral inaccesible en el Escudo de Guayana, municipio Cedeño, Estado Bolívar, Venezuela: Síntesis de su descubrimiento y exploración inicial. *Noel Mariño Pardo* ..... 395
- Mitos y realidades sobre el depósito de bauxita de El Palmar, municipio Padre Chien, Estado Bolívar. Venezuela. *Noel Mariño Pardo*..... 400
- Algunas cuevas de la costa central y sur de Chile: Una contribución al inventario espeleológico, *Franco Urbani Patat* ..... 406

## SEMBLANZAS

- Recordando al profesor Fernando Salvador Key Sánchez (1909-1989). Político y Académico.  
*Roberto Villafañe*..... 414

## NOTAS DE DUELO

- Prof. Pedro Raúl Solórzano Peraza, Ing. Alberto Naranjo Escobar y Dra. Coralia Salcedo Rodríguez ..... 418

\*\*\*\*\*.

- Normas para los autores de artículos para el Boletín de la ANIH ..... 419
- Instructions for the authors ..... 420

## **ARTÍCULOS TÉCNICOS**

## IDENTIFICACIÓN DE ANOMALÍAS RADIATIVAS EN YACIMIENTOS DEL SUBSUELO DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO, VENEZUELA

Iván BARITTO<sup>1,3</sup>, Zureisy MARÍN<sup>2,3</sup>

### RESUMEN

El estudio consistió en la identificación, análisis e interpretación de información petrofísica y geoquímica sedimentaria inorgánica derivada de registros espectrales y geoquímicos de un conjunto de pozos ubicados en los bloques Boyacá, Junín y Ayacucho de la Faja Petrolífera del Orinoco, al igual que análisis por DRX y MEB-EDX a muestras de núcleos, para determinar el origen de ciertas anomalías radiactivas detectadas en yacimientos de crudos pesados, con el objeto de caracterizar la extensión areal y temporal de este fenómeno. Se demostró que desde el Bloque Boyacá hasta el Bloque Ayacucho existe una anomalía radioactiva relevante generada por el torio (Th), el cual impacta los registros de rayos gamma totales y espectrales que está asociada a la vez con un incremento en el contenido del gadolinio (Gd), elemento químico de la serie de las tierras raras, ambos generados por el mineral pesado monacita, contenido tanto en las arenas como en las arcillas del intervalo estratigráfico analizado. Este mineral es un fosfato de tierras raras que proviene de rocas félsicas, graníticas y volcánicas de la Provincia de Cuchivero y de granitos intrusivos dentro del Complejo de Imataca en el Escudo de Guayana, ubicados al sur de la zona de estudio. La anomalía de torio/gadolinio (Th/Gd) es diacrónica en tiempo a todo lo largo de la Faja Petrolífera del Orinoco, ya que aparece desde el Cretácico hasta el Mioceno Temprano, por lo cual no debe ser establecida como un marcador entre el Cretácico y el Paleógeno (K/Pg) en el área. Se infiere a partir de los datos de subsuelo presentados que la configuración actual del río Orinoco se produjo posterior al Mioceno Temprano.

### ABSTRACT

*Identification of Radioactive Anomalies in Subsurface Reservoirs of The Orinoco Oil Belt, Venezuela.*

The study consisted of the identification, analysis, and interpretation of petrophysics and inorganic sedimentary geochemical information derived from spectral and geochemical loggings of a set of wells located in the Boyaca, Junin and Ayacucho blocks of the Orinoco Oil Belt, and XRD and SEM-EDS analysis of core samples to determine the origin of certain radioactive anomalies detected in heavy crude reservoirs in order to characterize the areal and temporal extension of this phenomenon. It was demonstrated that from Boyaca to Ayacucho Block there is a relevant radioactive anomaly generated by thorium (Th), which impacts the total gamma ray and spectral logs and it is associated at the same time with an increase in the content of gadolinium (Gd), a chemical element of the rare earth series, both generated by the heavy mineral monazite, contained in the sands and clays of the stratigraphic interval analyzed. This mineral is a rare earth phosphate that comes from felsic, granitic and volcanic rocks of the Cuchivero Province and from intrusive granites within the Imataca Complex in the Guayana Shield, which are located to the south of the study area. The thorium/gadolinium (Th/Gd) anomaly is diachronic in time throughout the Orinoco Oil Belt, since it appears from the Cretaceous to the Early Miocene, for which it should not be established as a marker between the Cretaceous and Paleogene (K/Pg) in the area. It's inferred from the subsurface data presented that the current configuration of the Orinoco river occurred after the Early Miocene.

**Palabras claves:** torio, gadolinio, monacita, radioactividad, Faja Petrolífera del Orinoco.

**Keywords:** thorium, gadolinium, monazite, radioactivity, Orinoco Oil Belt.

<sup>1</sup> Ingeniero Geólogo. M.Sc. Ciencias Geológicas. Esp. Geociencias Petroleras. Correo-e: [ivanbaritto@gmail.com](mailto:ivanbaritto@gmail.com)

<sup>2</sup> Ingeniero de Petróleo. M.Sc. Ciencias de la Tierra.

<sup>3</sup> INTEVEP, S.A., Gerencia de Exploración, Los Teques, Venezuela.

## INTRODUCCIÓN

La Faja Petrolífera del Orinoco (FPO) representa la acumulación de crudos pesados y extrapesados más grande del mundo con un área aproximada de 55.314 Km<sup>2</sup>. El área piloto que activó esta investigación surgió originalmente en el Campo Dobokubi (372 Km<sup>2</sup>) localizado en la parte nororiental del Bloque Ayacucho, haciéndose luego la investigación extensible al resto de la FPO (Figura 1). En este campo se reportan valores irregularmente altos en los registros de rayos gamma totales (GR>150 API) y registros espectrales (Th>25 ppm) en secuencias de edad Cretácico correspondientes con el Grupo Temblador de edad Aptiense-Maastrichtiense (Rendón *et al.* 2015), en yacimientos que contienen hidrocarburos pesados (11°– 15,8° API) y que no habían sido originalmente considerados dada la alta radioactividad natural presente en estos intervalos sedimentarios, la cual enmascara a las arenas contentivas de este petróleo. La señal detectada por los registros espectroscópicos espectrales (U, Th, K) puede ser confundida con la respuesta radioactiva emanada por los intervalos arcillosos, dificultando así la precisa identificación y evaluación de este tipo de yacimientos (Baritto, 2021). La afectación de estos registros espectroscópicos es causada probablemente por la acumulación de ciertos tipos de minerales pesados que son necesarios caracterizar en detalle, con el objeto de no descartar zonas de interés prospectivo en la FPO. Por tanto, es necesario considerar estos nuevos paradigmas en los cálculos de reservas y en las futuras estrategias de explotación en áreas con estas mismas características geológicas.

La primera medición de la radiación gamma natural en un pozo petrolero fue en el año 1938. A través de la medición de los elementos radiactivos presentes en las rocas (U, Th, K), la espectrometría de rayos gamma natural se ha constituido en una herramienta muy poderosa para aplicaciones sedimentológicas y para distinguir entre formaciones arcillosas con alta radioactividad de las arenosas, con baja radioactividad, entre otras aplicaciones. El reconocimiento de minerales radiactivos y la comprensión de las condiciones de depositación dan una mejor determinación de la distribución mineralógica, permitiendo una reconstrucción más precisa de los ambientes depositacionales, los cuales están frecuentemente caracterizados por la presencia de ciertos minerales (Serra & Serra, 2004). Los métodos de caracterización geoquímica enfocados hacia la sedimentología han demostrado tener un valor práctico en la comprensión de eventos sedimentarios, interpretaciones paleoambientales y en la identificación de unidades estratigráficas de interés en muchas áreas geológicas (Baritto, 2013).

Por otra parte, las herramientas espectroscópicas de perfilaje geoquímico fueron introducidas hace más de 30

años, comenzando con herramientas de cable basadas en generadores pulsados por neutrones y definidas por sus siglas en inglés como PNG (pulsed-neutron generator), las cuales empleaban detectores de centelleo de yoduro de sodio activadas con tántalo (NaI-Tl) (Hertzog, 1978). El surgimiento de nuevos detectores de centelleo produjo herramientas basadas en oxiortosilicato de gadolinio (GSO) y germanato de bismuto (BGO), ambas todavía en uso activo en el mercado. Desde entonces, el perfilaje geoquímico ha evolucionado y avanzado en gran parte debido a la mejora de las técnicas de medición y los métodos de interpretación. Los desarrollos recientes incluyen la combinación de espectroscopía inelástica y de captura, introduciendo nuevos detectores de centelleo y nuevas innovaciones bajo un diseño tradicional (Galford *et al.*, 2009), lo cual se traduce en una más alta precisión y en una mejora de la exactitud de las mediciones para los análisis de elementos claves en la formación de las rocas. Precisamente el fin último de este tipo de herramientas espectroscópicas es proveer información mineralógica y litológica cuantitativa para mejorar la evaluación de las formaciones geológicas (Hertzog & Herron, 1990; Herron & Herron, 1990; Pemper *et al.*, 2006). Con estas tecnologías aplicadas en años recientes en la Faja Petrolífera del Orinoco se busca reducir la incertidumbre en la predicción de las litologías existentes y determinar con mayor precisión los intervalos arenosos y los volúmenes de arcilla en los yacimientos, objetivos que en ciertas circunstancias no son tan fáciles de lograr en el área empleando únicamente las herramientas de perfilaje convencionales para tales fines, como por ejemplo el registro de rayos gamma total (GR), debido a ciertas particularidades mineralógicas, como el caso en cuestión objeto de este estudio. La información proveniente de estos tipos de registros espectroscópicos junto a otras técnicas analíticas tradicionales de laboratorio como la difracción de rayos X (DRX), la fluorescencia de rayos X (FRX) y la microscopía electrónica de barrido (MEB-EDX) permiten extraer información geológica más precisa y robusta que resulta de gran utilidad para caracterizar detalladamente a este tipo de yacimientos petrolíferos.

La idea de realizar este estudio partiendo inicialmente desde el Campo Dobokubi en el Bloque Ayacucho, hacia el resto de los bloques de la Faja Petrolífera del Orinoco, se debe en primera instancia a la existencia de secuencias de la misma edad Cretácica que pueden reflejar este mismo fenómeno geológico observado en el campo piloto, además de que se cuenta con la información petrofísica y geoquímica requerida para caracterizar en detalle la respuesta de estos registros espectroscópicos en el intervalo estratigráfico de interés y de esta forma establecer la extensión geográfica y temporal hacia otras áreas de importancia económica en la FPO.



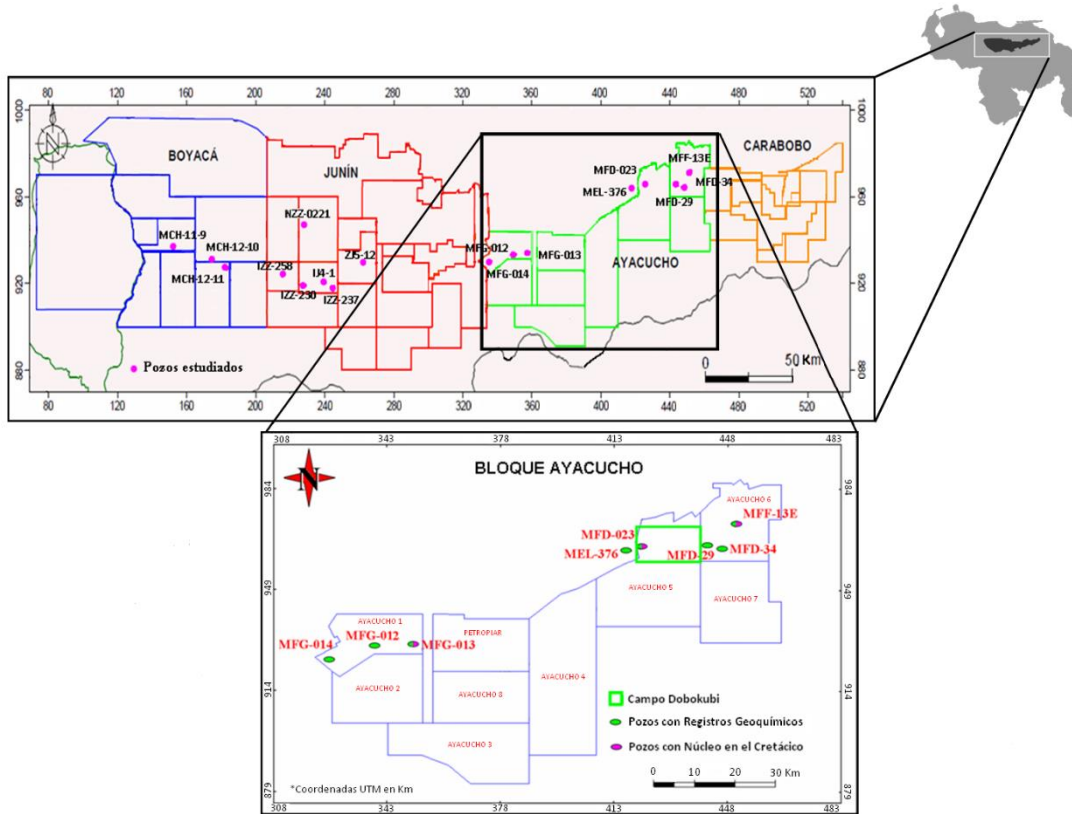


Figura 1. Ubicación de los pozos estudiados con registros espectroscópicos (espectrales y geoquímicos) en la Faja Petrolífera del Orinoco y detalle del Campo Dobokubi en el Bloque Ayacucho. Uno de los pozos claves donde se identificó la anomalía radioactiva fue el pozo MFD-023, el cual cuenta con núcleo en el intervalo Cretácico

## CONTEXTO GEOLÓGICO

La Faja Petrolífera del Orinoco (FPO) se ubica en la porción sur de la Cuenca Oriental de Venezuela y ha sido interpretada como parte de una flexura de la corteza del tipo *fore-bulge* que no fue afectada durante la colisión oblicua de la Placa Caribe con la Placa Suramericana durante el Oligoceno (Di Croce, 1996). Desde el punto de vista estructural y tectónico, se destacan tres grandes dominios estructurales en la Faja Petrolífera del Orinoco, separadas por el sistema de fallas de Hato Viejo al occidente y por el Alto de Hamaca al oriente. El dominio occidental corresponde con el área de Boyacá y noroeste de Junín y una columna estratigráfica que comprende rocas del Paleozoico, Jurásico, Cretácico, Oligoceno y Mioceno, donde se tienen fallas de orientación preferencial N60°E. Un dominio central que cubre el sureste de Junín hasta el noroeste de Ayacucho y una columna estratigráfica con remanentes del Cretácico y el Mioceno con fallas de orientación preferencial N70° E y conjugadas N55°O, y por último un dominio oriental que cubre el sureste de Ayacucho y el área de Carabobo con una columna estratigráfica que comprende fundamentalmente rocas del Mioceno Medio a Tardío y fallas de orientación preferencial E-O (POMR, 2012) (Figura 2). En el área de Ayacucho los sedimentos terciarios que se encuentran descansando sobre el basamento ígneo-metamórfico tienen un papel determinante en la configuración de las trampas petrolíferas, excepto para

una estrecha franja al norte donde la secuencia Cretácica se intercala discordantemente entre el Terciario y el Precámbrico. En el dominio occidental que involucra las áreas de Boyacá y Junín, los sedimentos terciarios suprayacen predominantemente a depósitos Cretácicos, infra-mesozoicos y Paleozoicos, estando estas dos últimas secuencias preservadas en estructuras grábenes (Crespo, 2008).

Las formaciones geológicas se caracterizan estructuralmente por representar un monoclin con buzamiento 3°–4° hacia el norte generado por la deflexión de las formaciones hacia el sur de la Cuenca Oriental de Venezuela. El Bloque Ayacucho también presenta sistemas de fallas normales, las cuales representan estructuras de relajación por la deflexión de las formaciones hacia el sur. El área mayor de Ayacucho, que forma parte del flanco sur de la Cuenca Oriental, es una cuenca asimétrica con su eje mayor en dirección este-oeste, cuyo origen puede remontarse a la era Paleozoica y que en los períodos subsiguientes fue adquiriendo su configuración actual, completándose desde el Terciario hasta el presente (Figura 3).

El marco estratigráfico regional de la Faja Petrolífera del Orinoco corresponde al acuífamiento sur de los sedimentos terciarios de esta cuenca, por encima del basamento ígneo-metamórfico del Cratón de Guayana localizado al sur del río Orinoco. El basamento en el área de Ayacucho está

compuesto por granitos, gneises, anfibolitas y esquistos. Las rocas del Complejo Imataca, ubicado al sur del Bloque Ayacucho, tienen edades mayores a 2.800 Ma, con algunos sectores cercanos a Guri con edades probablemente mayores a 3.200 Ma, las cuales han sido sometidas a intensos procesos de metamorfismo y deformación, que alcanzaron la facies de la granulita (Urbani, 2011). El paleorelieve de la Faja se caracteriza por ser accidentado y fallado, lo que ocasiona desajustes en la compactación de los sedimentos reflejándose como altos y bajos estructurales. A través del mapa gravimétrico del área, se pueden apreciar estas irregularidades del basamento correspondientes con el dominio oriental y central de la Faja, y el control que este basamento específicamente ejerció en el área de Ayacucho para la depositación de las secuencias sedimentarias cretácicas y terciarias suprayacentes (Araujo, 2016) (Figura 3).

grupo se subdivide en dos formaciones denominadas de más antigua a más joven como Formación Canoa de ambiente continental y Formación Tigre de ambiente marino (González de Juana *et al.*, 1980). La Formación Canoa de edad Aptiense-Albiense está definida como una intercalación de conglomerados de grano fino y areniscas conglomeráticas, areniscas, limolitas y arcilitas generalmente moteadas. Se sugiere una depositación en ambientes continentales por la presencia de conglomerados, posiblemente fluvial del tipo barra de meandro. Por su parte la Formación Tigre de edad Turoniense-Maastrichtiense es una secuencia variable, irregularmente estratificada, de areniscas y limolitas de grano fino, glauconíticas, gris a gris verdoso, areniscas gruesas friables y espesas, limolitas grises a gris verdoso y lutitas carbonosas y fosfáticas. También se observan capas delgadas de calizas dolomíticas y dolomías en capas blanquecinas, delgadas, duras y con frecuencia fosilíferas y glauconíticas. La fauna encontrada en esta unidad indica un ambiente de plataforma que va desde plataforma exterior a talud.

Toda la secuencia Cretácica que descansa inconformemente sobre el basamento ígneo-metamórfico corresponde con el Grupo Temblador de edad Aptiense-Maastrichtiense. Este

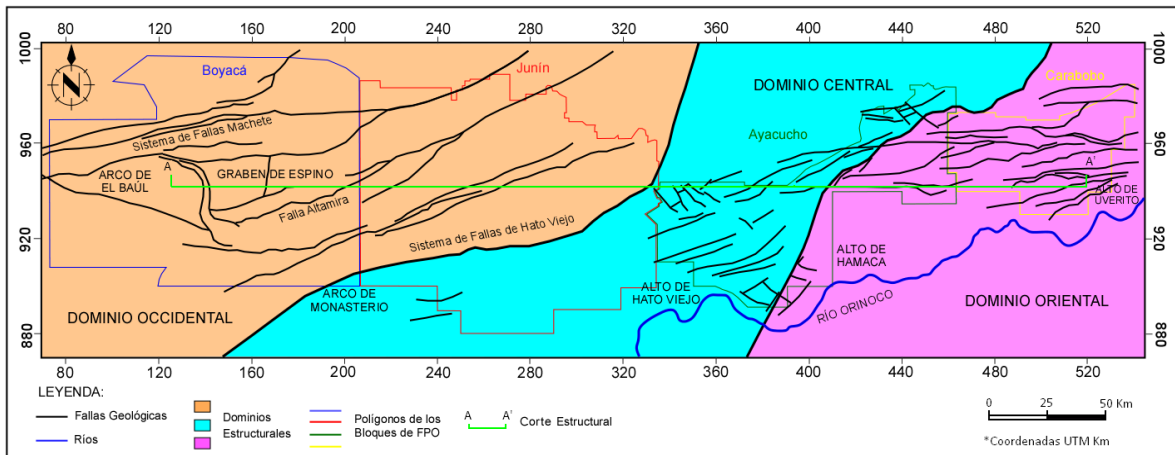


Figura 2. Mapa de la Faja Petrolífera del Orinoco mostrando las áreas con los tres dominios estructurales y las principales fallas geológicas de carácter regional. Modificado de POMR (2012)

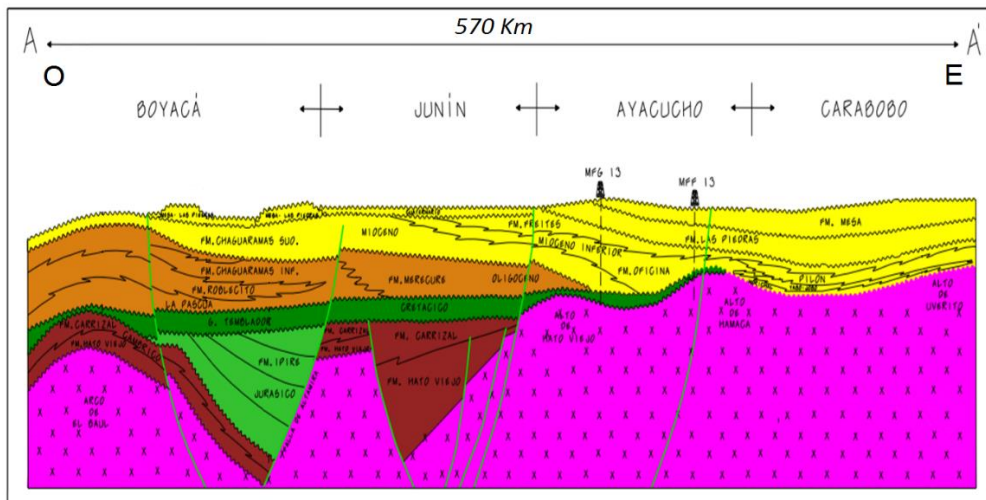


Figura 3. Corte estructural regional A-A' en sentido oeste-este de la Faja Petrolífera del Orinoco ubicada en la Fig. 2, con la localización de los pozos MFG-013 y MFF-13. Modificado de POMR (2012)

En la parte más septentrional de la Faja, particularmente hacia los sectores de Carabobo y Ayacucho, los sedimentos terciarios suprayacen discordantemente a una franja relativamente poco espesa de sedimentos Cretácicos que a su vez se adelgazan antes de desaparecer hacia el sur. Se tienen a las secuencias terciarias constituidas por las formaciones Merecure y Oficina (Figura 4). La Formación Merecure de edad Oligoceno – Mioceno Temprano está compuesta en más de un 50 % por areniscas de color gris claro a oscuro, masivas, mal estratificadas y lenticulares, duras, de grano fino a grueso, incluso conglomeráticas, con estratificación cruzada. Las areniscas están intercaladas por láminas delgadas de lutitas de color gris oscuro a negro, carbonáceas, laminadas irregularmente, algunas arcilitas ferruginosas con ocasionales capas de lignitos. Las características litológicas indican que la sedimentación de esta unidad se desarrolla en un sistema fluvio-deltaico. La Formación Oficina de edad Mioceno Temprano – Medio se describe como una alternancia de lutitas que se encuentran intercaladas e interestratificadas con areniscas y limolitas de grano fino a grueso, al igual que ocasionales lignitos. La presencia de arenas lenticulares y de relleno de canales de ríos podría indicar la existencia de un gran complejo fluvio-deltaico. La Formación Oficina se encuentra concordante sobre la Formación Merecure, sin embargo, la misma está discordante sobre unidades cretácicas. En algunos casos hacia el sur y el este esta Formación descansa discordantemente sobre el basamento (CIEN, 2011).

Los pozos con núcleo claves considerados en esta investigación se encuentran localizados en el Bloque Ayacucho, los mismos están identificados con los siguientes nombres: MFG-013 (Ayacucho 1), MFD-023 (Campo Dobokubi) y el pozo MFF-013 (Campo Farante). El pozo MFG – 013 se constituye en uno de los pozos más importantes para el estudio debido a la variabilidad de

depósitos y de ambientes sedimentarios que involucra la sección de núcleo analizado (362'). En este pozo se lograron identificar dieciocho (18) facies sedimentarias, por lo que representa un pozo modelo o base. Ocho facies (8) constituyen areniscas limpias y/o calcáreas, cuatro facies (4) de areniscas arcillosas, cuatro facies de (4) lutitas, una (1) facies de carbón y una (1) facies heterolítica (Rangel *et al.*, 2013). Otra característica resaltante en cuanto al núcleo analizado de este pozo es que abarca tres ambientes sedimentarios, siendo estos identificados de base a tope en el núcleo como: ambiente fluvial (2.430'1"-2.500'), ambiente transicional (2.430'1"- 2.316'9") y ambiente marino somero (2.316'9"- 2.138'6") (Figura 5).

Por su parte el Pozo MFD-023 localizado en el Campo Dobokubi (433,81' de núcleo), se caracteriza por estar dividido en cuatro intervalos estratigráficos: Basamento (4.603.50'-4.633.42'), Sedimentos Cretácicos (4.448.17'-4.603.50'), Formación Oficina/Merecure (4.295'-4.448.17') y Formación Freites (2.555'- 2.771.58'), donde se lograron identificar once (11) facies sedimentarias. Seis (6) constituyen areniscas de diversos tamaños granulométricos, una facies (1) de conglomerado, una (1) facies heterolítica, una (1) facies lutítica, una (1) facies limolítica y una (1) facie de carbón (IRES, 2007). La sucesión Cretácica se compone de sedimentos continentales, con un intervalo fino de sedimentos marinos en la parte basal. La Formación Oficina/Merecure se compone predominantemente de sedimentos de varios ambientes fluviales, con menor influencia del mar. En total esta unidad estratigráfica representa una sucesión transgresiva, depositada en ambientes continentales en la parte inferior (fluvial, paleosuelo), con deposición deltaica en la parte superior de la secuencia y, posiblemente transición hasta condiciones marinas en la parte superior de la unidad.

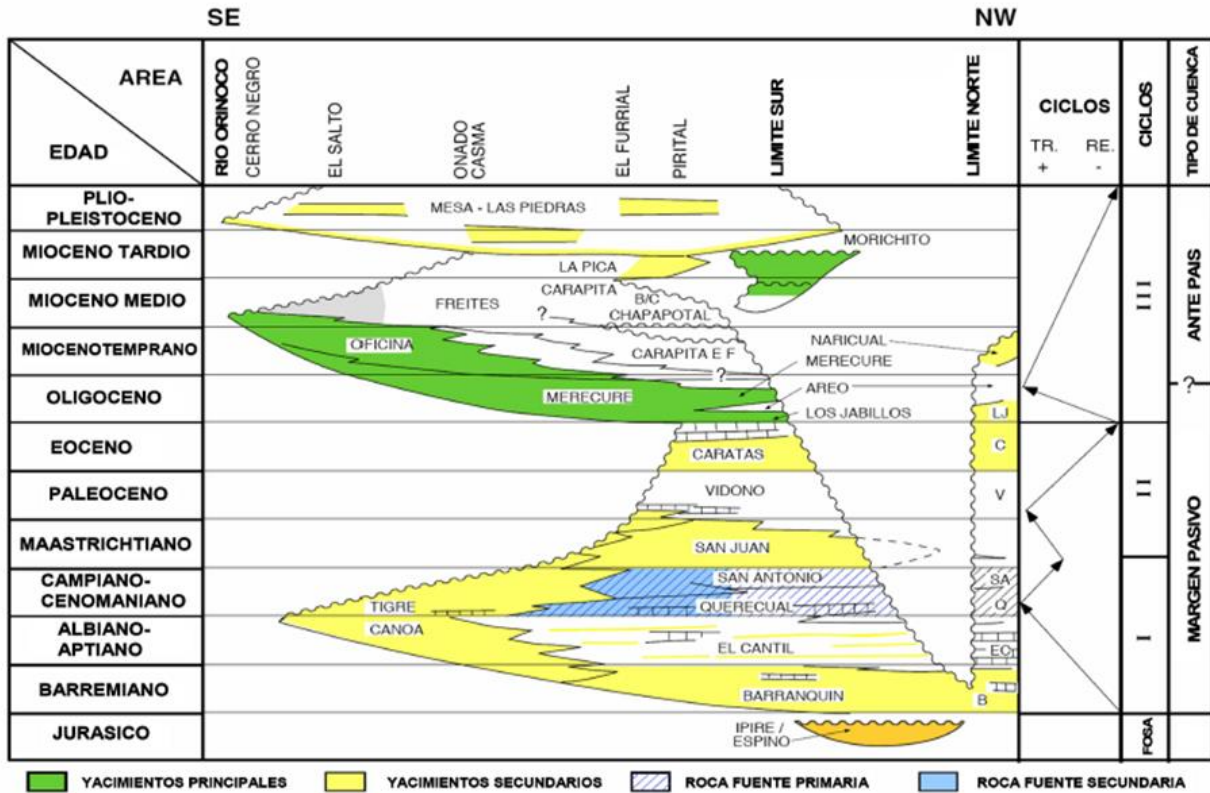


Figura 4. Cuadro cronoestratigráfico de la Cuenca Oriental de Venezuela donde se aprecia hacia el SE las unidades estratigráficas presentes en el subsuelo de la FPO. Tomado de Summa (2003)

El pozo MFF-013 del Campo Farante tiene una sección con núcleo de 695' de espesor entre las profundidades 4.325'-4.680,9' que abarcan el Terciario principalmente, ya que a partir de 4.681' se encuentra el Cretácico hasta una profundidad de 4.910' aproximadamente (tope del basamento), pero en esta sección Cretácica no hubo recuperación de núcleo. Sin embargo, en este pozo la "anomalía radioactiva" en el registro de rayos gamma total comienza en 4.645', es decir, se inicia en la base del Mioceno Temprano de la Formación Oficina, donde sí hay núcleo.

Los ambientes de sedimentación de las secuencias Cretácicas y de inicios del Terciario en los tres pozos pilotos estudiados corresponden con asociaciones sedimentarias de canales fluviales, los cuales son muy proclives a acumular minerales pesados de diversos tipos, los cuales son mayormente indicativos de roca fuente y de las condiciones que prevalecieron durante los ciclos de sedimentación, ya que estos tienen una alta resistencia a la meteorización física y por consiguiente un alto potencial de preservación en las secuencias sedimentarias.

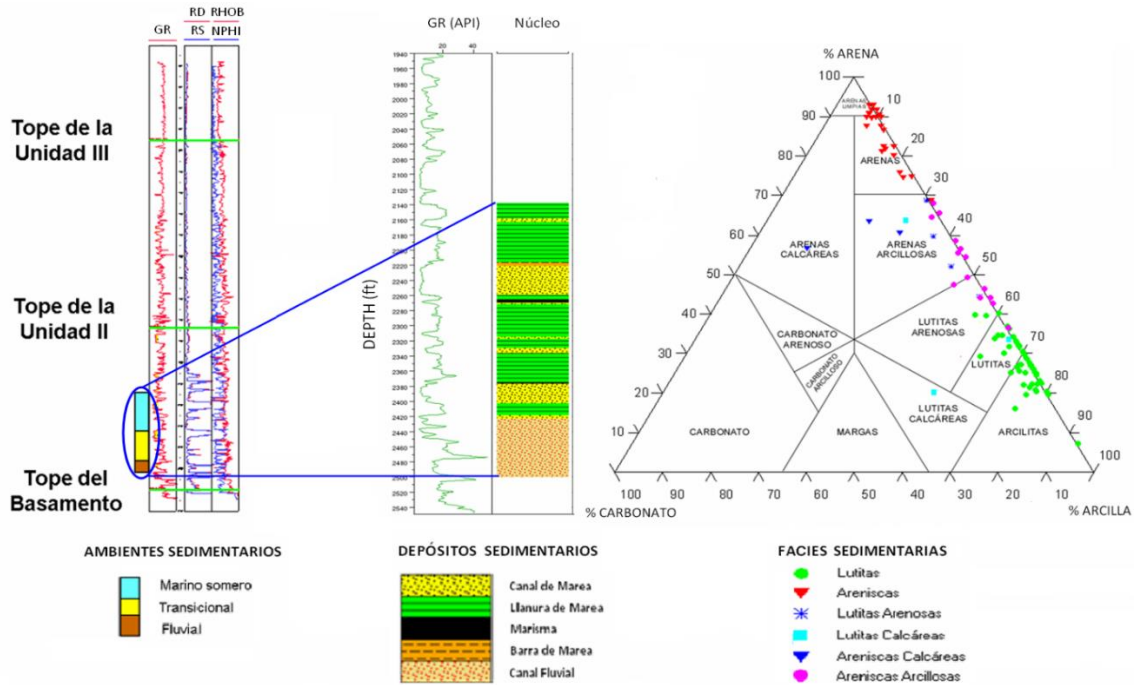


Figura 5. Ambientes, depósitos y facies sedimentarias identificadas en el núcleo del pozo piloto MFG-013 del Bloque Ayacucho de la FPO. Modificado de Rangel et al. (2013)

## METODOLOGÍA

La investigación abarcó dos etapas. La primera etapa comprendió un análisis geoquímico sedimentario inorgánico derivado de la información combinada de las mediciones de las herramientas especiales de perfilaje geoquímico tales como el ECS (*Elemental Capture Spectroscopy*) y FLeX (*Formation Lithology Explorer*), donde se analizaron en conjunto los elementos químicos mayoritarios: Si, Ca, Fe, S, Ti, Mn, los cuales son indicativos en conjunto del tipo de roca presentes en el subsuelo (Baritto, 2013). También se interpretaron registros de rayos gamma espectrales donde se estudió el U, Th y K, elementos radiactivos que caracterizan algunos tipos de mineralogías presentes en las rocas (Liendo 2003), al igual que se analizaron datos sedimentológicos detallados de estudios previos (IRES, 2007, Rangel et al. 2013; Palma, 2012) tales como: litologías, fósiles, estructuras sedimentarias, facies, en tres núcleos claves Cretácicos correspondientes a los pozos: MFG-013, MFD-023 y MFF-13E.

Se hizo especial hincapié dentro de los registros espectroscópicos en el elemento torio (Th), y en el gadolinio (Gd), que es un elemento tierras raras contenido en ciertos minerales pesados y el cual es determinado por las herramientas especiales ECS y FLeX, para su posterior interpretación geológica. Es importante señalar que las anomalías geoquímicas definidas de este par de elementos (Th, Gd) obedecen a las diferencias significativas apreciadas en las tendencias de las curvas que exceden los valores normales de fondo de estos registros, en el caso del Th lecturas que superan los 25 ppm y en el caso del Gd lecturas

que exceden los 2 ppm. El otro conjunto de pozos analizados de interés y que cuentan con toda la información de registros convencionales y especiales para el estudio fueron: MCH-11-9, MCH-12-10, MCH-12-11, IZZ-213, IZZ-230, IZZ-237, IZZ-258, IJ4-1, IJ4-14, ZJ5-12, MFG-012, MFG-014, MFD-29 y MFD-34, ubicados en los bloques Boyacá, Junín y Ayacucho respectivamente.

La segunda etapa consistió en los análisis de laboratorio efectuados en las instalaciones de INTEVEP, S.A a muestras de núcleos y ripios pertenecientes al pozo MEL-376 y MFG-013 del Bloque Ayacucho por Difracción de Rayos X (DRX) y Microscopía Electrónica de Barrido (MEB-EDX). Finalmente, con toda la información analizada de los pozos se realizó una correlación geoquímica y cronoestratigráfica de la anomalía radioactiva para establecer así su extensión areal y temporal en la FPO.

## Difracción de Rayos X (DRX)

Se realizó el estudio en muestras mediante análisis de roca total por DRX, utilizando un difractómetro PHILIPS PW 3710, provisto de un ánodo de cobre y manejado mediante el paquete informático de PANalytical que comprende el software Data Collector para la adquisición de datos y software HighScore Plus para el procesamiento de los difractogramas.



## Microscopía Electrónica de Barrido (MEB-EDX)

Las muestras fueron analizadas por esta técnica analítica utilizando un microscopio electrónico de barrido marca JEOL modelo JSM-6490LV, provisto de un filamento de tungsteno. Este equipo está acoplado a un detector EDX OXFORD Instrument modelo INCA PENTA FETx3, con 30 mm<sup>2</sup> área de detección y 137 eV de resolución.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

En base a la evaluación de los registros espectrales y geoquímicos de los pozos claves con núcleo como el MFD-023 del Campo Dobokubi y de otros pozos localizados dentro del Bloque Ayacucho tales como el MFG-013 y MFF-013 (pozos con núcleo y registros geoquímicos), y los pozos MFG-012, MFG-014, MFD-29 y MFD-34 (pozos con registros geoquímicos), se constató la existencia de una anomalía geoquímica preponderante referida al elemento químico torio (Th) que se asocia a su vez al elemento gadolinio (Gd) en un intervalo estratigráfico que en algunos casos es relativamente mucho más joven que Cretácico, considerando la información bioestratigráfica y de correlación entre todos los pozos. En el MFD-023 se aprecia claramente que la anomalía radioactiva en los rayos gamma totales coincide con el registro espectral del torio a una profundidad de 4.374'. Al realizar una ampliación más detallada de la zona de la anomalía donde se muestra el tope del Cretácico, se destaca que el mismo se encuentra a una profundidad de 4.448', es decir, que entre la anomalía geoquímica y el límite Cretácico existe una diferencia de 74' de espesor, lo que sin duda refleja que esta anomalía involucra un período de tiempo mucho más amplio, siendo diacrónica en tiempo y llegando por consiguiente a abarcar arenas del Mioceno Temprano correspondientes con la Formación Oficina (Figura 6). En este pozo se aprecia claramente en el núcleo impregnación de hidrocarburo pesado en las arenas de la secuencia Cretácica. El pozo MFD-23, posee una evaluación petrofísica que coteja con los datos de núcleo, tal es el caso del volumen de arcilla (VSH) desplegado en la pista 6, calculado mediante las curvas de densidad/neutrón, las cuales indican facies de arenas limpias que están enmascaradas por el registro GR (Figura 7).

En el pozo MFG-013, un pozo con núcleo que abarca parte del Terciario y del Cretácico (2138' – 2500'), ubicado en la parte más occidental del Bloque Ayacucho, se aprecia que la anomalía geoquímica dada por el incremento del torio (Th)

y del gadolinio (Gd) es coincidente justamente con tope del Cretácico a 2.450' (Figura 8). Esta anomalía que impacta la curva de rayos gamma totales (GR) efectivamente se incrementa en relación al intervalo Terciario a partir de dicha profundidad. La afectación de la curva de rayos gamma totales obviamente es influenciada por el contenido de torio que presenta una elevada concentración (>25 ppm) a partir de este intervalo estratigráfico. El estudio sedimentológico efectuado por Rangel *et al.* (2013), interpreta en este intervalo de la anomalía geoquímica canales fluviales de ambiente continental. Otro de los pozos con núcleo cercano al Campo Dobokubi, corresponde con el MFF-013, en el cual se visualiza que la anomalía radioactiva en el registro de rayos gamma totales coincide en el registro del torio y gadolinio a una profundidad de 4.645' (Figura 9). No obstante, el tope del Cretácico se ubica a 4.681', a 36 pies por debajo de la anomalía radioactiva, lo cual es indicativo de que en este pozo dicha anomalía llega hasta los primeros pies de la parte basal de las arenas terciarias de la Formación Oficina y los principales depósitos sedimentarios identificados en este pozo también son correspondientes con canales fluviales.

Otro de los pozos también interpretado del área de Dobokubi es el MFD-029, el cual no tiene núcleo pero si presenta registros espectrales y geoquímicos en la zona estratigráfica de interés (Figura 10). En el mismo también se aprecia una diferencia existente entre la anomalía geoquímica del torio/gadolinio (Th/Gd) y el tope del Cretácico. La anomalía se ubica a 4.092' mientras que el tope del Cretácico a 4.180', es decir, existen 88 pies de diferencia entre ambos topes. Al analizar otros pozos fuera del contexto geográfico del Bloque Ayacucho, específicamente hacia los Bloques Boyacá y Junín, se estudiaron dos pozos claves: el primero de ellos denominado MCH-12-11, ubicado en el área de Boyacá y el segundo definido como NZZ-0221, localizado en el área de Junín. El pozo MCH-12-11 presenta la anomalía geoquímica del torio (Th) y el gadolinio (Gd) coincidente exactamente con el tope del Oligoceno, tal y como se visualiza en la Figura 11. A partir del Oligoceno se observa como la curva del torio aumenta de forma considerable diferenciándose de la sección estratigráfica suprayacente. También en el gadolinio se aprecia este mismo incremento que posteriormente se acentúa aún más en el Cretácico en ambos elementos químicos. En el pozo NZZ-0221, se aprecia según los topes cronoestratigráficos (Figura 12) que la anomalía geoquímica se encuentra a partir del Mioceno Temprano, según las tendencias similares reflejadas por las curvas de concentración del torio y del gadolinio.

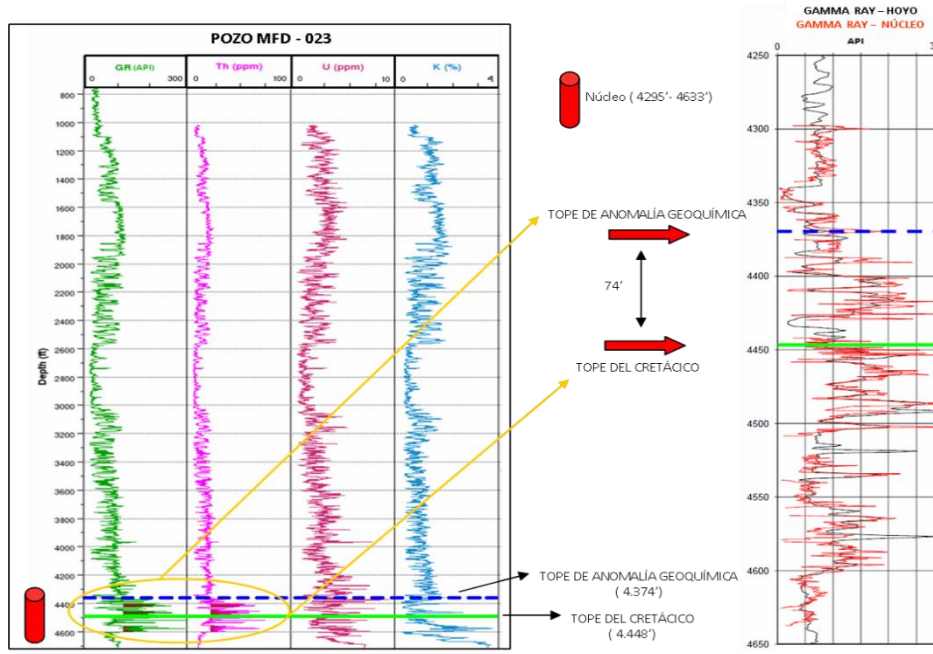


Figura 6. Pozo MFD-023 del Campo Dobokubi que refleja la anomalía geoquímica del Th versus el tope del Cretácico (aproximadamente 74' de diferencia). El registro a la derecha de la imagen compara en detalle el gamma ray del hoyo y el gamma ray del núcleo donde se indica el inicio de esta "anomalía radioactiva"

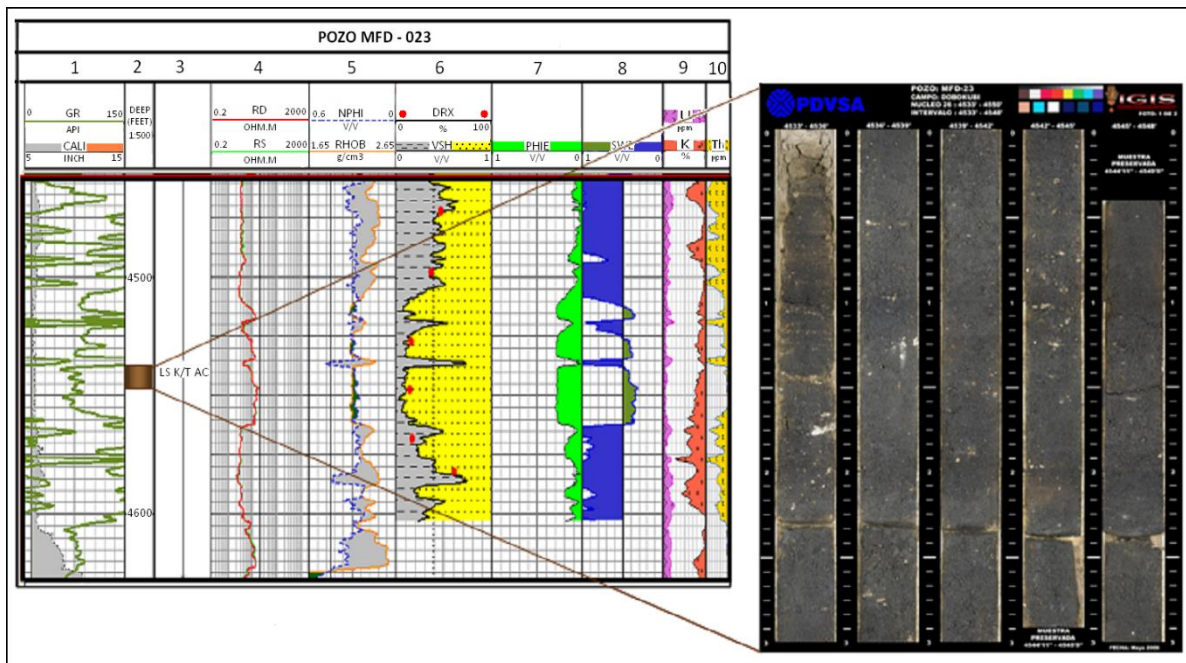


Figura 7. Evaluación petrofísica del pozo piloto MFD-023 en la sección Cretácica, donde se destaca la impregnación de crudo en el núcleo en las arenas de esta unidad estratigráfica a la derecha. Identificación de las pistas =(1) GR: Rayos gamma, CALI: Caliper; (4) RD: Resistividad profunda, RS: Resistividad somera; (5) NPHI: Registro de neutrones, RHOB: Registro de densidad, (6) DRX: Difracción de rayos X, VSH: Volumen de arcilla; (7) PHIE: Porosidad efectiva; (8) SWE: Saturación de agua efectiva; (9) U: Uranio, K: Potasio; (10) Th: Torio

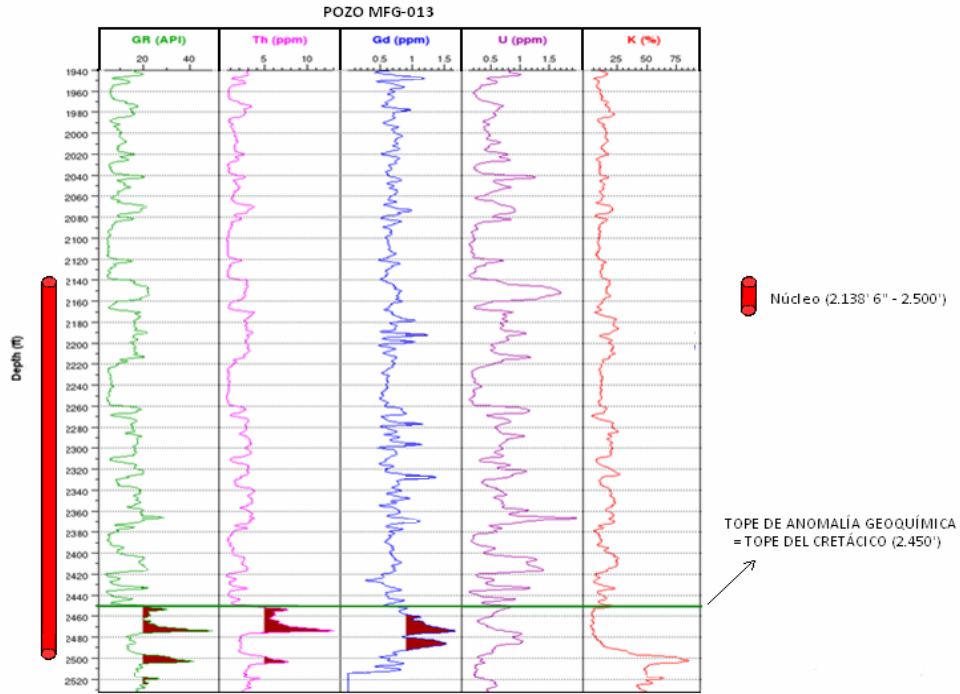


Figura 8. Pozo MFG-013 del Bloque Ayacucho que refleja la anomalía geoquímica del Th y Gd coincidente con el tope del Cretácico a 2.450'

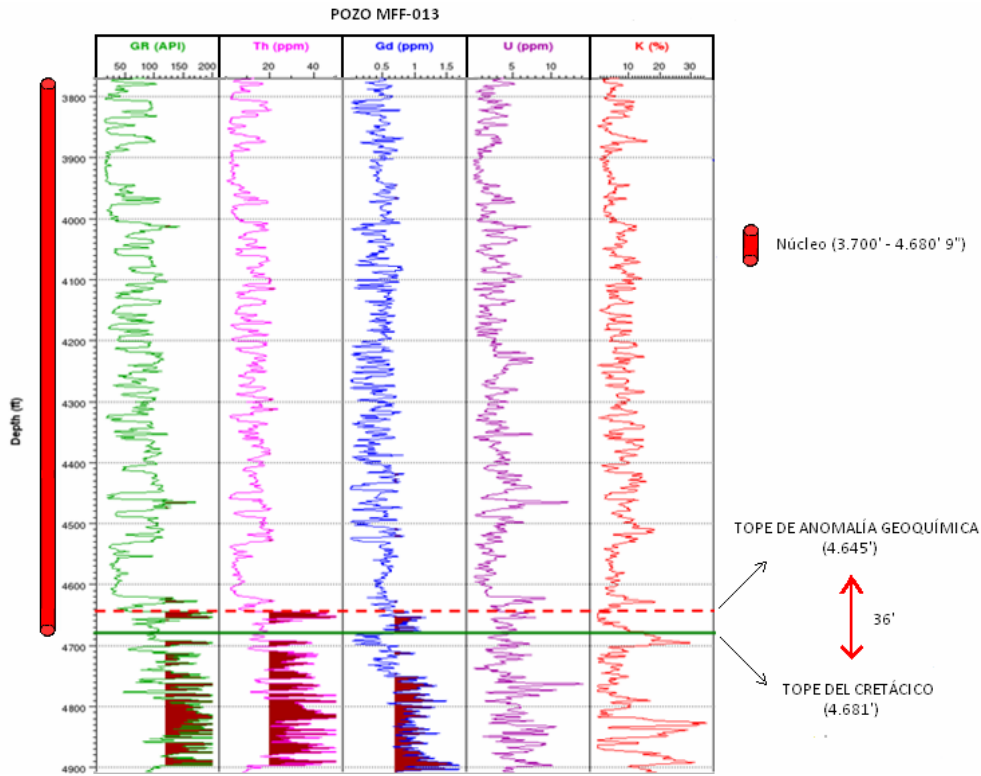


Figura 9. Pozo MFF-013 del Bloque Ayacucho mostrando la anomalía geoquímica Th/Gd (4.645') a 36' por arriba del tope del Cretácico a 4.681'

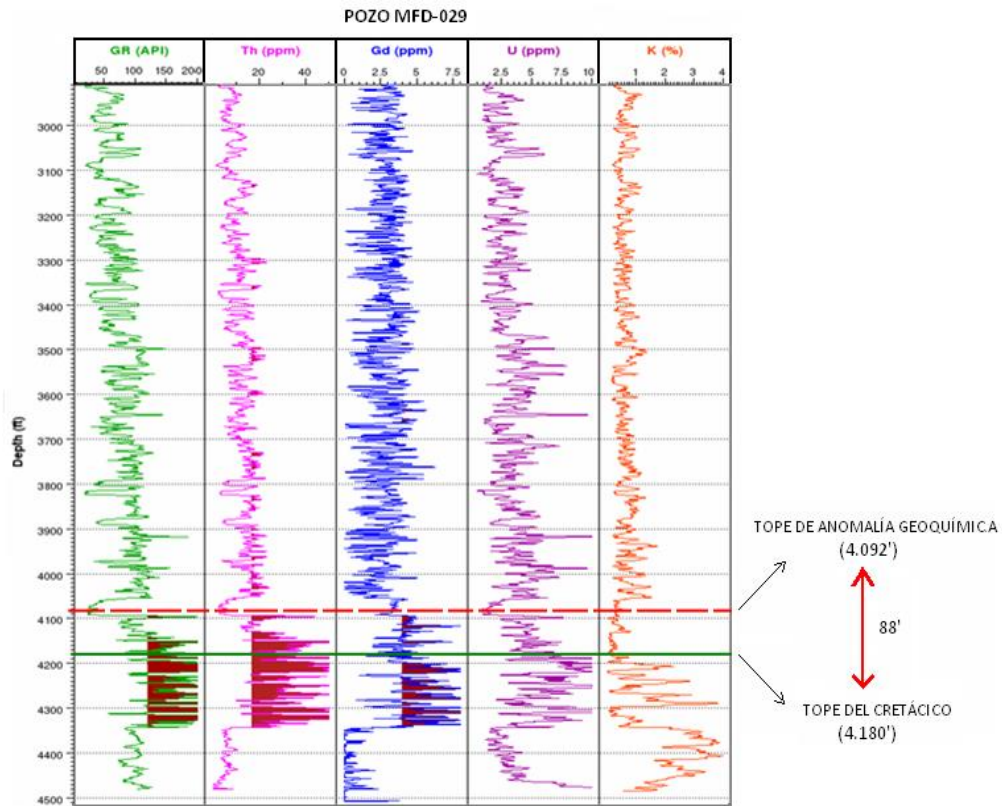


Figura 10. Pozo MFD-029 del Bloque Ayacucho mostrando la anomalía geoquímica Th/Gd (4.092') a 88' por arriba del tope del Cretácico a 4.180'

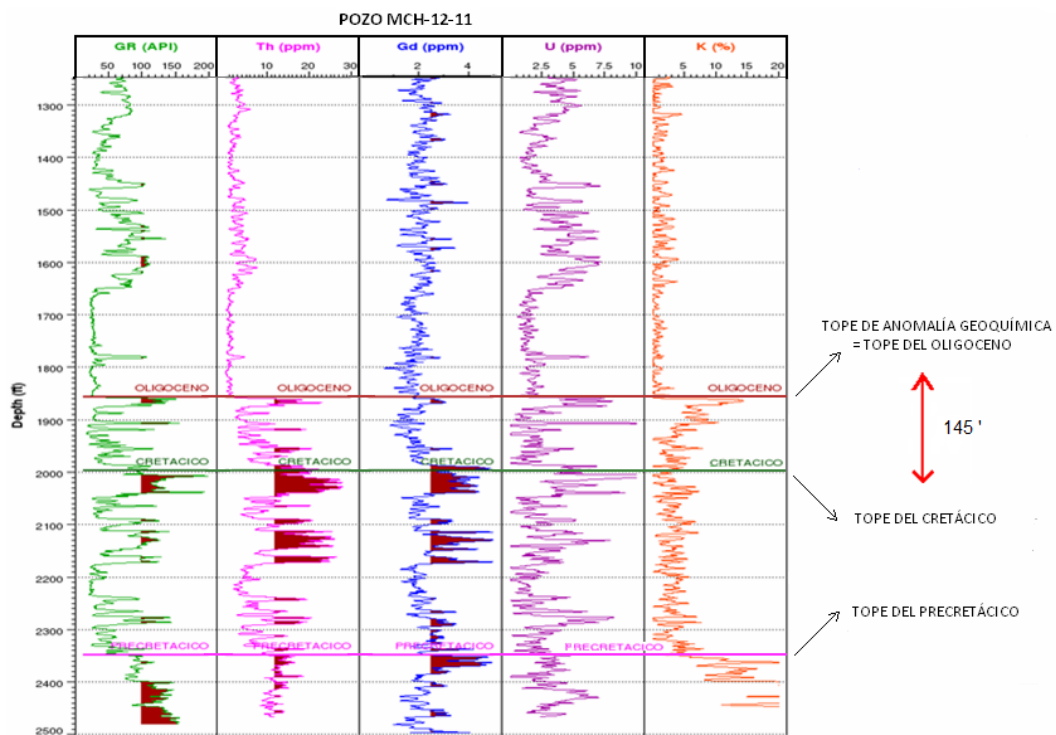


Figura 11. Pozo MCH-12-11 del Bloque Boyacá en la zona occidental de la FPO mostrando la anomalía geoquímica Th/Gd coincidente con el tope del Oligoceno a 145' por arriba del Cretácico



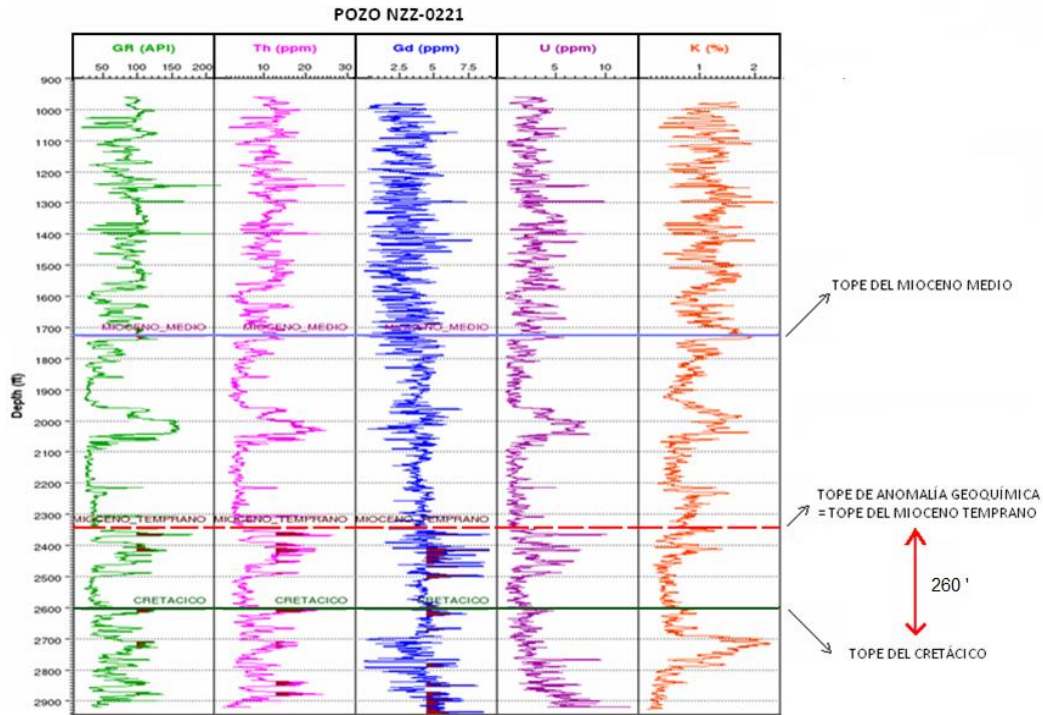


Figura 12. Pozo NZZ-0221 del Bloque Junín reflejando la anomalía geoquímica Th/Gd coincidente con el tope del Mioceno Temprano a 260' por arriba del Cretácico

De acuerdo a estos hallazgos, al colocar en contexto estratigráfico la anomalía radioactiva del Th/Gd, esta es diacrónica en tiempo geológico y la misma no sólo se circunscribe al período Cretácico, como ocurre en algunos de los pozos estudiados, sino que incluso en ciertos casos abarca un período de tiempo de más de 100 Ma, por lo que es importante enfatizar que donde se detecta el aumento de este par de elementos químicos (Th/Gd), el mismo no es correspondiente con un marcador cronoestratigráfico donde se puede fijar exclusivamente el tope del Cretácico, una vez que se identifica esta anomalía mediante las herramientas de perfilaje, sino que es necesario tener en cuenta la bioestratigrafía de las secuencias sedimentarias analizadas en cada uno de los pozos objeto de estudio.

La anomalía radioactiva del Th que afecta los registros de rayos gamma totales y espectrales es generada por el mineral pesado monacita, fosfato de tierras raras altamente radiactivo (rico en Th) y adicionalmente también contiene elementos tierras raras (REE) tales como: Ce, La, Pr, Nd, Sm y Gd. El elemento gadolinio (Gd), el cual es reportado por primera vez por este estudio, es detectado por las herramientas espectroscópicas de perfilaje geoquímico y se ajusta con el torio (Th), debido a que estos dos componentes químicos coexisten dentro de la estructura química de este mineral pesado. Con ínfimas cantidades en el contenido de monacita (0,09% - 0,1% en p/p) se pueden tener anomalías radiométricas de magnitud considerable en un registro de rayos gamma natural, ya que el torio es un elemento químico altamente radiactivo y además es proporcionalmente elevado

en este mineral pesado. En varias partes del mundo existen arenas ricas en monacita, de las cuales se extrae Th y tierras raras (TR) (Philander & Rozendaal, 2011). En el Campo Dobokubi, en el pozo MFD-023 se ha determinado monacita en muestras del núcleo analizadas (Duhamel, 2016). En los estudios efectuados en los laboratorios de INTEVEP, S.A a muestras del pozo MEL-376 por las técnicas de DRX y MEB-EDX, también se corroboró la existencia de este mineral pesado (Figura 13).

La monacita está contenida tanto en las arenas como en las arcillas estudiadas en los intervalos estratigráficos de interés, coexistiendo con la caolinita que es un mineral del grupo de las arcillas preponderante en los sedimentos de la Faja Petrolífera del Orinoco (Figura 14). La coexistencia de estas dos fases minerales (monacita – caolinita) es posible y ha sido también documentada en yacimientos petrolíferos radiactivos del Mar del Norte (Hurst & Milodowski, 1996). El enriquecimiento en torio de las caolinitas es muy característico en virtud de que es un elemento inmóvil muy estable que no sufre alteración desde su roca parental tales como los granitos alcalinos y las carbonatitas, hasta su permanencia por ejemplo en un caolín puro (Figura 15), que es el estado final de una roca arcillosa constituida casi exclusivamente por mineral de arcilla tipo caolinita y que ha sido identificada en la gran mayoría de las facies arcillosas descritas en pozos de la FPO (Figura 16) y también en análisis de arcillas en sedimentos del río Orinoco (Eisma *et al.*, 1978). En el pozo MFD-029 se destaca esta coexistencia



mineralógica y una alta radioactividad a nivel del Cretácico (Figura 17).

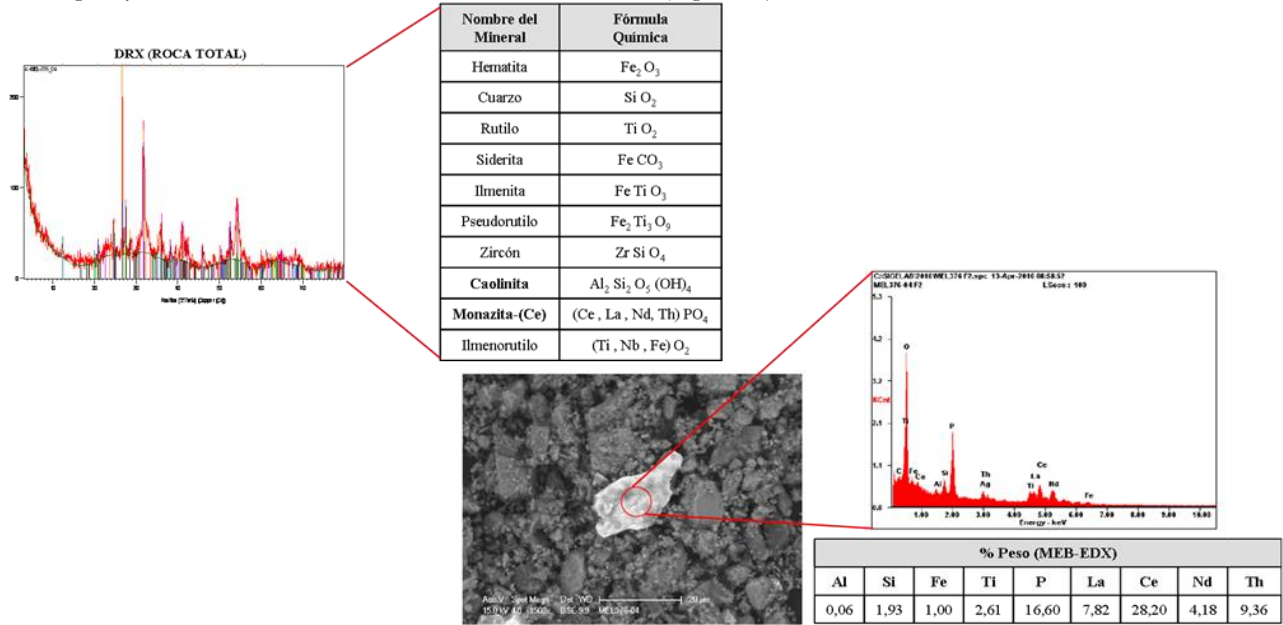


Figura 13. Análisis por DRX en roca total a muestra del pozo MEL-376 determinándose la presencia de monacita en coexistencia con otras fases mineralógicas como la caolinita (mineral de arcilla). Análisis químico detallado por MEB-EDX en la misma muestra a una monacita donde se observa el porcentaje en peso de los principales elementos químicos constituyentes entre los que destaca el torio (Th)

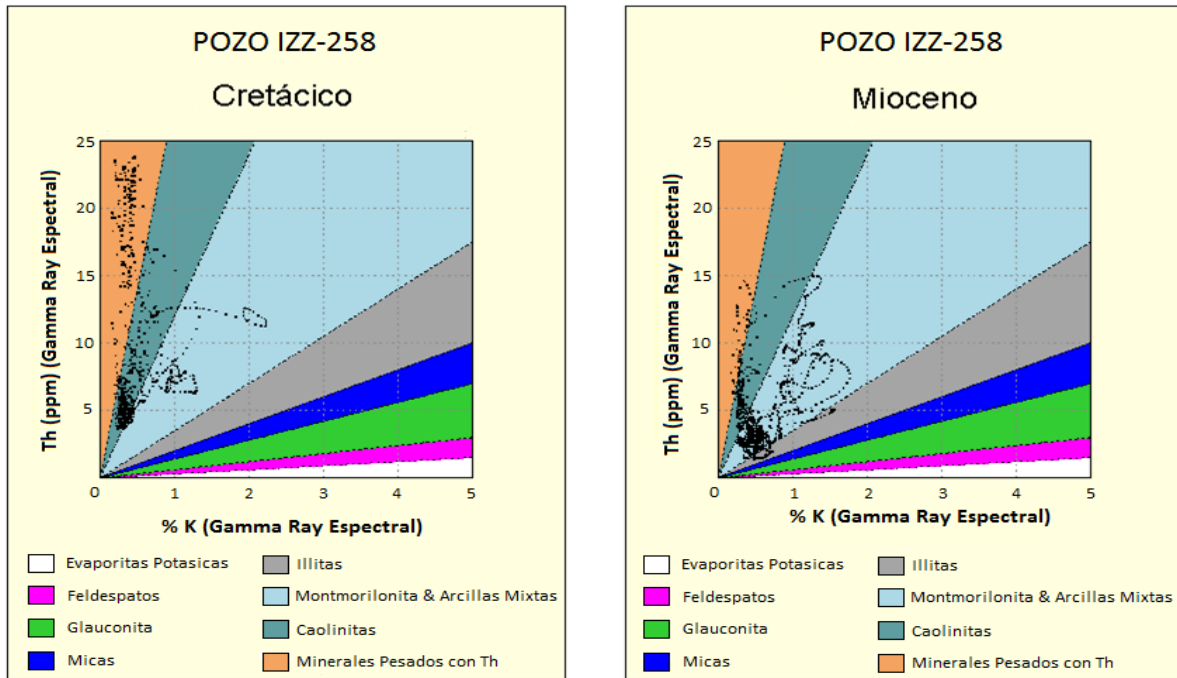


Figura 14. Identificación de minerales de arcilla y minerales pesados a través del gráfico de relación Th (ppm) y K (%) de la Schlumberger (1984), donde se comparan los sedimentos del Cretácico versus los sedimentos del Mioceno en el Pozo IZZ – 258 (Bloque Junín). En el gráfico se destaca la preponderancia de minerales pesados con torio (Th) para el Cretácico (monacita), coexistiendo con el mineral de arcilla caolinita fundamentalmente. En el Mioceno disminuye el contenido de minerales pesados y aumenta la proporción de minerales de arcillas

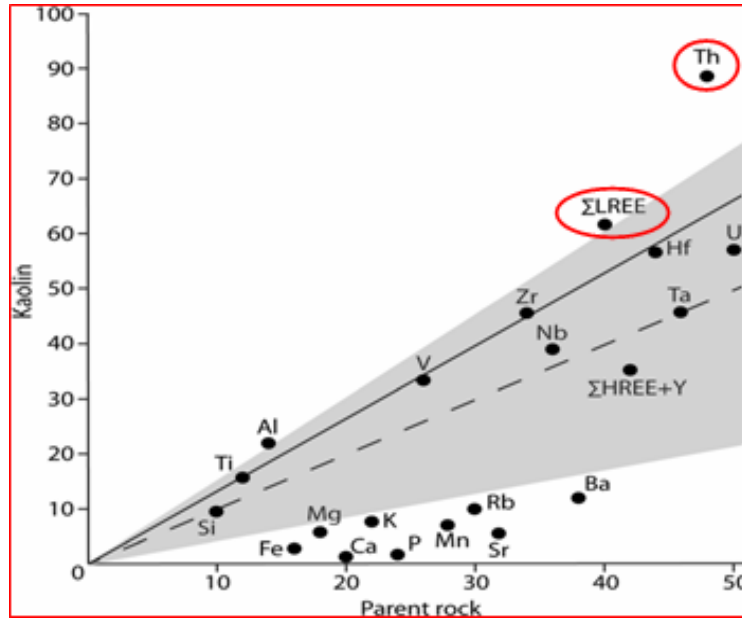


Figura 15. Estabilidad química de los elementos tierras raras ligeras (LREE), el Gd forma parte de este grupo, y del torio (Th) en un caolín generado de un granito (roca parental). A partir de la parte superior de la línea continua negra los elementos químicos son considerados más estables o menos móviles en el caolín (en círculos rojos). Tomado de Höhn et al. (2014)

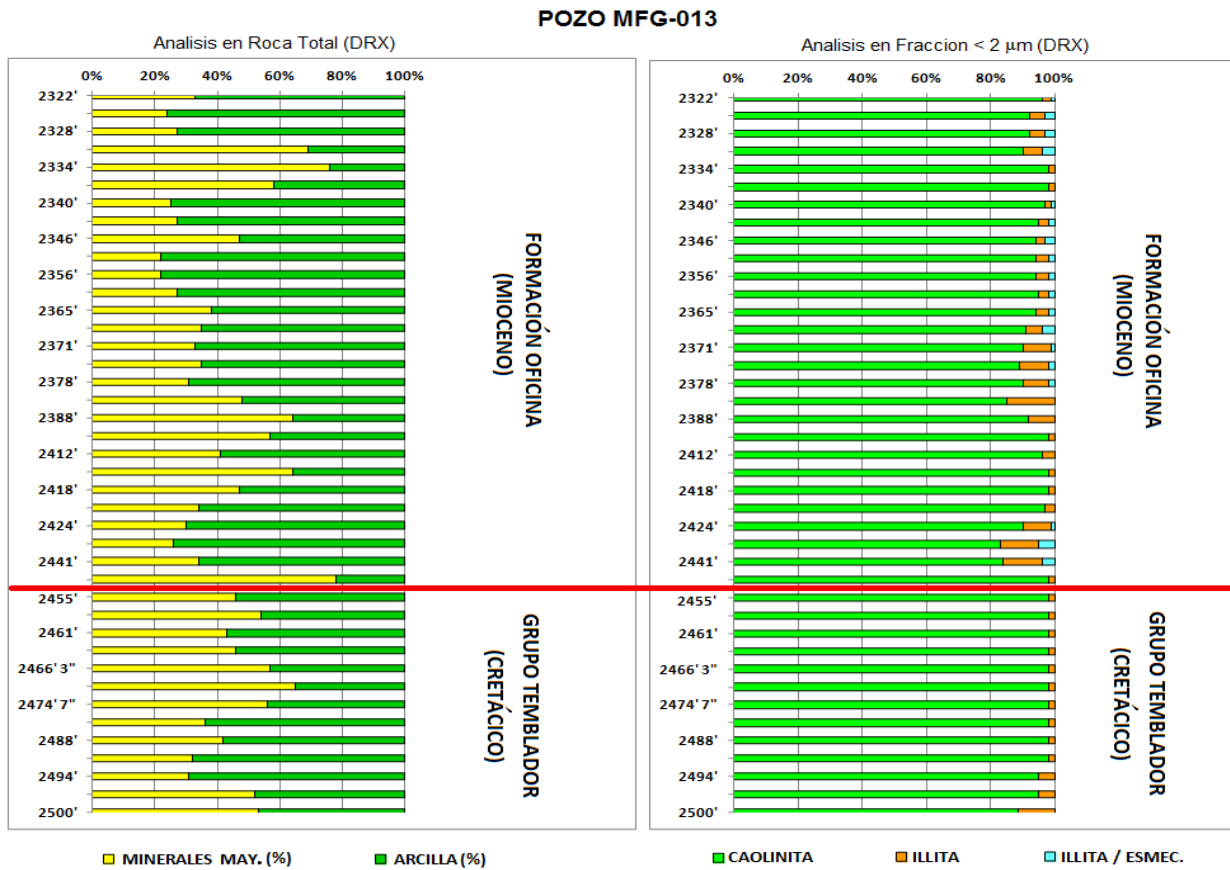


Figura 16. Análisis comparativo de las fases minerales tanto en roca total como en la fracción <2μm (DRX) para el Grupo Temblador y la Formación Oficina en la parte basal del pozo MFG-013 (Bloque Ayacucho), destacándose el alto contenido de arcilla en ambas unidades estratigráficas y la alta proporción de caolinita en más de un 90%

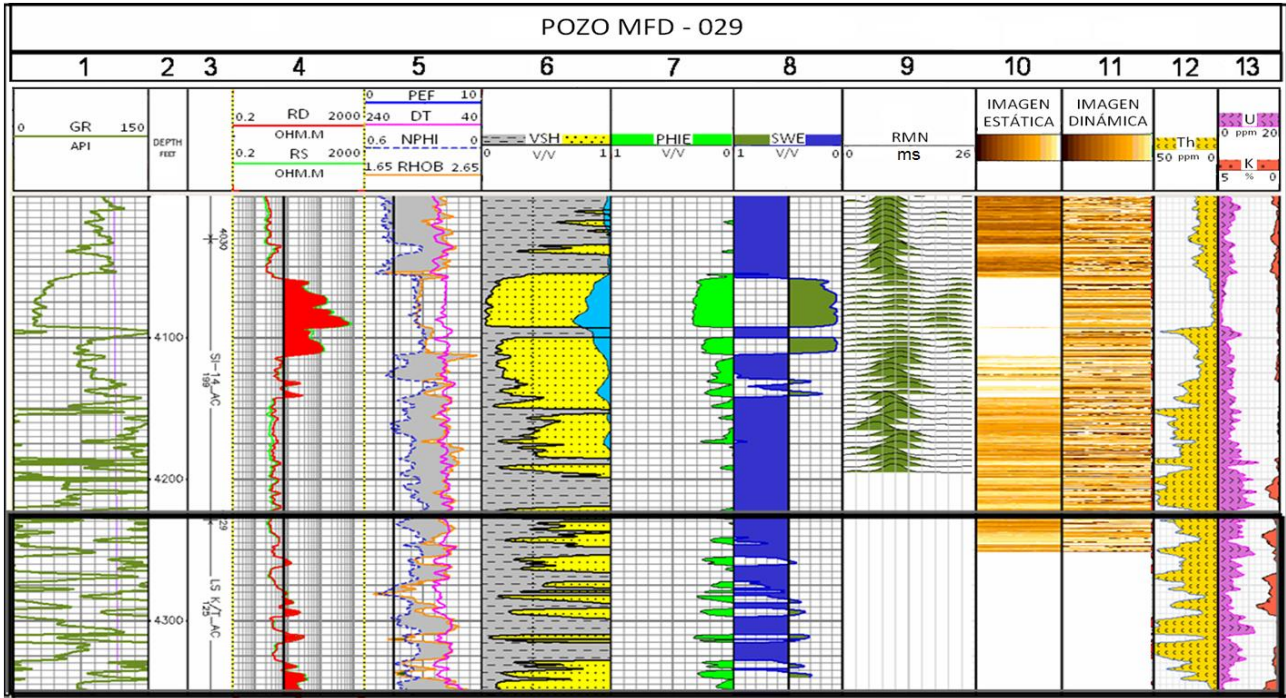


Figura 17. Evaluación petrofísica del pozo MFD-029 del Bloque Ayacucho señalando en el rectángulo en color negro la secuencia Cretácica caracterizada por facies arenosas (con presencia de hidrocarburo) y facies arcillosas definidas ambas por una alta radioactividad, donde coexisten la monacita y la caolinita en ambos tipos de facies. Identificación de las pistas del gráfico = (1) GR: Rayos gamma; (4) RD: Resistividad profunda, RS: Resistividad somera; (5) PEF: Factor fotoeléctrico, DT: Registro sónico, NPHI: Registro de neutrones, RHOB: Registro de densidad, (6) VSH (GR): Volumen de arcilla; (7) PHIE: Porosidad efectiva; (8) SWE: Saturación de agua efectiva; (9) RMN: Resonancia magnética nuclear; (10, 11): Registros de imágenes; (12) Th: Torio; (13) U: Uranio, K: Potasio

Es importante acotar que el torio no es un elemento sustitutivo de algún catión dentro de la estructura química de la caolinita, sino que este forma parte de la composición química de las monacitas. En ocasiones este mineral pesado llega a presentar un tamaño de grano tan pequeño como el tipo arcilla (< 2 µm), lo que permite su coexistencia con la caolinita (Hurst & Milodowski, 1996).

Diversos afluentes fluviales en sentido casi norte-sur han aportado sedimentos a la Cuenca Oriental desde el Cratón de Guayana, el cual está constituido por diversas provincias geológicas precámbricas, destacándose entre estas las Provincias de Cuchivero e Imataca, las cuales abarcan una gran extensión de terreno aflorante hacia el sur del río Orinoco (Figura 18). Por el lado suroccidental de la FPO, se tiene a la Provincia de Cuchivero, contentiva de rocas félsicas, graníticas y volcánicas que pueden contener monacita, en particular rocas de tipo Parguazensis y también carbonatitas ricas en Th (como cerro Impacto) y quizás las de la Asociación Cuchivero, ambas generadas por la acción de sendas plumas mantelares, hace 1,54 Ga y 1,98 Ga respectivamente (Grande, 2023). En el lado suroriental de la FPO, se tiene el Complejo de Imataca, el cual es intrusionado a su vez por varios cuerpos ígneos como el Granito de la Encrucijada, el de los Castillos de Guayana y el Granito de El Palmar, el más grande de todos, generados por una plumar

mantelar de edad Cuchivero, entre 2,0 - 1,8 Ga (Grande, 2023), sirviendo estas unidades intrusivas tentativamente como otras fuentes del mineral monacita en la zona oriental de la FPO.

Durante el Cretácico y el Mioceno, los relieves expuestos de estos plutones graníticos intrusivos era mucho más extensa que en la actualidad, de modo que pudieron aportar más de este mineral a la cuenca desde las fuentes graníticas erosionadas hacia las zonas de bajos relieves del Cratón, junto a arenas químicamente maduras. El límite K/Pg en el Escudo de Guayana dejó una vasta superficie de erosión, que ahora se sitúa a 600-700 m s.n.d.m., denominada Superficie de Erosión Nuria-Cerro Bolívar-Pijiguaos. Ese es justo el tiempo cuando la monacita comenzó a ser transportada a la cuenca. El mineral se concentró preferentemente en los depósitos tipo placeres desarrollados por los sistemas de canales fluviales en los meandros (*point bar*) a nivel superficial y luego soterrados en el subsuelo. Estos ambientes y depósitos de sedimentación continental han sido reportados en núcleos de edad Cretácica en la FPO por Rangel *et al.* (2013) (Figura 19). En el Complejo de Imataca se han ubicado la mayoría de los sitios anómalos reportados por levantamientos radiométricos aéreos y por estudios previos, presentando un valor de fondo regional que supera en tres veces o más al del resto de las provincias geológicas contiguas (Audemard, 1977), esto en



parte debido a los cuerpos graníticos que intrusionan esta unidad.

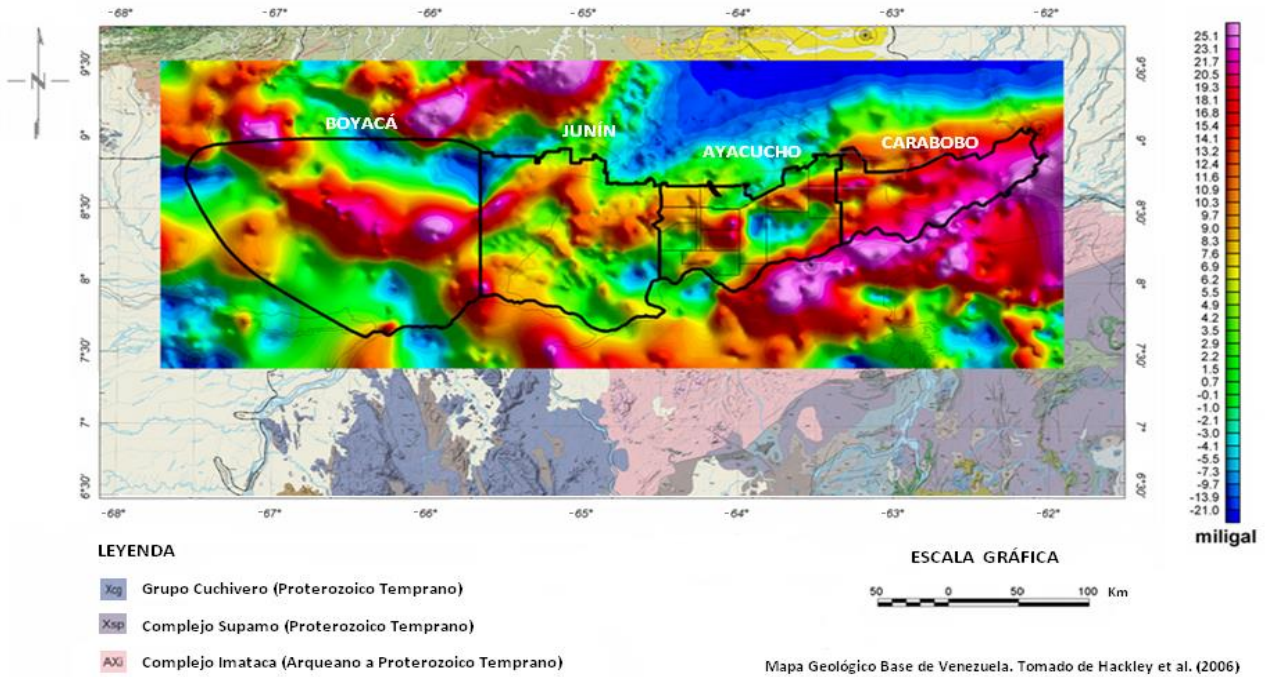


Figura 18. Mapa gravimétrico de anomalía de Bouguer donde se destacan las Provincias geológicas de Cuchivero e Imataca al sur del río Orinoco junto a los altos y bajos estructurales del basamento de la FPO. Tomado de Araujo (2016)

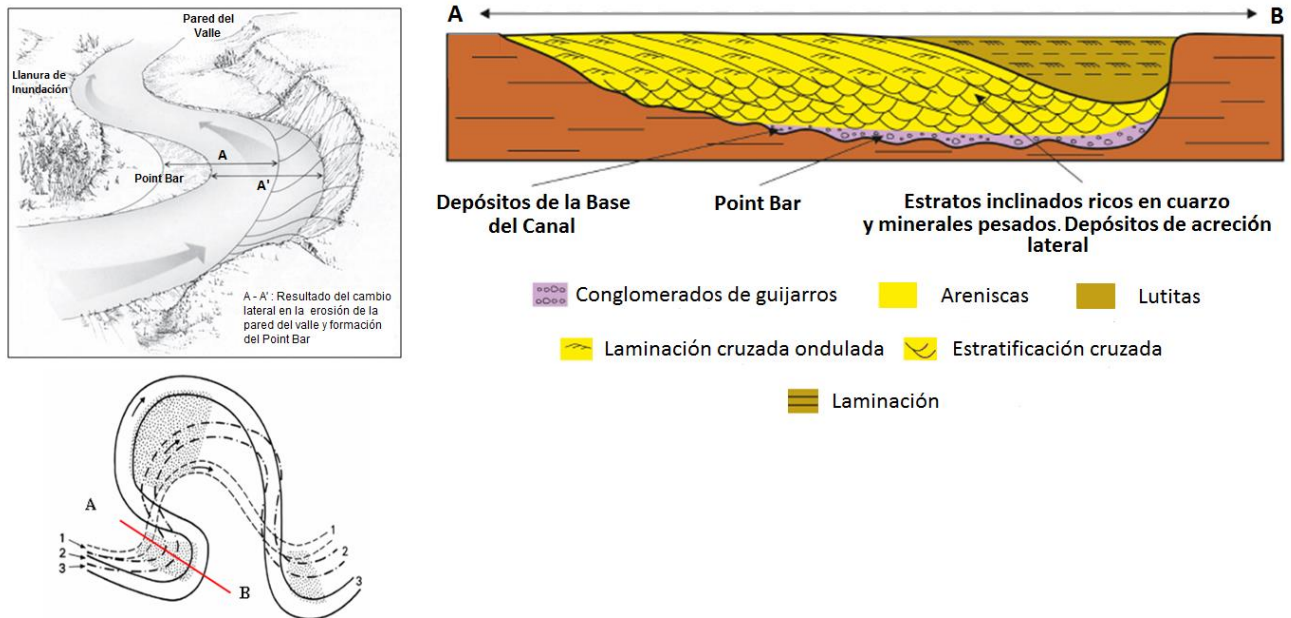


Figura 19. Modelo sedimentológico conceptual de yacimientos tipo placer, favorables a la acumulación de minerales pesados tales como la monacita en las zonas de los point bar. En la imagen izquierda se aprecia la evolución de este tipo de depósitos sedimentarios y en la imagen derecha se expone un corte geológico donde se muestran las distintas facies y estructuras sedimentarias asociadas. Modificado de Simon & Gibling (2017) y Rhoads (2020)

Si se analiza el mapa del porcentaje de arena neta de la Formación Oficina realizado por Funes (1985), en el área del Bloque Ayacucho con el paleodrenaje trazado en este estudio derivado del mapa isópaco de entonces, se tiene una clara distribución de la sedimentación desde el Cratón de Guayana

hacia el norte (Figura 20), aportando una idea clara de cómo ha sido esta dinámica sedimentaria al menos hasta el Mioceno Temprano en cuanto a las tendencias de sedimentación desde esa región sur hacia la FPO. En el Cretácico la sedimentación identificada en los núcleos analizados es preponderantemente

continental con depósitos de canales fluviales y estos drenajes sólo se han desplazado de forma lateral y frontal en virtud de la evolución de estos cauces a través del tiempo geológico, hasta que la configuración que fue tomando el actual río Orinoco cortó la sedimentación proveniente de todos estos afluentes de sentido norte-sur que drenaban hacia esta zona de la Cuenca Oriental de Venezuela (Figura 21).

Estudios ya efectuados en los años '70, indicaban que una franja de rocas sedimentarias que descansaban sobre rocas precámbricas del Escudo de Guayana, debido a su carácter depositacional, litológico y estructural resultaban de interés para la exploración de minerales radiactivos. Esa área preferencial de acumulación al norte del río Orinoco en base a estos estudios preliminares aeroradiométricos, señalaban que la Formación Oficina ofrecía las mejores perspectivas para las localizaciones de estas mineralizaciones radiactivas, de tal forma que hacia el sur donde se acuña esta unidad estratigráfica contra el Escudo de Guayana se hace más continental, debido al mayor aporte de material cratónico, indicando condiciones ideales para la formación de depósitos de tipo sedimentarios y de oxidación-reducción (Audemard, 1977; Pasquali, 1977). Los análisis e interpretaciones derivadas de este estudio, han determinado que sólo la parte basal (Mioceno Temprano) de la Formación Oficina es la única capaz de alojar a estos minerales radiactivos indicados por investigaciones previas. El Grupo Templador, constituido por las formaciones Tigre y Canoa, es la otra unidad estratigráfica (Cretácico) con capacidad de contener a estos minerales radiactivos (monacita), dada las características sedimentarias y el tipo de depósitos desarrollados (ambientes fluviales).

Otras investigaciones en prospección geoquímica de minerales pesados en yacimientos tipo placeres, realizados en la parte sur del río Orinoco, específicamente en la cuenca hidrográfica del río Arizo afluente del río Aro, referidos a la caracterización de las concentraciones de uranio (U), torio (Th) y tierras raras (REE), determinan que las concentraciones encontradas en los minerales pesados para dichos elementos químicos son los suficientemente altas y son derivados de litologías de fuente félsicas que podría contener mineralizaciones importantes de estos elementos (Hernández, 2013). La asociación mineralógica contenida en los minerales pesados de los sedimentos estudiados por Hernández (2013) está dominada por ilmenita, monacita, circón, magnetita, cuarzo y hematita. La presencia de monacita es indicativa de que este mineral es el que aporta las altas concentraciones de los REE presentes en los minerales pesados para el área señalada.

Gamero *et al.* (2014) efectuaron caracterizaciones geoquímicas de minerales pesados en muestras de diversas cuencas hidrográficas de la zona noroccidental del estado Bolívar definiendo varias zonas anómalas, entre las que se destaca el Th, relacionadas al mineral pesado monacita en las cabeceras del río Caura, en rangos de concentración que van

desde 1.803 ppm hasta 17.086 ppm. Otras investigaciones de importancia en zonas cercanas a este estudio, que involucran muestras de materia orgánica sedimentaria correspondiente a diferentes cuerpos de agua que drenan hacia el río Orinoco entre los que se destacan los ríos Aro, Caura y Cuchivero, muestran que los mismos tienen elevadas concentraciones en tierras raras (REE) dentro de esta materia orgánica si se compara a otros análogos mundiales (Freslon *et al.*, 2014) (Figura 22). Esto es indicativo sin lugar a dudas que existen rocas de fuentes félsicas en el área del Escudo de Guayana que están aportando altos valores en REE, que a su vez son absorbidas por la materia orgánica que es transportada por estos afluentes.

De igual forma, Osborne *et al.* (2015) realizaron un estudio de distribución de elementos tierras raras (REE) en aguas marinas de diversas zonas del Caribe, destacándose que en tres estaciones (3) establecidas en la desembocadura del río Orinoco (246-1, 247-1 y 249-1) a diversas profundidades sobre el nivel del mar, los valores medidos en el contenido de tierras raras son mucho mayores a la profundidad de cero (0) metros que cualquiera de las otras estaciones medidas en toda la zona del Caribe, lo cual refleja que estas aguas superficiales someras transportadas por el río Orinoco hasta su desembocadura, están afectadas y enriquecidas en los actuales momentos por los elementos químicos de estos minerales pesados que al interactuar le imprimen una huella geoquímica diagnóstica anómala y distintiva del resto de las aguas marinas. Todas estas evidencias llevan a plantear, que existe un contexto geológico favorable que condiciona el enriquecimiento de torio (Th) y de tierras raras (REE), entre los que destaca el gadolinio (Gd), en la región norte del Escudo de Guayana inducido primordialmente por la monacita, que está generando dichas anomalías tanto en los sedimentos de los yacimientos presentes en el subsuelo de la FPO, así como también afecta a las aguas superficiales y a la materia orgánica en estas áreas.

Otro estudio de relevancia en el área, que confirma las evidencias que se han planteando con antelación, en cuanto a la presencia de la monacita en las arenas radiactivas del subsuelo de la Faja Petrolífera del Orinoco, corresponde con el trabajo efectuado por Duhamel (2016), quien en un análisis de minerales pesados realizado a tres (3) muestras de arenas del núcleo MFD-023 del Campo Dobokubi, dentro de la zona del Bloque Ayacucho, logró identificar este mineral en diversos intervalos de profundidad (4.519', 4.522' y 4.540'), en base a análisis realizados por técnicas de separación de minerales pesados, Difracción de rayos X (DRX) y Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) en la Universidad Central de Venezuela, Universidad Simón Bolívar e INTEVEP. Los resultados arrojados en ese estudio permiten establecer una correlación directa entre el contenido de la monacita y el nivel de radioactividad reportado por las herramientas de rayos gamma totales en las diversas profundidades analizadas.





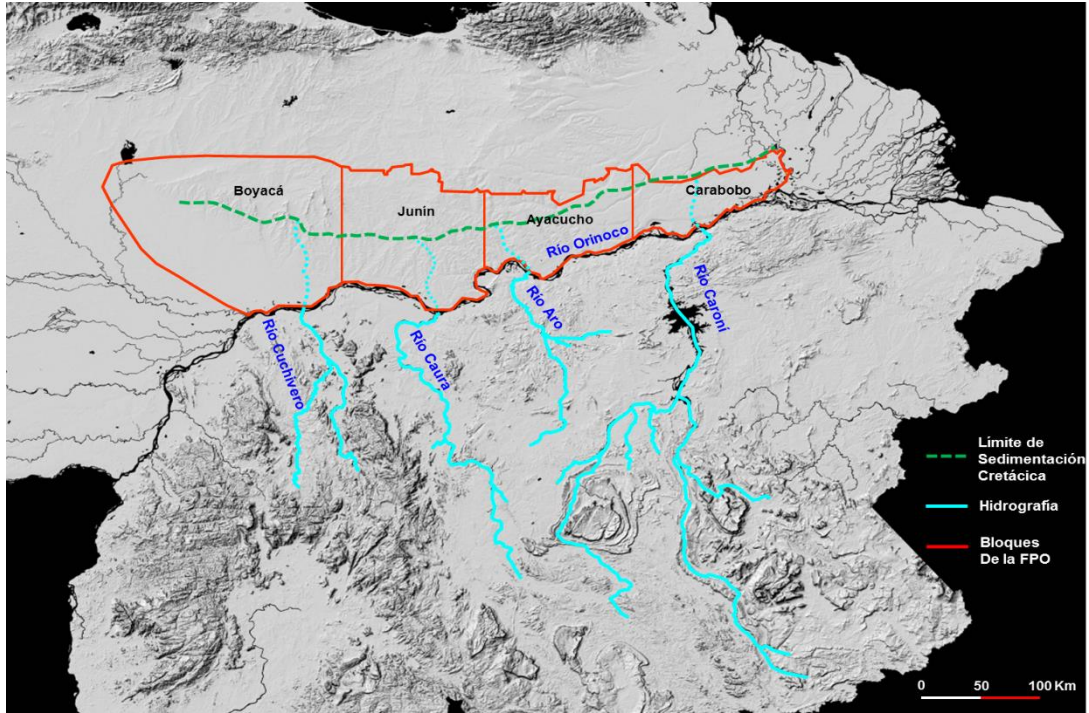


Figura 21. Mapa donde se aprecian los diversos afluentes fluviales actuales drenando sobre el Escudo de Guayana. La línea segmentada en color verde indica el límite de sedimentación Cretácica en donde se acuña esta secuencia contra el basamento de la FPO. Se muestra adicionalmente una proyección tentativa en color azul claro punteado de los paleodrenajes hacia el norte del río Orinoco en tiempo previo al Mioceno Temprano. Modificado de POMR (2012)

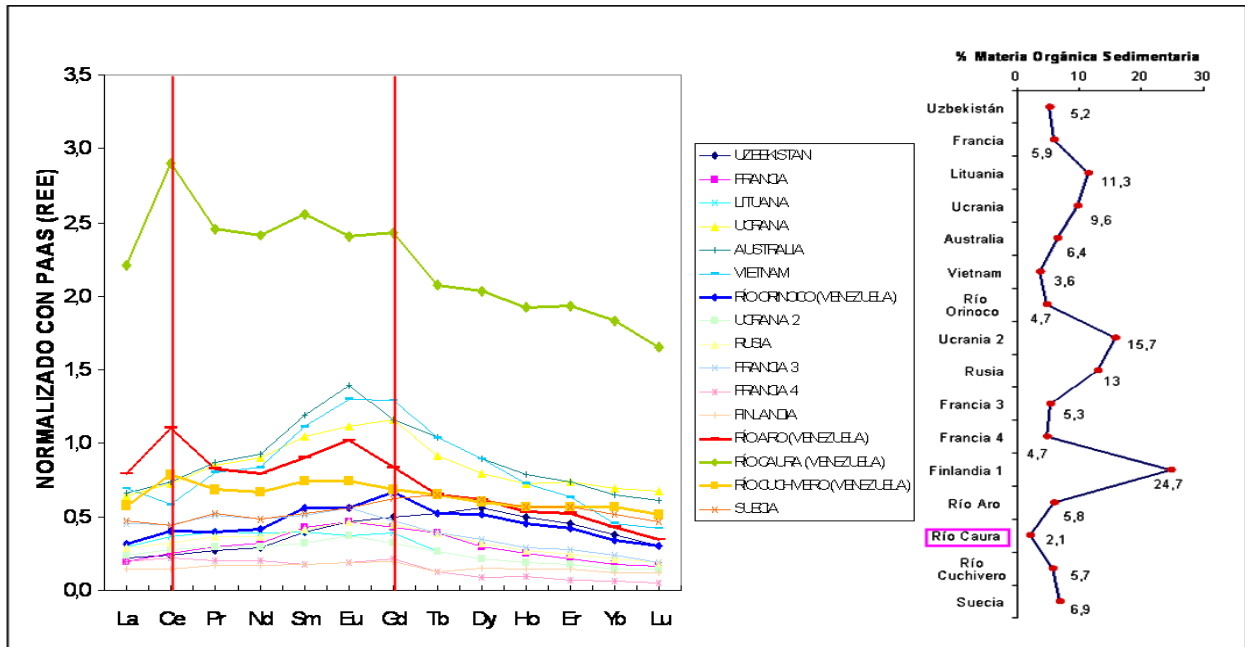


Figura 22. Concentración de tierra raras (REE) en materia orgánica sedimentaria (gráfico izquierdo), donde se destacan los valores anómalos por ejemplo del cerio (Ce) y Gadolinio (Gd) (líneas en rojo) para el río Caura en comparación a otros análogos mundiales. En el gráfico de la derecha se tiene el contenido de materia orgánica total contenido en cada uno de los ríos analizados, destacándose el río Caura en Venezuela por su bajo valor en materia orgánica y elevadas concentraciones en REE. Modificado de Freslon et al. (2014)

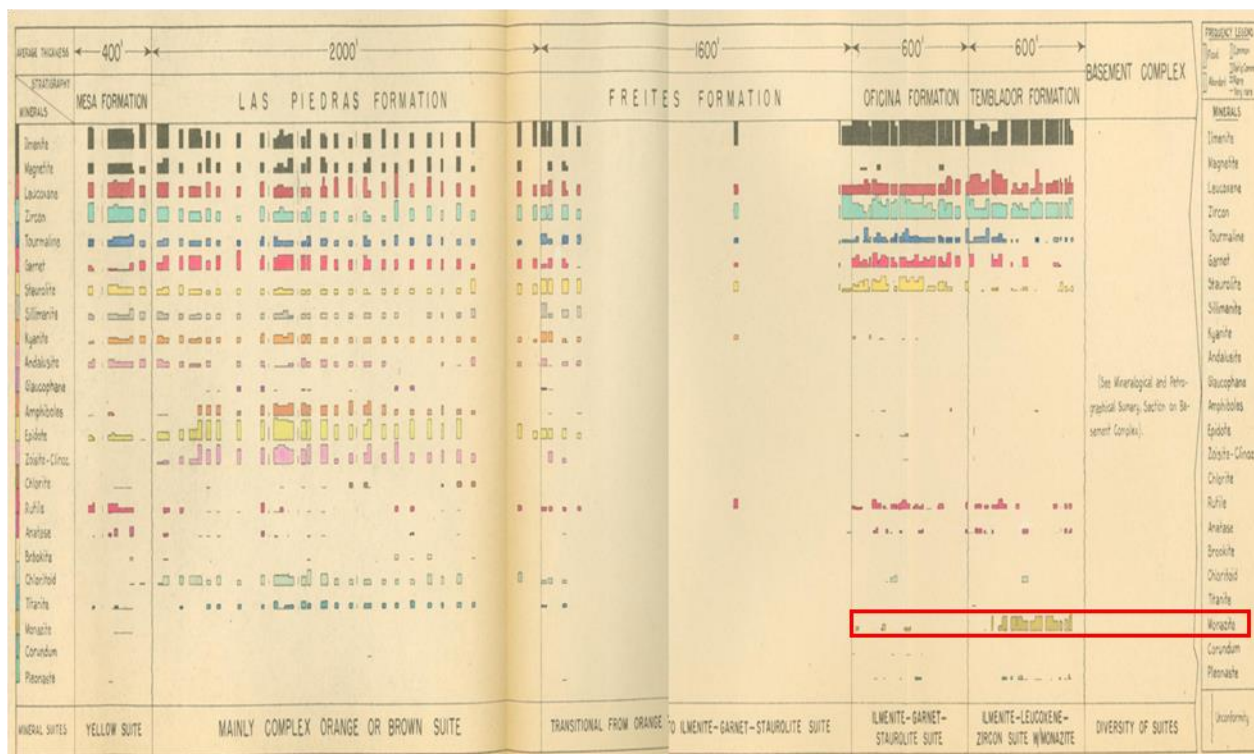


Figura 23. Carta que refleja el contenido de minerales pesados para todos los pozos del Campo Temblador, donde se indica en el rectángulo en color rojo el contenido abundante de monacita para la Formación Temblador (ahora Grupo Temblador del Cretácico) y que se denomina suite de ilmenita-leucoceno-zircón con monacita. La Formación Oficina presenta menor concentración de este mineral. Tomado de Feo (1949)

“Una versión de alta resolución de esta figura puede ser solicitada al autor”

En el estudio de Feo (1949), se aprecia claramente que la Formación Oficina, la cual es suprayacente al Grupo Temblador, muestra poco contenido del mineral de monacita en comparación a la unidad infrayacente Cretácica. En las unidades más jóvenes como las formaciones Freites, Las Piedras y Mesa no se presenta contenido alguno de este mineral radiactivo. Esta baja concentración de monacita en la Formación Oficina, justifica la radioactividad que aún prevalece en los sedimentos de edad Mioceno Temprano que se han observado en algunos de los pozos interpretados en esta investigación a lo largo de la Faja Petrolífera del Orinoco, lo que genera efectivamente el diacronismo que se ha indicado con la anomalía Th/Gd. El trabajo de Feo (1949) demuestra hasta donde al menos tuvo afectación el aporte de sedimentos contentivos de monacita, transportada por los diversos afluentes fluviales que drenaban desde el Cratón de Guayana en dirección norte-sur, durante y después del Cretácico, en virtud de que hoy en día este mineral está presente en el registro sedimentario del subsuelo no sólo del área tradicional de la FPO, sino también en el subsuelo de campos petroleros vecinos de vieja explotación, ubicados más hacia el norte de este gran reservorio de hidrocarburos, como son los casos de los campos Temblador y Jobo (Mendoza, 2018).

Es importante indicar que tener una anomalía radioactiva como la presente en las unidades de estudio Cretácicas no necesariamente requiere de altas concentraciones volumétricas de monacita. Con ínfimas cantidades de este

mineral pesado en el contenido en roca total, que puede estar en el orden de 0,09% y 0,1% (p/p), se pueden tener anomalías radiométricas de la magnitud observadas en los registros de rayos gamma totales o espectrales estudiados en los pozos de la FPO. Así como se ha indicado con antelación, el contenido de torio es proporcionalmente elevado dentro de la composición química de dicho mineral (>20% p/p). Esto se puede apreciar en estudios tales como los de Philander & Rozendaal (2011), sobre depósitos de arenas monacíticas y también lo corroboran en el área las concentraciones de monacita con un 0,06% en peso total para las muestras analizadas por Duhamel (2016) en el pozo MFD-023.

La meteorización de las rocas félsicas del Cratón por un período de tiempo superior a los 100 Ma ha generado los sedimentos contentivos del mineral radiactivo monacita, que ahora se observa en la parte basal de la FPO y que se encuentran en franca diacronía desde el Cretácico hasta el Mioceno Temprano en los bloques Boyacá, Junín y Ayacucho, y la cual puede ser apreciada claramente a través de una correlación cronoestratigráfica en sentido este-oeste, donde se destaca esta anomalía del Th/Gd (Figura 24).

A través de esta investigación y del análisis de los registros espectroscópicos y de las edades de las unidades estratigráficas estudiadas, se puede inferir que la configuración actual del río Orinoco se produjo a partir del Mioceno Temprano, en virtud de que después de este tiempo geológico en el subsuelo de la Faja Petrolífera del Orinoco no

existió más la acumulación de la monacita entre el grupo de minerales pesados existentes en las secuencias sedimentarias analizadas con edades más recientes. Sin embargo, este mineral aún se encuentra acumulado en los placeres de los cauces de los diferentes afluentes que drenan al norte del Cratón de Guayana, muy cercanos a sus desembocaduras con el río Orinoco, lo que permite inferir que el curso de este gran río cortó el mecanismo de transporte y sedimentación de todos los cauces que estaban transportando material sedimentario hacia la Cuenca Oriental de Venezuela desde el sur a partir de ese tiempo geológico y en los actuales momentos conforma una barrera natural del material terrígeno llevado por estos afluentes, drenándose parte de la sedimentación captada como carga de fondo y sedimentos en suspensión hacia la desembocadura en el Delta del Orinoco.

Al respecto de la actual configuración del río Orinoco, Méndez (2000) señala que es complejo relacionar el actual curso del Orinoco y el delta con sistemas precedentes los cuales desde el Terciario han sido considerados como proto-Orinoco. Sin embargo, se cree que con estas nuevas evidencias en el subsuelo de la FPO se puede establecer una relación clara de los procesos sedimentarios terciarios y el paleodrenaje de este río. Numerosos autores estiman que ya para el Mioceno el proto-Orinoco desarrolló un ambiente deltaico en la actual Cuenca Oriental y en las áreas adyacentes

a Trinidad (Young *et al.*, 1958; Renz, 1957; Renz *et al.*, 1958; Renz *et al.* 1963; Michelson, 1976, Stainforth, 1978). Díaz de Gamero (1996) postula un proto-Orinoco en la Cuenca de Falcón durante el Mioceno Temprano-Mioceno Medio y para el Mioceno Tardío lo ubica en la Cuenca de Maturín. No obstante, de acuerdo a las evidencias aportadas por este estudio, es precisamente en el Mioceno Temprano en un área de aproximadamente más de 500 km de extensión en sentido este-oeste cuando cesó la sedimentación que transportaba el mineral pesado monacita que provenía desde el Escudo de Guayana, descartándose por consiguiente un posicionamiento distante de este paleodrenaje en la Cuenca de Falcón para este tiempo geológico.

Potter (1998), por su parte postula tomando en cuenta el patrón de relaciones tectónicas y estructurales en América del Sur que el proto-Orinoco desde su curso medio siempre mantuvo una dirección hacia el este, hipótesis que también es considerada incorrecta, en virtud de que existió sedimentación hacia la zona sur de la Cuenca Oriental desde el Cratón por un período de tiempo de más de 100 Ma, lo cual es indicativo de que el proto-Orinoco no siempre estuvo drenando en dirección hacia el este como lo señala este autor, ya que esto hubiera impedido la acumulación del mineral pesado monacita desde el Cretácico junto al resto de los sedimentos derivados de las fuentes cratónicas.

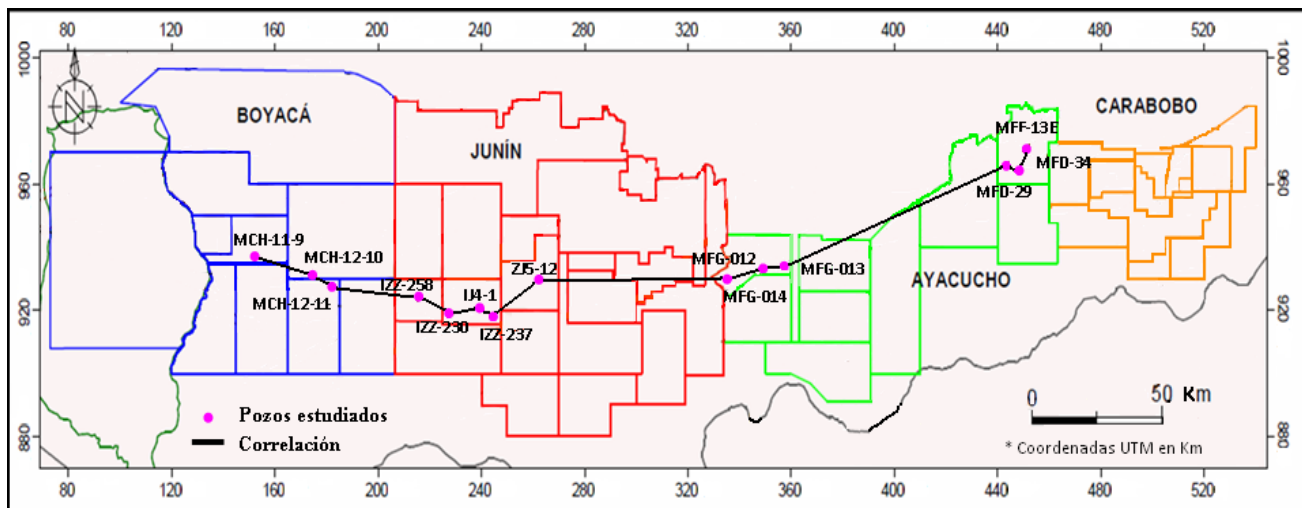


Figura 24. Mapa base de la FPO donde se presentan los pozos considerados en la correlación cronoestratigráfica del Cretácico y la anomalía Th/Gd en sentido E-O.



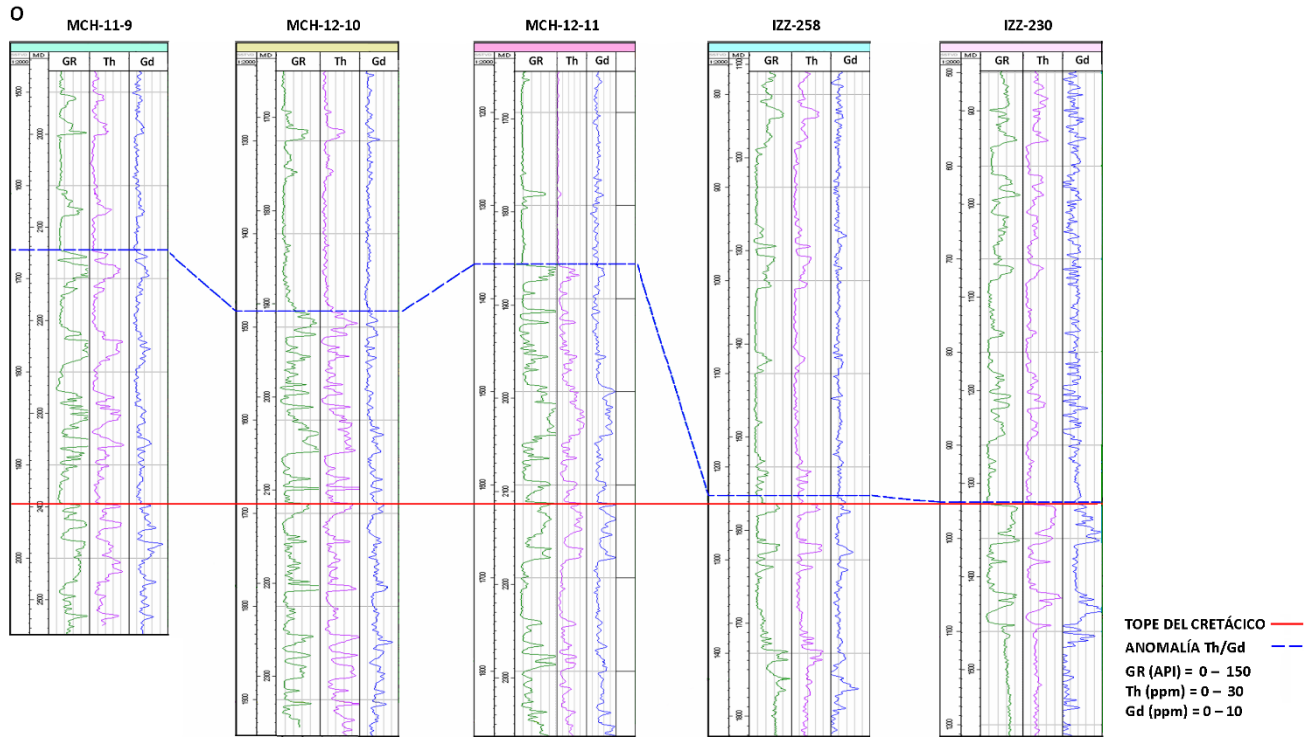


Figura 24a. Sección occidental de la correlación en la FPO (MCH-11-9, MCH-12-10, MCH-12-11, IZZ-258, IZZ-230), donde se presenta el tope del Cretácico en la línea de color rojo y la anomalía Th/Gd en la línea color azul segmentada. El datum de la correlación es el tope del Cretácico

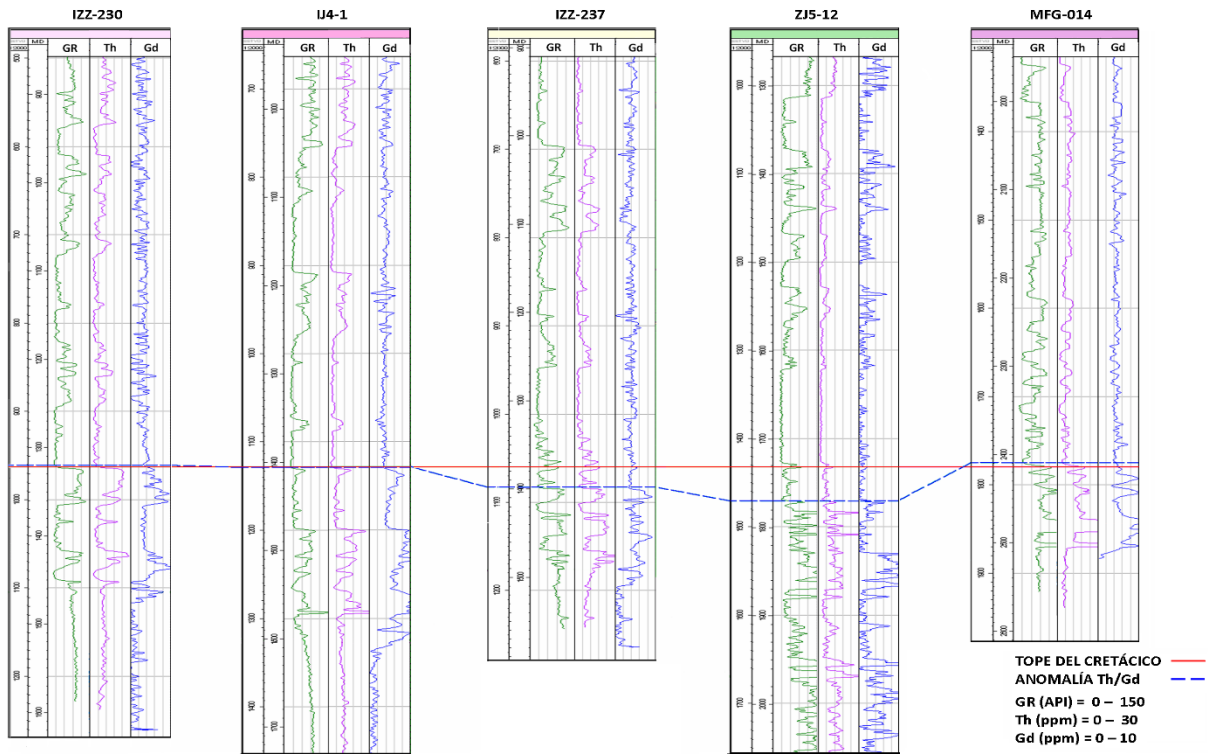


Figura 24b. Sección central de la correlación en la FPO (IZZ-230, IJ4-1, IZZ-237, ZJ5-12, MFG-014), donde se presenta el tope del Cretácico en la línea de color rojo y la anomalía Th/Gd en la línea color azul segmentada. El datum de la correlación es el tope del Cretácico

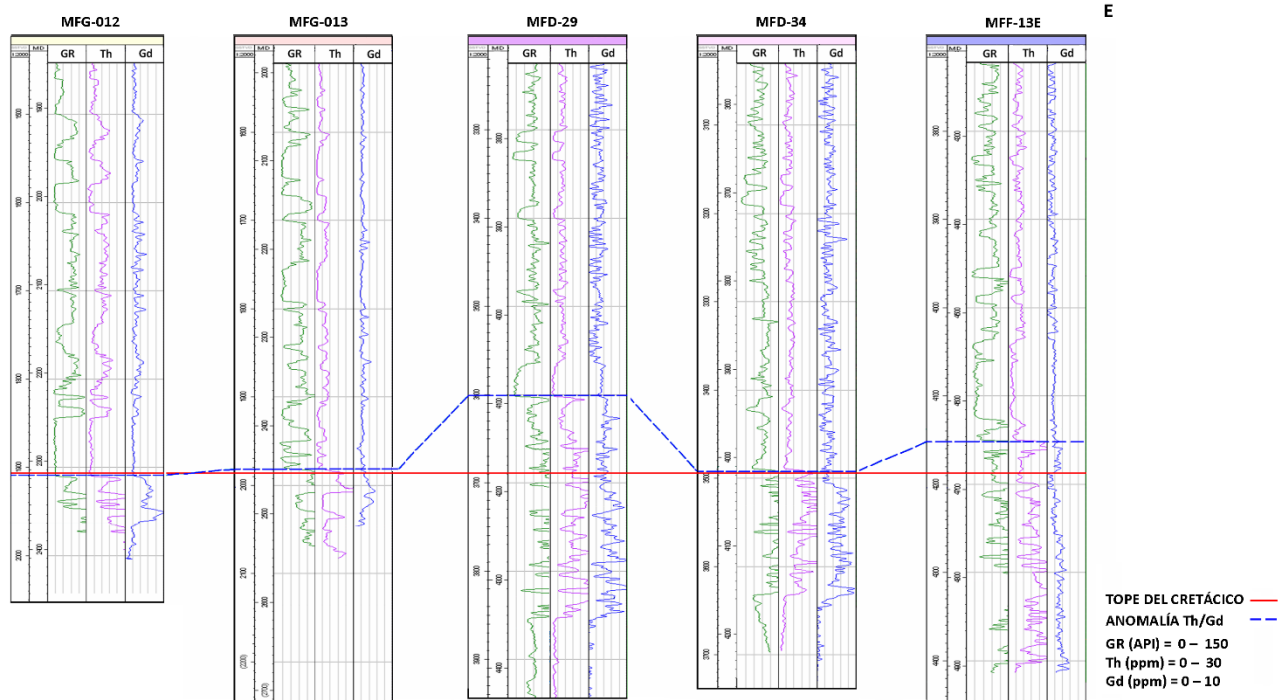


Figura 24c. Sección oriental de la correlación en la FPO (MFG-012, MFG-013, MFD-29, MFD-34, MFF-13E), donde se muestra el tope del Cretácico en la línea de color rojo y la anomalía Th/Gd en la línea color azul segmentada. El datum de la correlación es el tope del Cretácico

## IMPLICACIONES PETROFÍSICAS

En las evaluaciones petrofísicas efectuadas en el área, se visualiza que el perfil de GR sobrestima el VSH, por lo cual no se considera como el mejor indicador de arcillosidad el uso de este registro en zonas impactadas por la radioactividad natural. En la Figura 25, se ilustra por ejemplo la evaluación del pozo de IZZ-213, en la pista 1 se presenta alta radioactividad (1.630' aproximadamente) en arenas limpias (interpretadas con los perfiles de Densidad - Neutrón (RHOB/NPHI) en la pista 5). En las pistas 6 y 7, están los volúmenes de arcillas (VSH) calculados por GR y RHOB/NPHI respectivamente, donde se destaca las diferencias entre los cálculos de las arcillosidades obtenidas por ambas metodologías. En el Pozo MFD-023 (Figura 7), se demuestra en conjunto con los datos de DRX (pista 6) como los picos radiactivos enmascaran las facies arenosas.

Se ha observado en algunos pozos que, en intervalos de alta radioactividad no asociados a las arcillas, las resistividades se caracterizan por ser muy bajas, inferiores a 20 ohm.m, por lo cual su prospectividad es baja con parámetros de corte tradicionales. Es importante indicar el valor agregado que tiene la interpretación de los perfiles especiales como la

Resonancia Magnética Nuclear (RMN), para discretizar facies arenosas de baja resistividad con presencia de petróleo pesado y agua irreducible (no móvil) de aquellas arenas que también tienen baja resistividad, pero están saturadas de agua móvil.

Para ilustrar estos casos con ejemplos, se presentan los pozos IZZ-213 e IJ4-14, Figura 25 (pista 10) y Figura 26 (pista 12) respectivamente, ambos con perfil de RMN. En estos casos se puede distinguir la señal del agua irreducible de la señal de petróleo pesado en facies arenosas con resistividades cercanas a los 20 ohm.m. Bodan *et al.* (2013) realizaron un procesamiento e interpretación de registros de RMN para el pozo IJ4-14 (Figura 26 b), señalando para ese intervalo arenoso dos tiempos de relajación; el primero muy corto entre 0.5-2 ms (milisegundos) (óvalo amarillo), el cual indica petróleo pesado y el segundo por el orden de los 4 y 8 ms, correspondiendo con agua no móvil o agua irreducible (óvalo rojo). En ambos pozos, con los parámetros de corte de evaluaciones petrofísicas previas tradicionales, ese petróleo no hubiera sido contabilizado. De allí la importancia y el aporte de los perfiles especiales, como el RMN para incorporar estos hidrocarburos.

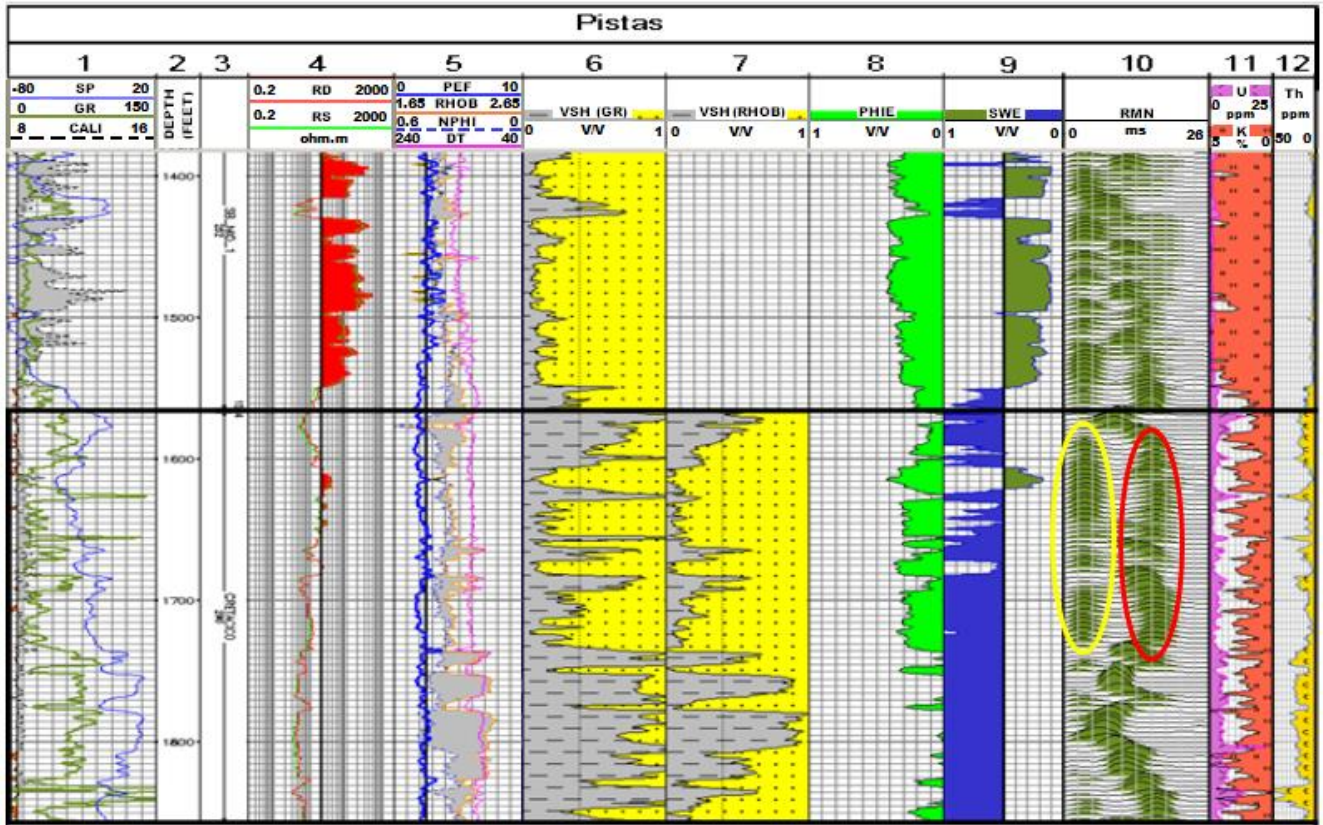


Figura 25. Evaluación petrofísica del Pozo IZZ-213, en el recuadro negro la sección Cretácica. A través del registro de RMN (pista 10) se puede distinguir la señal del agua irreducible (óvalo rojo) de la señal de petróleo pesado (óvalo amarillo) en secciones arenosas con resistividades cercanas a los 20 ohm.m (pista 4). Identificación de las pistas del gráfico = (1) SP: Potencial espontáneo, GR: Rayos gamma, CALI: Caliper; (4) RD: Resistividad profunda, RS: Resistividad somera; (5) PEF: Factor fotoeléctrico, RHOB: Registro de densidad, NPHI: Registro de neutrones, DT: Registro sínico; (6) VSH(GR): Volumen de arcilla por rayos gamma; (7) VSH(RHOB): Volumen de arcilla por densidad; (8) PHIE: Porosidad efectiva; (9) SWE: Saturación de agua efectiva; (10) RMN: Resonancia magnética nuclear; (11) U: Uranio, K: Potasio; (12) Th: Torio

Actualmente, se continúa investigando en cuanto a la naturaleza de este tipo de comportamiento de baja resistividad, desde aplicar algoritmos matemáticos que

mitiguen la respuesta de los perfiles eléctricos, así como el estudio de los fluidos y las propiedades eléctricas de los minerales identificados en estos depósitos sedimentarios.



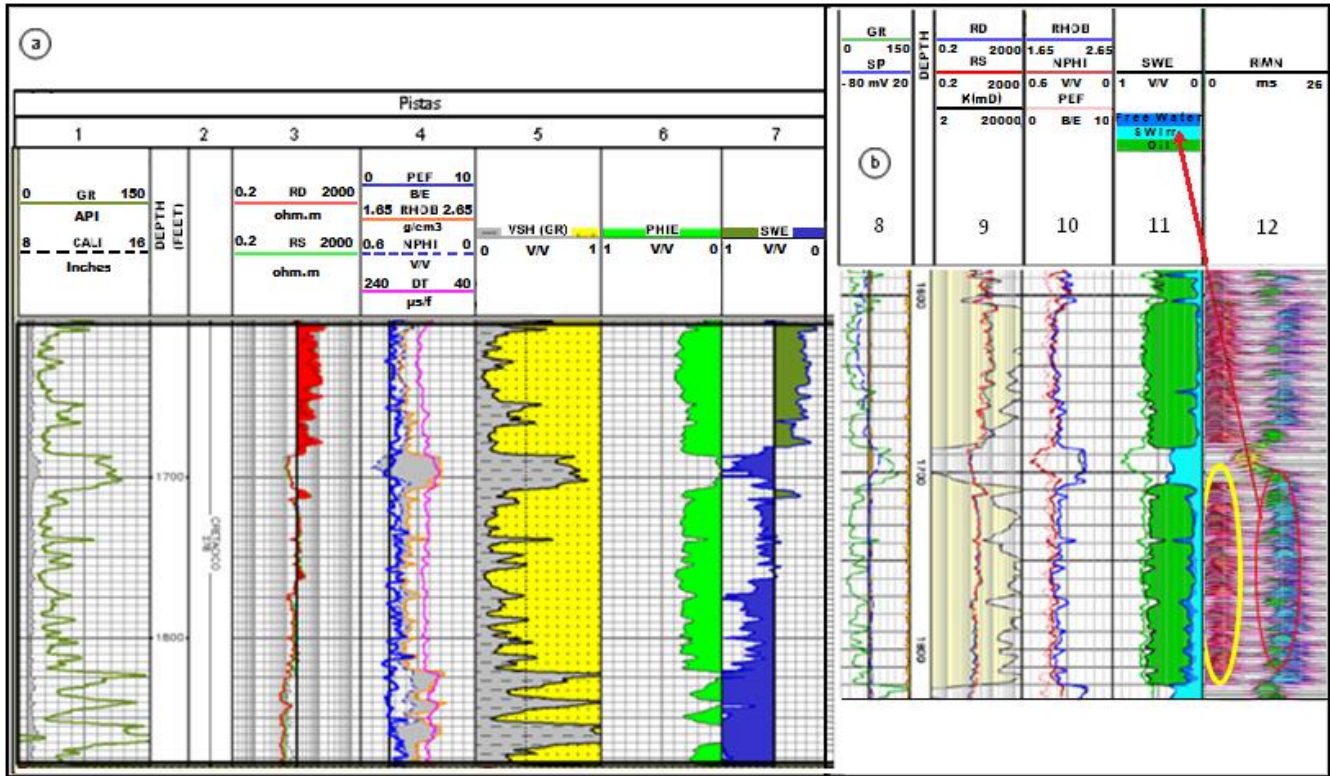


Figura 26.a) Evaluación petrofísica tradicional del Pozo IJ4-14, donde no se considera el contenido de petróleo existente en la sección arenosa por debajo de los 1.700' (pista 7), debido a las bajas resistividades existentes (pista 3). b) Evaluación petrofísica con registro especial de RMN del IJ4-14, donde se aprecia la señal del petróleo pesado (óvalo amarillo) y la señal del agua irreducible (óvalo rojo)(pista 12), que luego es incorporado a la cuantificación de hidrocarburos de este intervalo arenoso (pista 11). Identificación de las pistas de la Figura 26a y 26b : (1, 8) GR: Rayos gamma, CALI: Calíper, SP: Potencial espontáneo; (3, 9) RD: Resistividad profunda, RS: Resistividad somera, K(D): Permeabilidad en milidarcy (mD); (4, 10) PEF: Factor fotoeléctrico, RHOB: Registro de densidad, NPHI: Registro de neutrones, DT: Registro sísmico; (5) VSH(GR): Volumen de arcilla por rayos gamma; (6) PHIE: Porosidad efectiva; (7, 11) SWE: Saturación de agua efectiva, Free Water (agua libre o móvil), Swirr (saturación de agua irreducible), Oil (petróleo); (12) RMN: Resonancia magnética nuclear. Modificado de Bodan et al. (2013)

## CONCLUSIONES

La alta radioactividad presente en yacimientos de crudos pesados en pozos del Bloque Ayacucho, al igual que en diversos pozos localizados en los Bloques Boyacá y Junín de la Faja Petrolífera del Orinoco en secuencias sedimentarias con edades que van desde el Cretácico llegando incluso hasta el Mioceno Temprano, se debe fundamentalmente al mineral pesado monacita, contenido tanto en las arenas como en las arcillas tipo caolinita de los intervalos estratigráficos analizados. Es por tanto importante tener presente en las evaluaciones petrofísicas estas condiciones, de forma de reducir la incertidumbre en la predicción de las litologías existentes y determinar con mayor precisión los intervalos arenosos y los volúmenes de arcilla en los yacimientos, en orden de no repercutir en el cálculo de reservas y planificar estrategias de explotación acordes en áreas con estas mismas características geológicas.

Este mineral impacta considerablemente las lecturas de los registros espectroscópicos de rayos gamma totales, rayos gamma espectrales y registros de perfilaje geoquímicos debido al incremento del torio (Th) y del gadolinio (Gd), ambos elementos están contenidos dentro de la estructura de la monacita, el cual es un fosfato de tierras raras que proviene principalmente de rocas félsicas, graníticas y volcánicas de la Provincia de Cuchivero y de granitos intrusivos dentro del Complejo de Imataca en el Cratón de Guayana, ambas provincias ubicadas al sur de la zona de estudio y que fungieron como las principales áreas fuente y que a través de la meteorización y la acción de diversos afluentes fluviales que drenaron estas provincias geológicas, han transportado el material detrítico ahora presente en el registro sedimentario del subsuelo de la FPO. La identificación de monacita también ha sido reportada en estudios previos por Feo (1949), Duhamel (2016) y Mendoza (2018) en muestras del subsuelo, tanto del Campo Temblador al norte de la FPO, como en los campos Dobokubi y Jobo respectivamente. La presencia de este tipo de mineral pesado también está



afectando a las aguas superficiales e incluso a la materia orgánica presente en los afluentes que alimentan al río Orinoco.

La anomalía torio/gadolinio (Th/Gd) como se demostró en esta investigación, es diacrónica en tiempo a todo lo largo de los tres bloques analizados de la Faja Petrolífera del Orinoco, abarcando un período de tiempo de más de 100 Ma. Esta anomalía radioactiva no se debe establecer como un límite cronoestratigráfico entre el Cretácico y Paleógeno (K/Pg) en el área.

Se infiere a partir de los datos geoquímicos y mineralógicos presentados en esta investigación, que la configuración actual del río Orinoco se produjo posterior al Mioceno Temprano, en virtud de que después de este tiempo geológico en el subsuelo de la Faja Petrolífera del Orinoco no existió más acumulación de la monacita entre los minerales pesados identificados en las secuencias sedimentarias interpretadas, constituyéndose por consiguiente este río en una barrera natural a la sedimentación de los principales afluentes que fluyen en sentido norte-sur hacia la Cuenca Oriental provenientes del Cratón de Guayana, drenándose parte de la sedimentación captada como carga de fondo y sedimentos en suspensión hacia la zona este en la desembocadura del Delta del Orinoco.

La experiencia en esta investigación conduce a aplicar metodologías de interpretación de perfiles de pozos convencionales integrados con herramientas geoquímicas, así como a la necesidad de incorporar perfiles especiales magnéticos y dieléctricos que permitan realizar evaluaciones integrales para caracterizar con mayor certeza los yacimientos en la sección Cretácica de la Faja Petrolífera del Orinoco.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a INTEVEP, S.A. por otorgar el permiso para publicar los datos reflejados en este trabajo, al igual que las revisiones e inestimables comentarios de los profesores Dr. Wolfgang Scherer y M.Sc. Sebastián Grande de la Universidad Central de Venezuela para la mejora del mismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, F. 2016. Estudio gravimétrico de la Faja Petrolífera del Orinoco. INTEVEP, S.A. Los Teques. Informe Inédito.  
AUDEMARD, F. 1977. Perspectivas geológicas favorables para mineralizaciones de uranio en la región norte de la Guayana Venezolana. *V Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, Tomo 3: 1013 – 1022.  
BARITTO, I. 2013. Aplicación de discriminación estadística multivariable en la correlación química de secuencias Cretácicas, Campo El Furrial, Cuenca Oriental de Venezuela. *SPE-WS-204*, 1 – 10.

BARITTO, I. 2021. Anomalías radiactivas en yacimientos de la Faja Petrolífera del Orinoco, Venezuela. *Revista Visión Tecnológica*, 24 (1): 33 – 42.  
BODAN, F., RENGEL, R., PADILLA, J., LEON, C. & M. LUGO. 2013. Pozo IZJ4-0014, Corrida 1, Campo Iguana Zuata. Procesamiento e interpretación de registros a hueco abierto. Geociencias. Reporte Baker Hugues, 99 p.  
CIEN-COMITÉ INTERFILIAL DE NOMENCLATURA Y ESTRATIGRAFÍA. 2011. Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela. <www.intevep.pdv.com/~ibc03/c.htm>  
CRESPO, J. 2008. *Modelo sedimentológico-estratigráfico, bloque Carabobo 2, Faja Petrolífera del Orinoco*. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Geólogo, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, UCV, 125 p.  
DÍAZ DE GAMERO, M. L. 1996. The changing course of the Orinoco river during the Neogene: a Review. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. 123: 385 - 402.  
DI CROCE, J. 1996. *Eastern Venezuela Basin: Sequence Stratigraphy and Structural Evolution*. Rice University. Ph.D. Thesis, Houston, Texas. 225 p.  
DUHAMEL, M. 2016. *Reconocimiento de minerales pesados y análisis de sus efectos sobre los registros petrofísicos del Grupo Temblador, Campo Dobokubi, Edo. Anzoátegui*. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Geólogo, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, UCV. 153 p.  
EISMA, D., VAN DER GAAST, S. J., MARTIN, J. M. & A. J. THOMAS. 1978. Suspended matter and bottom deposits of the Orinoco Delta: Turbidity, mineralogy and elementary composition. *Netherlands Journal of Sea Research*. 12 (2): 224 - 251.  
FEO, G. 1949. Stratigraphy of The Temblador Field: Mineralogical and Petrographical Summary. Mene Grande Oil Company, C.A. Chrono 836: 5.15 / 0 - 42, 38 p.  
FRESLON, N., BAYON, G., TOUCANNE, S., BERMELL, S., BOLLINGER, C., CHÉRON S., ETOUBLEAU, J., GERMAIN, Y., KHRIPOUNOFF, A., PONVEREZA, E. & M. L. ROUGET. 2014. Rare earth element and neodymium isotopes in sedimentary organic matter. *Geochim. Cosmochim. Acta* 140, 177 – 198.  
FUNES, D. 1985. Tipos de acumulación de petróleo en el área de Hamaca. *VI Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, Tomo 5: 3015 – 3036.  
GALFORD, J., QUIREIN, J., SHANNON, S., TRUAX, J. & J. WITKOWSKY. 2009. Field test results of a new neutron-induced gamma ray spectroscopy geochemical logging tool. Paper SPE 123992, Trans., SPE 84<sup>th</sup> Annual Technical Conference and Exhibition, New Orleans, Louisiana, USA, 4 – 7 October,  
GAMERO, A., REVETI, M. A., JIMÉNEZ, Y., RODRÍGUEZ, R., ANGULO, F., HURTADO, R. & A. DE ABRISQUETA. 2014. Caracterización geoquímica de minerales pesados recolectados en la zona Nor-Occidental del Estado Bolívar. *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, 29 (4): 25 – 40.  
GONZÁLEZ DE JUANA, C., ITURRALDE DE AROCENA, J.M., & X. PICARD CADILLAT. 1980. *Geología*

- de Venezuela y sus Cuencas Petrolíferas. Ed. Foninves, 2 tomos, 1021 p.
- GRANDE, S. 2023. Evidencias petrológicas de supercontinentes y plumas mantelares en la geología de Venezuela. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 143, 228 - 279.
- HERNÁNDEZ, A. 2013. *Determinación de las concentraciones de los elementos U, Th y Tierras Raras (REE) en los minerales pesados de los sedimentos del río Arizo (afluente del río Aro), Municipio Heres, Estado Bolívar, Venezuela*. Trabajo especial de grado para optar al título de Licenciado en Geoquímica, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, UCV. 106 p.
- HERRON, M. M. & S. L. HERRON. 1990. Geological application of geochemical well logging. *In: Geological Applications of Wireline Logs*. Geological Society Special Publication N° 48, 165176.
- HERTZOG, R. 1978. Laboratory and field evaluation of an inelastic neutron scattering and capture gamma ray spectrometry tool. Paper 7430, *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*, Houston, Texas, USA, 1 – 4 October.
- HERTZOG, R. C. and M.M. HERRON. 1990. Applications of elemental measurements in geochemical logging. Thirteenth European Formation Evaluation Symposium 15, Paper DD.
- HÖHN, S., FRIMMEL, E. & J. PAŠAVA. 2014. The rare earth element potential of kaolin deposits in the Bohemian Massif (Czech Republic, Austria). *Miner Deposita* 49, 967 – 986.
- HURST, A. & A. MIŁODOWSKI. 1996. Thorium distribution in some North Sea sandstones: implications for petrophysical evaluation. *Petroleum Geoscience*, (2): 59 – 68.
- IRES. 2007. Estudio sedimentológico del Pozo MFD-023, Campo Dobokubi, área Anzoátegui, Venezuela. Reporte N° 2005/12/4600011373.
- LIENDO, A. M. 2003. *Prospección geofísica de los radioelementos uranio, torio, potasio y minerales paragenéticos asociados*. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Geofísico, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, UCV. 230 p.
- MÉNDEZ, J. 2000. Delta del Orinoco (Geología). Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN). Caracas, *Bol. Geol. Esp.* N° 13, 127 p.
- MICHELSON, J. E. 1976. Miocene deltaic habitat, Trinidad. *AAPG*. 60: 1502 - 1519.
- OSBORNE, A., HALEY, B., HATHORNE, E., PLANCHEREL, Y., & M. FRANK. 2015. Rare earth element distribution in Caribbean seawater: Continental inputs versus lateral transport of distinct REE compositions in subsurface water masses. *Marine Chemistry* 177, 172 – 183.
- PALMA, Z. 2012. Análisis sedimentológico y bioestratigráfico del núcleo MFF-13E, Faja Petrolífera del Orinoco, área de Ayacucho. Proyecto Orinoco Magna Reserva (POMR).
- PASQUALI, J. 1977. Plan nacional de exploración de Uranio en Venezuela. *V Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, Tomo 3: 989 – 1011.
- PEMPER, R., SOMMER, A., GUO, P., JACOBI, D., LONGO, J., BIVEN, S., RODRIGUEZ, E., MENDEZ, F. & X., HAN. 2006. A new pulsed neutron sonde for derivation of formation lithology and mineralogy. Paper SPE 102770, Trans., SPE 81<sup>st</sup> Annual Technical Conference and Exhibition, San Antonio, Texas, USA, 24 – 27 September.
- MENDOZA, M. 2018. *Caracterización mineralógica de intervalos Cretácicos-Terciarios y su influencia en registros petrofísicos en el pozo MJOC-605, Campo Jobo, Faja Petrolífera del Orinoco*. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Geólogo, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, UCV. 122 p.
- PHILANDER, C. & A. ROZENDAAL. 2011. Rare earth element and thorium potential of heavy mineral deposits along the west coast of South Africa with special reference to The Namakwa sands deposit. *Proceedings of the 10th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM)*, 531 – 539.
- POMR. 2012. *Atlas de Integración Regional de la Faja Petrolífera del Orinoco, Proyecto Orinoco Magna Reserva*. Caracas, 133p.
- POTTER, P. E. 1998. The Mesozoic and Cenozoic paleodrainage of South America: A natural history. *Journal of South American Earth Sciences*. Elsevier Science Ltd. 10 (5): 331 - 344.
- RANGEL, M. D., SOLÓRZANO, E., y L. SUÁREZ. 2013. Definición e interpretación de facies sedimentarias en los núcleos de los pozos: MFG-011, MFG-013, MFL-010, MFR-009 de la Faja Petrolífera del Orinoco, Bloque Ayacucho y el pozo MFB-818 del Campo Bare. Informe Técnico PDVSA Intevep INT-14327. 95 p.
- RENDÓN, L., MATUTE, L., FUENMAYOR, G., MARCANO, R., and G. JAIMES. 2015. Discovery of unconventional heavy oil deposit of high electrical conductivity and radioactivity in the Temblador Group, age Maastrichtian to Aptian, Dobokubi Field, Ayacucho Block of the Orinoco Oil Belt, Venezuela. *SPE-WVS-608*, 1 – 11.
- RENZ, H. H. 1957. Stratigraphy and geological history of Eastern Venezuela. *En: Geologische Rundschau*, 45 (3): 728 - 759.
- RENZ, H. H., ALBERDING, H., DALLMUS, K. F., PATTERSON, J. M., ROBIE, R. M., WEISBORD, N. E. & J. MASVALL. 1958. The Eastern Venezuela Basin. *En: Habitat of Oil. Symposium AAPG*: 551 - 600.
- RENZ, H. H., ALBERDING, H., DALLMUS, K. F., PATTERSON, J. M., ROBIE, R. M., WEISBORD, N. E. & J. MASVALL. 1963. La Cuenca de Venezuela Oriental. *I Congreso Venezolano de Petróleo. Memoria*. 100 - 189.
- RHOADS, B. 2020. River Dynamics. Geomorphology to support Management. Cambridge University Press, 532 p. doi: 10.1017/9781108164108
- SERRA, O. & L. SERRA. 2004. *Well Logging - Data Acquisition and Applications*. Editions Serralog, France. 674 p.
- SCHLUMBERGER. 1984. Log Interpretation Charts. Mineral identification from natural gamma ray spectrometry log. Chart CP-19. 45 p.
- SIMON, S. S. T and M. R. GIBLING. 2017. Fine-grained meandering systems of the Lower Permian Clear Fork Formation of north-central Texas, USA: Lateral and oblique accretion on an arid plain. *Sedimentology*, (64): 714–746. doi: 10.1111/sed.12322
- STAINFORTH, R. M. 1978. Was it the Orinoco. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 62 (2): 303 - 306.
- SUMMA, L. L., GOODMAN, E. D., RICHARSON, M., NORTON, I. O., & A. R. GREEN. 2003. Hydrocarbon

- system of northeastern Venezuela: Plate through molecular scale-analysis of the genesis and evolution of the Eastern Venezuela basin. *Marine and Petroleum Geology*. v. 20: 323-349.
- URBANI, F. 2011. Un esbozo de la Geología de Venezuela. *BioLania*, Edición Especial 10: 27-32.
- YOUNG, G. A., BELLIZZIA, A., GRENZ, H. H., JOHNSON, F. W., ROBIE, R. H. & J. MASVALL. 1958. Geología de las cuencas sedimentarias de Venezuela y de sus campos petrolíferos. *Bol. Geol. Publ. Esp.* 140 p..

## AGRICULTURA VENEZOLANA DEL FUTURO. UNA APROXIMACIÓN

José Raúl ALEGRETT RUIZ<sup>1</sup>

---

### RESUMEN

Partiendo de la revisión del contexto actual de la agricultura mundial y de sus tendencias, se presentan algunas consideraciones sobre la agricultura venezolana y su evolución en un futuro cercano, con base a las expectativas y exigencias que se le plantean y al potencial de que dispone el país para darles respuesta. En esa dirección, el documento incluye sugerencias para la adopción de estrategias y de acciones, e identifica a los principales protagonistas y sus respectivos roles en el proceso de transformación que deberá cumplirse.

### ABSTRACT

*Venezuelan agriculture of the future. an approximation*

Based on the review of the current context of world agriculture and its trends, some considerations are presented about Venezuelan agriculture and its evolution in the near future, based on the expectations and demands that are posed to it and the potential that the country has to respond to them. In this regard, the document includes suggestions for the adoption of strategies and actions, and identifies the main actors and their respective roles in the transformation process to be carried out.

---

*Palabras claves:* Agricultura, futuro, Venezuela

*Keywords:* Agriculture, future, Venezuela

### INTRODUCCIÓN

El predominio del petróleo en la economía venezolana, que llegó a representar hasta un 95% del valor total de las exportaciones de la nación, convirtió a Venezuela en un país de renta, en el cual las actividades productivas no vinculadas al ámbito del petróleo enfrentan condiciones adversas, con marcada dependencia de la asistencia del Estado a través de protecciones, subsidios y otros incentivos compensatorios. En este contexto la agricultura, con el apoyo de una política oficial de sustitución de importaciones y de desarrollo de infraestructura, pudo crecer y modernizarse, pero no logró alcanzar los niveles de productividad que la hicieran suficientemente competitiva, ni superar los efectos de una moneda sobrevaluada que favorecía las importaciones y hacía prácticamente inviable las exportaciones.

La incorporación de nuevas fuentes de producción de petróleo, el crecimiento en generación de energías alternas, y restricciones a la utilización de combustibles fósiles con la finalidad de preservar el ambiente, unidos al actual deterioro de la industria petrolera nacional, hacen prever que los ingresos financieros generados al país por la venta de hidrocarburos se verán significativamente disminuidos en años futuros. En esa perspectiva, la exigencia de diversificar la economía tiene hoy mayor justificación y urgencia que en el pasado y hace necesario identificar opciones, establecer prioridades y definir políticas y programas que contribuyan a ese propósito.

En este contexto la agricultura representa una opción destacada. Su principal función es la producción de alimentos y la consecución de la seguridad alimentaria, con eliminación del hambre y la desnutrición. Contar con un volumen significativo de alimentos de producción nacional asegura la disponibilidad y protege al consumidor nacional ante alzas bruscas en los precios internacionales. Adicionalmente, la agricultura destaca en la provisión de empleos, tanto directos como indirectos, así como en la generación de ingresos; incide significativamente en el saldo de la balanza comercial externa; es componente importante de la demanda de servicios e insumos provenientes de otros sectores de la economía; y es factor principal en la ocupación del territorio y en la distribución espacial de la población.

Este documento se orienta a explorar las características que, en un mediano y largo plazo, puede y debería reunir la agricultura venezolana, así como a identificar las condiciones que deben cumplirse para ello, teniendo presente que debe satisfacer adecuadamente las necesidades y aspiraciones de la sociedad en progreso, asegurando al mismo tiempo la sostenibilidad de sus beneficios a las nuevas generaciones.

El surgimiento de nuevos factores obliga a revisar paradigmas del pasado, así como a definir prioridades y modelos de producción en el desarrollo agrícola del futuro. La experiencia acumulada desde los años cincuenta del siglo

---

<sup>1</sup> Ingeniero Civil. Consultor. Miembro Honorario de la ANIH y presidente de su Comisión Especial VE+30. Correo-e: jose.alegrett@gmail.com

anterior, durante el proceso de avance hacia la modernización de la agricultura, así como en años recientes de decaimiento en la actividad, aporta importantes lecciones que deben ser consideradas en la formulación de políticas de desarrollo agrícola para los años futuros.

El manejo de las distintas y numerosas variables relacionadas con el proceso productivo y sus resultados, nuevos sistemas y técnicas productivas y de gestión, nuevos actores y cambios institucionales, establecen nuevas prioridades y exigen nuevas aptitudes y enfoques.

Actualmente tres elementos presentan gran incidencia en el desarrollo agrícola futuro y deben ser considerados en toda su dimensión: avances tecnológicos, sostenibilidad ambiental, y globalización. El alto nivel de incertidumbre que acompaña estos elementos hace sumamente difícil el establecimiento de previsiones y la programación de medidas y acciones más allá del corto plazo. Por ello, tanto las políticas como los programas que se adopten en función del desarrollo agrícola deberán estar dotados de alta flexibilidad y sujetos a actualización permanente.

La ciencia y la tecnología están aportando continuamente innovaciones en procesos e instrumentos que alteran los parámetros sobre los cuales por largos períodos se han basado los emprendimientos. Por ejemplo, las modificaciones genéticas orientadas a la creación de organismos más resistentes a enfermedades o condiciones climáticas, o más productivos, pueden afectar sensiblemente la oferta de productos agrícolas; así como, innovaciones en el campo de la creación de alimentos sintéticos, pudieran afectar la demanda agrícola. Al mismo tiempo están surgiendo, con diversificación y nivel de sofisticación creciente, instrumentos computarizados capaces de determinar con precisión los requerimientos de fertilización o de riego de los cultivos, o detectar enfermedades; la supervisión de los cultivos puede llevarse a cabo con la utilización de drones; diversas operaciones en el campo, como la siembra, el riego o la cosecha, pueden ser realizadas por máquinas autónomas o “robots”, todo ello con marcada incidencia en la eficiencia de las explotaciones y en el aumento de la productividad.

La sostenibilidad ambiental exige procesos productivos en armonía con el ambiente y limitar los efectos nocivos que la actividad agrícola pueda generar. Deberán enfrentarse impactos negativos como la erosión, la contaminación de suelos y aguas, la deforestación y la pérdida de biodiversidad, a los cuales debe añadirse la contaminación atmosférica, incluyendo, la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) con perniciosos efectos en el calentamiento de la tierra.

En lo que corresponde a globalización, como una consecuencia de los avances en el transporte de bienes y pasajeros y en las telecomunicaciones, las relaciones personales y comerciales se han hecho cada vez más globales y el acceso a información se ha vuelto masivo y en tiempo real. Estas condiciones estimulan la difusión del conocimiento y las innovaciones, favorecen el intercambio y el comercio internacional de bienes y servicios, incluyendo financieros, inciden en los patrones de consumo de las regiones, y facilitan el establecimiento de convenciones.

Tomando en consideración el contexto esbozado, este documento tiene como propósito principal contribuir a la reflexión, ofreciendo una aproximación a lo que pudiera ser la agricultura venezolana en el futuro y aportando algunos lineamientos y acciones estratégicas consideradas relevantes para hacerlo realidad.

## LA AGRICULTURA EN EL CONTEXTO MUNDIAL

La evolución de la agricultura mundial durante las últimas décadas enfrenta cambios estructurales con respecto al pasado. Los más relevantes incluyen la internacionalización, la integración en cadenas de valor, la utilización masiva de cultivos para la producción de biocombustibles, las innovaciones tecnológicas incluyendo la biotecnología y la genética, las restricciones impuestas por consideraciones ambientales, y el enfoque de desarrollo en un marco multisectorial.

La producción agrícola mundial más que triplicó entre 1960 y 2015, con base en el aumento de rendimientos de la mayoría de los cultivos y en la expansión en el uso de tierra, así como también del agua y de otros recursos naturales, pero las tasas anuales de crecimiento se han ido debilitando<sup>2</sup>. La producción pesquera marítima al nivel mundial, entre los años 1970 y 1999 prácticamente se duplicó, pero actualmente tiende al estancamiento y enfrenta severas amenazas de sustentabilidad.

El notable crecimiento alcanzado en la producción agrícola mundial ha sido sustentado, con marcadas diferencias entre regiones y grupo de países, más en el incremento en los rendimientos de cultivos y animales que en expansión superficial<sup>3</sup>. Este crecimiento ha tenido, en contrapartida, un costo ambiental, con pérdida de superficie boscosa<sup>4</sup> y de biodiversidad, deterioro de recursos naturales, y emisión de importantes volúmenes de gases contaminantes y de efecto invernadero (GEI). Es por tanto una prioridad reducir los impactos ambientales negativos y fomentar una agricultura que contribuya a la protección ambiental y a la absorción de carbono.

<sup>2</sup> En el periodo 1965-1984 en cereales el crecimiento anual fue de más de 2,5%, principalmente impulsados por trigo y arroz, pero posteriormente (hasta 2014) han sido netamente inferiores a 2%. El crecimiento anual en soya pasó aproximadamente de 1,5% a menos de 1% y en caña de azúcar de 1% aproximadamente en 1975-1984 a 0,5% y 0,3% en las dos décadas anteriores a 2015 (FAO 2018).

<sup>3</sup> Hacia el año 2009 el crecimiento mundial de la producción agrícola correspondió en un 77% al incremento en rendimientos, en 14% a la intensificación del uso de la tierra y sólo en 9% a expansión en superficie, (FAO 2018).

<sup>4</sup> Entre los años 2000 al 2020 el área de bosques se redujo en casi 100 millones de hectáreas (FAO 2021).



Por otra parte, la agricultura no tiene solamente una relación activa con el ambiente y los recursos naturales, su relación es también pasiva, dado que la degradación de los recursos naturales y el cambio climático son causantes de graves trastornos que pueden afectar sensiblemente la producción y la productividad.

### **Expectativas sobre la agricultura mundial**

La organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, en una breve síntesis define como visión futura de la agricultura “Un mundo libre del hambre y la malnutrición, en el cual los alimentos y la agricultura contribuyen al mejoramiento de los niveles de vida de todos, especialmente de los más pobres, en condiciones sociales, económicas y ambientales sostenibles” (FAO 2018).

En su responsabilidad de proveer alimentos y otros productos agrícolas para satisfacer una creciente y cambiante demanda, contribuyendo a la erradicación del hambre y al logro de la seguridad alimentaria de toda la población del planeta, la agricultura deberá enfrentar limitaciones de recursos y la exigencia de cambiar a métodos y sistemas de producción más sostenibles.

#### *Satisfacción de la creciente demanda de alimentos y erradicación del hambre*

La alimentación humana constituye la misión principal de la agricultura. De una población mundial aproximada de 8 mil millones de personas, más de 800 millones padecen hambre. Tal situación no es atribuible a la escasez de alimentos al nivel global, sino que se debe principalmente a condiciones de distribución y de acceso<sup>5</sup>, pero el crecimiento demográfico y la expectativa de una mejor distribución y más equitativo acceso a los alimentos, plantea la exigencia de un aumento significativo en su producción.

Hacia el año 2050 la población mundial rondará 9,7 miles de millones de personas y la producción agrícola tendrá que crecer para satisfacer sus requerimientos en alimentos basados en una dieta que asegure una vida sana y productiva. La cuantificación de la demanda futura de alimentos, considerando como objetivo la reducción al mínimo del hambre (“Hambre cero”) y una dieta saludable está asociada, además de al crecimiento de la población mundial, a factores como los cambios en el ingreso y su distribución<sup>6</sup>, los precios de los alimentos y los patrones de consumo de la población. Estos últimos, además de ser sensibles a los precios y a los ingresos, son influenciados

por la urbanización, la globalización, la publicidad y por elementos culturales.

En términos cuantitativos, la FAO (2009) estima que la demanda mundial de alimentos en el año 2030 crecerá en un 70% con respecto al año 2009. Según OCDE-FAO (2021) el consumo humano de trigo, maíz y arroz alcanzará 1 164 millones de toneladas en el año 2030. A esta demanda se añadirían 959 millones de toneladas destinadas a forraje, más 209 millones de toneladas a la producción de biocombustibles (ambas fundamentalmente en maíz), y 146 millones de toneladas en otros usos. Según SCHMIDHUBER (2009) la demanda global de cereales en 2050 llegaría a 3 200 millones de toneladas y, en soya, superaría 500 millones de toneladas.

El consumo de carnes de aves de corral, siempre según OCDE-FAO (2021), se estima para el año 2030 en 152,6 millones de toneladas y la de porcinos en más de 128 millones de toneladas equivalente de peso en canal; mientras que el consumo de carne vacuna se proyecta en 76,4 millones de toneladas de peso equivalente en canal. Para el año 2050, SCHMIDHUBER (2009) estima un consumo de 470 millones de toneladas de carne. El consumo de productos lácteos en fresco se estima en cerca de 540 millones de toneladas, mientras que, en leche en polvo descremada y entera, se consumirían 11 millones de toneladas, en quesos 28 millones de toneladas y en mantequilla 14 millones de toneladas.

La demanda potencial de productos del mar en 2030 estaría muy por encima de las posibilidades de satisfacerla, dadas las restricciones medio ambientales y de preservación de las especies<sup>7</sup>. Se estima que el consumo de pescado alcanzaría unos 180 millones de toneladas, de las cuales, más de 110 millones será suplido por acuicultura, cuya tasa de crecimiento tendería a disminuir por desaceleración del aumento en productividad relacionado a reglamentación ambiental, enfermedades de los animales vinculadas a una alta densidad de siembra y menor disponibilidad de ubicaciones óptimas de producción (OCDE-FAO 2021).

En la demanda de ciertos productos agrícolas, además del consumo humano, tiene especial relevancia la alimentación animal, basada principalmente en cereales, oleaginosas y harina de pescado. Más de la tercera parte del uso de cereales en el mundo se destina a la fabricación de alimentos para el ganado. Otras demandas de significación corresponden a la utilización de materia prima agrícola en la producción de biocombustibles, en marcada expansión, y en la fabricación de textiles.

Los precios reales de los productos básicos agrícolas, según proyecciones de OCDE (2021), después de haber alcanzado un

<sup>5</sup> La disponibilidad de alimentos puede lograrse al nivel nacional con producción doméstica e importaciones, pero los hogares e individuos sólo tendrán acceso a alimentos si disponen del ingreso necesario para comprarlo o producirlo (FAO 2018)

<sup>6</sup> El crecimiento de la población y la urbanización serán más acentuados en regiones de menor desarrollo. El crecimiento del ingreso sería de 2,5% anual promedio, con cifras mayores en países

menos desarrollados y con una mejor distribución (SCHMIDHUBER 2009).

<sup>7</sup> Al inicio de este siglo, las tres cuartas partes de las reservas de peces del océano estaban siendo objeto de sobre captura, agotadas o explotadas al máximo de su rendimiento sostenible. Se estima que el máximo rendimiento sostenible se sitúe alrededor de los 85 millones de toneladas anuales (FAO 2003).

pico en los años 2021-2022, consecuencia de la pandemia, tenderían, en un marco de condiciones de normalidad, a disminuir y estabilizar su tendencia a la baja en la presente década, como resultado del aumento en la productividad.

Un elemento que debe ser considerado con relación a la demanda de alimentos, y que parece estar aumentando su relevancia, es el relacionado a las pérdidas y desperdicios de productos que se acumulan durante el proceso que se inicia con la producción y concluye en el consumidor final<sup>8</sup>.

#### *Preservación de los recursos naturales y sostenibilidad ambiental*

La relación estrecha entre agricultura y ambiente hace cada vez más obligante la necesidad de lograr una condición armoniosa que contribuya a la sostenibilidad.

La oferta mundial de alimentos se verá afectada por el cambio climático. Las alteraciones pluviométricas y su desplazamiento incidirán sobre las cosechas, y la sobreexplotación de acuíferos, el deshielo de glaciares, las variaciones estacionales y otros cambios climáticos extremos afectarán la producción, con pérdidas en las cosechas y disminución de rendimientos en tierras de riego (FAO 2003). En las zonas costeras el aumento en el nivel del mar ocasionará la pérdida de tierras agrícolas, no sólo por inundación, sino que también por infiltración de agua salada. El calentamiento de los océanos podrá afectar el desarrollo del plancton y la distribución de los peces<sup>9</sup>. Todo ello, como destaca el IFPRI<sup>10</sup>, tendría como consecuencia el aumento de precios en productos básicos y la disminución de la disponibilidad de calorías.

Por su parte, la actividad agrícola puede ser causante de degradación de los recursos naturales propiciando la erosión y la pérdida de fertilidad del suelo, o mediante la contaminación química de los suelos o el agua. La producción pecuaria, cuya alimentación depende de los pastos y de otros cultivos, puede ser responsable de efectos negativos de consideración sobre el medio ambiente. En su expansión territorial las explotaciones ganaderas recurren a la deforestación, mientras que la sobrepoblación de animales en pastoreo contribuye a la

erosión de los suelos, la desertización y la pérdida de biodiversidad vegetal. Por otra parte, el ganado en sí mismo, representa una de las principales fuentes de emisión de GEI<sup>11</sup>. En cuanto al subsector pesquero, existe el peligro de la sobreexplotación de las poblaciones acuáticas, afectando la sostenibilidad biológica.

Según cifras compiladas por FAO (2021), en la emisión de gases relacionada con la agricultura, más de una cuarta parte (27,6%) se atribuye a la conversión y deforestación del bosque causada por su expansión; mientras que un 70% provendría directamente de las explotaciones. Un 57% de las emisiones generadas en explotaciones es atribuida a la actividad ganadera, principalmente gas metano en la fermentación entérica de los rumiantes (38% de las emisiones en la explotación). En los cultivos, los arrozales, junto a la quema de biomasa, son también importantes emisores de gas metano. A su vez, el estiércol y los fertilizantes químicos son importantes contribuyentes a la emisión de óxido nítrico. En su conjunto los cultivos y la ganadería, contribuyeron mundialmente en el año 2020, a la emisión de 10,5 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente<sup>12</sup>.

Las consideraciones anteriores destacan la urgencia de la adopción de medidas orientadas a la mitigación del cambio climático y de sus efectos, mediante la disminución de emisiones contaminantes y el impulso a la captura de carbono, así como a la utilización de técnicas y prácticas orientadas a la preservación de los recursos naturales; y, al mismo tiempo, aumentar la resiliencia de los cultivos y de los animales con base en el fortalecimiento de la investigación y la experimentación.

#### *Contribución a la reducción de la pobreza y la desigualdad*

Como ha sido señalado, no basta con incrementar la producción de alimentos, es necesario garantizar el acceso a los mismos, lo que implica superar la condición de pobreza en que se encuentra gran parte de la población mundial y, mayormente, la población rural<sup>13</sup>. La reducción de la inseguridad alimentaria y el mejoramiento nutricional de la

<sup>8</sup> Las pérdidas propiamente son aquellas que ocurren en el proceso de producción: en el manejo postcosecha, incluyendo almacenamiento y transporte; en el procesamiento de los productos; y en la distribución (FAO 2012). El término “desperdicios” se aplica más precisamente a las pérdidas al nivel de comercio minorista y consumidor final.

<sup>9</sup> Los efectos del cambio climático sobre el ambiente acuático son relevantes: calentamiento, corrientes marinas, oleaje, tormentas, contenido de sales, concentración de oxígeno y acidificación, con incidencia sobre la pesquería, extinción de algunas especies (FAO 2018).

<sup>10</sup> Establecido en 1975, el International Food Policy Research, IFPRI, tiene como misión aportar medidas de política basadas en investigación, para reducir la pobreza y eliminar el hambre y la malnutrición en países en desarrollo.

<sup>11</sup> La carne de bovino, con emisión de 30 kg de CO<sub>2</sub> equivalentes por kilogramo del producto, resulta 13 veces más contaminante que la de cerdo y 17 veces más con respecto a la de aves (FAO 2021).

<sup>12</sup> Según información publicada por FAO (2003), la agricultura incidía en el cambio climático con 15% de las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono, mediante el cambio de uso de la tierra y particularmente la deforestación; en un 49% con el gas metano generado por los rumiantes, la producción de arroz y la quema de biomasa; y en un 66%, con óxido nítrico generado por el ganado, fertilizantes químicos y quema de biomasa. En la acidificación de los suelos la agricultura incidía con la emisión de óxido nítrico causada por la quema de biomasa, los fertilizantes sintéticos y el estiércol, en un 27%; y en acidificación y eutroficación, con la emisión de amoníaco por el ganado, los fertilizantes químicos y la quema de biomasa, con un 93%.

<sup>13</sup> El Banco Mundial estimaba que un 78% de la población en pobreza extrema residía en áreas rurales, y la FAO indica que la desnutrición infantil, medida por la prevalencia de sub-peso en menores de 5 años, es mayor en las áreas rurales de casi todos los países.

población, requieren del aumento y de una mejor distribución de los ingresos.

Las oportunidades de incrementar el empleo y de obtener mayores ingresos son particularmente reducidas en las áreas rurales. En países de ingreso bajo o medio, los cultivos, la ganadería, la pesca y la forestería no podrán por sí solos proveer suficiente ocupación y oportunidades de ingresos para la población rural; sin embargo en el proceso de desarrollo de distintos países, principalmente a partir de la segunda mitad del pasado siglo, se ha puesto en evidencia que, si bien ha ocurrido una disminución en el peso relativo del empleo y del producto generados en la actividad productiva agrícola respecto al total nacional, ha ido creciendo su importancia como actividad generadora de valor y de ocupación en encadenamiento, hacia atrás y hacia adelante, con otros sectores de la economía.

La producción agrícola ha ido dejando de ser una actividad aislada, proveedora de productos consumidos en fresco en lugares cercanos, para convertirse en un cliente importante de servicios y de productos industriales y, al mismo tiempo, suplidor de materia prima para una industria en expansión, contribuyendo así a la creación de empleos bien remunerados. Así, la agricultura, y las familias agricultoras en particular, deberán estar más estrechamente vinculadas a una amplia economía rural y urbana.

### **Factores condicionantes al incremento de la producción agrícola**

La disponibilidad en cantidad y calidad de los recursos naturales, principalmente tierras y agua, será una importante condicionante para el incremento de la producción agrícola mundial y la satisfacción de la demanda de productos, principalmente alimentos, en los años futuros.

#### *Expansión de la superficie cultivada*

El aumento de la superficie cultivada y cosechada o utilizada en pastoreo, es determinante para el incremento de la producción agrícola. La superficie puede ampliarse mediante la incorporación de nuevas áreas<sup>14</sup> y por la intensificación en el uso de una misma superficie, la cual puede estar condicionada, o potenciarse, con la incorporación de riego.

Se ha estimado que el área aprovechable en cultivos agrícolas temporales y permanentes al nivel mundial, podría alcanzar cuatro millardos de hectáreas, de los cuales 3,65 millardos corresponderían a tierras con potencial de moderado a muy alto (FAO 2003). Estas cifras, comparadas con la situación actual en superficie cosechada al nivel mundial, cercana a 1,5 millardos de hectáreas, parecería ofrecer un margen amplio

para la expansión; sin embargo, debe considerarse que el potencial productivo sostenible en las nuevas áreas es, por lo general, inferior respecto al de aquellas áreas que ya están siendo aprovechadas, y que su incorporación puede resultar muy costosa. A ello se suma el hecho de las restricciones ambientales y de que parte de la superficie utilizada se ha ido degradando<sup>15</sup> por manejo inadecuado o falta de protección.

Estimaciones realizadas en el marco del “Global Perspective Studies” basadas en diversas hipótesis y escenarios, consideran que para satisfacer los requerimientos en alimentos de la población mundial debe producirse un incremento en la superficie cosechada en el año 2012, en más de 400 millones de hectáreas para alcanzar 1,7 millardos de hectáreas en el año 2050. En lo que respecta a la región de América Latina y el Caribe, se estima que el aumento respecto a 150 millones de hectáreas cosechadas el año 2012, debería ser de unos 25 millones de hectáreas al 2030 y de 15 millones adicionales para llegar en 2050 a unos 190 millones de hectáreas cosechadas (FAO 2018).

#### *Aumento en los rendimientos*

El aumento en los rendimientos de producción constituye otra opción, y la principal<sup>16</sup>, para el crecimiento de la oferta agrícola, tanto en los cultivos como en la producción animal (FAO, 2018). Como se ha señalado anteriormente la tendencia mundial prevé todavía crecimiento en los rendimientos, pero éste ocurriría a tasas cada vez menores, muy por debajo de las alcanzadas en la segunda mitad del siglo anterior<sup>17</sup>. El comportamiento de los rendimientos en el largo plazo estará muy condicionado por las exigencias e impactos del medio ambiente y por los avances en ciencia y tecnología incorporados a la producción.

Es posible incrementar a corto y mediano plazo las tasas de rendimiento, como también la intensificación de cultivos, fortaleciendo y apoyando la aplicación de tecnología ya conocida y probada en los distintos países, pero tomando en cuenta las restricciones sobre insumos y prácticas agrícolas vinculadas a la preservación de los recursos naturales, así como los efectos del cambio climático sobre los cultivos.

En cuanto a la producción pesquera, existen restricciones de sostenibilidad biológica para la expansión de las capturas marinas. La demanda creciente de productos pesqueros deberá suplirse ampliamente con expansión de la acuicultura litoral y continental.

#### *Utilización del riego*

20% de la futura demanda de alimentos, por lo que el 80% restante deberá provenir del incremento de los rendimientos, complementado con la reducción de pérdidas postcosecha.

<sup>17</sup> Se espera un crecimiento en rendimientos de 0,8% anual comparado a 1,7% en el pasado reciente (FAO 2009).

<sup>14</sup> En 2009 se utilizaban en agricultura 1600 millones de hectáreas y para el año 2050 se prevé una expansión a 1670 millones de hectáreas (SCHMIDHUBER 2009)

<sup>15</sup> Se estima que un tercio de la tierra en uso agrícola está moderada o severamente degradado, FAO (2018).

<sup>16</sup> La FAO estima que la tierra cultivable a adicionar solo cubriría el

Se estima que el área mundial equipada con riego, que pasó de 330 millones de hectáreas en el año 2012 a 353 millones de hectáreas en el año 2021, pudiera crecer alrededor de un 10% al año 2050<sup>18</sup>. Una mayor eficiencia en el uso del agua y la disminución del área de arroz bajo riego, debieran contribuir a que al incremento en la superficie bajo riego corresponda un incremento proporcional inferior, al menos en 5%, en extracción del agua requerida (FAO, 2018).

Limitaciones en recursos hídricos previstas en el futuro, y ya manifiestas en muchos países, obligan a adoptar estrictas medidas de control de sobre-explotación, así como el establecimiento de programas de recarga de acuíferos y el aumento en la eficiencia en el riego.

Asimismo, deberán adoptarse medidas respecto al problema de contaminación de las aguas, debido principalmente a fertilizantes y otros agroquímicos, lo cual se ha ido agravando, con tendencia a empeorar en las próximas décadas.

### **Factores de impulso a la producción agrícola sostenible**

En adición al establecimiento de políticas y a la adopción de medidas que promuevan y apoyen el desarrollo de la agricultura, importantes innovaciones en ciencia y tecnología se han ido multiplicando en tiempos recientes, ofreciendo un amplio campo de aplicación para a la actividad agrícola y el crecimiento de la producción.

#### *Incorporación de nuevas tecnologías*

El futuro de la agricultura mundial dependerá en alto grado del desarrollo, difusión y aplicación de nuevas tecnologías. Las tecnologías apoyadas en la digitalización<sup>19</sup>, podrán generar una transformación agrícola reflejada en aumentos en la productividad, con mejoras en las operaciones en las fincas, reducción en los costos, aumento de la eficiencia y mejoramiento en la calidad de los productos y en las condiciones de trabajo.

La “agricultura de precisión” alimentada por satélites<sup>20</sup>, los mapas de detalle, el uso de drones, la información y acumulación de datos; la automatización y la inteligencia artificial con la aplicación de la “robótica” y el “internet de las cosas”, permitirán a los productores tomar decisiones y realizar operaciones oportunas y precisas, con eficacia y eficiencia<sup>21</sup>.

<sup>18</sup> Existen ciertas diferencias entre distintas publicaciones de la FAO. En FAO (2018) se señala esa situación respecto a publicaciones anteriores.

<sup>19</sup> Según destaca la CEPAL (2021) las tecnologías digitales, son potencialmente capaces de modificar la forma en que se producen, intercambian y consumen los alimentos, así como de fomentar la eficacia, inclusividad, productividad, sostenibilidad y resiliencia, abriendo oportunidades de generación de ingresos y empleos en los territorios rurales: permite automatizar procesos, reducir costos y diversificar mercados.

<sup>20</sup> Las imágenes satelitales permitirán prever amenazas climáticas, informar sobre el potencial de cada cosecha, condiciones favorables

La incorporación de las nuevas tecnologías puede verse ralentizada por insuficiencia del recurso humano requerido, así como por limitaciones de recursos financieros disponibles para su adopción y aprovechamiento. Como se ha hecho manifiesto, los procesos de digitalización avanzan muy rápidamente, más que la disponibilidad de capital humano capacitado para el uso de las tecnologías digitales. Por su parte, la FAO (2018) alerta sobre la dificultad que tienen los pequeños productores para acceder a esas tecnologías.

#### *Avances en biotecnología*

El aumento de la productividad y la eficacia con el fitomejoramiento, la fitogenética, las técnicas de cultivo de tejidos, entre otros avances de la ciencia, ofrece ambiciosas perspectivas para incrementar la producción y reducir costos, así como en la resistencia a enfermedades y la adaptación a condiciones climáticas adversas o a zonas marginales. En este ámbito, la modificación genética de los cultivos ofrece un gran potencial, pero la posibilidad de que conlleve riesgos para la salud humana o el ambiente genera posiciones adversas a su utilización. El cuestionamiento es menor respecto al uso farmacéutico y en la fabricación de productos tales como aceites especiales y plásticos biodegradables.

Entre los principales cuestionamientos que se hacen a la modificación genética de los cultivos, se encuentran aquellos relacionados con la inocuidad de los alimentos y con eventuales perjuicios al medio ambiente y a la biodiversidad<sup>22</sup>; pero también se le formulan críticas de otro orden, que se extienden a toda la biotecnología, en referencia a los riesgos implícitos en el ámbito de la dependencia tecnológica, de la concentración del poder económico y de la formación de monopolios.

#### *Métodos de cultivo con reducción de daños ambientales*

El impulso tecnológico a la producción agrícola deberá estar en consonancia con la preservación del ambiente y la sostenibilidad. Obviamente, el aumento de la eficiencia en el uso de los recursos naturales y la reducción de desperdicios y excesos en la aplicación de insumos contribuye a esa finalidad.

En ese marco, la utilización de métodos de cultivo “conservacionistas” está adquiriendo creciente difusión. Dichos métodos pueden contribuir a evitar o reducir efectos negativos sobre los recursos naturales y el ambiente,

a la diseminación de plagas, etc. Las tecnologías de geoposicionamiento contribuirán a mejorar los diseños de riego y drenaje, así como el uso más adecuado de los suelos y la <sup>20</sup>.

<sup>21</sup> Por ejemplo, los productores podrán hacer análisis a los suelos para decidir sobre tratamientos y fertilizantes, controlando la humedad, la presencia o escasez de nutrientes, la temperatura, aparición de hongos, bacterias y plagas.

<sup>22</sup> Riesgo de que los genes incorporados se transmitan a poblaciones silvestres, o de que contaminen a los cultivos orgánicos, o la posibilidad de que generen resistencia de las plagas.

manteniendo o mejorando los rendimientos e, incluso, bajando los costos de producción.

## EXPECTATIVAS SOBRE LA AGRICULTURA VENEZOLANA

El aumento y diversificación de la producción agrícola contribuye a la seguridad alimentaria de la población y al desarrollo económico del país, elevando la oferta y disponibilidad de alimentos, y otros bienes, generando cadenas de valor, incrementando el ingreso de divisas, proveyendo empleos y mejores ingresos y promoviendo y dinamizando el desarrollo de espacios rurales.

Aun cuando este documento no incluye el sector forestal, debe destacarse su importancia para el desarrollo del país. Venezuela tiene amplias posibilidades en el aprovechamiento sostenible de especies forestales y selváticas con fines de producción de madera y de pulpa de papel, de productos medicinales, de aceites y de especies. Además, las áreas forestales constituyen importantes sumideros de carbono, contribuyendo a la lucha contra el calentamiento global y, en ese ámbito, pueden representar una fuente de ingresos para el país y, particularmente, para la población de las áreas comprometidas.

### Abastecimiento en alimentos

La seguridad alimentaria exige garantizar la disponibilidad de los alimentos requeridos para satisfacer las necesidades nutricionales de la población, tomando en cuenta sus hábitos de consumo, la accesibilidad a los alimentos y una razonable adecuación al potencial agrícola del país.

Aun disponiendo de capacidad financiera para adquirir alimentos en el exterior, un país no debe comprometer su seguridad alimentaria dependiendo de terceros países y de las contingencias de los mercados externos, prescindiendo además de las otras importantes contribuciones que conlleva la actividad y la producción agrícola.

En la estimación de la demanda de alimentos el crecimiento de la población y la evolución del patrón o estructura del consumo son elementos claves. A su vez, en la conformación de patrones de consumo, la urbanización, el ingreso per cápita y el costo del alimento son determinantes. A ellos se suman otros factores no siempre fáciles de precisar, tales como valores culturales, costumbres y tradiciones regionales y locales, cuidado de la salud, publicidad. Por otra parte, los programas asistenciales de alimentación pueden tener mayor o menor incidencia, tanto en el consumo global de alimentos, como en la estructura del patrón alimentario.

#### *Demanda futura de alimentos*

<sup>23</sup>La Canasta Alimentaria Normativa, CAN, es un indicador elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas, INE, construida tomando en cuenta los hábitos de consumo de la población venezolana, las disponibilidades de la producción nacional y el menor costo posible.

Para ofrecer, en el marco de la seguridad alimentaria, una dimensión de la demanda futura de alimentos, se adoptó el criterio de establecerla como aquella que resulta de la satisfacción del consumo de alimentos requerido para asegurar a la población una alimentación saludable.

Con esa finalidad se utilizaron los valores de consumo per cápita de los alimentos incluidos por el INE (hasta el año 2015) en la Canasta Alimentaria Normativa<sup>23</sup>, reseñados en IIES-UCAB (2018). Adicionalmente, de la misma publicación y como referencia, se tomaron los valores máximos de consumo per cápita, en el período que el estudio abarca. Los datos se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Consumo per cápita, Máximo y Normativo de Alimentos de Origen Vegetal

| ALIMENTOS SELECCIONADOS    | CONSUMO PER CÁPITA (kg/persona/año) |                   |
|----------------------------|-------------------------------------|-------------------|
|                            | Máximo                              | Normativo         |
| Arroz                      | 23,9                                | 18,0              |
| Harina de maíz             | 32,0                                | 39,5              |
| Trigo (pan y pastas)       | 37,8                                | 34,3              |
| Papas                      | 12,5                                | 16,2              |
| Yuca                       | 11,4                                | 9,7               |
| Tomates                    | 11,1                                | 5,4               |
| Cebollas                   | 8,3                                 | 2,9               |
| Caraoa                     | 8,1                                 | 8,3               |
| Plátanos                   | 20,5                                | 25,3              |
| Naranjas                   | 13,3                                | 12,3              |
| Cambures                   | 15,8                                | 43,2              |
| Aceites y grasas vegetales | 16,0                                | 14,4 <sup>1</sup> |
| Azúcar                     | 16,5                                | 19,7              |
| Café                       | 3,8                                 | 2,1               |

Nota: 1/ Solamente aceites vegetales y margarina

Fuente: IIES-UCAB

Como puede apreciarse, sobresale ampliamente el consumo, máximo y normativo, de harina de maíz precocida y de pastas y pan de trigo, alimentos que representaban, de acuerdo con la encuesta del INN 1981-82, alrededor del 85,3% y 93,5% respectivamente, de los consumos totales de maíz y de trigo. Cabe destacar el consumo normativo de cambures que casi triplica el máximo consumo per cápita registrado en el período 2004-2017, si bien este último resulta muy inferior a los registrados a inicios de la última década del pasado siglo cuando superaban los 40 kg/p/año<sup>24</sup>.

En cuanto al consumo de productos de origen animal con alta significación en la alimentación de la población venezolana, como puede observarse en la Tabla N° 2 para los alimentos seleccionados, la mayor participación en el consumo nacional, tanto máximo como normativo, corresponde a los

<sup>24</sup> Más aun, a inicios de la década de los años setenta, el consumo de cambures superaba los 70 kg/p/año.



productos lácteos. A los valores de la tabla, referidos solamente a consumos de leche líquida y de leche en polvo obtenidos de la publicación de IIES, se añadió lo referente al consumo de quesos, utilizando registros de la “Red Alimentaria de Venezuela” (2020).

El consumo de cárnicos, como puede apreciarse, representa también un componente importante en la ingesta del venezolano, más aún si se toma en consideración el consumo de carne de otras especies animales no incluidas, particularmente de porcinos y, en menor grado, de ovinos y caprinos.

Tanto en el consumo máximo como en el normativo, la carne de aves predomina sobre la carne de bovinos, representando una significativa inversión respecto al consumo de estas carnes hasta el inicio de la década de los años ochenta del siglo pasado.

**Tabla 2.** Consumo per cápita, Máximo y Normativo de Alimentos de Origen Animal

| ALIMENTOS SELECCIONADOS | CONSUMO PER CÁPITA (kg/persona/año) |           |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------|
|                         | Máximo                              | Normativo |
| Carne bovina            | 19,1                                | 7,9       |
| Carne de aves           | 30,9                                | 10,8      |
| Huevos de gallina       | 9,8                                 | 5,8       |
| Leche en polvo          | 7,1                                 | 7,2       |
| Leche líquida           | 17,1                                | 9,7       |
| Quesos                  | 12,3                                | 8,0       |
| Pescado <sup>1</sup>    | 16,7                                | 6,6       |

Nota: 1/Incluye sólo pescado sin procesar y en conserva (atún y sardina); no incluye crustáceos, moluscos y otros.

Fuente: IIE-UCAB, exceptuando los valores correspondientes a “Quesos”, que provienen de registros de la Red Alimentaria, y al consumo máximo de pescado, obtenido de FAO

### *Producción nacional versus demanda de alimentos*

Asumiendo como un objetivo a cumplir para el año 2030 la satisfacción de los requerimientos de consumo normativo de toda la población, se procuró establecer la demanda normativa en ese año para cada uno de los alimentos considerados.

En las tablas anteriores se han presentado los valores referidos al consumo per cápita máximo y al consumo per cápita normativo. Con base en estos valores y en la proyección de población para el año 2030, estimada en 32,03 millones de habitantes<sup>25</sup>, se determinó, para ese año, la demanda máxima y normativa de los alimentos seleccionados.

Es importante destacar la condición de simple aproximación de los valores utilizados. Como se ha señalado con anterioridad, los patrones de consumo de una población sufren modificaciones en el tiempo, al igual que la distribución normativa del consumo, con la intervención de variados factores; sin embargo, la utilización de valores relativamente recientes puede contribuir a dimensionar la magnitud de las exigencias de producción.

La Tabla 3 presenta, la demanda total derivada de los consumos per cápita máximo y normativo, el suministro interno<sup>26</sup> de producto agrícola requerido para satisfacer la demanda total basada en el consumo normativo, y un promedio de la producción de tres años (2011-2013) de los rubros agrícolas que corresponden a cada consumo<sup>27</sup>.

<sup>25</sup> Se utilizó la proyección de población suministrada por la CEPAL, debido a la dificultad para obtener una cifra confiable oficial. Según la CEPAL (2023) la tasa de crecimiento poblacional en Venezuela fue negativa en 1,13 % entre los años 2015-2020, alcanzando un crecimiento negativo de -3,43% el año 2016. A partir del quinquenio 2020-2025 las tasas de crecimiento poblacional se proyectan positivas con un valor de 2,04% para el quinquenio, disminuyendo en los dos siguientes a 1,32% y a 0,73% respectivamente. La alteración de las tendencias demográficas en Venezuela responde principalmente a la cuantiosa migración al exterior en los años recientes.

<sup>26</sup> La FAO aplica el término “Suministro interno” a lo que también se denomina “Consumo aparente”; y “Suministro de alimento” a la cantidad realmente destinada para el consumo humano. La relación de ambos valores en el período 2011-2013 se utilizó para estimar el suministro interno correspondiente al consumo normativo de cada alimento.

<sup>27</sup> Se escogió el periodo 2011-2013, anterior a la grave crisis alimentaria de fines del decenio, con cifras disponibles confiables, y con una producción históricamente alta para la mayoría de los rubros considerados.

**Tabla 3.** Comparación entre el Suministro requerido por Consumo Normativo al año 2030 y Producción Nacional 2011/13 (Miles de TM)

| ALIMENTOS SELECCIONADOS       | MÁXIMO CONSUMO 2030 | CONSUMO NORMATIVO 2030 | SUMINISTRO DEMANDA NORMATIVA 2030 | PRODUCC. NACIONAL Promedio 2011-2013 |
|-------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Arroz elaborado               | 764,9               | 575,3                  | 899                               | 734                                  |
| Harina de Maíz                | 1 024,6             | 1 265,9                | -----                             | -----                                |
| Maíz (total)                  | 1 111,7             | 1 373,0                | 2 043 <sup>1</sup>                | 2 043                                |
| Pan de trigo y pastas         | 1 210,7             | 1 098,8                | -----                             | -----                                |
| Trigo (total)                 | 1 219,9             | 1 172,3                | 1 343,4                           | 0                                    |
| Papas                         | 401,0               | 517,6                  | 783                               | 441                                  |
| Yuca                          | 365,1               | 310,4                  | 696                               | 408                                  |
| Tomates                       | 355,9               | 173,2                  | 228                               | 184                                  |
| Cebollas                      | 264,6               | 92,3                   | 116                               | 220                                  |
| Caraota                       | 260,1               | 264,4                  | 272                               | 23,9 <sup>2</sup>                    |
| Plátanos                      | 656,6               | 810,7                  | 1 077                             | 462                                  |
| Naranjas                      | 424,4               | 394,2                  | 437                               | 410                                  |
| Cambures                      | 504,5               | 1 296,0                | 1 517                             | 425                                  |
| Aceites y grasas vegetales    | 512,2               | 461,0                  | 542                               | 141                                  |
| Azúcar (de caña)              | 529,1               | 631,9                  | 646                               | 429                                  |
| Carne bovina                  | 613,1               | 254,9                  | 266                               | 550                                  |
| Carne de aves                 | 990,4               | 346,1                  | 346                               | 1 021                                |
| Carne de Pescado <sup>3</sup> | 534,6               | 210,1                  | 237                               | 190,6                                |
| Leche cruda                   | -----               | 4 336,9                | 4 548                             | 2 238                                |
| Huevos de gallina             | 314,0               | 184,3                  | 207                               | 229                                  |

Notas:

1/ Este monto corresponde exclusivamente a demanda para consumo humano. Representa alrededor de un 40% del suministro promedio total de los años 2011-2013.

2/ Valor tomado de estadísticas de la Red Agroalimentaria

3/ Incluye solamente peces, no otras especies acuáticas.

Fuente: Cálculos propios basados en cuadros anteriores y FAOSTAT 2022a para los datos de producción nacional.

La elaboración de la tabla requirió estimaciones para el consumo normativo de trigo, de maíz y de leche cruda, por cuanto solamente se disponía de valores para determinados subproductos. Con esa finalidad se realizaron aproximaciones basadas en la ponderación del consumo de los distintos subproductos de referencia, en el consumo per cápita del correspondiente rubro.

En el caso de los consumos de trigo y de maíz, dado el peso que tienen la pasta y el pan en el primero, y la harina y sus derivados en el segundo, más del 90% en ambos casos<sup>28</sup>, se asumió la misma estructura para su consumo normativo, resultando 36,6 kg/p/año en caso del trigo, y 42,87 kg/p/año para el consumo de maíz.

La leche se consume líquida, mayormente pasteurizada y también como leche en polvo reconstituida, leche evaporada o condensada; en quesos, y en otros derivados lácteos de muy baja participación. El consumo de quesos ha ido

progresivamente aumentando su importancia relativa, hasta llegar a imponerse en los últimos años, en leche equivalente. Con base en los registros disponibles, se estimó que el consumo normativo de leche líquida, de leche en polvo reconstituida y de quesos, representaban en conjunto, en leche cruda equivalente, un consumo per cápita de 131,3 kg/p/año, lo que a su vez equivale aproximadamente al 97% del consumo normativo total, obteniéndose así una demanda normativa, para el año 2030, de 4 336,9 toneladas de leche cruda. Aplicando a este monto el índice derivado de la relación entre los suministros internos y de alimentos, se obtuvo un requerimiento normativo de suministro interno, de 4 548 toneladas.

En el caso de productos de la pesca, la propuesta de la “Canasta Normativa” disminuye sustancialmente el consumo de la carne de pescado, fresca o enlatada, respecto al consumo tradicional, fijándolo en 6,6 kg/p/año. Esta cifra no incluye el consumo de otros productos del mar, como crustáceos,

<sup>28</sup> La encuesta de nutrición del INN 1981/82 (DEHOLLAIN 1993) permitió estimar la relación de consumo de harina y derivados en el consumo total de maíz y derivados, en 93,4%; y, en el caso del trigo,

una relación entre pastas secas y pan, respecto a consumo total de trigo y derivados, de 93,7%

cefalópodos y moluscos, que representan cerca del 20% del consumo total de pesca y acuicultura.

Al examinar los valores correspondientes a la demanda total de productos para el año 2030, basada en el consumo normativo calculado, y compararlos con el promedio de producción de los años 2011-2013, se puede evidenciar la dimensión de las brechas a enfrentar en función de satisfacer, con producción nacional, las exigencias de una alimentación adecuada para toda la población en el año 2030.

Destaca en primer término, la amplitud de la brecha en trigo y en leche. En términos de volumen, la leche líquida y sus derivados presentarían un déficit de más de 2,2 millones de toneladas, lo que equivale a un valor monetario cercano al millardo de dólares. Por su parte el trigo, dada la prácticamente nula producción doméstica, representa un déficit de 1,3 millones de toneladas, también de un valor considerable, en torno al medio millardo de dólares.

En lo que respecta a maíz, es necesario precisar que, si bien la producción doméstica promedio del cultivo en 2011-2013 equivaldría prácticamente a la demanda normativa para el consumo humano el año 2030, este uso representa solamente un 40% del total del suministro interno de maíz. Una cantidad superior al 40% es destinada a la alimentación animal y el resto corresponde a semilla y otros usos, residuos y pérdidas. Ello significa que el autoabastecimiento alimentario en maíz estaría condicionado, no sólo a un incremento de la producción nacional, sino que también a una reducción significativa en su utilización como alimento animal y también en las pérdidas.

El consumo humano de aceites y grasas vegetales corresponde en cerca de 97% a aceites derivados de soya, girasol, palma africana y maíz. El aceite de soya por sí solo representa más del 63% del suministro total. La producción de origen nacional de estos cultivos es marcadamente insuficiente; en el trienio considerado (2011-13) representó aproximadamente un 26,8% del suministro de aceites vegetales para el consumo humano.

En el abastecimiento en cambures y plátanos debe hacerse notar que el consumo per cápita real, al igual que la producción, han venido presentando un marcado descenso en los dos últimos decenios. Los valores normativos asignados apuntan hacia una recuperación en el consumo, tomando en consideración el hábito de la población, los valores nutritivos y el potencial productivo de estos cultivos en el país. Al adoptar los valores normativos para el año 2030, se manifiesta una brecha de significación.

Los valores correspondientes al suministro y a la producción de arroz al convertirlos en "arroz paddy" equivaldrían aproximadamente a 1279 miles de TM y 1 049 miles de TM respectivamente. Este es un cultivo donde tradicionalmente el

país produjo excedentes, pero en años del presente siglo ha mostrado acentuados déficits.

Otras brechas con menor magnitud, pero de importancia relativa, se observan en caraotas, en papas y en azúcar. En el caso de las leguminosas, particularmente de las caraotas, existe una notable desproporción entre consumo y producción, dado que se trata de un cultivo tradicional en el país, y de que existen condiciones favorables para un mayor desarrollo.

En cuanto a los datos de demanda y producción de azúcar, equivalentes aproximadamente a 11 millones de toneladas de caña de azúcar en la demanda normativa y 7 millones de toneladas de caña de azúcar en la producción, se trata de otro producto tradicional que actualmente confronta una fuerte dependencia externa.

### **Demanda agrícola no alimentaria**

Si se excluyen los alimentos de consumo humano, las bebidas y el tabaco, la demanda interna de productos agrícolas disminuye significativamente tanto en volumen como en valor. La demanda agrícola no alimentaria corresponde, en la mayor proporción, a materia prima para la industria de alimentos de animales, seguida por otras demandas industriales (textiles, talabartería y artículos de cuero en general), animales reproductores y material genético, y productos medicinales, de perfumería y cosmética.

Los principales rubros demandados por la industria de alimentación animal corresponden a cereales (maíz y en menor medida sorgo) y a productos derivados de cultivos oleaginosos, especialmente soya. En el trienio 2011-2013, el promedio de importaciones de torta de soya solamente fue de 1,1 millones de toneladas, por un valor de 663 millones de dólares<sup>29</sup> (FAOSTAT 2022b).

En cuanto a cereales, no parece factible cumplir con el incremento sustantivo de producción de maíz requerido por la demanda para alimentación animal, que representa casi la mitad del suministro total del cereal (1700 miles de toneladas en un total de 3576 miles de toneladas de suministro en el año 2012), pero pueden lograrse avances sustanciales, además de incrementar la participación del sorgo, desarrollado como segundo cultivo en explotaciones agrícolas, o como producto complementario en las explotaciones ganaderas.

Paralelamente al incremento en la producción nacional, deben dedicarse esfuerzos a la sustitución progresiva en las raciones de alimento animal de aquellos rubros en los cuales el país es deficitario, así como también en el aprovechamiento de residuos de cultivos destinados a la alimentación humana. En el caso de la ganadería bovina, un buen manejo del pastoreo, con pasto de corte, puede reducir notoriamente el consumo de balanceados; pero es fundamental lograr niveles de sustitución en la alimentación avícola y porcina. Especialmente en la alimentación de aves y en la cría de peces, además de la

<sup>29</sup> Las importaciones totales de soya y derivados superaron los mil cien millones de dólares en el trienio 2011-2013 (FAOSTAT 2022b).

diversificación de insumos agrícolas<sup>30</sup> y la utilización de aditivos funcionales (probióticos, enzimas y otros), se presta cada vez más atención a la utilización de preparados conformados por anélidos e insectos como fuente de proteínas.

Las anteriores consideraciones obligan a abocarse a la investigación y experimentación, tanto de sustitutos adecuados para la preparación de las raciones de las diferentes especies animales, así como en el mejor manejo de los pastos y la introducción de plantas alimenticias para el ganado vacuno, y en la optimización de los programas de alimentación de aves y peces<sup>31</sup>.

En lo que respecta a otros rubros agrícolas con destinación industrial, las importaciones de algodón, tanto de semilla para la producción de aceite, como para textiles son poco significativas; sin embargo, debe considerarse que la demanda interna de fibra algodón como materia prima, al igual de lo que sucede con pieles y cueros, se minimiza por la importación de productos manufacturados.

### **Mejoramiento de la balanza comercial agrícola**

La balanza comercial agrícola venezolana, desde la aparición del petróleo, ha tendido a ser ampliamente deficitaria. Por una parte, la importación de productos agrícolas ha presentado incrementos considerables y, por la otra, las exportaciones tradicionales decayeron sensiblemente y son escasos los productos exportados y en limitado volumen.

Además de satisfacer la mayor parte de la demanda interna de alimentos y otros productos agrícolas, la agricultura venezolana de los tiempos nuevos deberá desarrollar renglones de exportación competitivos, procurando en lo posible, incorporar productos procesados o semiprocados con el consecuente beneficio del valor agregado.

La información presentada en las secciones anteriores, evidencia que los grandes déficits de producción del país con respecto a la demanda actual y futura de productos agrícolas para el consumo humano se concentran en trigo y sus productos, y en lácteos; mientras que, para uso animal, en derivados de la soya y en maíz.

El promedio anual de las importaciones de trigo, maíz y leche en el trienio 2011-2013 sobrepasó en cada rubro, los 500 millones de dólares al año, siendo en el caso de lácteos cerca de 1,1 millardos de dólares, con participación mayoritaria de la leche en polvo (más de 700 millones de dólares). En el caso del maíz, la demanda para alimentación animal hace llegar el valor de las importaciones a más de 600 millones de dólares (FAOSTAT 2022b).

Otros productos que contribuyeron en el lapso considerado al saldo negativo de la balanza comercial agrícola, con montos

de importación superiores a 100 millones de dólares, fueron las leguminosas (principalmente caraotas negras), el arroz y el azúcar. Debe recordarse que, tanto en arroz como en azúcar, el país por muchas décadas no sólo logró autoabastecerse, sino que en algunos años llegó a tener excedentes exportables.

Por otra parte, el país tiene aptitud para desarrollar una producción competitiva en diversos productos alimenticios, muchos de ellos de valor unitario relativamente elevado y susceptibles a beneficiarse de procesos de agregación de valor. Es el caso de las frutas, de los productos cárnicos y de la pesca; sin desestimar productos tradicionales de exportación como el café y el cacao, así como de algunas hortalizas y raíces. Entre los productos procesados artesanal o industrialmente, pueden destacarse las bebidas alcohólicas, cigarrillos, chocolates, jugos y conservas de fruta, y conservas de productos del mar. De hecho, las bebidas alcohólicas y los cigarrillos han constituido por su valor, renglones destacados dentro del conjunto de las exportaciones agrícolas tradicionales.

En el contexto mundial se espera a largo plazo un sustantivo aumento de la población de estratos con ingresos medios y viviendo en ciudades, lo que hace previsible un incremento importante en la demanda de ciertos alimentos, especialmente aquellos provenientes del sector animal. En los países de ingresos altos, existen crecientes nichos de demanda de alimentos con relativo alto valor, como los que corresponden a frutas tropicales, sus néctares y preparados, y a diversos productos del mar. Por otra parte, Venezuela posee ventajas competitivas en varios productos para surtir a países vecinos y, particularmente a las cercanas Antillas. Existen ejemplos de países continentales de nuestra región que se han ido posicionando en el mercado de productos agrícolas de países insulares tan cercanos a Venezuela como Curazao, Aruba, Trinidad y Tobago, y Barbados, entre otros. Estos países constituyen un mercado interesante por cuanto, aun con población residente relativamente pequeña, reúnen amplios grupos de consumidores locales de ingresos medios a los cuales se suma una elevada población flotante de turistas con elevado poder adquisitivo.

En consecuencia, a los fines de programar la producción agrícola futura, a la demanda doméstica de productos agrícolas habría que añadir el monto del potencial que el país pudiera colocar en el mercado exterior, bien sea con productos frescos o congelados, o con productos procesados industrialmente. Una política agresiva para estimular la oferta y apoyar las exportaciones, contribuirá seguramente a desencadenar el potencial de exportación de alimentos del país. Adicionalmente, una agroindustria desarrollada puede también asumir la exportación de productos agrícolas de origen externo, procesados en el país.

Las consideraciones anteriores plantean la conveniencia de que, al lado de cultivos de la dieta básica que contribuyan a la seguridad alimentaria de la población, se prioricen aquellos

<sup>30</sup> Por ejemplo, salvado de trigo, pulido de arroz, algunas hortalizas y frutas, hojas, cáscaras, cortezas, etc.

<sup>31</sup> Avances científicos y tecnológicos permiten adoptar una “alimentación de precisión”

productos con potencial exportador, diseñando las políticas y adoptando las medidas adecuadas, tomando en consideración que la sola colocación de excedentes no conforma una política de exportación sostenible.

### **Otras contribuciones destacadas de la agricultura**

#### *Contribución a otros sectores económicos*

Hacia el futuro, la actividad productiva en su proceso de tecnificación exigirá en forma de servicios técnicos y comerciales. La industria química productora de diversos insumos; la industria de maquinaria, vehículos y equipos (incluyendo digitales, de telecomunicaciones, de automatización y de robótica); las empresas especializadas en genética; las empresas de construcción de edificaciones e instalaciones de uso agrícola, etc.; y, asimismo, las empresas de servicios relacionados con suministro de energía, información, gerencia y administración, asistencia técnica y de sanidad animal y vegetal, mantenimiento de equipos y maquinaria y, desde luego, todos aquellos servicios relacionados con la distribución y el comercio interno y externo, tanto de los insumos a utilizar en el proceso productivo, como de los bienes producidos; tenderán a estar cada día más estrechamente vinculadas al proceso productivo. Las cadenas de valor así establecidas, girando en torno a la producción agrícola, están llamadas a constituir uno de los elementos más dinámicos de la economía venezolana del futuro.

#### *Ocupación e ingresos agrícolas*

Si bien el empleo directo en la actividad específica de producción no presenta perspectivas de crecimiento, continuará siendo una fuente de ocupación importante. Deberá producirse en cambio una positiva modificación en su calificación y remuneración tendiente a reducir y a hacer desaparecer la brecha existente con respecto al empleo en otros sectores y en las áreas urbanas<sup>32</sup>. Por otra parte, como se ha señalado, un importante incremento en el número de empleos vinculados a la actividad agrícola se generará a lo largo de toda la cadena de valor que ella sustenta.

Superar la condición de pobreza en que se encuentra una gran parte de la población rural constituye un imperativo para los próximos años. Todos los grupos de población vinculados a la actividad agrícola deberán tener la posibilidad de acceder a condiciones de ocupación, ingresos, servicios públicos, protección social, seguridad personal y de bienes, cónsonas con el nivel de desarrollo general del país.

Por otra parte, la competitividad en la agricultura del futuro debe alcanzarse mediante el aumento en la productividad de los factores y en la eficiencia de las operaciones, en armonía con la preservación del ambiente, lo que hace factor determinante la capacidad de los agentes involucrados en el proceso productivo y en sus distintos eslabones hacia atrás y hacia adelante.

Las exigencias de calificación a todos los niveles, tanto de los productores agrícolas como de los distintos agentes asociados, demandarán esfuerzos sostenidos en la capacitación y adiestramiento de la población involucrada, así como el incremento de remuneraciones y la dotación de condiciones de vida satisfactorias y atractivas para los agricultores y sus familias.

La actividad agrícola, y las familias agricultoras en particular, deberán vincularse a una más amplia economía rural y urbana. Las perspectivas de empleo en áreas rurales y su impacto en el bienestar de la población rural, debe verse a la luz de las transformaciones ocurridas en el sistema alimentario, particularmente en lo que refiere al desarrollo de las cadenas de valor. La producción agrícola ha dejado de ser una actividad aislada, proveedora de productos consumidos en fresco en lugares cercanos, para convertirse en un cliente importante de servicios y de productos industriales y en suplidor de materia prima para una industria en expansión<sup>33</sup>.

#### *Agricultura y sostenibilidad ambiental*

Atendiendo a las consideraciones señaladas en secciones anteriores, se plantea a la agricultura del futuro una relación armónica con el ambiente, que preserve los recursos naturales, minimice las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y contemple soluciones orientadas a recuperar espacios degradados y a la captura de Carbono.

La actividad agrícola puede incidir en la degradación de los recursos naturales propiciando la erosión y la pérdida de fertilidad del suelo, o por contaminación química de los suelos o el agua. En el subsector pesquero existe el peligro de la sobreexplotación de inventarios, afectando la sostenibilidad biológica. Por su parte la producción pecuaria, cuya alimentación depende de los pastos y de otros cultivos, es responsable en gran medida de efectos negativos sobre el medio ambiente. En primer lugar, en su expansión territorial, las explotaciones ganaderas recurren a la deforestación de extensas superficies, mientras que la sobrepoblación de animales en pastoreo contribuye a la erosión de los suelos, a la desertización y a la pérdida de diversidad vegetal. A lo anterior

<sup>32</sup> En un periodo de 60 años (1930 a 1990) en que la población nacional creció desde 3,3 millones a 19,4 millones de personas, la población dispersa o residiendo en poblados con menos de 2500 habitantes, pasó de representar algo más del 77% del total nacional (2,6 millones en cifras absolutas) a apenas un 16 % (3,1 millones de habitantes).

<sup>33</sup> A partir de los años finales de la primera mitad del siglo pasado, la producción agrícola debió responder cada vez más al requerimiento de alimentos de una población urbana en acelerado crecimiento, con

un masivo desplazamiento de la población agricultora. La tecnificación y su demanda creciente en bienes y servicios productivos y personales, ha ido integrando funcionalmente a la agricultura con otros espacios y sectores de la actividad económica, de tal manera que la actividad agrícola y los agricultores establecen vínculos entre ellos y con otros sectores, conformando entramados de desarrollo subregional y regional, como pueden observarse en diversas regiones del país.



se suma el hecho de que el ganado mismo, principalmente en la fermentación entérica generada por el sistema digestivo de los rumiantes, representa una de las principales fuentes de emisión de GEI.

En contrapartida a lo expuesto, es importante destacar que la actividad agrícola, más aún si se incluye el sector forestal, puede contribuir al mejoramiento de las condiciones ambientales y a la recuperación y conservación de los recursos naturales. Los cultivos permanentes, por ejemplo, son protectores de los suelos, reduciendo los efectos de erosión y ayudando a regular la escorrentía, además de contribuir en la absorción de carbono.

Por otra parte, debe tenerse muy presente que la agricultura, en su relación con el ambiente y los recursos naturales, no es únicamente un elemento activo, sino que es también un sujeto pasivo, dado que la degradación de los recursos naturales y el cambio climático son causantes de graves trastornos que pueden afectar sensiblemente su producción y productividad.

Consecuentemente con lo expuesto, la agricultura del futuro deberá responder a las siguientes exigencias de sustentabilidad.

- (i) Enfatizar en la preservación de los recursos naturales evitando la erosión y pérdida de fertilidad de los suelos, así como la contaminación química de aguas y suelos
- (ii) Controlar la deforestación con fines de explotación agrícola y ganadera
- (iii) Evitar la sobreexplotación de recursos pesqueros afectando la sostenibilidad biológica
- (iv) Proteger la biodiversidad
- (v) Reducir significativamente la producción de GEI en el proceso productivo
- (vi) Contribuir a la absorción de carbono
- (vii) Procurar resiliencia de la producción a los efectos del cambio climático

## **POTENCIAL NATURAL PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

Venezuela está situada en plena zona tropical, sus temperaturas medias son en general elevadas, entre 23°C y 29°C, atenuadas en las áreas montañosas. Las precipitaciones se concentran en una época lluviosa con duración de más de seis meses, entre los meses de mayo a diciembre. En la parte meridional del país la pluviosidad es elevada y el período de lluvias más amplio, mientras que al norte se encuentran algunas zonas áridas y semiáridas, particularmente en el litoral del mar Caribe.

### **Oferta potencial de tierras agrícolas**

En Venezuela, desde los años sesenta del pasado siglo, se han venido realizando inventarios y mapeos de las tierras disponibles para uso agrícola, principalmente al norte del río Orinoco. La información derivada de tales trabajos, en su mayoría ejecutados bajo los auspicios de los antiguos ministerios de Obras Públicas, Agricultura y Cría, y del Ambiente y los Recursos Naturales, ha sido básica en la determinación del potencial de uso agrícola de las tierras nacionales. Los resultados de los estudios ofrecen suficiente grado de convergencia a los fines de la determinación del uso potencial de la tierra en sus dos grandes subsectores: cultivos (agricultura vegetal) y ganadería (pastizales).

Se ha estimado que más de la mitad del territorio venezolano (unos 570 mil km<sup>2</sup>) pudiera ser destinado a uso agrícola; algo menos de un quinto sería apto para cultivos (170 mil km<sup>2</sup>) y cerca de 400 mil km<sup>2</sup> para la explotación ganadera<sup>34</sup>. Sin embargo, estas superficies deben ser ajustadas a la baja dado que más de 270 mil km<sup>2</sup>, dos terceras partes de ese monto con vocación pecuaria, corresponden a tierras situadas al sur del río Orinoco, las cuales deben sujetarse a prioridades de uso en el marco de la política ambiental del país<sup>35</sup>.

En consideración a lo expuesto, los valores referidos a superficies con aptitud para el desarrollo de actividades de producción agrícola y ganadera en este documento hacen referencia al territorio ubicado al norte del río Orinoco, dejando conservadoramente, como una opción a más largo plazo, la eventual expansión agrícola y ganadera en el territorio comprendido por los Estados Bolívar y Amazonas.

La superficie total de tierras con potencial de uso agropecuario al norte del río Orinoco, ha sido estimada con base en distintos estudios (MAC-PALMAVEN 1990) y (FUNDACIÓN POLAR 2004), en algo más de 30 millones de hectáreas distribuidas en diversos sistemas de producción. El estudio publicado por la Fundación Polar asigna 7,8 millones de hectáreas a sistemas de producción agrícola vegetal, de las cuales 3, 8 millones de hectáreas serían aptas para cultivos anuales mecanizados y 3,02 millones de hectáreas para plantaciones tropicales y frutales. La superficie restante, de aproximadamente un millón de hectáreas, se considera apta para la producción de hortalizas de pisos alto y bajo y superficies de explotación agrícola de subsistencia hasta semi comercial. Para explotaciones dedicadas exclusivamente a la ganadería, el estudio estima una superficie apta de 15,32 millones de hectáreas, de la cual algo menos de la mitad pudiera ser aprovechada en sistemas de ganadería intensiva y semi-intensiva.

Además de la superficie apta para sistemas dedicados a cultivos o a la ganadería en forma exclusiva, el estudio identifica una superficie equivalente a 7,44 millones de

<sup>34</sup> La actual frontera agrícola en esta región ha sido estimada en un millón de hectáreas dedicadas a la ganadería y un cuarto de millón de hectáreas cultivadas.

<sup>35</sup> La ocupación y la utilización de las tierras que se extienden al sur del río Orinoco, básicamente la comprendida por los Estados

Amazonas y Bolívar, deberá estar regida por estrictas normas de ordenamiento del territorio, según las cuales el uso predominante de sus tierras debe corresponder a la preservación de los bosques, de los recursos hídricos, y de la biodiversidad que le es propia.

hectáreas con aptitud para ser destinada a explotaciones de carácter mixto, distinguiendo cuatro modalidades principales: (i) ganadería y agricultura de subsistencia; (ii) ganadería con agricultura complementaria; (iii) agricultura con ganadería complementaria; y (iv) agro-silvo pastoril. Entre éstas la más relevante sería el sistema de ganadería con agricultura complementaria, abarcando cerca del 68% de la superficie total estimada para estos sistemas.

De acuerdo con la información anterior, el potencial de tierras para cultivos pudiera llevarse a unos 10 millones de hectáreas al incluir superficies aptas en sistemas mixtos de producción. De ese monto, hasta 4,5 millones de hectáreas pudieran ser consideradas para cultivos anuales<sup>36</sup>, sin contar aquellos en sistemas de cultivos asociados de subsistencia y semi-comerciales, de raíces y tubérculos, leguminosas, hortalizas. Una superficie superior a 5 millones de hectáreas pudiera ser aprovechada por plantaciones de cultivos tropicales y por frutales. (Tabla4)

**Tabla 4.** Distribución de la Superficie Agrícola Potencial por grandes Sistemas de Producción

| SISTEMAS DE PRODUCCIÓN                          | SUPERFICIE<br>Millones Has |
|---|----------------------------|
| AGRÍCOLA VEGETAL                                |                            |
| Cultivos Anuales mecanizados                    | 3,78                       |
| Hortalizas y Agricultura de subsistencia        | 1,00                       |
| Plantaciones tropicales y Frutales              | 3,02                       |
| Total Agrícola vegetal                          | 7,79                       |
| MIXTOS  |                            |
| Ganadería con agricultura complementaria        | 5,06                       |
| Otros mixtos, incluyendo agro- silvo pastoriles | 2,38                       |
| Total sistemas mixtos                           | 7,44                       |
| GANADERO  |                            |
| Total sólo ganadería                            | 15,32                      |
| <b>Total Superficie Agrícola Potencial</b>      | <b>30,55</b>               |

Fuente: FUNDACIÓN POLAR 2004 y elaboración propia

### Uso actual de la superficie agrícola

#### *Superficie en explotación*

El censo agropecuario de 1997 realizado por el Ministerio de Agricultura y Cría, indica que la superficie cubierta por explotaciones agropecuarias superaba 30 millones de hectáreas, de las cuales 0,6 millones no aprovechables por corresponder a lagunas y ciénagas, edificaciones e instalaciones y otros usos. De la superficie restante 9 millones de hectáreas se encontraban en monte o bajo bosque, por lo que la superficie en explotación se reducía a 22 millones de hectáreas, de las cuales algo más de 2,3 millones de hectáreas estaban bajo

cultivos y 17 millones correspondían a pastizales, mientras que, en situación de barbecho o descanso fueron reportadas 1,1 millones de hectáreas. (Tabla 5)

**Tabla 5.** Venezuela. Superficie en uso Agropecuario

| USO DE LA TIERRA               | SUPERFICIE<br>hectáreas |
|--------------------------------|-------------------------|
| Cultivo ciclo corto o anual    | 1 355 468               |
| Permanentes y semi permanentes | 970 798                 |
| Pastos                         | 17 078 031              |
| Tierras en barbecho            | 445 652                 |
| Tierras en descanso            | 657 989                 |
| Montes y/o bosques             | 8 989 174               |
| Ciénegas y lagunas             | 238 603                 |
| Edificaciones e instalaciones  | 110 298                 |
| Otros usos                     | 245 180                 |

Fuente: MAC, Censo Agropecuario 1997

Según estadísticas de la FAO (2022) la superficie agrícola dedicada a cultivos en Venezuela alcanzó el máximo de 3,86 millones de hectáreas en el año 1988, de las cuales 3,1 millones en cultivos no permanentes. Los valores posteriores descendieron, oscilando entre 2,8 millones de hectáreas/año y 2,5 millones de hectáreas/año, con una tendencia a la estabilización en 2,6 millones de hectáreas por año, valor que se ha mantenido por más de un decenio. Estas cifras abarcan toda la tierra bajo cultivo, tanto temporal como permanente, incluyendo superficies en barbecho. Los cultivos permanentes, por su parte, después de alcanzar poco más de 800 mil hectáreas a fines del siglo pasado, se han mantenido estancados alrededor de 700 mil hectáreas.

En cuanto a la superficie en pasturas permanentes, siempre según los datos estadísticos publicados por la FAO, se estimaba para el año 2008 en 18,2 millones de hectáreas. Es importante destacar que, después de aumentar desde 15,7 millones el año 1961 a 18,2 millones de hectáreas el año 1989, la superficie en pastoreo se ha mantenido prácticamente constante hasta el presente.

La Tabla 6 muestra la evolución para los subsectores “Cultivos” y “Pasturas” en años seleccionados.

<sup>36</sup> La mayor parte de los cultivos anuales mecanizados y de las hortalizas, se realiza con provecho en suelos clase I y II que reúnen apenas 2,03 millones de hectáreas.

**Tabla 6.** Evolución del Uso de la Tierra Agrícola

| AÑO  | SUPERFICIE (Miles de Hectáreas)  |                      |                |          |               |
|------|----------------------------------|----------------------|----------------|----------|---------------|
|      | Cultivos Temporales <sup>1</sup> | Cultivos Permanentes | Total Cultivos | Pasturas | TOTAL         |
| 1961 | 2 900                            | 582                  | 3 482          | 15 750   | <b>19 232</b> |
| 1971 | 3 506                            | 569                  | 3 506          | 16 520   | <b>20 026</b> |
| 1978 | 2 955                            | 685                  | 3 640          | 17 100   | <b>20 740</b> |
| 1981 | 2 804                            | 736                  | 3 540          | 17 500   | <b>21 040</b> |
| 1988 | 3 097                            | 763                  | 3 860          | 18 150   | <b>22 010</b> |
| 1998 | 2 593                            | 809                  | 3 402          | 18 198   | <b>21 600</b> |
| 2004 | 2 650                            | 700                  | 3 350          | 18 240   | <b>21 590</b> |
| 2008 | 2 700                            | 700                  | 3 400          | 18 200   | <b>21 600</b> |
| 2012 | 2 600                            | 700                  | 3 300          | 18 200   | <b>21 500</b> |
| 2021 | 2 600                            | 700                  | 3 300          | 18 200   | <b>21 500</b> |

Nota 1/ Debe señalarse que la superficie referida a cultivos “temporales” incluye tierras en barbecho y pasturas temporales, con un monto aproximado de un millón de hectáreas, de las cuales alrededor del 65% corresponde a tierras en barbecho.

Fuente: FAOSTAT d 2022

Como puede apreciarse de las tablas anteriores, el máximo de tierras en explotación agrícola y ganadera apenas alcanzó 22 millones de hectáreas y se ha mantenido en las tres últimas décadas, alrededor de 21,5 millones de hectáreas. Es importante destacar que desde el año 1961 el aumento en la superficie en uso agrícola fue tan solo de 11,8%, impulsado por un crecimiento de 15,6% de la superficie en pastoreo. Es más, desde la década de los años noventa, la superficie en cultivos se ha mantenido por debajo de la correspondiente al año 1961 en más de 100 mil hectáreas. La reducción es aún más acentuada en cultivos temporales.

En lo que respecta a los sistemas al aprovechamiento de las áreas aptas para el desarrollo ganadero, independientemente de las condiciones en que el mismo se realiza, se observa que es mucho más cercano al potencial evaluado. Las cifras registradas por la FAO indican que, al menos desde finales de los años ochenta del pasado siglo, ha habido muy poca variación en la superficie de tierras utilizada en pastoreo, la cual se ha mantenido en torno a los 18,2 millones de hectáreas, lo que representa más del 80% de la superficie potencial ganadera<sup>37</sup>.

#### *Superficie cosechada*

Si bien la disponibilidad de tierras con potencial para la siembra de cultivos agrícolas constituye una proporción reducida de la superficie total del país, es evidente la subutilización en su conjunto. De la superficie en explotación agrícola sólo una parte de ella es efectivamente cosechada, bien

sea por encontrarse en situación de barbecho temporal o por eventos que han ocasionado pérdida de la producción.

De más de 10 millones de hectáreas de potencial para la producción agrícola vegetal al norte del río Orinoco, la máxima superficie cosechada no ha superado los 2,4 millones de hectáreas, distribuidas en alrededor de 1,8 millones en cultivos temporales<sup>38</sup>, principalmente cereales, oleaginosas, leguminosas, hortalizas, caña de azúcar, raíces y tubérculos; y cerca de 700 mil hectáreas en cultivos permanentes<sup>39</sup>.

En cereales (arroz, maíz, sorgo) la superficie máxima cosechada apenas se acerca a 1,2 millones de hectáreas. Sumando la superficie correspondiente a oleaginosas, a leguminosas de grano y a hortalizas, se llegaría a 1,6 millones de hectáreas. El grupo de raíces y tubérculos añadiría aproximadamente 80 mil hectáreas y la caña de azúcar unas 150 mil hectáreas más.

La superficie cosechada de cultivos permanentes, utilizando los valores máximos históricos en cada grupo, alcanzó en frutales (incluyendo el plátano) 250 mil hectáreas; en café 280 mil hectáreas; en cacao 70 mil hectáreas; y en palma aceitera 30 mil hectáreas, totalizando poco más de 600 mil hectáreas.

La Tabla N° 7 presenta valores correspondientes al año 2008 con el propósito de ofrecer una idea de la brecha existente entre la superficie potencial estimada para cada sistema de producción, y la superficie cosechada. Se escogió el año 2008 por ser representativo de un período relativamente cercano con niveles de producción y cifras confiables.

<sup>37</sup> Es de hacer notar que gran parte de la expansión de la superficie ganadera que se verificó desde mediados del siglo pasado, se realizó mediante la deforestación de áreas boscosas, incluyendo reservas.

<sup>38</sup> La FAO define como cultivos temporales: cereales, leguminosas de grano, raíces y tubérculos, caña de azúcar, oleaginosas temporales, cultivos de fibra temporales, hortalizas, tabaco, prados temporales

para segar o para pasto, huertas comerciales o domésticas y tierras temporalmente en barbecho.

<sup>39</sup> Para la FAO cultivos permanentes son aquellos que no requieren ser replantados después de cada cosecha anual, citando entre otros los siguientes: oleaginosas permanentes (olivos, palma de aceite, cocos); frutas (excluyendo fresas, pero incluyendo musáceas); viñas; café; cacao; y sisal.

A los valores presentados en la tabla para la superficie cosechada habría que añadir unas 80 mil hectáreas de raíces y tubérculos que no han sido especificadas, por cuanto en gran parte estarían incorporadas, junto con maíz, leguminosas, hortalizas, musáceas y otros frutales, a sistemas de cultivos asociados, los cuales han sido contabilizados en las superficies cosechadas respectivas.

**Tabla 7.** Año 2008. Superficie Potencial y Superficie Cosechada Sistemas de Producción Agrícola Vegetal

| GRUPO DE CULTIVOS                   | SUPERFICIE miles de ha |              | % Cosechada / Potencial |
|-------------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------|
|                                     | Potencial              | Cosechada    |                         |
| Cultivos Asociados                  | 445                    | -----        | -----                   |
| Cultivos Anuales Mecanizados        | 3 782                  | 1 393        | 36,8                    |
| Hortalizas De Piso Alto             | 65                     | 9            | 13,8                    |
| Hortalizas De Piso Bajo             | 477                    | 35           | 7,3                     |
| Frutales                            | 1 192                  | 212          | 17,8                    |
| Plantaciones Tropicales (Piso Bajo) | 1 129                  | 364          | 32,2                    |
| Café                                | 695                    | 186          | 26,8                    |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>7 785</b>           | <b>2 199</b> | <b>28,3</b>             |

Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de FUNDACIÓN POLAR (2004) y de FAOSTAT 2022a para los principales rubros de cada grupo.

Como puede observarse, la superficie cosechada en el año de referencia representó menos del 30% de la superficie potencialmente aprovechable en cultivos. Analizando los márgenes por grupo se observa que “cultivos anuales mecanizados” presentó el mayor porcentaje de aprovechamiento, pero dispone todavía de casi 2,4 millones de hectáreas para expansión, lo que permitiría más que duplicar la superficie cosechada en ese año. Asimismo, la posibilidad de expansión de la superficie dedicada a frutales podría alcanzar 980 mil hectáreas. Cabe también destacar el bajo porcentaje de aprovechamiento de tierras con potencial para la producción de hortalizas de piso bajo y, en menor medida, de piso alto.

### Expansión de la frontera agrícola

Las consideraciones anteriores muestran que las posibilidades de expansión de la frontera agrícola nacional son bastante amplias, tanto para cultivos temporales como para cultivos permanentes. Para los primeros, el potencial de tierras estaría en el orden de 4,7 millones de hectáreas, frente a una superficie cosechada que ha alcanzado un máximo de 1,8 millones de hectáreas, debiendo hacerse notar que parte de la superficie física dedicada a cultivos anuales puede ser utilizada más de una vez a lo largo de un año<sup>40</sup>. En los cultivos permanentes, para una superficie potencial superior a los 3 millones de hectáreas, la superficie cosechada se ha mantenido por debajo de 700 mil hectáreas.

En consecuencia, el territorio venezolano localizado al norte del río Orinoco ofrece amplio margen para el aumento de la producción agropecuaria, no solo para responder a su demanda futura de alimentos y de otros bienes agrícolas, sino también para dinamizar y diversificar su exportación<sup>41</sup>. Sin embargo, el hecho de que la frontera de los cultivos agrícolas, no solamente no se expandió, sino que se redujo a partir de la década de los setenta, con uno que otro año de excepción<sup>42</sup>, y se ha mantenido prácticamente estancada desde el inicio de los años noventa; plantea una interrogante que debe examinarse en vista a la orientación de la política agrícola y de las medidas a adoptar en el futuro.

Durante aproximadamente cincuenta años la producción agrícola en Venezuela se incrementó significativamente, pero ello no se logró por expansión de la superficie cultivada. De hecho, como puede apreciarse en la tabla N° 6, entre los años 1961 y 2008, si bien la superficie agrícola en explotación aumentó de 19,2 millones de hectáreas a 21,6 millones de hectáreas, dicha expansión ocurrió básicamente en la superficie dedicada a uso ganadero, la cual pasó de 15,7 millones a 18,2 millones de hectáreas, pero la superficie en cultivos descendió de 3,5 millones de hectáreas a 3,4 millones de hectáreas, siendo aún más acentuada en cultivos temporales que descendieron de 2,9 millones a 2,7 millones de hectáreas.

En el caso de los cultivos temporales, y particularmente de aquellos anuales que enfrentan limitaciones propias a su ubicación en el trópico, es de suponer que el productor haya encontrado más conveniente concentrar recursos en las tierras con mejores condiciones, antes que diseminarlos en una mayor superficie incorporando áreas menos productivas o con altos costos de acondicionamiento<sup>43</sup>.

Asimismo, en las explotaciones ganaderas, se ha hecho evidente la tendencia a aumentar la carga animal por superficie, con mejoras en los pastos, incremento de la superficie de

<sup>40</sup> En las estadísticas de superficie provistas por la FAO, las tierras en doble cosecha se cuentan una sola vez.

<sup>41</sup> Ello sin mencionar que el aumento de la superficie cosechada puede lograrse no solo por la expansión horizontal, sino que también por la intensificación en el uso de una misma superficie.

<sup>42</sup> En general, incrementos significativos en la superficie cultivada, respondieron a condiciones de grandes volúmenes de financiamiento subsidiado y medidas de protección a la producción nacional.

<sup>43</sup> La evolución del uso de la tierra durante más de setenta años de haberse iniciado un proceso modernizador en la producción agropecuaria parece haber llevado a los productores, con el estímulo de políticas oficiales de apoyo, a intensificar el uso de capital por unidad de superficie, favoreciendo la concentración de recursos en las tierras más aptas, considerando no sólo la fertilidad sino su accesibilidad y condiciones para la explotación

pastos cultivados e incorporación de leguminosas; así como también la inversión en el mejoramiento genético del rebaño.

Los cultivos permanentes requieren consideración especial. Las condiciones que ofrece el país para frutales y plantaciones tropicales de piso alto y bajo son las más favorables y, como lo refleja la información, las tierras aptas superan los 3 millones de hectáreas y sólo se aprovecha una cuarta parte de ese potencial. Existen aquí problemas de competitividad y de mercado.

En el caso específico de los frutales, la producción nacional prácticamente abastece el consumo doméstico de frutas tropicales, que es limitado, pero con tendencia a ampliarse. El mercado externo ofrece importantes oportunidades, pero plantea condiciones exigentes. Una ampliación significativa de la superficie de frutales deberá estar conectada a una agresiva penetración de mercados regionales e internacionales y ello requiere capacitación de los productores, promoción y asistencia a las exportaciones, y la introducción de diversas mejoras orientadas a asegurar la competitividad de la producción.

En conclusión, la expansión de la superficie de cultivos y pastos, más allá de la disponibilidad de tierras aptas, deberá considerar el establecimiento de prioridades, garantizando la sostenibilidad de las ampliaciones y nuevas explotaciones. Entre los criterios a utilizar destacan:

(i) Priorizar los cultivos permanentes y semipermanentes<sup>44</sup>, que pudieran expandirse hasta cubrir 3 millones de hectáreas, es decir, más que triplicar la máxima superficie utilizada hasta ahora;

(ii) El margen de ampliación de superficie en explotaciones ganaderas es cercano al 30% de la actualmente utilizada, lo que significa que pudiera llevarse desde 17 millones de hectáreas hasta 22 millones de hectáreas, pero ello debe lograrse en un marco de sostenibilidad ambiental y de rentabilidad económica;

(iii) Si bien la oferta potencial de tierras para el grupo de cultivos anuales mecanizados, aun disminuida a 2,5 millones de hectáreas, al sustraer al potencial estimado de 3,8 millones de hectáreas las tierras en barbecho y descanso, presenta una posibilidad de expansión de alrededor de un millón de hectáreas, sin contar la posibilidad de intensificar la utilización de la tierra con más de un cultivo anual. Sin embargo, debe hacerse notar que los cultivos de este grupo, con las técnicas disponibles y sin modificaciones genéticas relevantes, no parecen ofrecer mayor incentivo a su incorporación en nuevas áreas. De hecho, históricamente, la superficie máxima cosechada de este grupo de cultivos no ha logrado sobrepasar 1,4 millones de hectáreas<sup>45</sup>.

### **Recursos hídricos y riego**

Venezuela cuenta con abundantes recursos de aguas superficiales y subterráneas. El MARN en los años noventa estimaba que anualmente se generan en el territorio unos 700.000 millones de metros cúbicos de aguas superficiales, además de disponer de 22.000 millones de metros cúbicos de aguas subterráneas. Debe señalarse, in embargo, que existen marcadas diferencias en la distribución geográfica de las aguas superficiales, por cuanto del total generado en el territorio nacional, al territorio situado al norte del río Orinoco correspondería apenas un 16% del total, alrededor de 110.000 millones de metros cúbicos.

El país contaba el año 2015 con 105 embalses (cerca de la mitad de ellos con fines de riego), con una capacidad de almacenaje de 160.647 millones de m<sup>3</sup> de agua, de la cual un 90% corresponde a embalses construidos entre los años 1958 – 2003 (FAOQUASTAT 2019)

Según la información oficial reportada a la FAO, en 2018 el país disponía de una superficie potencial para irrigación de 2 millones de hectáreas, de las cuales 1,06 millones de hectáreas estarían equipadas para el riego<sup>46</sup>, equivalente a un 4,9% de la tierra dedicada a la agricultura, y comprometería cerca del 74% de los recursos hídricos utilizados en el país<sup>47</sup> (FAOACQUASTAT 2019).

La Tabla N° 8 suministra información sobre la superficie equipada con infraestructura de riego y su distribución según sistema de riego utilizado y fuente de agua de aprovisionamiento, como también sobre la superficie regada cosechada.

<sup>44</sup> En las regiones tropicales y subtropicales, donde la energía radiante es casi constante, la estrategia de extender la cobertura vegetal durante el año favorece la productividad por unidad de superficie.

<sup>45</sup> En el caso del maíz, el principal cultivo anual, la máxima superficie cosechada (año 2010) no alcanzó 800 mil hectáreas.

<sup>46</sup> A fines del siglo pasado, el Consejo Nacional de Riego y Sanamiento de Tierras (CONARSAT), había identificado

la existencia en el país de 35 grandes y medianos sistemas de riego y de 1.173 pequeños sistemas de riego.

<sup>47</sup> Según (FAOACQUASTAT 2015) existen en el país 105 embalses, de ellos el 47,6%, destinados a irrigación.



**Tabla 8.** Superficie equipada y cosechada con riego

| Categorías                      | Superficie<br>000 Has | %     |
|---------------------------------|-----------------------|-------|
| EQUIPADA SEGÚN SISTEMA DE RIEGO | 1 055,3               | 100,0 |
| Riego superficial               | 735,5                 | 69,7  |
| Riego por aspersión             | 275,5                 | 26,1  |
| Riego localizado                | 44,3                  | 4,2   |
| EQUIPADA POR FUENTE DE AGUA     | 1 055,3               | 100,0 |
| Aguas superficiales             | 556,0                 | 53,7  |
| Aguas subterráneas              | 450,7                 | 42,7  |
| Mixtas y otras fuentes          | 38,0                  | 3,6   |
| REGADA COSECHADA                | 978,8                 | 100,0 |
| Arroz                           | 148,9                 | 15,2  |
| Caña de azúcar                  | 87,5                  | 8,9   |
| Hortalizas                      | 23,1                  | 2,4   |
| Otros cultivos no permanentes   | 166,4                 | 17,0  |
| Cultivos permanentes            | 257,0                 | 26,3  |
| Pastos bajo riego               | 295,8                 | 30,2  |

Fuente: FAOACQUASTAT 2019 y cálculos propios

Como se desprende de la información, la superficie con riego cosechada es muy cercana a la superficie equipada, lo que no pareciera concordar con la realidad. Al respecto llama particularmente la atención, la elevada cifra correspondiente a “otros cultivos no permanentes”.

Una condicionante que restringe los beneficios que pudieran obtenerse de la aplicación del riego y que incide en la selección de los cultivos, es que la mayor parte de los grandes y medianos sistemas de riego existentes, están ubicados en zonas donde las precipitaciones son abundantes y se presentan con relativa regularidad. Por otra parte, la eficiencia de riego en los medianos y grandes sistemas se ve afectada por factores de variada índole, que van desde la propia administración del sistema y mantenimiento de su infraestructura y equipos, hasta el manejo del agua al nivel de las explotaciones.

Mientras que la mayoría de los pequeños sistemas de riego están orientados a la producción hortofrutícola y de semillas; el aprovechamiento de los grandes y medianos sistemas de riego se orienta principalmente a la producción de arroz, caña de azúcar y pastos.

### **PRIORIDADES EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN VENEZUELA**

La elección de cultivos en la agricultura venezolana de las próximas décadas, y la superficie dedicada a la producción, deberá responder a la demanda real y potencial de los productos y a las condiciones de clima, suelo, hidrología y relieve que del país.

Para los grupos de cultivo con potencial productivo en la agricultura venezolana, no existirían limitaciones severas a la expansión en superficie, pero sí factores que la condicionan. Desde el punto de vista climático (particularmente temperatura, humedad relativa, horas de luz y precipitaciones), el clima tropical de Venezuela ofrece ventajas comparativas a la producción de cultivos que ocupan el suelo por un año o más, como son los cultivos tradicionales de café y cacao, los árboles frutales, las palmas, el plátano, la caña de azúcar, las raíces y los pastos; mientras que presenta desventajas para cultivos de ciclo corto, como cereales y oleaginosas anuales.

En la dieta del venezolano sobresalen el arroz, el maíz y el trigo entre los cereales. En lácteos, la leche de vaca y sus derivados. En raíces y tubérculos la papa, la yuca y el ñame. En carnes, aquellas de aves, bovinos, porcinos y pescado. En hortalizas, tomate, cebolla, pimentón, zanahoria, lechuga. En aceites y grasas vegetales, aceites de maíz, soya y palma africana. En leguminosas, caraota y frijol. En frutas, aguacate, cambur, lechosa, limón, naranja, mandarina, mango, melón, patilla, piña y plátano. De los cultivos de plantación habría que destacar el café y el azúcar.

La revisión estadística del sector agrícola venezolano revela que la demanda de alimentos de consumo masivo, hasta mediados de la segunda década de este siglo, venía siendo mayormente abastecida con producción nacional, con la excepción de trigo y lácteos, donde se mantenían elevados déficits y, en menor dimensión, en aceites vegetales y en leguminosas<sup>48</sup>.

Al incorporar a la demanda agrícola rubros destinados a la alimentación animal, se amplía el déficit, con altos volúmenes en maíz y en productos oleaginosos, especialmente en derivados de la soya.

La agricultura venezolana de los nuevos tiempos no sólo debe ser capaz de aumentar su participación en la satisfacción de la demanda interna de alimentos y otros productos agrícolas, sino que también deberá fortalecer, diversificar y ampliar renglones de exportación competitivos.

La balanza comercial de productos agrícolas con el exterior ha sido ampliamente negativa por casi un siglo; esta situación puede y debe revertirse. Venezuela tiene condiciones reales para desarrollar un ambicioso programa de exportación de productos agrícolas, tanto de la ganadería y de la pesca, como de frutales y cultivos tradicionales de exportación, como el café y el cacao, la mayoría de los cuales presentan una demanda creciente en países de ingresos medio y alto.

### **Criterios para la priorización de rubros**

En el marco de las consideraciones anteriores, se plantea la exigencia de una definición estratégica en la selección de los principales rubros que, atendiendo a su participación en la

<sup>48</sup> Aun cuando el volumen de importación de leguminosas es muy inferior al de cereales y lácteos, su importancia relativa es muy

elevada, pues representa alrededor de tres cuartas partes de su consumo como alimento.

demanda interna, a su adaptación productiva al potencial natural del país, y a la posibilidad de acceder a mercados externos, conformarían las prioridades de la producción agrícola en las próximas décadas.

#### *Grupo de cereales*

En el grupo de los cereales no se prevén opciones para un incremento significativo de la exigua producción interna de trigo, por lo que, dada la elevada dependencia de importaciones de este cereal, convendría propiciar una sustitución limitada de su consumo, con el correspondiente incremento en la demanda de otros cereales de producción nacional, principalmente maíz y arroz, lo cual hace indispensable el superar limitaciones en la productividad de estos cultivos<sup>49</sup>.

La dependencia de cereales importados para satisfacer la demanda en alimentación animal debe reducirse, en parte con el incremento en la producción de maíz y sorgo y, en el caso de bovinos, con mejoras en los pastos y en su manejo. La producción de sorgo como cultivo secundario y en sistemas mixtos con ganadería, puede contribuir a aumentar su competitividad y favorecer su expansión. En lo que respecta a la alimentación avícola y porcina, deberán producirse importantes avances en la sustitución progresiva de maíz y sorgo, lo cual exige dar énfasis a la investigación y experimentación relacionada.

#### *Oleaginosas*

Deben continuarse los esfuerzos para la expansión del cultivo de girasol y, principalmente, de la soya, asegurando su competitividad. Como ha sido destacado, la soya representa un muy elevado volumen de importación<sup>50</sup>, y está muy difundido y con buen nivel de desempeño en varios países de la región, sin embargo, las experiencias nacionales indican que se puede producir en diversas regiones del país con rendimientos similares a los logrados en esos países<sup>51</sup>.

El incremento del cultivo de la “palma de aceite” es una opción importante para disminuir la importación que se hace de su aceite y en general el déficit existente en el país en aceites vegetales, además de contribuir a dinamizar áreas rurales

influenciadas por su industria; pero deben tomarse provisiones sobre impactos negativos en el ambiente.

#### *Caña de Azúcar y otras plantaciones tradicionales no incluidas en otros grupos*

El país debe asegurar el abastecimiento del consumo interno de azúcar con producción nacional<sup>52</sup>, sin renunciar a la exportación de azúcar refinada de origen nacional o importada. En otros cultivos como tabaco, agaves, sábila, el crecimiento de la producción puede ser limitado, pero suficiente para cubrir la demanda interna y mantener o explorar posibilidades de exportación.

#### *Leguminosas*

Caraota, frijol, quinchoncho, y en menor grado arvejas, lentejas, garbanzos, han formado tradicionalmente un componente importante en la dieta del venezolano. Uno o varios de esos cultivos no podía faltar en el conuco o en el huerto campesino. Su consumo per cápita ha disminuido con la urbanización del país, siendo bastante inferior al normativo. A pesar de ello, existe un déficit de producción muy elevado, el cual es posible y deseable reducir significativamente<sup>53</sup>. En tiempos recientes se ha ido expandiendo el cultivo de frijol chino, particularmente con fines de exportación. El país presenta condiciones favorables para su producción y puede fomentarse el consumo doméstico considerando su aporte nutricional.

#### *Hortalizas*

Es posible aumentar la superficie de producción con riego, tanto en hortalizas de piso alto, como en hortalizas de piso bajo. La disponibilidad de agua es un factor importante. La selección de cultivos debe atender al mercado y a la competitividad. En general, todos los productos hortícolas de consumo masivo pueden ser producidos en el país. Debe otorgarse particular atención a la producción competitiva del tomate con fines industriales. Por otra parte, adicionalmente a la satisfacción del consumo interno, debe contemplarse la exportación regular de hortalizas en fresco a países de las Antillas vecinas<sup>54</sup>.

<sup>49</sup> La producción de arroz logró durante varios años niveles de autoabastecimiento e incluso excedentes, pero en décadas recientes se han presentado déficits elevados. En el año 2013 la importación alcanzó a 717 mil toneladas y en el año 2019 llegó a 740 mil toneladas. Un elemento que considerar en la promoción del cultivo es el de conciliar su producción con la sostenibilidad ambiental.

<sup>50</sup> La exorbitante demanda de productos de la soya corresponde a alimentación animal. La sola importación de torta de soya alcanzó 1,1 millones de toneladas con un costo de 777 millones de USD, en el año 2013 (FAOSTAT 2022b)

<sup>51</sup> Entre 1996 y 2003 los rendimientos del cultivo de soya superaron ampliamente 2 500 kg/ha, llegando a la cifra de 3 163 kg/ha en el último año de esa serie, pero debe tomarse en cuenta que la máxima superficie cosechada fue de apenas 2 259 hectáreas. En el año 2010 la superficie llegó a 41 mil hectáreas, pero el rendimiento descendió

a 1180 kg/ha (datos tomados del MAT reportados por la “Red Alimentaria”).

<sup>52</sup> El año 2013 se importaron 21400 toneladas de azúcar y misceláneos por un valor de 174,6 millones de dólares (FAOSTAT 2022b)

<sup>53</sup> El profesor Helios Campos Giral (CIARA 1998) sostenía que la producción de caraota negra presenta alto riesgo al campesino tradicional por lo que sugería “promover su cultivo en núcleos de productores con suficientes recursos que pudieran producirla preferiblemente bajo irrigación...”; manifestado igualmente que “el frijol es una planta más rústica, con menores requerimientos nutricionales y gran tolerancia a la sequía, todo lo cual lo hace más fácil de producir y con costos directos de producción muy inferiores a los de la caraota”.

<sup>54</sup> Existe de hecho, y de larga data, un comercio informal.

### *Raíces y tubérculos*

La papa es de lejos el tubérculo de mayor consumo en el país. No se vislumbra un incremento notable en superficie dedicada a este rubro. Debe enfatizarse la búsqueda de mayor eficiencia en la producción y cuidar efectos negativos sobre la conservación de suelos en zonas sujetas a erosión.

La yuca, el ñame, el ocumo y el apio son cultivos campesinos tradicionales que, en términos generales, abastecen el mercado interno. Su consumo per cápita ha tendido a disminuir. Es posible y deseable incrementar la demanda industrial de la yuca y aumentar su producción.

### *Frutales*

Venezuela se autoabastece en frutas tropicales, con ocasionales déficits, particularmente en naranjas. El consumo per cápita ha crecido y mantiene esa tendencia que, además, debe incrementarse. Más allá de la demanda interna son prometedoras las posibilidades del mercado externo y el país debe organizarse para acceder y posicionarse en ese mercado que es atractivo pero exigente. La calidad, la inocuidad y la compatibilidad con el ambiente son elementos normativos para la aceptación de los productos. Es importante señalar el fuerte posicionamiento en el mercado internacional de frutas que han alcanzado, y en ciertos casos desde hace mucho tiempo, varios países de la región.

### *Café y Cacao*

Son dos rubros tradicionales de exportación con posibilidades de expansión, tanto por el margen de tierras disponibles, como por la existencia de un amplio mercado en el cual es posible competir. Sin embargo, es necesario que todos los sectores involucrados tomen conciencia de las exigencias que ello plantea y se adopten y pongan en práctica los compromisos necesarios. En café, además de la recuperación y el mejoramiento de los cafetales existentes, elevando los rendimientos, es posible aumentar sensiblemente la superficie plantada. En cacao pueden incrementarse los rendimientos con un manejo adecuado y también se debe cuidar, mantener y fortalecer la calidad del producto nacional internacionalmente reconocida.

### *Leche y derivados*

El volumen de la importación venezolana de leche vacuna, líquida o en polvo, es considerable y representa un monto elevado en divisas. En el trienio 2011-2013 el promedio anual en el valor de importaciones de lácteos alcanzó 1 050 millones de dólares (FAOSTAT 2022b). El consumo doméstico de leche líquida, de quesos y de otros productos lácteos, provenientes tanto de vacunos como de búfalos, caprinos y ovinos, debiera suplirse mayoritariamente con producción

nacional, sin menoscabo de algunos nichos de importación. El aumento de la producción de leche, más que un aumento de superficie plantea incrementos en la productividad de los distintos factores involucrados.

### *Productos cárnicos*

En lo que respecta a las carnes, el consumo nacional, conformado principalmente por carne de aves, de vacunos, de porcinos, de caprinos y de ovinos, ha sido básicamente abastecido con producción nacional. Adicionalmente, el país posee potencial y ventajas comparativas para exportar carne y productos cárnicos de las distintas especies, iniciando por los mercados vecinos<sup>55</sup>, pero debe superar restricciones sanitarias. Como se ha señalado anteriormente, el énfasis en el aumento de la producción debe colocarse en el buen manejo tanto de los animales como de los pastos, incluyendo las prácticas sanitarias. Antes que aumentar la superficie debe aumentarse la capacidad de carga animal y el incremento de cabezas debe acompañarse con mejoras genéticas.

### *Cueros y pieles*

Debe mantenerse el abastecimiento con producción nacional de la demanda de cueros y pieles, tanto de vacunos como de caprinos, y estimular el desarrollo de la industria relacionada con vistas a la exportación.

### *Pescados, mariscos y otras especies acuáticas.*

Por consideraciones de sostenibilidad no se plantean incrementos significativos en la pesca de captura, particularmente marina. La satisfacción de la demanda interna y, en alguna medida, el acceso al mercado externo deberá complementarse de manera creciente con la cría de peces y otras especies acuáticas, tanto litoral como en aguas interiores. El desarrollo y la expansión de la acuicultura deberá sustentarse con avances en investigación y experimentación orientadas a asegurar la alimentación de las especies con ingredientes de origen nacional y cuidar la sostenibilidad.

## **Expansión superficial de cultivos prioritarios**

Considerando las exigencias de la demanda (mercado interno y externo) de productos agrícolas y el potencial natural del país surge, como propuesta global para orientar el crecimiento de la producción de cultivos anuales, cultivos permanentes y ganadería, los siguientes criterios:

- En cultivos de ciclo corto, el crecimiento de la producción deberá basarse en una expansión territorial restringida, priorizando la intensificación en la utilización del suelo (varias cosechas en el año) y el incremento del rendimiento por unidad de superficie.

<sup>55</sup>El rebaño nacional de bovinos y de búfalos, debe ser capaz de sustentar el abastecimiento doméstico de carne, así como permitir la exportación regular y en escala importante, incluyendo ganado en

pie, en un inicio a Colombia y países insulares vecinos, y, a mediano plazo, superando limitaciones sanitarias, a países más lejanos.

- En cultivos permanentes deberá combinarse un aumento sustancial de la superficie bajo cultivo, con el aumento en los rendimientos.
- En ganadería mayor, el incremento de producción deberá centrarse en el aumento en la capacidad de sustentación de las tierras en explotación y en la productividad de los animales, más que en la expansión de la superficie.

Si bien, como se ha mostrado anteriormente, no existirían para la mayor parte de los rubros destacados en la alimentación de la población venezolana limitaciones agroecológicas a la expansión de la superficie en explotación, en la definición de prioridades para la utilización de tierras en rubros específicos deberá considerarse, además de su demanda real y potencial, las ventajas comparativas que ofrecen.

## **SISTEMAS Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN**

Se ha destacado que la agricultura del futuro debe lograr el crecimiento sostenible de la producción y que esta debe ajustarse a criterios de rentabilidad, de preservación del ambiente y los recursos naturales, y de responsabilidad social.

Existen tres opciones para lograr el crecimiento de la producción agrícola: (i) aumentar la superficie bajo cultivo con la incorporación de nuevas tierras; (ii) intensificar (multiplicar) el uso de una superficie dada; y (iii) aumentar la producción por unidad de superficie utilizada. La elección de una o más de estas opciones deberá adecuarse al uso productivo que se pretende.

Más allá de la expansión en superficie, el crecimiento de la producción agrícola venezolana debe basarse en el aumento de la eficiencia y de la productividad de las unidades de explotación. Si bien ha habido un progreso reconocido y existen explotaciones que han alcanzado un elevado nivel tecnológico y de gestión, es necesario lograr que el mismo se universalice, incorporando a la gran mayoría de las unidades productivas. Además, debe propiciarse que los esfuerzos de producción se orienten principalmente hacia aquellos rubros en que las condiciones del país ofrecen las mayores ventajas.

Visto desde el ángulo de las especificidades agroecológicas del país, los cultivos permanentes como el café, el cacao, la palma aceitera y los árboles frutales presentan potencial para incrementar sus rendimientos y su competitividad, así como también la caña de azúcar, las musáceas y ciertas raíces y tubérculos. En el caso de los cereales como el arroz, el maíz y el sorgo, así como de las oleaginosas, hortalizas y leguminosas, si bien existe margen para la expansión superficial, debe considerarse su incorporación al esquema de más de una siembra anual y a una mayor utilización del riego.

En el marco de las condiciones y de las expectativas que presenta el país, una caracterización de la agricultura venezolana de las próximas décadas pudiera aproximarse a través de la consideración de cinco áreas de especial relevancia: Sistemas de producción; Agricultura de conservación;

Tecnología sostenible; Gestión de explotaciones; y Capital humano

### **Sistemas de producción**

Los sistemas de producción en la agricultura venezolana presentarán modificaciones sensibles, tanto en la importancia relativa de sus magnitudes en superficie y volumen, como internamente en la utilización de los factores de producción. Los nuevos sistemas deberán orientarse al logro de una mayor eficiencia y al aumento de la productividad de los factores, y ello en el marco de consideraciones de sustentabilidad ambiental y de resiliencia.

Como se ha señalado a lo largo de este documento, la frontera agrícola en Venezuela ha permanecido casi inmutable a lo largo de varias décadas, tanto en su conjunto como en la distribución de cultivos anuales, cultivos permanentes y semipermanentes, y ganadería. En contraste, ha habido un incremento sustantivo en el rendimiento de casi todos los cultivos y se han incorporado algunos nuevos cultivos, alterando la distribución interna.

#### *Sistemas de cultivos agrícolas*

En el futuro deben producirse cambios de magnitud en la utilización de las tierras agrícolas. La frontera agrícola presentará cierta expansión, con alteración de la proporción utilizada por los distintos sistemas y grupos. El incremento proporcional de mayor significación en los sistemas de cultivos agrícolas deberá producirse en frutales, café y palma aceitera. En cultivos anuales si bien la expansión con incorporación de nuevas superficies no será muy significativa, debería lograrse un aumento importante del área cosechada con la intensificación en el uso del suelo, mediante rotación de cultivos e incorporación de riego.

En horticultura podrá tener importancia creciente el cultivo en ambientes confinados en áreas urbanas o periurbanas. Es difícil prever el alcance de esta tendencia, pero se está fortaleciendo tanto en viviendas unifamiliares como en apartamentos y en áreas industriales o comerciales. Su desarrollo está sujeto a políticas de estímulo y de educación dirigidas a los pobladores urbanos.

Considerando la relevancia que hacia el futuro deberá tener la agroexportación, será indispensable avanzar con paso firme hacia la especialización. Esto significa que deberán desarrollarse sistemas de producción orientados a ese objetivo. La exportación plantea exigencias en cuanto a variedad, forma y dimensión del producto, calidad y presentación, además de un suministro uniforme y seguro. Se inicia con la elección y siembra del cultivo y continúa a lo largo de todo el proceso de producción, recolección, clasificación y acondicionamiento del producto. Para la exportación de productos procesados, la agroindustria establecerá también exigencias y requisitos.

#### *Sistemas en ganadería*

En lo que respecta a la ganadería, deberá evitarse la incorporación de tierras bajo bosques o aptas para cultivos agrícolas, haciendo un uso más adecuado e intensivo de las tierras que ya se encuentran bajo explotación. Deberán promoverse sistemas mixtos de base ganadera e incentivar en ellos la preservación de áreas boscosas y la siembra de cultivos permanentes, incrementando la presencia de árboles frutales, plantas leguminosas y cultivos anuales complementarios a la producción ganadera. En ciertos casos podrán establecerse sistemas de explotación silvopastoril.

En la explotación de bovinos deberá apoyarse la tendencia hacia sistemas de carácter semi-intensivo de doble propósito, mejorando el manejo, la sanidad y la alimentación de los animales. Especial atención deberá prestarse al desarrollo de la ganadería bufalina con sus notorias cualidades de adaptación. Una extensa superficie de aptitud ganadera, pero presentando limitaciones para la ganadería vacuna por baja fertilidad de los suelos, mal drenaje interno o externo y marcada estacionalidad de la precipitación, puede ser utilizada con provecho en la cría de búfalos<sup>56</sup>.

GABALDÓN (2003) considera que es posible dar un gran salto cualitativo y cuantitativo en las unidades de producción pecuaria, especialmente en aquellas de vacunos de leche y carne, con la adopción masiva de mejoras en el manejo, tanto de las pasturas como del rebaño, las cuales a su vez justifican la incorporación de animales con mestizaje de alta calidad.

En lo que refiere a la disponibilidad y manejo del pastizal, el autor citado preconiza, además de la expansión de la superficie de pastos cultivados y de la utilización de riego, la fertilización sistemática, el control de malezas, el control de plagas y enfermedades, la resiembra, y la realización de pastoreo rotatorio planificado, lo que exige el establecimiento de cercas y la división de potreros. Sugiere asimismo avanzar en la incorporación de pastos de corte. Considera que, con el cumplimiento de las condiciones referidas, la carga animal debe superar 2,5 U.A./ha.

En cuanto al manejo del rebaño cuatro elementos deben recibir la mayor atención: la alimentación, la sanidad, el manejo de la reproducción, y el mejoramiento genético de los animales. La alimentación animal es un componente muy importante de los costos de producción en explotaciones ganaderas y piscícolas (puede superar el 60%). Los alimentos para animales elaborados por la industria generalmente utilizan harinas de pescado, de carne o sangre, de cereales y de semillas de oleaginosas. Ya se ha señalado que en Venezuela es elevada la

demanda actual y futura de estos componentes, siendo la mayor parte de ellos suplidos por importaciones.

Reducir en lo posible el volumen de importaciones para alimentación animal, sin perjuicio de la salud y producción de los rebaños es un objetivo importante. Debe, por una parte, procurarse un aumento significativo de la producción nacional de cereales forrajeros y de oleaginosas y por otra, reducir la participación de esos productos en la elaboración de las raciones. En el caso de bovinos, la alimentación deberá sustentarse en mayor grado en el forraje y materias vegetales provenientes de la misma explotación, complementada con sales minerales y la suplementación requerida (GABALDÓN 2003).

En la alimentación de aves y porcinos, debe considerarse la incorporación en un porcentaje significativo de otros vegetales, como arroz, yuca y leguminosas, a las raciones de alimentos balanceados; pero debe también asignarse atención a la sustitución de proteínas animales, principalmente harina de pescado, que es costosa y mayormente importada.

#### *La producción pesquera<sup>57</sup>*

En cuanto se refiere a la pesca de origen marino, restricciones de sostenibilidad indican que la demanda potencial no podrá ser satisfecha con las capturas, por lo que se hace indispensable apoyarse en aguas continentales y, particularmente, propiciar el desarrollo de la acuicultura litoral y continental.

Se ha señalado anteriormente que la alimentación representa un costo importante en la acuicultura y que por tanto debe revisarse la composición de las raciones. Al respecto, tomando en consideración que los insectos constituyen dieta natural de peces y aves de corral, se ha intensificado la investigación y experimentación sobre la utilización de distintas especies insectos para su incorporación a raciones alimenticias, principalmente para estos animales. Entre las especies más prometedoras en la producción de proteínas se citan las pupas de moscas soldado-negras, los gusanos de mosca doméstica y los gusanos de la harina<sup>58</sup>. Los grillos, las termitas, las cigarras, las avispas, las pulgas, los escarabajos, las hormigas y otros insectos están siendo también considerados y ya se utilizan en numerosos países del mundo en desarrollo<sup>59</sup> (FAO 2014).

#### *Riego y manejo de zonas inundables*

La ausencia de precipitaciones en tierras áridas y semiáridas limita la producción agropecuaria, pero en zonas de mayor pluviosidad, la irregularidad de las precipitaciones,

<sup>56</sup>Estos animales muestran gran adaptabilidad por su rusticidad, capacidad de asimilación de gramíneas y otras especies vegetales de baja calidad alimenticia, longevidad, muy baja mortalidad, virtual ausencia de problemas reproductivos y baja incidencia de enfermedades y parasitosis.

<sup>57</sup> Hace referencia a todos aquellos productos acuáticos obtenidos mediante captura o en acuicultura, utilizados en la alimentación humana y animal.

<sup>58</sup> Los gusanos de la harina, que ya se crían a escala industrial, son una alternativa prometedora a las fuentes convencionales de proteínas, especialmente la harina de soya. En el caso de la trucha arco iris, los gusanos pueden reemplazar el 25 por ciento de la harina de pescado y el 38 por ciento del aceite de pescado utilizado.

<sup>59</sup> En el sudeste asiático, es común colgar lámparas fluorescentes sobre estanques de peces. La luz atrae a los insectos, que, debido al reflejo de la luz en el agua, caen en el estanque, para ser comidos por los peces.



característica de las zonas tropicales, hace necesario en muchos casos, la contribución del riego para cubrir los requerimientos hídricos de los cultivos y pasturas. Esto es particularmente importante en aquellas zonas del país en que donde existe mayor potencial para expandir la frontera agrícola<sup>60</sup>. Asimismo, el desarrollo del potencial productivo de frutas y hortalizas exigirá la aplicación eficiente del riego.

El país cuenta con una amplia extensión de tierras en sistemas de riego desarrollados por el Estado, que son insuficiente e ineficientemente aprovechadas. Múltiples factores se entrelazan para que ello ocurra. Se requiere llevar adelante un programa de rehabilitación y complementación de la infraestructura, al mismo tiempo que introducir mejoras en la administración de los sistemas con clara asignación de funciones y responsabilidades, con participación directa de los usuarios tanto en el funcionamiento y correcta operación de la red de distribución y entrega del agua, como en el mantenimiento de infraestructura y equipos<sup>61</sup>.

En general el riego operado por privados, incluyendo pequeños sistemas e instalaciones construidos por instituciones oficiales o con su apoyo, principalmente en valles y en terrazas, y destinados al cultivo de hortalizas, así como también a la producción de papa y leguminosas, presenta una utilización más eficiente del agua.

En un país tropical, junto a una mayor y mejor utilización del agua con fines de riego, es importante el aprovechamiento, con adecuado manejo, de las tierras con potencial agropecuario que están sometidas o sujetas a inundación. La recuperación de zonas anegadas y la protección de áreas inundables con fines agropecuarios, debe examinarse en su justificación y pertinencia económica, social y ambiental<sup>62</sup>. Por otra parte, existen extensas zonas del país con áreas de inundación estacional, que pueden ser utilizadas con gran provecho mediante un manejo adecuado. Es el caso de muchas planicies fluviales y de llanuras manejadas mediante sistemas como los conocidos “Módulos de Apure”.

### **Agricultura de conservación**

El uso y el manejo racional de los recursos naturales, así como la selección adecuada y la aplicación eficiente de los insumos, son condiciones que deben cumplirse para asegurar su preservación. En ese marco se ha ido difundiendo la utilización de métodos de cultivo “conservacionistas” los cuales, están orientados a evitar, o reducir, impactos negativos sobre los recursos naturales y en el ambiente, manteniendo o mejorando los rendimientos e, incluso, disminuyendo costos de producción.

<sup>60</sup> Caso de los llanos Centrales y Occidentales y las mesas de los llanos Orientales.

<sup>61</sup> Se ha estimado que, con el financiamiento adecuado, en una década se pudiera más que duplicar la superficie actualmente regada.

<sup>62</sup> Los humedales y pantanos, por ejemplo, son ecosistemas naturales de muchas especies.

<sup>63</sup> La agricultura NL/AC, dependiendo de las condiciones agroclimáticas, puede ayudar a fijar de 0,1 hasta 1,0 toneladas de

A continuación, se ofrece una lista de aquellos considerados de mayor relevancia (FAO 2003)

*(a) Desarrollo de una agricultura no labranza, NL (labranza cero) o agricultura de conservación<sup>63</sup>.*

Esta modalidad presenta los siguientes beneficios ambientales:

- alteración mínima del suelo, reducción de la pérdida de nutrientes, contribuyendo a mantener la estructura del suelo y la ecología;
- mantenimiento de una cubierta permanente de material formado por vegetales vivos o muertos, protegiendo al suelo de la erosión y la compactación por precipitaciones, e inhibiendo el crecimiento de hierbas nocivas;
- la rotación de cultivos a lo largo de varias estaciones evita la acumulación de plagas y enfermedades y optimiza el uso de los nutrientes.

*b) Gestión de Plagas Integrada (GPI):*

Contempla mejorar y reducir la aplicación de plaguicidas de origen químico a los cultivos<sup>64</sup>, incluyendo su sustitución, sea por plaguicidas biológicos o por trampas. Plantea además el fomento de la rotación de cultivos y la incorporación de variedades de cultivos resistentes a plagas y enfermedades.

*c) Gestión de nutrientes:*

Aplicación de nutrientes externos con mayor eficacia y eficiencia (agricultura de precisión). Rotación de cultivos y aprovechamiento de residuos vegetales y animales e incorporación de leguminosas.

*d) Agricultura orgánica*

En términos más amplios, se sugiere promover e incentivar la “agricultura orgánica” entendida como aquella que minimiza o excluye el uso de insumos externos, preservando y mejorando la biodiversidad, conservando los recursos agua y suelo, y creando en el suelo materia orgánica y procesos biológicos.

### **Tecnología sostenible**

Existiendo satisfactorias condiciones para la producción del rubro seleccionado, es necesario asegurar la eficiencia de su explotación. Para que el cultivo pueda ser sostenidamente

dióxido de carbono por ha/año, a lo que se suma la reducción de emisiones en más de 50% por reducción del uso de combustibles fósiles.

<sup>64</sup> Los cuales pueden afectar animales y personas, tener efectos contaminantes sobre recursos hídricos y tierras, y llegar a generar resistencia en las plagas.

competitivo debe desarrollarse en un marco de elevada productividad de los factores, lo que significa que el rendimiento físico debe ser elevado, pero también que los costos de producción (insumos, mecanización, mano de obra, renta de la tierra) deben ser controlados, logrando la mayor eficiencia de recursos. Esta condición se vincula estrechamente con el nivel de tecnología y las prácticas de cultivo, pero también con una administración eficiente.

En la incorporación de tecnologías deberán abordarse dos procesos que, en lo inmediato, presentarían cierta simultaneidad. En primer término, es necesario aprovechar al máximo las buenas prácticas agrícolas y las tecnologías ya probadas con éxito en el país. Persiste una brecha importante entre los conocimientos existentes y su difusión y aplicación generalizada. El segundo proceso estará dirigido a la incorporación racional y progresiva de las nuevas tecnologías que están impactando, de manera creciente y acelerada a la agricultura, como a tantos otros sectores.

#### *Cierre de la brecha del acervo tecnológico*

Como se ha señalado, existe todavía un margen relativamente amplio para la incorporación de técnicas y prácticas agrícolas ya existentes y en circulación, así como de material genético apropiado, para lograr incrementar los rendimientos, la adaptación y la resistencia a plagas y enfermedades, de cultivos y animales. Ello significa que, con una más amplia y mejor adopción de la tecnología disponible, es posible incrementar los rendimientos, en mayor o menor grado según el cultivo y la producción pecuaria. Sin embargo, deberá tenerse presente que hoy y hacia el futuro, existe una creciente exigencia en asegurar la compatibilidad entre las técnicas de la producción, incluyendo los insumos tecnológicos, y la preservación del ambiente y los recursos naturales.

#### *Nuevas tecnologías*

Nuevas tecnologías, especialmente aquellas vinculadas a aplicaciones digitales y a la genética, ofrecen múltiples oportunidades, no sólo para aumentar la producción, optimizar el manejo y transacción de los productos, y la rentabilidad de las explotaciones, mejorando las condiciones de trabajo e ingresos en la actividad agrícola; sino que también para contribuir a la protección del ambiente.

La “agricultura de precisión” sustentada en satélites<sup>65</sup>, mapas de detalle, uso de drones, información y acumulación de datos; automatización con aplicación de la “robótica”; “internet de las cosas” e “inteligencia artificial”, permitirá a los productores tomar decisiones y realizar operaciones oportunas y precisas, con eficacia y eficiencia. La utilización de “sensores”, por

ejemplo, y la transmisión de datos permitirá decidir en tiempo real la oportunidad y dosificación en el tratamiento sanitario, aplicación de fertilizantes, humedad y requerimiento de agua, etc.

El aumento de rendimientos, como también de la resistencia a plagas, enfermedades y cambio climático, deberá beneficiarse de los avances en genética y de la disponibilidad de semillas certificadas. Por otra parte, la biotecnología con sus avances en fitogenética, cultivo de tejidos y otros ámbitos, ofrece notables oportunidades para contribuir a esas finalidades, y también a la reducción de costos. La modificación genética, a pesar de su gran potencial, enfrenta rechazo en algunos sectores bajo el argumento de que los productos logrados pudieran representar un riesgo para la salud humana y también afectar al ambiente<sup>66</sup>. A esta objeción se suman cuestionamientos de orden social, aduciendo que la dependencia tecnológica que ella genera de empresas especializadas contribuirá a la concentración del poder económico y a la formación de poderosos monopolios.

En el inicio, los costos de adquisición, incorporación y mantenimiento de los equipos y servicios computarizados, puede dificultar el acceso a sistemas de información de apoyo para la siembra y monitoreo de los cultivos (climática, de los suelos, de precios y otra), para la dosificación de agua y nutrientes, para la supervisión de los cultivos o para la automatización y robotización de operaciones; por lo tanto, la decisión de su incorporación y la oportunidad debe ser cuidadosamente programada y requerirá asistencia técnica, capacitación, organización e incentivos.

Las transformaciones que se irán generando deben estar acompañadas por la intensificación de las actividades de investigación y experimentación y por el estímulo y apoyo a la innovación. Además de la investigación sobre variedades, cruces y modificaciones genéticas en plantas y animales para su mejor adaptación y respuesta a las condiciones de nuestra ecología, así como para aumentar su resistencia a plagas, enfermedades y a los efectos del cambio climático, deben priorizarse líneas de investigación orientadas a:

- (i) sustitución de productos químicos por productos orgánicos en la fertilización y en el control de plagas y mejoras en la dosificación;
- (ii) modificación en las raciones destinadas a la alimentación de aves, porcinos, bovinos y peces con el fin de disminuir la participación de productos importados;
- (iii) rotación de cultivos e intensificación en el uso de las tierras (más de un cultivo en el año agrícola);
- (iv) ampliar y mejorar la utilización del riego, incorporar riego a nuevos cultivos e incrementar la productividad en cultivos bajo riego;

<sup>65</sup> Las imágenes satelitales permitirán prever amenazas climáticas, informar sobre el potencial de cada cosecha, condiciones favorables a la diseminación de plagas, etc. Las tecnologías de geoposicionamiento contribuirán a mejorar los diseños de riego y drenaje, así como el uso más adecuado de los suelos y la actualización del catastro.

<sup>66</sup> En cuanto a los impactos ambientales se menciona el riesgo de que los genes incorporados se transmitan a poblaciones silvestres, o contaminen a los cultivos orgánicos, o que generen resistencia en las plagas. Menor oposición se manifiesta en cuanto al uso de la biotecnología en la fabricación de bienes industriales, tales como plásticos biodegradables y productos farmacéuticos.

- (v) adopción de prácticas de labranza de menor impacto ambiental.
- (vi) identificación de sistemas de producción que incrementen la productividad, en compatibilidad con el medio ambiente, basados en la zonificación o geolocalización de cultivos, teniendo en cuenta los requerimientos climáticos y las características de los recursos naturales, a fin de obtener la máxima capacidad productiva tanto de las especies como de los recursos existentes.

### **Gestión de las explotaciones agrícolas**

Se ha dicho que la agricultura moderna tiende a convertirse cada vez más en una fábrica compleja. Las personas trabajando en ella serán menos que en la agricultura tradicional, pero con mayor nivel de instrucción, manejando computadoras personales en ambientes con aire acondicionado. En el campo operarán drones, equipos y maquinarias teledirigidos o inteligentes, recabando información y realizando labores relacionadas con la siembra, el desarrollo de los cultivos y la cosecha. La nueva agricultura exige de manera creciente la lectura y el manejo de datos, la toma de decisiones en tiempo real y la gerencia de mayores y variados activos, y una administración exigente con relaciones al exterior de la unidad productiva.

La agricultura tiende a estar cada vez más integrada en cadenas de valor en las que la industria, el comercio y los servicios tienen amplia participación. El agricultor del futuro no se limita a trabajar la tierra, es un pequeño o mediano empresario que se mantiene informado, telecomanda operaciones, contrata (individualmente o asociado) la adquisición de bienes y servicios, y comercializa su producción hasta participar, en menor o mayor grado, en su procesamiento con la consecuente agregación de valor. Si a lo anterior se añade la producción para exportación, el nivel de exigencias será aún más alto.

Por si fuera poco, debe tenerse presente que tanto el proceso de intensificación como el incremento en la producción e incorporación de tecnologías, deberá cumplirse en un marco de preservación de los recursos naturales y de sostenibilidad ambiental.

Las consideraciones anteriores permiten concluir la importancia y complejidad de la gestión de explotaciones agrícolas competitivas en la agricultura del futuro, lo cual hace necesario el desarrollo de capacidades de las personas involucradas en áreas diversas.

### **Capital humano en la agricultura**

Como ha sido destacado, la incorporación de las nuevas tecnologías y la transformación que ellas plantean, pueden verse ralentizada por insuficiencia del recurso humano requerido, así como por limitaciones de recursos financieros disponibles. Se ha destacado que en América Latina y el Caribe, la digitalización ha aumentado mucho más rápido que la

disponibilidad de capital humano capacitado para el uso de la tecnología digital. Por su parte la FAO alerta sobre la dificultad que, por variadas razones, tienen los pequeños productores para su aprovechamiento (FAO, 2018).

Las exigencias que impone la transformación en marcha evidencian la importancia de contar con un capital humano formado en la utilización de sistemas digitales orientados, tanto a la obtención y manejo de información pertinente, como a la automatización y regulación de operaciones en el proceso productivo que contribuyan a aumentar la eficiencia y la rentabilidad de las explotaciones, manteniendo los objetivos de sostenibilidad ambiental.

Aspectos tales como la selección de los cultivos, la aplicación de insumos, la utilización del riego y el manejo del agua, la detección y tratamiento de plagas y enfermedades, la automatización de procesos y operaciones a distancia, así como el procesamiento e interpretación de datos, requerirán cada vez más de operadores capacitados y en permanente actualización.

Por otra parte, como se ha visto, el productor agrícola debe asumir funciones administrativas y de gestión que serán más complejas que en el pasado, lo que exigirá conocimientos en el ámbito de la administración y de la toma de decisiones, y habilidades de negociación.

En las unidades de mayor tamaño o muy intensivas, se hará frecuente la utilización del “outsourcing”, con la contratación de servicios especializados orientados a la automatización de distintos procesos u operaciones, lo que implica el surgimiento de una demanda creciente de empresas especializadas para la prestación de determinados servicios en la producción, administración y comercialización, así como en asistencia técnica y de gestión.

Las consideraciones anteriores evidencian la importancia y la urgencia que debe concederse a la formación de personal especializado, particularmente en las nuevas tecnologías presentes y en las que irán surgiendo aceleradamente en los próximos años, así como en aspectos gerenciales, administrativos, financieros, de comercio nacional e internacional, y ambientales, con una visión de la agricultura como componente integrado al desarrollo sostenible territorial y nacional.

## **PROTAGONISTAS DE LA NUEVA AGRICULTURA. ACTORES INSTITUCIONALES**

Al considerar la evolución de la agricultura venezolana en años futuros, es indispensable identificar los agentes más representativos y con mayor incidencia en el proceso, así como su participación y desempeño en el mismo.

Un actor principal será siempre el Estado. La intensidad, amplitud y calidad de su participación, serán elementos determinantes para la orientación, desempeño y resultados de la producción agrícola y de toda la cadena de valor que ella

sustenta. En este sentido, la agricultura venezolana deberá superar el modelo intervencionista estatal que, soportado en la estructura de un Estado de alta renta, tuvo vigencia en gran parte del siglo pasado y ha sido particularmente acentuado en los últimos veinte años. Centralismo, asistencialismo y proteccionismo, como también controles, caracterizaron gran parte de la actuación oficial, tanto con relación a la agricultura como a otros sectores de la economía productiva nacional. Todo ello en un contexto de moneda sobrevaluada<sup>67</sup>, un proceso acelerado de urbanización y éxodo rural con fortalecimiento de una visión urbano-industrial del desarrollo, y la preeminencia del consumo sobre la producción.

En la agricultura del futuro, sin menoscabo de la coparticipación del Estado, el sector privado deberá asumir un elevado protagonismo. Además de los productores, los agentes de transformación, de distribución y de exportación de productos agrícolas, los proveedores de insumos, los prestadores de servicios sanitarios, financieros y de asesoría agrotécnica, gerencial y digital; y, por supuesto, los consumidores, asumirán un protagonismo creciente.

El país cuenta con un contingente de agricultores de vanguardia con capacidad para adoptar prácticas y técnicas apropiadas e innovadoras, pero requieren del apoyo del sector público en términos de seguridad jurídica, de facilidades de financiamiento y de acceso a la provisión de insumos, de servicios de investigación y experimentación. Estos últimos no se limitan a la fase productiva, sino que también a la conservación y procesamiento primario del producto.

### El rol del Estado

Al Estado, a través de diversas instituciones, le corresponde un rol destacado en el desarrollo sostenible de la agricultura nacional<sup>68</sup>. Dos rasgos fundamentales deberán caracterizar su gestión en este ámbito: (i) la descentralización de funciones, con una acentuada y creciente delegación hacia las estructuras municipales y locales y; (ii) la incorporación de la población directamente involucrada, a la programación y toma de decisiones, así como al seguimiento y supervisión del cumplimiento de los acuerdos que se establezcan.

Entre las funciones relevantes que debe cumplir el sector público estarían las siguientes:

- i. Formulación, en concertación con los sectores involucrados, de políticas y programas de fomento agrícola, y en el seguimiento y control de su cumplimiento. En esa dirección, deberá establecer y

asegurar el funcionamiento regular de instancias de coordinación con los agricultores.

- ii. Establecer, y velar por su cumplimiento, normativas legales para el buen funcionamiento del mercado y de las actividades de producción y comercialización agrícola, para la protección sanitaria vegetal y animal, y para garantizar la inocuidad de los productos destinados a la alimentación.
- iii. Incentivar y apoyar por diferentes vías la sostenibilidad ambiental de las actividades productivas agrícolas y vigilar por el cumplimiento de la normativa establecida al respecto.
- iv. Garantizar seguridad jurídica a la propiedad de la tierra, así como de sus mejoras y otros activos vinculados a la producción.
- v. Garantizar la seguridad física de la población, hoy día amenazada por diferentes manifestaciones criminales, tales como la invasión de propiedades, el robo y hurto de bienes y cosechas, el secuestro, asesinato y desaparición de personas.
- vi. Con los medios e instrumentos georreferenciales de que actualmente se dispone, el Estado debe priorizar la elaboración de un catastro nacional actualizado de las explotaciones agrícolas, así como de una zonificación agroecológica del país, tomando en cuenta en la definición de aptitudes para la producción de los diferentes cultivos, criterios interdisciplinarios relacionados con sostenibilidad ambiental y rentabilidad. La existencia del catastro debe estar complementada con un registro universal de la propiedad y de la tenencia de la tierra.
- vii. Establecer la política fiscal y de aranceles con relación a la producción agrícola, así como de la implantación y fiscalización de normas de control de calidad de productos de exportación, las exoneraciones arancelarias y la adopción de otros incentivos a las exportaciones.
- viii. Fomentar y respaldar al sector privado en la creación y el funcionamiento de servicios de apoyo a la actividad agrícola, principalmente de aquellos relacionados a la investigación agrícola y la experimentación, a la asistencia técnica y gerencial de los productores, y al financiamiento de la producción, la comercialización y las exportaciones agrícolas, sin menoscabo de las propias actividades del sector público, particularmente en las áreas de

<sup>67</sup> Durante décadas la sobrevaloración de la moneda, consecuencia del elevado ingreso de divisas generadas por la exportación de petróleo y el saldo favorable de la balanza comercial, impuso un marcado sesgo importador a nuestra economía y restringió la posibilidad de diversificar exportaciones. Los consumidores disfrutaban de ingresos en moneda dura con el beneficio de poder adquirir bienes importados de calidad. Las nuevas condiciones del país exigen

corregir las distorsiones existentes mediante políticas macroeconómicas idóneas.

<sup>68</sup> En general la institucionalidad pública debe priorizar el fomento de la actividad agrícola, procurar la eficiencia del sistema de agroalimentación y promover el logro del bienestar de las familias productoras.

- investigación y experimentación, y en el soporte al financiamiento agrícola, con énfasis en el mediano y largo plazo.
- ix. Establecer apoyar y asistir un programa extraordinario de educación y desarrollo de capacidades de los productores agrícolas. Promover y facilitar la constitución y funcionamiento de organizaciones de productores.
  - x. Educación de calidad para la juventud en áreas rurales y capacitación para su posible inserción en la economía rural.
  - xi. Provisión de la infraestructura pública requerida por la actividad productiva agrícola y por la población relacionada, así como también en la dotación de instalaciones y equipamiento para la prestación de servicios básicos, tales como agua y energía, a esa población, asegurando su adecuada operación y mantenimiento.
  - xii. Educación de la población en el consumo de alimentos y adopción de medidas para garantizar el acceso a alimentos apropiados para la población vulnerable y de bajos recursos.
  - xiii. Promoción y apoyo a las exportaciones agrícolas. Entre otras medidas, el Estado deberá realizar inversiones estratégicas para facilitar la movilización y exportación de los productos; apoyar en el financiamiento de la producción exportable y de las actividades de exportación; estimular las exportaciones por vía de crédito fiscal; proveer información sobre mercados externos; participar en instancias regionales e internacionales de comercio; promover en el exterior los productos exportables y apoyar la participación de exportadores en eventos promocionales en el exterior.
  - xiv. Creación de condiciones de vida atractiva en el campo, a fin de garantizar el arraigo de la población y un nivel de vida digno, con los servicios tanto para la protección de la salud, vivienda, servicios de energía eléctrica, vialidad, comunicaciones, seguridad física y jurídica, ambientes para la recreación y fundamentalmente servicios educativos de calidad.
- i. Decisiones relativas a la inversión y al manejo de activos en la explotación, así como a la contratación de servicios relacionados con la actividad.
  - ii. Iniciativas de los empresarios del campo en la capacitación y adiestramiento de sus trabajadores.
  - iii. Responsabilidad en las operaciones de producción y venta de productos y, en general, en la gestión de la unidad productiva.
  - iv. Participación en la programación de infraestructuras, e instalaciones públicas de sustento a la actividad agrícola.
  - v. Participación en actividades comunitarias relacionadas con la construcción y el mantenimiento de obras de apoyo a la producción, acopio y procesamiento de la producción agrícola
  - vi. Participación en la operación, manejo y mantenimiento de sistemas de riego públicos
  - vii. Activa participación en la elaboración de políticas, planes y programas de desarrollo agrícola que adelante el Estado en sus distintos niveles (nacional, regional, municipal).
- La complejidad de los procesos que deberán enfrentar las unidades agrícolas comerciales coloca en desventaja a las explotaciones de pequeña, y aun de mediana, dimensión. Una respuesta efectiva a esta condición pudiera centrarse en la organización de los productores pequeños para alcanzar la escala necesaria que les permita minimizar costos y aumentar la eficiencia. Una opción para facilitar y fortalecer el proceso sería la asociación de grupos de productores con actores responsables de otros eslabones de la cadena de valor, como la agroindustria, el agrocomercio y la agroexportación. La mediación y el estímulo del sector oficial, pudiera representar en estos casos una valiosa contribución.
- Los trabajadores agrícolas serán más especializados y con mayor nivel de formación. Su productividad será mayor, así como su nivel de remuneración. Se universalizarán los beneficios sociales previstos en la legislación laboral.

#### *Agroindustria*

### **El sector privado**

#### *Productores y trabajadores agrícolas*

Los productores agrícolas en el futuro enfrentarán situaciones complejas y tendrán mayores y más variadas responsabilidades que en el pasado. Deberán interactuar activamente con un mayor número de agentes, las decisiones por tomar serán numerosas y exigirán el debido sustento. La información actualizada y el conocimiento adquirirán importancia creciente. Entre las principales funciones a desempeñar por los emprendedores agrícolas, destacan:

La agroindustria constituye un actor fundamental en la agricultura moderna y deberá tener un rol cada vez más destacado en una economía con menor dependencia del petróleo. Pero la visión de la agroindustria como simple cliente de la producción agrícola, debe ser sustituida por una de complementación y asociación. En este contexto, el rol de la agroindustria se amplía, pudiendo contribuir al desarrollo de la producción primaria, no solo como un mercado sino en otros importantes aspectos como los siguientes:

- i. Provisión de servicios de apoyo para la producción, clasificación, almacenaje y procesos primarios de productos agrícolas.



- ii. Asistencia técnica y financiera a los productores agrícolas. Compras a futuro.
- iii. Iniciativas de apoyo a la capacitación de productores
- iv. Apoyo a la investigación e innovación en agricultura
- v. Apoyo a la provisión de servicios básicos a la población en su área de influencia.

Para varios de los elementos incluidos en el listado, existen experiencias exitosas dentro y fuera del país.

#### *Agro-comercio*

En la comercialización de productos de la agricultura y, más específicamente de alimentos, la intermediación tradicional deberá modernizarse, con una participación creciente de productores en silos y centros de acopio y una relación más directa con la agroindustria, con la desaparición progresiva del Estado como almacenador y agente comercial. Los productores dispondrán de acceso a información sobre mercado y precios en tiempo presente fortaleciendo sus capacidades de negociación.

En cuanto a los alimentos de consumo directo, en fresco, las cadenas de supermercados pueden interesarse en establecer sólidos acuerdos con organizaciones de productores, para la adquisición de su producción y establecer sistemas que contribuyan al financiamiento de la misma. Serán mayores las exigencias en cuanto a las características del producto, la calidad y las condiciones de presentación.

#### *Proveedores de bienes*

Los agentes responsables de proveer a los agricultores de instalaciones, materiales, maquinarias, equipos e instrumentos (cada vez más vinculados a procesos digitales); así como también de material genético, materia prima y otros insumos para la producción, incluyendo las industrias involucradas y no sólo los agentes comerciales, tendrán una participación creciente en el ámbito de la actividad agropecuaria. Como muestra la experiencia, estos actores tienen conciencia de que el progreso de sus colocaciones está directamente vinculado a la expansión e intensificación de la actividad agrícola. Es posible prever que empresas dinámicas de cierta dimensión, contribuyan con los productores ayudándolos a enfrentar y superar determinados factores que limitan su capacidad de producción, entre ellos los relacionados con el financiamiento y la asistencia técnica.

#### *Proveedores de servicios de apoyo a la producción, procesamiento y comercialización agrícola*

La agricultura del futuro requerirá cada vez más de asistencia especializada y de servicios de apoyo a operaciones en el campo. Ello representa un amplio mercado para empresas de consultoría, asistencia técnica y de gestión, así como también

de prestación de servicios especializados en operaciones en el terreno. En lo que respecta a servicios especializados de asesoría pueden mencionarse:

- i. Servicios de información instantánea o periódica sobre diversos aspectos, como la condición de los cultivos, las necesidades de riego, las condiciones climáticas, los precios de insumos y productos en distintos mercados, etc.
- ii. Servicios de asistencia técnica en aspectos relacionados con el cultivo y las prácticas a utilizar; así como de asistencia sanitaria, en la explotación o a distancia, tanto para cultivos como para animales.
- iii. Provisión de servicios relacionados con la gestión de las unidades de producción: aspectos relacionados a la contabilidad, administración de recursos, toma de decisiones, etc.
- iv. Asistencia especializada en procesos orientados a la exportación de productos agrícolas.

En cuanto a la prestación de servicios especializados en operaciones, al pasar revista a las innovaciones y avances tecnológicos presentes y a su multiplicación acelerada, se evidencia que la utilización y operación de muchos de ellos requerirá la intervención, tanto regular como esporádica de terceros, externos a la explotación. La utilización de drones equipados con instrumentos sofisticados, de robots, de máquinas autónomas y equipos automatizados, puede revestir cierta complejidad y, sobre todo, representar inversiones y costos considerables difíciles de justificar sin una elevada intensidad de uso y una escala de operación apropiada. Se abre por consiguiente una importante oportunidad para empresas especializadas, capaces de prestar tales servicios a los productores interesados.

#### *Servicios financieros*

El financiamiento, tanto de corto como de mediano y largo plazo, a las explotaciones agrícolas, es una condición insoslayable para su establecimiento y desarrollo. Si bien el Estado ha asumido un rol determinante, contribuyendo directa e indirectamente en el otorgamiento de créditos a tasas preferenciales, su participación será cada vez más limitada y sus condiciones menos concesionales. Es necesario incorporar de manera creciente nuevos actores y fórmulas creativas, para incorporar a la actividad agrícola los recursos de capital que le permita alcanzar el desarrollo que se pretende. Deben adoptarse mecanismos e instrumentos que permitan a los emprendedores agrícolas obtener financiamiento para el capital de trabajo requerido, sin excluir el acceso a créditos en las instituciones bancarias. Existen ya diversas experiencias exitosas en diversos países y también en Venezuela

(Bolpriaven<sup>69</sup> por ejemplo, y diversas cooperativas de crédito); pero las exigencias planteadas al crecimiento y desarrollo agrícola sustentable, como se ha expuesto en este documento, requieren un elevado monto de inversiones a largo plazo. Es necesaria una política de promoción de la inversión privada y la incorporación de opciones distintas a las convencionales bancarias, creando vehículos de inversión para canalizarla a través del mercado de valores<sup>70</sup>. De la misma manera, deberá favorecerse la constitución de un adecuado y solvente sistema privado de aseguración a la producción agrícola.

#### *Instituciones especializadas de formación e investigación agrícola*

Como ha sido expuesto, Venezuela ofrece suficiente disponibilidad de recursos naturales para un desarrollo agrícola relevante y, particularmente exitoso, en diversos cultivos y actividades ganaderas y piscícolas para las cuales el país presenta ventajas comparativas. Hacer realidad tales potencialidades, con el logro de una agricultura dinámica, sostenible y competitiva, depende fundamentalmente de la capacidad de los recursos humanos involucrados, básicamente, todos aquellos actores que han sido señalados en líneas anteriores.

Se ha destacado con insistencia la importancia del conocimiento y de las innovaciones en el desarrollo de una agricultura competitiva que responda a las expectativas y requerimientos colectivos. La generación y difusión de conocimientos y la formación de capital humano calificado suficiente, son elementos esenciales que es necesario atender con prioridad. Tres grupos de actores tendrán participación principal y deben ser fortalecidos: (i) las instituciones de educación superior; (ii) instituciones especializadas dedicadas a la formación y adiestramiento técnico y profesional; y, (iii) institutos de investigación y experimentación agrícola.

Los tres grupos de instituciones a que se hace referencia deben cumplir funciones específicas, si bien estrechamente relacionadas. Las instituciones de educación superior reúnen a las universidades e institutos especializados con nivel universitario. Debe hacerse notar que las universidades, suelen contar en su seno con institutos o centros de investigación y experimentación.

Con la revolución tecnológica en marcha y las transformaciones multidimensionales que de ella derivan, las instituciones de educación superior enfrentan nuevas

exigencias que plantean importantes cambios, tanto en la finalidad y el contenido de la enseñanza, como en sus modalidades.

Al margen de la consideración que los importantes planteamientos señalados merecen, la agricultura del futuro deberá contar con profesionales universitarios capaces de desempeñarse exitosamente en las distintas funciones de asistencia a la producción, así como de operación y de gestión, que han sido enunciadas anteriormente. Además de una sólida formación en ciencias básicas relacionadas, y de una visión y conocimiento sistémico y práctico de las áreas en las cuales podrán desenvolverse, incluyendo la operación de instrumental requerido; los egresados de instituciones de educación superior deben haber desarrollado, entre otras aptitudes, capacidades en búsqueda de información y manejo de datos, para el aprendizaje continuo, para el trabajo en equipo, para el establecimiento de prioridades y toma de decisiones, pensamiento crítico, lateral y de futuro, etc.

Con la expansión de las redes y del acceso a tecnología digital, aumentará exponencialmente el número de usuarios, lo que estimulará el surgimiento de instituciones especializadas dedicadas a la realización de cursos a distancias o a la preparación y difusión de material especializado con contenidos tanto teóricos como prácticos. Ello sin menoscabo de que también operen instituciones formales de capacitación y adiestramiento presencial, entre otras los institutos técnicos de educación media. La incorporación de nuevos equipos e instrumentos en las operaciones agrícolas podrá exigir un entrenamiento específico, el cual en ciertos casos pudiera ser aportado por el proveedor. Surgirán además ad hoc eventos de capacitación o entrenamiento, de variada intensidad y duración, en función de exigencias puntuales.

La investigación y experimentación relacionada con la agricultura, provista por universidades o institutos independientes, deberá asumirse con una muy alta prioridad, lo que implica dotarla de recursos financieros aplicados, tanto a estimular la participación de recursos humanos de alta calificación, como a los distintos requerimientos para una operación eficaz. Varios de los temas prioritarios que deberán ser objeto de estudio se desprenden de consideraciones destacadas a lo largo de este documento<sup>71</sup>.

#### *Los consumidores*

<sup>69</sup> **Bolsa de Productos e Insumos Agropecuarios de Venezuela.** Nació en 1998 impulsada por el Ministerio de Agricultura y Cría. Ofrece una plataforma para la compra y venta de productos agropecuarios y presta servicios financieros tales como préstamos, seguros y calificaciones crediticias para el sector agropecuario. Actualmente opera como una sociedad mercantil de carácter privado.

<sup>70</sup> Tales como la ya citada Bolpriaven; la emisión de papeles comerciales y pagarés bursátiles para financiamiento a corto plazo; emisión de bonos; titularización de activos para colateral o como garantía en el mercado para la emisión de títulos valores; y la estructuración de certificados digitales. (GARCÍA N. 2023 y 2024)

<sup>71</sup> Sin menoscabo de la investigación sobre variedades, cruces y modificaciones genéticas en plantas y animales para su mejor adaptación y respuesta a las condiciones de nuestra ecología, así como para aumentar su resistencia a plagas, enfermedades y efectos del cambio climático, merecen atención líneas de investigación orientadas a la sustitución de productos químicos en la fertilización y en el control de plagas, con el objeto de reducir la contaminación; a la alimentación de bovinos, aves y porcinos con el fin de disminuir las importaciones de productos relacionadas; a la intensificación en el uso de las tierras, con más de un cultivo en el año agrícola; una más amplia y mejor utilización del riego; y la adopción de prácticas de labranza de menor impacto.

Se ha señalado desde el inicio, que el objetivo fundamental del desarrollo agrícola debe ser el de atender a la demanda de los consumidores finales de sus productos y, más precisamente, de aquellos requeridos para la alimentación adecuada de toda la población.

Sobre la futura demanda de alimentos se trató con alguna amplitud en el segundo capítulo de este documento destacando que, además de la evolución demográfica de la población y de la oferta interna de alimentos, existen tendencias, hábitos de consumo y otros elementos que influyen en el comportamiento del consumidor y en sus patrones de alimentación.

El consumidor venezolano, sin desconocer sus preferencias, debe ser inducido a la adopción progresiva de una dieta sana y equilibrada y, hasta donde sea posible y conveniente, ajustada a las posibilidades de la oferta doméstica. Este propósito supone la adopción de algunas iniciativas, principalmente por parte del Estado, pero no exclusivamente.

Una primera medida, de gran importancia, es la educación del consumidor. Utilizando medios de comunicación audiovisual, prensa, afiches y hojas volantes, campañas, programas en la red, programas escolares, etc, debe informarse a los consumidores sobre la necesidad y los beneficios de consumir (o evitar) determinados alimentos y bebidas. Debe ilustrarse al consumidor con relación a las condiciones de calidad e inocuidad de los alimentos, y a conocer información sobre su origen, preparación, contenido de nutrientes, etc. Un elemento especial por incluir en las campañas es la concientización en cuanto a pérdidas y desperdicios de alimentos y suministrar recomendaciones para reducirlos.

El precio y los ingresos de los consumidores son factores muy relevantes en la elección de los alimentos. El monto de los ingresos y su distribución incide sensiblemente en la composición de la dieta. Por consiguiente, una política orientada a fortalecer el consumo de determinados alimentos, sin detrimento de ingresos justos al productor, deberá adoptar medidas para hacerlos más accesibles a los sectores sociales de ingresos bajos, e incluso medios, así como también incluir tales alimentos en los programas especiales de alimentación, como aquellos dirigidos a la población escolar y a sectores particularmente vulnerables.

## CONCLUSIONES

De las consideraciones presentadas en este documento surgen algunas conclusiones que pudieran servir como elemento de reflexión para la formulación de políticas, planes y programas, así como para la toma de decisiones, que deberán enfrentar los distintos actores involucrados en el desarrollo agrícola del país.

### El contexto mundial

1. El aumento de la producción agrícola mundial para satisfacer una creciente demanda de alimentos, deberá

enfrentar la limitación de recursos naturales, suelos agua y reservas marinas, acentuada por degradación y contaminación; así como también los efectos negativos derivados del cambio climático, que ocasionarán pérdidas y afectarán los rendimientos de las cosechas y animales.

2. El desarrollo sustentable de la agricultura y el aumento de la producción deberá combinar adecuadamente la expansión horizontal de la superficie sembrada, con la intensificación en el uso de la tierra y el aumento de los rendimientos.
3. Frente a la perspectiva de aumento en el precio de los alimentos, los países deben priorizar una menor dependencia externa en alimentos básicos y, al mismo tiempo, la colocación de producción interna en el mercado mundial.

### Crecimiento agrícola y potencial natural

1. En la estructura económica de la Venezuela futura, el desarrollo agrícola sustentable es una opción real e indispensable, garantizando la seguridad alimentaria, apoyando el equilibrio de la balanza comercial, sustentando una dinámica actividad industrial y contribuyendo a la generación de empleo e ingresos, especialmente, pero no exclusivamente, para la población en áreas rurales.
2. Para cumplir con eficacia su cometido, la agricultura del futuro deberá reunir características de eficiencia, inclusión y equidad, integración a cadenas de valor, sostenibilidad ambiental y social, y resiliencia.
3. El país dispone de suficientes tierras con aptitud para cultivos y pastoreo, así como de recursos hídricos, para satisfacer la demanda futura de la mayor parte de los alimentos de consumo masivo, un porcentaje elevado de la demanda agrícola para la producción de raciones para alimento de animales, y un sustancial volumen de exportaciones agrícolas.
4. La condición de importador neto de alimentos del país debe ser radicalmente enfrentada. Junto a la seguridad alimentaria, la exportación masiva de alimentos debe constituir un objetivo prioritario. Ello implica la adopción, tanto por el sector público como por los agricultores y otros actores del sector privado, de una agresiva política de carácter integral, considerando que la agroexportación exige: la superación de numerosos obstáculos y la adopción de normas legales, procedimientos y prácticas específicas; un marco macroeconómico y acuerdos internacionales favorables; infraestructura, instalaciones y equipos; servicios eficientes de aduana, almacenamiento, refrigeración, transporte terrestre, aéreo y marítimo, etc. Además de la adquisición de una cultura que se inicia con la decisión de “producir para exportar”, con todo lo que ello implica como proceso.
5. El hecho de que, por varias décadas, no se haya producido un incremento sustantivo de la superficie en explotaciones agrícolas, tanto de cultivos, como ganaderas o mixtas, existiendo en muchas de ellas grandes superficies de montes y bosques y un porcentaje

significativo de tierras en barbecho o descanso, debe ser objeto de análisis en profundidad.

### **Prioridades en el aumento de la producción agrícola**

1. La productividad de los factores y la rentabilidad de cada rubro, deben constituir criterios relevantes en la elección de rubros prioritarios para el aumento de la superficie de siembra.
2. La expansión horizontal de la superficie bajo cultivo deberá priorizar los cultivos permanentes y semipermanentes. Los cultivos anuales, con las técnicas disponibles y sin modificaciones genéticas, presentan opciones limitadas para su incorporación a nuevas superficies.
3. El desarrollo ganadero deberá sustentarse, más que en expansión de la superficie, en el mejoramiento de los animales y de los pastos, y en el buen manejo y control sanitario del rebaño.

### **Sistemas y técnicas de producción**

1. La sostenibilidad ambiental de la agricultura exige minimizar los efectos negativos que puede ocasionar la actividad productiva. En esa dirección se deben introducir esquemas orientados a la preservación de los recursos naturales, particularmente los suelos y las aguas, así como también a la reducción de emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero.
2. El aumento de rendimientos debe lograrse sin perjuicio del ambiente, mejorando la utilización de los insumos y otras acciones que contribuyan a la preservación ambiental. El riego, las mejoras genéticas y nuevas técnicas, como la agricultura de precisión, serán elementos habilitantes en esa dirección.
3. La rotación de cultivos anuales o de ciclo corto, debe ser una práctica generalizada. La intensificación en el uso de la tierra en los sistemas de producción de estos cultivos debe ser explorada y evaluada en sus beneficios, con base en la investigación y análisis de la rentabilidad por hectárea en tierras que anualmente son utilizadas más de una vez.
4. Existen posibilidades reales para un incremento sustancial de la superficie regada. Es necesario, sin embargo, establecer una cultura de riego que contribuya a su difusión y al aumento de la eficiencia. Los sistemas de riego públicos deben someterse a una evaluación detallada, orientada al logro de un mayor y más eficaz aprovechamiento, asegurando una eficiente operación y mantenimiento de la infraestructura y equipos, y optimizando la distribución y el uso del agua. La administración del sistema deberá contar con participación efectiva de los usuarios.
5. Deben fomentarse los sistemas mixtos de producción ganadera combinada con cultivos anuales y permanentes y con áreas boscosas, incluyendo producción forestal.
6. Puede abrirse a los agricultores la protección de áreas boscosas y la reforestación con fines de captura de carbono, con la posibilidad de estímulos financieros del

Estado, de entes internacionales y del sector privado industrial (Pago por Servicios Ambientales, PSA).

7. Existe todavía una brecha en la utilización de tecnologías tradicionales que puede ser aprovechada para impulsar mejoras en diversos rubros agrícolas, incrementando sus rendimientos. Las nuevas tecnologías, tanto en producción, como en el manejo de los productos y en las operaciones de transacción, ofrecen la potencialidad de avances significativos tanto para aumentar rendimientos de producción, como para disminuir costos.
8. Aun cuando algunos procesos, equipos y dispositivos están disponibles, no es concluyente la posibilidad o conveniencia de incorporarlos de inmediato; tal es el caso de los organismos genéticamente modificados (OGM), donde pueden existir restricciones legales por razones de salud u otras. En las aplicaciones de la agricultura de precisión, de la robótica o de las operaciones programadas y equipos computarizados, razones de costo de la inversión, mantenimiento, regularidad de los servicios y otras, pueden impedir o retrasar su incorporación.
9. La formulación y aplicación de nuevas políticas y programas agrícolas deben ser dotadas de flexibilidad, tomando en consideración el nivel de incertidumbre que acompaña los procesos, dada la aceleración de las innovaciones con sus variados efectos. Debe mantenerse un monitoreo permanente durante la implementación, incorporando oportunamente aquellos ajustes que se revelen necesarios
10. Deberán tomarse previsiones para mitigar los efectos negativos del cambio climático, además de aumentar la resiliencia de los cultivos y animales, estableciendo sistemas de advertencia temprana y previsión de tormentas, evitando zonas de riesgo y de futuras inundaciones, incorporando soluciones innovadoras para superar las variaciones en las precipitaciones pluviales, etc.

### **Actores relevantes**

1. El sector público deberá renunciar al intervencionismo y paternalismo del pasado. En la formulación de políticas, planes y programas en el desarrollo agrícola debe asegurarse participación del sector privado involucrado, y en la provisión de servicios básicos a la población, de construcción de infraestructura pública, de promoción y apoyo al desarrollo agrícola, así como de supervisión y control, el Estado deberá actuar en un contexto descentralizado y de participación democrática.
2. La agricultura del futuro será una agricultura de inversiones que exigirá una oferta financiera sustantiva de créditos a mediano y largo plazo. En el financiamiento de las actividades agrícolas el sector privado deberá tener una participación importante, diversificada y creciente, aun cuando el sector público debe estar presente canalizando recursos hacia el fomento de cultivos prioritarios y a las actividades vinculadas a la exportación.

3. La investigación agrícola en función de una agricultura más productiva y sostenible debe ser fortalecida y reconocida su importancia estratégica. Al lado de la investigación sobre variedades, cruces y modificaciones genéticas en plantas y animales para su mejor adaptación a las condiciones de nuestra ecología, así como para aumentar su resistencia a plagas, enfermedades y efectos del cambio climático, requieren atención líneas de investigación orientadas a la sustitución de productos químicos en la fertilización y en el control de plagas; a la alimentación de bovinos, aves y porcinos; a la intensificación en el uso de las tierras, con más de un cultivo en el año agrícola; una más amplia y mejor utilización del riego; y la adopción de prácticas de labranza de menor impacto.
4. Garantizar la paz y la convivencia en el medio rural, velando por el respeto de la vida y de los bienes de los productores, así como la seguridad en la tenencia de la tierra, la existencia de un catastro nacional rural actualizado, el pleno y eficiente funcionamiento de los registros agrarios, y la zonificación agroecológica, deben ser una prioridad en la gestión oficial.
5. Es previsible una demanda creciente de servicios especializados que abrirá un amplio mercado a servicios profesionales en áreas como provisión de información en tiempo real, asistencia técnica y sanitaria, servicios de análisis de suelos, de diagnóstico y tratamiento de enfermedades de plantas y animales, y otros servicios en campo. Pero también en planificación, administración, programación y operación digital, exploración y análisis de mercados, asistencia para las exportaciones y nuevos servicios financieros.
6. La agroindustria y el agrocomercio, en el desarrollo de su actividad como clientes de los agricultores, están llamados a incorporar esquemas innovativos que contribuyan al apoyo a la producción, bien sea en el ámbito financiero, como en la provisión de insumos y en servicios de asistencia técnica y capacitación.

### Capital humano en agricultura

1. El éxito en la respuesta a las exigencias que se plantean a la agricultura del futuro dependerá necesariamente de la calidad de las instituciones, públicas y privadas y del desempeño de los distintos actores involucrados en la actividad. En consecuencia, la disponibilidad de recursos humanos calificados en los distintos sectores y niveles que se relacionan con la actividad agrícola será un requisito insoslayable.
2. Deberá asignarse a la formación de capital humano, máxima prioridad y urgencia. En ese marco es indispensable la adaptación de los sistemas tradicionales de educación, capacitación, adiestramiento y actualización, a las nuevas exigencias y a los nuevos métodos y recursos actuales y emergentes.
3. La capacitación profesional de los agricultores del futuro exige no sólo fortalecer sus conocimientos en técnicas y prácticas relacionadas con el cultivo o la producción animal, sino que, en forma, creciente, requiere de un

conocimiento suficiente en temas diversos como manejo de información de distinta índole, tecnología digital, administración y gestión de empresas.

4. Las organizaciones de productores con fines económicos, más allá de aquellas de carácter gremial, serán cada vez más importantes y necesarias y requerirán de distintas capacidades.
5. El surgimiento de numerosas empresas de consultoría y asistencia técnica, que deberán contar con un personal competente y permanentemente actualizado, plantea la adecuación cuantitativa y cualitativa de las instituciones de educación a distintos niveles, para atender las exigencias de formación de recursos humanos en un contexto en rápida evolución.
6. Además de los esfuerzos y de las innovaciones en educación, la sostenibilidad social y económica del desarrollo agrícola exige atención especial a la salud y al bienestar de la población vinculada a la agricultura y a su articulación con otros sectores productivos del campo y las ciudades.

### AGRADECIMIENTOS

A los académicos Rafael Isidro Quevedo y Eduardo Buroz, por la lectura del documento y sus valiosos comentarios y sugerencias.

### BIBLIOGRAFÍA

- CEPAL, FAO, IICA. 2021. Digitalización en la Agricultura. En: Perspectivas de la Agricultura y del Desarrollo Rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022.
- CEPAL. 2023. Estadísticas Demográficas y Sociales. <https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/dashboard.html?theme=1&lang=es>
- DEHOLLAIN P. 1993. El Consumo de Alimentos en Venezuela. 1940-1987. Fundación Polar. Caracas.
- FAO (2009). La Agricultura Mundial en la Perspectiva del Año 2050. Secretaría del Foro de Expertos de Alto Nivel – Cómo Alimentar al Mundo en 2050. Roma.
- FAO, 2003. World Agricultural towards 2015/2030. An FAO Perspective. Earthscan publications Ltd, London..
- FAO, 2012. Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención. Roma.
- FAO, 2014. Insectes comestibles: perspectives pour la sécurité alimentaire et l'alimentation animale. Roma.
- FAO. 2021. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura - Sistemas al límite. Informe de síntesis 2021. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb7654es>
- FAO/IIADA/GAEZ. 2018. The future of Food and Agriculture. Alternative Pathways to 2050. Roma.
- FAO/AQUASTAT. 2021. Estadísticas por país. <https://www.fao.org/aquastat/en/databases/maindatabase>
- FAOSTAT 2022e. Tierra. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>

- FAOSTAT. 2022c. Estadísticas Balance de Alimentos. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- FAOSTAT. 2022a. Estadísticas de Producción. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- FAOSTAT. 2022b. Estadísticas de Comercio. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- FAOSTAT. 2022d. Cuentas de Suministro y Utilización. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- FUNDACIÓN POLAR. 2004. Actualización del mapa generalizado de disponibilidad de tierras Agrícolas de Venezuela. Caracas.
- GABALDON O. 2003. Bases científicas del manejo de pastizales. Vol. I. Novoa, Luis Compilador. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas.
- GARCÍA G. 2023. Sector agrícola y el mercado de Valores. Artículo publicado en el diario El Nacional (digital). 24.09.2023. Caracas
- GARCÍA G. 2024. ¿Cómo potenciar al sector agrícola y agroindustrial? Artículo publicado en el diario El Nacional (digital). 11.02.2024. Caracas. <https://redagroalimentaria.net/public/basedatos/estadistica>
- MAC-PALMAVEN. Evaluación del potencial de tierras agrícolas. 1990
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA. 1998. Censo agropecuario 1997. Caracas
- NOVOA L. y O. GABALDÓN. 1998. Desarrollo ganadero basado en el uso racional del pastizal. Sin editar. Fundación CIARA. Caracas.
- OECD/FAO (2023), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2023-2032, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/2ad6c3ab-es>.
- RED AGROLIMENTARIA DE VENEZUELA. Base de Datos.
- SCHMIDHUBER, J. (FAO 2009). Foro How to feed the World in 2050. Roma
- SOLÓRZANO P. R. y H. CAMPOS GIRAL.1998. Bases de un programa de producción en Venezuela de leguminosas de grano comestibles e industriales, prospección al año 2.010. No editado. Fundación CIARA Caracas.
- ZAMBRANO L. y S. SOSA. 2018. Evolución del Consumo de Alimentos en Venezuela 1998-2017. IIES-UCAB. Caracas.



## AN APPROACH FOR WATER QUALITY RESTORATION BY APPLYING IN SITU (PHYTOREMEDIATION USING *VETIVERIA ZIZANIOIDES*) AND EX SITU (COUPLED BIOREACTORS) BIOREMEDIATION TECHNIQUES FOR THE REMOVAL OF EUTROPHIC CONDITIONS AND ORGANOCHLORINE PESTICIDES IN RIVERS OF CARABOBO AND ARAGUA STATES, VENEZUELA. CASES: CHIRGUA RIVER, PAITO RIVER, GUACARA RIVER, EREIGÜE RIVER AND TUCUTUNEMO RIVER.

Adriana MÁRQUEZ-ROMANCE<sup>1</sup>, Estefanía FREYTEZ-BOGGIO<sup>2</sup>, Julio MALDONADO-MALDONADO<sup>3</sup>, Samuel CÁRDENAS-IZAGUIRRE<sup>1</sup>, Manuel PÉREZ-RODRÍGUEZ<sup>4</sup>, Oswaldo LUQUE-MIRABAL<sup>4</sup>, Edilberto GUEVARA-PÉREZ<sup>1</sup>, Sergio PÉREZ-PACHECO<sup>1</sup>, and Eduardo BUROZ-CASTILLO<sup>5</sup>

### ABSTRACT

This work deals with an approach for water quality restoration with emphasis on removal of organochlorine pesticides and eutrophic conditions involving five rivers, two of these are direct tributaries of the Pao Cachinche Water - Reservoir known as Chirgua and Paito rivers and the remaining three rivers identified as Guacara, Ereigüe and Tucutunemo rivers. In Tucutunemo river, Organochlorine Pesticides (OCPs) consisting of DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane) and its isomers and DRINs (Aldrin, Endrin and Dieldrin) dissolved in water and sorbed on sediments were characterized during the dry and rainy seasons in three monitoring stations distributed in a reach of 15 km of Tucutunemo river in period 2013-2016, finding p.p'-DDT concentration dissolved in water was increased up to 10 times from rainy to dry seasons, indicating that a permanent use of it is being carried out by farmers in agricultural activity development. Restoration of water quality of five rivers will consist of in situ and ex situ bioremediation techniques. Former technique will be based on phytoremediation treatment supported by application of riverbanks and by hydroponic cultivation in combination of floating bed and wetlands within an associated river reach with length of 100 m. Last technique, will consist in coupled bioreactors, Sequencing Batch Reactor followed by an Upflow Anaerobic Filter in Three Separate Stages, each bioreactor has been experimentally tested, demonstrating satisfactory performance in Chemical Oxygen Demand (COD) removal from industrial wastewater containing recalcitrant and inhibitory substances (46-98%), evidencing that coupling of bioreactors might lead to a effluent COD complying with environmental regulations.

### RESUMEN

*Un enfoque para la restauración de la calidad del agua mediante la aplicación de técnicas de biorremediación In Situ (Fitorremediación utilizando *Vetiveria zizanioides*) y Ex Situ (biorreactores acoplados) para la eliminación de condiciones eutróficas y pesticidas organoclorados en ríos de los estados Carabobo y Aragua, Venezuela. Casos: río Chirgua, río Paito, río Guacara, río Ereigüe y río Tucutunemo.*

Este trabajo aborda un enfoque para la restauración de la calidad del agua con énfasis en la eliminación de plaguicidas organoclorados y condiciones eutróficas, involucrando cinco ríos, dos de estos son afluentes directos del Embalse Pao Cachinche (EPC) conocidos como ríos Chirgua y Paito, y los tres ríos restantes identificados como ríos Guacara, Ereigüe y Tucutunemo. En el río Tucutunemo se caracterizaron pesticidas organoclorados (POCs) consistentes en DDT (diclorodifeniltricloroetano) y sus isómeros y DRINs (Aldrin, Endrin y Dieldrin) disueltos en agua y adsorbidos en sedimentos durante la estación seca y lluviosa en tres estaciones de monitoreo distribuidas en un tramo de 15 km del río Tucutunemo en el período 2013-2016, encontrando que la concentración de p.p'-DDT disuelto en el agua se incrementó hasta 10 veces desde las estaciones lluviosa a la seca, lo que indica que se está haciendo un uso permanente del mismo por parte de los agricultores en el desarrollo de la actividad agrícola. La restauración de la calidad del agua de los cinco ríos consistirá en técnicas de biorremediación in situ y

<sup>1</sup> Center for Hydrological and Environmental Research, University of Carabobo, Naguanagua, Venezuela. Correo-e: ammarquez@uc.edu.ve, eguevara@uc.edu.ve, sfcardenas@uc.edu.ve, sperez@uc.edu.ve

<sup>2</sup> Agroindustrial Engineering Program, Lisandro Alvarado Central-Western University, Barquisimeto, Venezuela. Correo-e: estefaniafreytez@gmail.com

<sup>3</sup> Environmental Research Group: Water, Air and Soils, University of Pamplona, Pçamplona, Colombia. Correo-e: jimaldonadom@hotmail.com

<sup>4</sup> Water Quality Movement Foundation, Guacara, Venezuela. Correo-e: ingmperod@gmail.com, oluque1@gmail.com

<sup>5</sup> Andres Bello Catholic University, Postgraduate Program in Environmental Engineering, National Academy of Engineering and Habitat, Venezuela. Correo-e: eduardo.buroz@gmail.com

ex situ. La primera técnica se basará en un tratamiento de fitorremediación apoyado en la aplicación en riberas y cultivo hidropónico en una combinación de lecho flotante y humedales dentro de un tramo de río asociado con una longitud de 100 m. La última técnica, consistirá en biorreactores acoplados, Reactor Secuencial por Lotes (SBR) seguido de un Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente en Tres Etapas Separadas (UAF-3SS), cada biorreactor ha sido probado experimentalmente, demostrando un desempeño satisfactorio en la remoción de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), de aguas residuales industriales que contienen sustancias recalcitrantes e inhibidoras (46-98%), evidenciando que el acoplamiento de biorreactores podría conducir a una DQO del efluente que cumpla con las normas ambientales.

---

**Keywords:** coupled bioreactors; phytoremediation system; river restoration techniques; sequencing batch reactor; upflow anaerobic filters; *Vetiveria zizanioides*

**Palabras clave:** biorreactores acoplados; sistema de fitorremediación; técnicas de restauración de ríos; reactor por lotes de secuenciación; filtros anaeróbicos de flujo ascendente; *Vetiveria zizanioides*

## 1. INTRODUCTION

At the beginning of the 20th century, the finding of the trophic development of freshwaters was conducted by German Weber (1907), who conceived the expressions such as eutrophic, mesotrophic and oligotrophic to define the diverse states of the plant life in peatlands as these varied over time through the accumulation of material (Chislock et al., 2013). Eutrophication prospective effects produced by extreme inputs of phosphorous and, in a minor degree, nitrogen to lagoons, artificial lake, watercourses, and coastal waters involve: rise of biomass of phytoplankton and macrophyte vegetation, modification to algal species that form flowers that could be toxic or unconsumable, proliferation of biomass of benthic and epiphytic algae, change in species structure of macrophytic vegetation, increase of biomass of consumer species, increase of the prevalence of fish kills, decrease of the variety of species, decrease of the biomass of usable fish, decrease of water transparency, depletion of the oxygen in the water body, problems with taste, odor and treatment of drinking water, decrease of perceived aesthetic value of the water body. Recently, interest and debate on the role of nitrogen in eutrophication has been revived because high levels of nitrogen in rivers are increasingly recognized as a driver of eutrophication in estuaries and coastal oceans. More data and demonstration that nitrogen removal from wastewater effectively reduces eutrophication before implementation is imposed on society, particularly in developing countries.

Other chemical compounds causing impact on the environment compartments (e.g., living organism, air, water and soils) are the residues of the agricultural pesticides. From the early twentieth century (Unsworth et al., 2019), the pesticides reached a significant progress due to the benefits to mankind attributed to the control of insect vectors of disease and increased yields of many crops, and the development in organic chemistry. The period after the 1940s saw the introduction of important families of chemicals, such as the phenoxy acid herbicides, the organochlorine insecticides and the dithiocarbamate fungicides, however concern arose over their possible negative effects on human health and the environment. With respect to the organochlorine pesticides (OCP), some of these chemical compounds are forming part

of a list of the persistent organic pollutants (POP) included in the Stockholm Convention (SC), which is an United Nations (UN) Treaty that was adopted by the Plenipotentiary Parties (i.e., state or regional economic integration organization that has consented to be bound by this Convention) on May 2001, and entered into force on May 17, 2004 (United Nations Environment Programme, 2019) recognizing that POP possess toxic properties, resist degradation, bioaccumulate and are transported, through air, water and migratory species, across international boundaries and deposited far from their place of release, where they accumulate in terrestrial and aquatic ecosystems. For instance, in the SC's annex A are listed those chemicals compounds, in which, the parties must take measures to eliminate the production and use (e.g., Aldrin, Dieldrin, Endrin, among others) while the SC's annex B contains those chemical compounds, in which, parties must take measures to restrict the production and use (e.g., DDT). Among the main reasons to adopt the Stockholm Convention, UN has declared that they are aware of the health concerns, especially in developing countries, resulting from local exposure to POP, in particular impacts upon women and, through them, upon future generations

Within the experiences of eutrophication of water bodies employed for human consumption in developing countries, in Venezuela, the main example is constituted by the Central Regional Aqueduct (CRA), which is mainly composed of CRA-I and CRA-II. CRA operating system includes the traditional stages corresponding to the subsystems of surface water catchment (five rivers are the tributaries for CRA-I (Chirgua river, Paito river, Pira Pira river, Paya river) and fourteen rivers for CRA-II), water storage (CRA I include to Pao-Cachinche water reservoir (PC-WR) and Guataparó-WR, as well as CRA II is associated to Pao-Las Balsas water reservoir (PLB-WR)), water pumping and conduction, drinking water treatment (Alejo Zuloaga DWTS (CRA-I) and Lucio Soules DWTS (CRA-II)) and water distribution towards three states in the central-northern region of Venezuela (Carabobo, Aragua and Cojedes). In the period 1996-2016, the temporal trends in the PC-WR's physicochemical parameters (total phosphorus (TP), total nitrogen (TN)) and biological parameters (plankton) were increased from 0.1 to 1.2 mg/L, 0.5 to 8 mg/L, 20,000 to 70,000 org/mL, respectively (Márquez, et al., 2019a; Márquez

& Estaba, 2019). The reservoir was categorized as hypereutrophic due to the high concentrations of nutrients (Matos & Rodríguez, 2002). Although these results comply with the regulations for discharges to bodies of water, they represent the characteristics of eutrophic rivers. Another important Carabobo state's water body is the Valencia Lake, it presents characteristics of hypereutrophication in areas near the outlet of its main rivers (Márquez & Lara; 2019c).

In Venezuela, there are scarce studies about organochlorine pesticides dissolved in waters and sorbed on soils. According with Cárdenas et al., (2021) found in the characterization of OCPs in water and sediments of the Tucutunemo river, Aragua state, that these resulted similar to those found on a sample of 31 studies made during the period between 1985 and 2018, 68% of studies in sediments and soils, 26% studies in water and sediments at the same monitoring campaigns, and 6 % studies in water. In a study, Brunetto et al., (1991) found residues of organophosphorus pesticides (dimethoate, diazinon, methylparathion and methamidophos) dissolved in water in some Andean Highland watercourses from the Mérida state of Venezuela, varying in the order of  $10^{-1}$  to  $10^2$   $\mu\text{g/L}$ . In another study, anthropogenic organic compounds (petroleum hydrocarbons and halogenated compounds) and heavy metals sorbed on sediments were determined representing the influence of the Tuy river on seven stations located in the central Venezuelan coastline (Machurucuto to the bay of Higuerote). Among the halogenated compounds (total hexachlorocyclohexanes,  $\alpha$  and  $\gamma$  Chlordane, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Total DDTs) were detected in the order of  $10^{-1}$  to  $10^0$   $\mu\text{g/g}$  (Jaffe et al., 1995).

For the restoration of the water quality of eutrophic water bodies, both natural (rivers, lagoons and lakes) and artificial (reservoirs), there are various biological and ecological treatment technologies available (Luque at al., (2006). Biological techniques involve in situ techniques (natural attenuation (Cárdenas et al., 2023, 2022a,b, 2021a,b; Márquez et al., 2022e), contact oxidation (Xu & Lo, 2019), and phytoremediation (Luque at al., 2006; Luque, 2012; Luque et al., 2013)) and ex situ techniques (biofilter (Maldonado et al., 2018a,b,2020,2021,2022a,b), sequencing batch reactor (Freytez et al., (2019a,b,c, 2020, 2022, 2023a,b, Freytez & Márquez, 2021). Ecological techniques include ponds (Luque & Ceballos, 2006), plant purification treatment (Luque at al., (2006); Ruiz et al., 2006; Scavo et al., 2004), ecological floating beds (Luque & Ceballos, 2006), and constructed wetlands (Luque at al., (2006).

Within the in situ techniques, experiences for treating municipal sewage effluents with the VZ System have involved a coupled method consisting of hydroponic beds in storage ponds with the subsequent ephemeral wetland to remove in an effective way to the organic compounds to conduct water towards the rivers ( $\text{BOD}_{5,20}$  from  $10^2$ - $10^3$   $\text{mg/L}$  to  $< 40$   $\text{mg/L}$ ) and nutrients (TP and TN from  $10^1$ - $10^2$   $\text{mg/L}$  to  $< 3$ - $6$   $\text{mg/L}$ ) (Truong & Dahn, 2015). Experiences to the catchment scale using the VZ system have included two methods, each one

comprising two sequencing stages. In one of two methods, first VZ is planted of the riverbank with succeeding river irrigation. Another method consists of planting VZ in the riverbank followed by the transport of sewage effluent from communal septic tank to VZ barriers complying functions of the natural biofilter (Truong & Dahn, 2015).

Among the ex situ techniques, the tests carried out in the hydroponic system and developed on an experimental scale over a period of six months for the removal of fluorides (metal halides) and nutrients (TP and TN) from groundwater demonstrated moderately low to high removal efficiencies, respectively (Ruiz et al., 2006). With respect to the bioreactors, sequencing batch reactor tested with multiple biological phases under different microbial metabolisms ((anaerobic-oxic) and (anoxic-oxic-anoxic)) for treating tannery wastewater containing inhibitory and recalcitrant compounds such as metal (total chrome), metal halides (chlorides) and nutrients (nitrogenated substrates) performed low to medium efficiency for the former compounds and high efficiency for nutrients (Freytez et al., 2019a,b,c, 2020, 2021, 2022, in press; Freytez & Márquez, 2021). Another experience using bioreactor consists of biological filters separated in two and three phases in an arrangement with polyvinyl chloride pipes as support medium for biofilm treating landfill leachates achieved to remove organic matter in the presence of recalcitrant substances from medium to high efficiencies (Maldonado et al., 2018a,b; 2020, 2021, 2022a,b; Márquez et al., 2021, 2022a,b).

Among the mathematical models, the models of transport and transformation of organic substrates have been calibrated in biological treatment systems at experimental scale, and aquatic systems at real scale. On the experimental scale, performance models for fixed and suspended culture treatment systems have been developed mainly for organic substrates expressed as  $\text{BOD}_{5,20}$  (Velz, 1948, Shoulze, 1957, Stack, 1957) and COD (Maldonado et al., 2020, 2021,2022a,b; Márquez et al., 2021; Freytez et al., 2020, 2022, in press; Freytez & Márquez, 2021) and to a lesser extent for inorganic compounds such as nitrogenated forms, heavy metals and metal halides (Freytez et al., 2019a,b, 2021a,b, 2022), among others. These models were derived from the Phelps's Law (1944), Velz's Law (1948) and the Monod's equation (1942). In particular, Monod's equation proposes a hyperbolic mathematical relationship that establishes the growth limits of biological cultures that correlates directly with the concentration of the substrate, obtaining two kinetic coefficients that have been used to determine the maximum rate of specific microbial growth (Maldonado et al., 2020; Márquez et al., 2021, Freytez et al., 2019a, b, c; Freytez & Márquez, 2021).

With respect to the experiences of transport and transformation models in rivers, Cárdenas et al., 2021a,b, 2022a,b,2023 and Márquez et al., 2022e, characterized organochlorine pesticides in three monitoring stations within the Tucutunemo river, Aragua state-Venezuela complying with traditional procedures of the mathematical modeling to create

novelty models. The involved processes encompassed the formulation, calibration and validation of mathematical models for the molecular diffusion of OCPs, models for the biochemical transformation of OCPs, coupled models of diffusion-advection processes of OCPs and coupled models of processes combining diffusion-advection biochemical transformation and sorption-desorption in the interface of the OCPs solved water and sorbed on sediment of a tropical riverbed, as well as a modification of the Monod's equation. Through the calibration of these equations, the kinetic coefficients that explain molecular diffusion and the utilization rate of organic substrates represented by eight organochlorine pesticides (p.p`DDT, p.p`DDE, o.p`DDT, o.p`DDE, p.p`DDD) were determined, aldrin, dieldrin, and endrin), along and through the cross section of the Tucutunemo River, Aragua state. According to Cárdenas et al., 2021a,b,2022a,b; 2023; Márquez et al., 2022e), there are few or no studies that report kinetic parameters of transport and transformation models in tropical rivers.

The current research, it is an approach for restoring the water quality of five eutrophic rivers in Carabobo state (Chirgua, Paito, Guacara and Ereigüe) and Aragua state (Tucutunemo)-Venezuela. The approach encompasses bioremediation techniques that have been tested to experimental scale, comprising in situ technique associated to phytoremediation technique that include *Vetiveria zizanioides* as vegetal species, as well as an ex situ technique based on bioreactors (sequencing batch reactor and upflow anaerobic filter separated in multiple stages) that could work in a coupled way, each one of bioreactor have been evaluated in its performance to remove organic matter. Mainly, the work to be developed comprises the modeling of the transport and transformation kinetics of OCPs, BOD<sub>5,20</sub>, COD, total nitrogen and total phosphorus, developing equations for the prediction of molecular diffusion coefficients and utilization rate of organic and inorganic substrates as well as sorption-desorption processes within the treatment system using bioremediation techniques. The objectives of the work involve the following aspects: (i) characterization of organic and inorganic compounds dissolved in waters and sorbed on sediments in the rivers of Carabobo and Aragua states, Venezuela (ii) analyze the technical feasibility to apply in situ (phytoremediation using *Vetiveria zizanioides*) and ex situ (coupled bioreactors) bioremediation techniques for the removal of organic and inorganic compounds in the rivers of Carabobo and Aragua states, Venezuela, (iii) modeling of the transport and

transformation of organic compounds through in situ and ex situ bioremediation techniques (iv) design in situ (phytoremediation using *Vetiveria zizanioides*) and ex situ (coupled bioreactors) bioremediation techniques for the removal of organic and inorganic compounds in the rivers of Carabobo and Aragua states, Venezuela. The novelties consist of (i) estimation of kinetic parameters of coupled bioreactors and (ii) the application to the pilot scale of in situ technique (phytoremediation using *Vetiveria zizanioides*) at pilot scale in tropical rivers and ex situ technique (coupled bioreactors), comprising sequencing batch reactor followed by upflow anaerobic filter in three separated stages at pilot scale for treating water and particulate material or rivers under study,

## 2. METHODS

### 2.1 Study area

Study area comprises five river basins within the Carabobo and Aragua states, within the central-northern region of Venezuela (Figure 1). Water network was obtained using the digital elevation model of ALOS PALSAR satellite (ASF-DAAC, 2015), acquired from the Alaska Satellite Facility website (<https://asf.alaska.edu/>) in conjunction with the tools of the hydrology module in ArcGIS 10.0 to generate flow direction maps, accumulated flow and streams. The land use and land cover were obtained using supervised classification technique from a Landsat 8 Operational Land Imager (L8 OLI) satellite image under the world reference system with row and path: 005,053, acquired on January 15, 2021 available in the website: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (source U.S. Geological Survey).

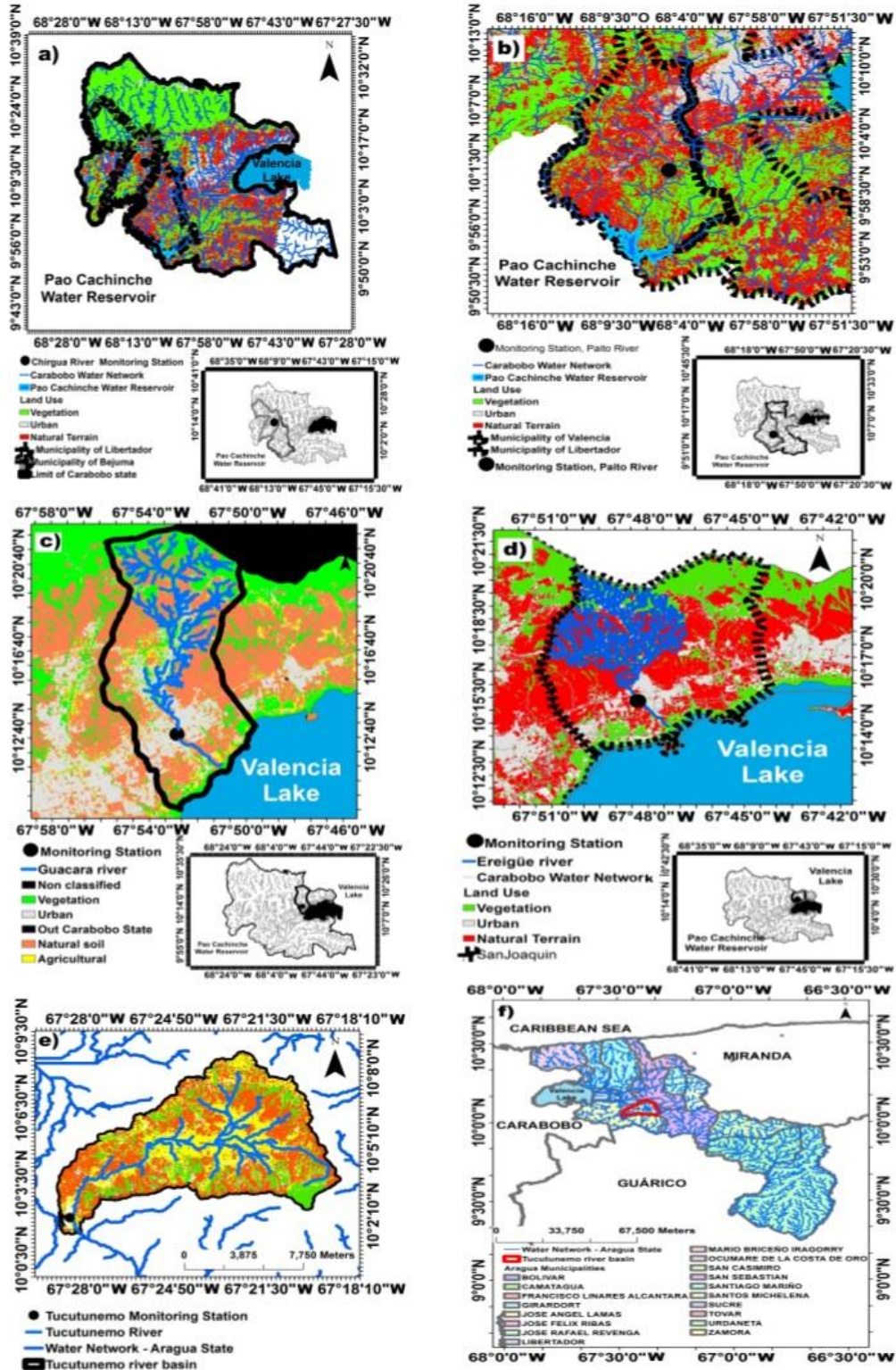
### 2.2 Phases of the investigation

Two investigation phases are involved in the conception of the research proposal supported in the following subsections.

#### ***2.2.1 Characterization of organic and inorganic compounds dissolved in waters and sorbed on sediments in rivers of the Carabobo and Aragua states, Venezuela. Case: Chirgua river, Paito river, Guacara river, Ereigüe river and Tucutunemo river***

The characterization of organic and inorganic compounds dissolved in water and sorbed on sediments in rivers of Carabobo and Aragua states, Venezuela, is based on the following information collection:





**Figure 1.** Location of five rivers within Carabobo and Aragua states, central-northern region of Venezuela: a) Chirgua river; b) Paito river; c) Guacara river; d) Ereigüe river; e) Tucutunemo river and d) water network in Aragua state. The land use and land cover were obtained using supervised classification technique from a Landsat 8 Operational Land Imager (L8 OLI) satellite image under the world reference system with row and path: 005,053, acquired on January 15, 2021 available in the website: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (source U.S. Geological Survey). The river was generated using Dataset: ASF DAAC (2015), ALOS PALSAR\_Radiometric\_Terrain\_Corrected\_high\_res (Data source JAXA/METI 2007). Accessed through ASF DAAC on July, 20, 2022. DOI: 10.5067/Z97HFCNKR6VA

a) *Chirgua and Paito rivers, Carabobo state*: the determination of the physicochemical characteristics (Total Phosphorous (1996-2016), Total Nitrogen (1996-2016), BOD<sub>5,20</sub> (2007-2016), COD (2007-2016), pH (2007-2016), electrical conductivity (2007-2016)) and biological characteristics (plankton (2007-2016) and total coliforms (2007-2016)) of the water from the Pao-Cachinche reservoir was carried out by the Carabobo Central Laboratory subscribed to the collection, treatment and maintenance management of the Central Hydrological Company (HIDROCENTRO, in Spanish) certified by the Ministry of Water and Ecosocialism as it was described in Márquez-Romance et al., (2019a) and Márquez-Romance and Estaba-Zapata, (2019b).

b) *Ereijie and Guacara rivers, Carabobo state*: were characterized in its Physicochemical characteristics (Total Phosphorous, Total Nitrogen, COD, BOD<sub>5,20</sub>, pH), whose determinations were made in the Aragua Environmental Laboratory, Aragua State Directorate for Ecosocialism and Water, Ministry of Popular Power for Ecosocialism and Water, and reported in Márquez-Romance and Lara-García, (2019c).

c) *Tucutunemo river, Aragua state*: water and sediment samples were collected every six months, in the dry (April) and rainy (October) seasons, from 2013 to 2016. The water and sediment sampling was repeated every three days, so that in each season, 9 simple samples were collected, that is, 3 samples per station with 3 repetitions in each of them (Cárdenas et al., 2021a,b, 2022a,b,2023 and Márquez et al., 2022e). The water samples were manually collected in amber glass jars, of one liter in capacity, with plastic lids, previously washed and sterilized, in the center line of the river's cross section, in the middle of the channel depth.

The analytic determination of the OCPs was carried out in the Environmental Quality Laboratory of the Ministry of Ecosocialism, Housing, and Habitat, located in Maracay, Aragua state. A SHIMADZU GC-14B gas chromatograph with capillary column equipped with electronic capture detector (Shimadzu C-R7A, Shimadzu, Kyoto, Japan) was used to determine and quantify analytes. The detection limits of the OCPs in water and sediments were 0.001 µg/L and 0.01 µg/kg, respectively. According to the HIDROCENTRO Laboratory and Aragua Environmental Laboratory, Aragua State Directorate for Ecosocialism and Water, Ministry of Popular Power for Ecosocialism and Water, the samples were analyzed in accordance with the provisions of the Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, (APHA, 2012), ASTM (American Society for Testing and Materials).

## 2.2.2 Design and modeling the removal of organic compounds in bioreactors

### 2.2.2.1 SBR design

Two experimental designs were developed with factorial arrangements of 2<sup>2</sup> and 3x4 (Freytez et al., 2019a,b,c,2020, 2022; Freytez & Márquez, 2021). The first experimental design (ED-1) involved two experimental factors; each one was configured in two levels, the cycle duration (6 and 24 h) and

the aeration sequence (oxic and anaerobic-oxic). For ED-1, SBR operated with the granular biomass. Four treatments were associated to the ED-1, Treatment 1 (T1) (granular biomass, cycle duration of 24 h and oxic sequence). Treatment 2 (T2) (granular biomass, cycle duration of 6 h and oxic sequence). Treatment 3 (T3) (granular biomass, cycle duration of 24 h and anaerobic-oxic sequence). Treatment 4 (T4) (granular biomass, cycle duration of 6 h, anaerobic-oxic sequence). The second experimental design (ED-2) comprised two factors fitted in three and four levels, the filling time (rapid, slow and by stage) and the aeration sequences (anoxic I, oxic, anoxic II (CND: Conventional Nitrification-Denitrification) and anoxic II (SDN: Simultaneous Nitrification-Denitrification), respectively. Four blocks were applied for 48 experimental runs. For ED-2, SBR operated with suspended biomass and cycle duration of 12 h. Treatment 5 included as a factors to the suspended biomass, cycle duration of 12 h, and Anoxic I-Oxic-Anoxic II sequence (Freytez et al., 2019a,b,c,2020, 2021; Freytez & Márquez, 2021).. For ED-1 (T1 to T4), the SBR performance for COD removal was increased from 28.6 to 40% as the cycle duration was increased from 6 h to 24 h within the SBR operating. For ED-2 (T5a to T5f), COD removal had small variations obtaining a mean value of 48.31 %.

### Kinetic modeling of organic substrate removal in SBR

The kinetic model for the organic substrate removal in SBR is represented by the utilization rate of the substrate ( $r_{su}$ ) by microorganisms (Equation 1), which has been defined from the modified Monod equation, where  $r_{s,m}$ , is the substrate utilization maximum rate of the microorganism mass, volume<sup>-1</sup> time<sup>-1</sup>,  $K_s$  the saturation/inhibition coefficient at half the maximum growth rate, mass volume<sup>-1</sup>,  $S$  the substrate concentration that limits growth, mass volume<sup>-1</sup>, substrate concentration  $S$  mass per unit volume (Freytez et al., 2019 c):

$$r_{su} = \frac{dS}{dt} = \frac{r_{s,m}S}{(S + K_s)} \quad (1)$$

The kinetic coefficients of Equation 1 for the utilization rate of organic substrates in the SBR for the ED-1 and ED-2 can be found in Freytez et al., (2019c).

### 2.2.2.2 Design and modeling the removal of organic compounds in UAF-2SS and UAF-3SS reactors

#### Design

Two experimental designs (EDs) were developed following a factorial arrangement of 3<sup>3</sup>. Three experimental factors (temperature, volumetric organic load and volume distribution within phases) were configured in three levels. Phases 1 and 2 maintained the same volumetric ratios considered in the UAF-2SS reactor (20/80%; 50/50% and 20/80%); where the sum of the depths of the two phases was equal to the total depth (D) = 1.20 m.. Phase 3 of all the UAF-3SS reactors was equal to the optimal Phase 2 of the UAF-2SS reactor. Phases 1, 2 and 3 of the UAF-3SS reactors had variable percentage volumes



(Phase 1 / Phase 2 / Phase 3 of: 4%/16%/80%; 10%/10%/80% and 16%/4%/80% of the total volume of the reactors), where the sum of the depths of the three phases is equal to the total depth ( $D$ ) = 1.20 m stages (Maldonado 2018a,b,2020; Márquez et al., 2020). The UAF-2SS and UAF-3SS performance in the COD removal as a result of applying 27 experimental treatments according to ED-1 and ED-2, where it can be demonstrated that COD removal was increased in the order of twice from UAF-2SS to UAF-3SS, indicating that there was a significant influence on UAF performance due to increase of separate phases within the biofilter. The strategy of increasing the phases could dilute the concentration of toxic compounds, such as heavy metals or metal halides to sub-inhibitory levels of microbial metabolism, improving the removal of organic compounds by UAF-3SS compared to UAF-2SS stages (Maldonado 2018a,b,2020; Márquez et al., 2020).

$$(S_{COD_e}/S_{COD_i})(x, t) = \exp\left[-k_{ep}(A)^{T-20}\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^p (VOL)^{-n}\right] + \frac{1}{\sqrt{4\pi D_{MH}t}} \exp\left(\frac{-x^2}{4D_{MH}t}\right) \quad (2)$$

$$(S_{COD_e}/S_{COD_i})(x, t) = \exp\left[-k_{ep}(A)^{T-20}\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^p \left(\frac{D_2}{D_3}\right)^q (VOL)^{-n}\right] + \frac{1}{\sqrt{4\pi D_{MH}t}} \exp\left(\frac{-x^2}{4D_{MH}t}\right) \quad (3)$$

Where  $k_{ep}$  is the extracellular processes kinetic coefficient,  $T$  temperature in °C,  $(D_1/D_2)$  ratio of depths in UAF-2SS,  $(D_2/D_3)$  ratio of depths in UAF-3SS,  $VOL$  volumetric organic load in kg/m<sup>3</sup>-d,  $x$  effective depth in direction  $x$  within the biofilm in cm,  $D_{MH}$  horizontal molecular diffusion in cm<sup>2</sup>/day,  $t$  the  $HRT$  in days. The parameters of transport and transformation models of substrates proposed for the design of UAF-2SS and UAF-3SS reactors considering a horizontal diffusion of substrate within the biofilm of the biofilter can be found in Márquez et al., (2020).

### 2.2.3 Design and evaluation of the removal of organic compounds using phytoremediation technique

#### *Design of hydroponic Vetiveria zizanioides system*

A hydroponic treatment system was simulated (Ruiz et al., 2006), five (5) containers of 200 liters each were used, in which a VZ species was placed, implementing clumps of approximately one (1) year of age. The plants were established with a simple flotation system with plastic bottles. For the control treatment (without plants) five (5) containers exposed to the same conditions were also installed. Raw water was taken from groundwater used as the water supply source of the population of Guarataro, San Felipe Municipality, Yaracuy state, Venezuela, these are waters from wells to which no prior treatment is carried out for consumption. The water quality parameters that were evaluated are the following: fluoride ion, electric conductivity, nitrates and phosphorus. The physicochemical analyzes of the water were carried out in the Water Quality Laboratory of the CIEPE Foundation, located in San Felipe, Yaracuy state, and in the Polar Foundation Water Laboratory located in Caracas, Capital District. Five samplings

#### ***Kinetic modeling of organic substrate removal in UAF-2SS and UAF-3SS***

For the kinetic modeling of organic substrate removal in UAF-2SS and UAF-3SS, the processes involved depend on the movement velocity of fluid (diffusive) and the activity of  $COD$  biochemical transformation carried out by the microorganisms. The proposed model was coupled encompassing the equations for biochemical transformation and the processes on molecular diffusion as it is shown for UAF-2SS and UAF-3SS, in the Equations 2 and 3 respectively stages (Maldonado 2018a,b,2020; Márquez et al., 2020):

were carried out from March 2005 to January 2006. The water sampling was carried out in the influent and effluent of the system to determine, through the parameters to be evaluated, the efficiency of the VZ system and from this way to compare with the control treatment. The results indicated that there was no reduction of fluoride in the water in both the system with VZ (2.72 mg/L to 2,22 mg/L) and the system without VZ (average of 2.79 mg/L). With respect to the nutrients, nitrate was removed with an efficiency of 100%, from 8.8 m/L in the influent to 0 mg/L. Phosphorus levels found in the VZ system increased considerably in relation to the values found in raw water, being reduced from 14 mg/L to zero towards the end of the system evaluation period (Ruiz et al., 2006).

## 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

### **3.1 Results of characterization of physicochemical variables in eutrophic rivers of the Carabobo and Aragua states-Venezuela. Cases: Chirgua river, Paito river, Guacara river, Ereigüe river and Tucutunemo river**

The results of characterization of physicochemical variables in Chirgua and Paito rivers during period 1995-2016 are shown in Figures 2a-2b, where it is observed that the parameters such as TN (<40 mg/L), TP (<10 mg/L), COD (<350 mg/L) and  $BOD_{5,20}$  (<60 mg/L) have maintained taking values below the Decree 883 dated for the October 11<sup>th</sup>, 1995, known as “Standards for the classification and control of the quality of water bodies and liquid discharges or effluents”. The physicochemical parameters for Chirgua River (CR) and Paito River (PR) as tributaries of the Pao-Cachinche water reservoir are shown in Figures 1a-1b (Márquez-Romance et al., 2019a, 2019e; Márquez & Estaba-

Zapata, 2019b). The waters in these two rivers have increased the concentrations from their mean values to an approximate upper to 1.5 and two times along 21 years. For Chirgua River, the physicochemical characteristics have been estimated, taking the following values: TN-CR ( $2.0 \pm 1.69$  mg/L), TP-CR ( $0.37 \pm 0.27$  mg/L),  $\text{NO}_2$ -CR ( $0.03 \pm 0.03$  mg/L) +  $\text{NO}_3$ -CR ( $0.78 \pm 0.59$  mg/L),  $\text{BOD}_5$ -CR ( $5.9 \pm 1.99$  mg/L) and COD-CR ( $40.99 \pm 14.99$  mg/L). For Paito River, the results obtained have varied: TN-PR ( $2.69 \pm 1.81$  mg/L), TP-PR ( $0.60 \pm 0.37$  mg/L),  $\text{NO}_2$ -PR ( $0.03 \pm 0.028$  mg/L) +  $\text{NO}_3$ -PR ( $0.92 \pm 0.66$  mg/L),  $\text{BOD}_5$ -PR ( $6.04 \pm 2.17$  mg/L) and COD-PR ( $37.17 \pm 14.55$  mg/L). For the anions, the oxidized forms of the nitrogen (nitrite and nitrate) and phosphorous (phosphate) reached values varying between 0 and 1 mg/L, suggesting in the former, that the inorganic nitrogen should explain most of the magnitude found in the TN and in both cases, there are moderate presence of highly oxidized compounds, that could contribute to the natural attenuation by the autochthonous biomass of the aquatic environment. According to Metcalf & Eddy (1991), some inorganic compounds, such as nitrite or nitrate, can function as electron acceptors for certain respiratory organisms in the absence of molecular oxygen, being categorized as anoxic processes. In both rivers (CR (Figure 2a) and PR (Figure 2b)), the sum  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$  gave values less than 10 mg/L, metal halides such as chlorides (< 600 mg/L), fluorides (< 1.7 mg/L), anions represented by sulfates (< 400 mg/L), and biological organisms (total coliforms (< 2000 MPN/100 mL)), therefore these waters of CR and PR might be classified as the subtype 1A as it is established in the Decree 883, dated 1995. Waters associated with the Subtype 1A, represents waters that from a point of view of health, can be conditioned with the only addition of disinfectants (Extraordinary Official Gazette of the Republic of Venezuela No. 5021, (1995)). Regarding to the environmental conditions, it is observed that the pH varied between 8.15 and 9.4, being in the limit for the suitable bacteria growth (4-9.5) (Metcalf & Eddy, 1991).

Another important biological parameter directly connected with the trophic levels that was examined in waters of CR and PR, was the plankton concentration measured in the period from 2007 to 2016, which can be observed in Figure 3. For CR, the first quartile of data (whisker of box in Figure 3), is grouping the smallest values associated with the Plankton concentrations, which varied between 12000 and 18000 org/mL, second quartile is encompassing values between 18000 y 32000 mg/L (median), almost coinciding with mean value (32077 org/mL). It also can be observed that until the second quartile are included the great mass of values that most commonly are occurring in the CR waters. Third quartile is involving values between 30000 and 40000 org/mL. The fourth quartile corresponds to a range between 40000 and 60000 org/mL, being the highest values in the data group (whisker in the box). Outline points representing to those values with more than 15 times of the box interquartile range were not detected. The box and whisker plot for PR, shows that interquartile range covering until 75 % (12000 to 32000 org/mL) of the mass of values resulted comparatively below

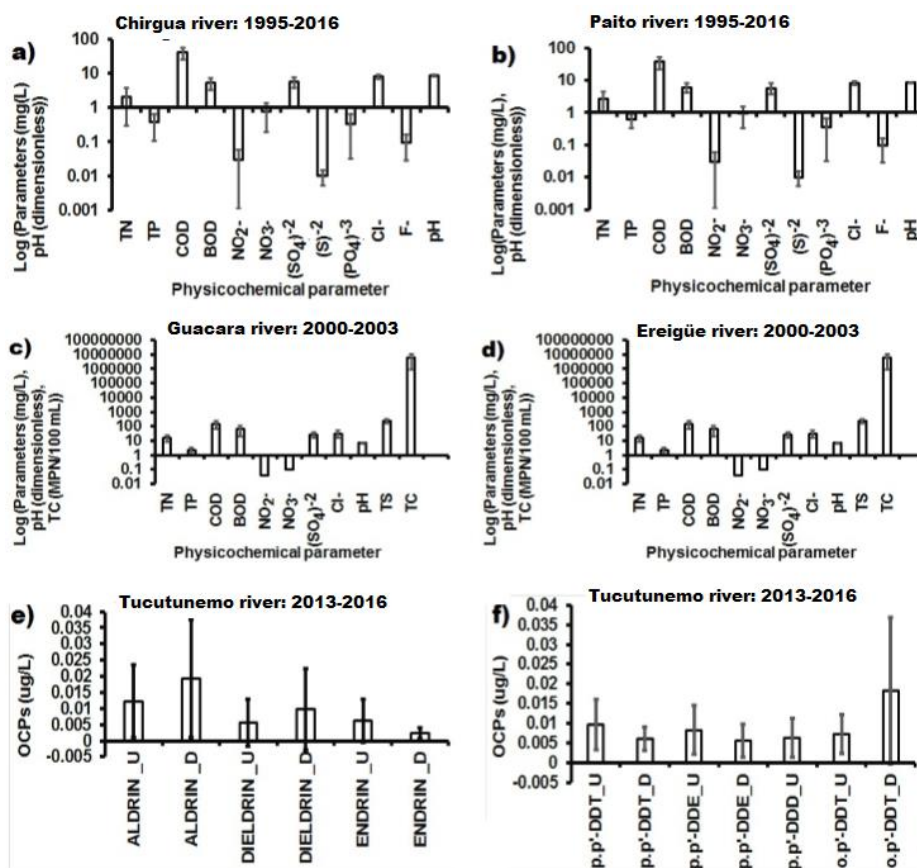
the plankton occurrence for CR. The greatest occurrence of Plankton concentrations is ranging between 26000 and 36000 org/mL. The upper whisker in the box plot for PR has reached until 50000 org/mL. When comparing the Plankton concentrations found in waters of CR and PR with the national regulations (Extraordinary Official Gazette of the Republic of Venezuela No. 5021, (December 18, 1995), Official Gazette of the Republic of Venezuela (February 13, 1998)) international regulations (Environmental Protection Agency (EPA), (2009), Water Health Organization (WHO), (2022)), it was found that the only sanitary regulation that has established a threshold to be taken into account with respect directly Plankton concentration is the sanitary standards for drinking water quality at national scale in the Bolivarian Republic of Venezuela, in its article 12. In this article, the Plankton concentration is regulated to a concentration to be less than 300 org/mL to consider that the water can be categorized as a drinking water for human consumption. As it was described previously, the waters of CR and PR are containing Plankton concentrations greater than in an order of magnitude of approximately 100 times. This findings conducts to confirm that these waters are requiring to be treated before to be distributed in the drinking water network for human consumption for three states in Venezuela (Cojedes, Carabobo y Aragua). WHO, (2022) has pointed out that the presence of high amounts of phytoplankton (i.e. cyanobacteria and eukaryotic algae) in water reservoirs and in surface waters used as drinking-water sources may impede to the treatments such as coagulation and filtration, causing discoloration and turbidity of water after filtration. Likewise, some of these organisms can also produce geosmin, 2-methyl isoborneol and other chemicals, which have taste thresholds in drinking-water of a few nanograms per litre. Some other cyanobacterial products—cyanotoxins—are of direct health significance (e.g. *Anabaena* spp. (MCs, ATXs, CYNs), *Microcystis* spp. (MCs), among other genus and its corresponding cyanotoxins), which have been found forming part of the waters in Pao Cachinche water reservoir (González et al., 2004). These species can remain floating in the water, (i.e. “planktonic”), whereas other species may grow on surfaces as mats of filamentous cyanobacteria (i.e. “benthic”) (WHO, 2022).

According to Salameh and Sura Harahsheh in Ansari et al., (2010), during eutrophication, the concentrations of nutrients in the water change. The nutrient is then called the limiting factor. TP is more often a limiting nutrient for phytoplankton in freshwater bodies (i.e. water reservoirs, rivers), while TN is often the limiting nutrients in marine water especially in summer. When TP is the limiting factor, a phosphate concentration of 0.01 mg/L is enough to support plankton and concentrations of 0.03–0.1 mg/L or higher will likely promote blooms. The phosphate concentrations that have been found in CR and PR in the period 2007 to 2016 (Figure 2a-2b) have reached mean values and standard deviation for  $\text{PO}_4^{3-}$ -CR ( $0.34 \pm 0.31$  mg/L) and  $\text{PO}_4^{3-}$ -PR ( $0.42 \pm 0.33$  mg/L), these phosphate concentrations in the zone of the outlet of the CR and PR basins in the Pao Cachinche water reservoir, are around 100 times higher than the limit concentration for supporting the presence of phytoplankton microalgae (algal blooms).

With respect to Guacara River (GR) and Ereigüe River (ER), Figures 2c-2d show the variation of concentrations in the physicochemical parameters during period 2000-2003 (Márquez & Lara-García, 2019c; MARN, 2003, 2004; Grupo Orinoco, 2022). For Guacara river, the nutrients and organic matter concentrations resulted in mean values with a standard deviation corresponding to TN - GR ( $16 \pm 7.63$  mg/L), TP-GR ( $2.26 \pm 1.11$  mg/L), BOD<sub>5</sub> - GR ( $64.67 \pm 44.20$  mg/L), COD - GR ( $151.67 \pm 86.64$  mg/L). For Ereigüe river, the main physicochemical parameters associated to the trophic levels were TN - ER ( $15 \pm 6.24$  mg/L), TP-ER ( $1.96 \pm 0.64$  mg/L), BOD<sub>5</sub> - ER ( $34 \pm 12$  mg/L), COD - ER ( $70 \pm 25.94$  mg/L). From these results, the GR and ER waters can be categorized as mainly of residential wastewater origin, whose concentrations vary from weak to medium according to the levels for a domestic wastewater reported by Metcalf & Eddy (1991), TN (20-40 mg/L), TP (4-8 mg/L), (NO<sub>x</sub> (0 mg/L), PO<sub>x</sub> (1-3 mg/L), COD (250 – 500 mg/L) and BOD<sub>5,20</sub> (110 – 220 mg/L).

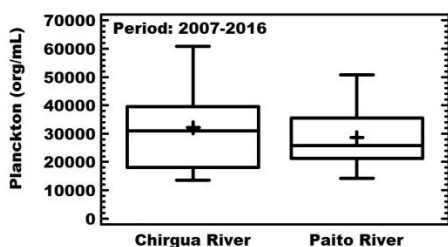
By comparing the results found in the five rivers under study with other studies, the trophic level can be categorized. Rodhe (1969) defined the trophic levels in water reservoirs depending on the carbon concentration as oligotrophic (7-25 mg

C/m<sup>2</sup>/yr), natural eutrophication (75 and 250 mg C/m<sup>2</sup>/yr) as well as for polluted eutrophication (350 and 700 mg C/m<sup>2</sup>/yr). Due to the measurement of primary production requires specialized skills and equipment, the trophic grade has also been defined, using less difficulty measured variables such as the concentration of the limiting nutrient (usually TP or TN), chlorophyll-a and Secchidisk transparency to categorize the trophic grade of freshwaters (OECD 1982). According to different studies (OECD 1982, Håkanson & Jansson 1983, Håkanson et al. 2007), the trophic levels have been defined for four characteristics (Secchi depth, chlorophyll-a, total nitrogen, total phosphorous) for three different types of waters classified for salt concentrations (freshwater-dominated systems, brackish systems, marine systems). Specifically, the concentrations of nutrients for freshwater-dominated systems have been delineated for eutrophic levels (TN (180-430 µg/L), TP (25-60 µg/L)) and hypereutrophic level (TN (> 430 µg/L), TP (> 60 µg/L)). By comparing these thresholds with the nutrient concentrations in the five rivers, CR and PR contain TN and TP concentrations approximately 5 to 6 times upper to the limits for hypereutrophic level, while GR and ER have overcome the limits around 37 times the minimum limit for being categorized as hypereutrophic water bodies.



**Figure 2.** Physicochemical parameters (PP) measured in five rivers for water quality restoration in Venezuela: a) PP (TN, TP, COD, BOD, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) measured in Chirgua river during period 1995-2016 and PP (Anions) measured in the period 1995-1998 (Adapted from Márquez-Romance et al., 2019a, 2019e; Márquez & Estaba-Zapata, 2019b), b) PP (TN, TP, COD, BOD, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

measured in Paito river during period 1995-2016 and PP (Anions) measured in the period 1995-1998 (Adapted from Márquez-Romance et al., 2019a; Márquez & Estaba-Zapata, 2019b); c) PP measured in Guacara river for 20004-2003 (Adapted from Márquez & Lara-García, 2019e;MARN, 2003,2004; Grupo Orinoco, 2022); d) PP measured in Ereigüe river for 20004-2003 (Adapted from Márquez & Lara-García, 2019e;MARN, 2003,2004; Grupo Orinoco, 2022); e) DRINs (Aldrin, Dieldrin, Endrin) dissolved in waters measured in Tucutunemo river during period 2013-2016 (Adapted from Cárdenas et al., 2021a,b, 2022a,b,2023 and Márquez et al., 2022e); f) DDTs (Aldrin, Dieldrin, Endrin) dissolved in waters measured in Tucutunemo river during period 2013-2016 (Adapted from Cárdenas et al., 2021a,b, 2022a,b,2023 and Márquez et al., 2022e).



**Figure 3.** Mean values of Plankton concentrations measured in the outlet of Chirgua river and Paito river to the Pao Cachinche water reservoir in the period from 2007 to 2016. Adapted from Márquez & Estaba, (2019b) and Márquez et al., (2019e).

*Results of the variation of the OCPs dissolved in water of the Tucutunemo river*

The concentrations of DRINs (i.e., aldrin, endrin, dieldrin) (Figure 2e) and DDTs (i.e., p,p'-DDT, o,p'-DDT, p,p'-DDD, o,p'-DDE and o,p'-DDE) (Figure 2f) dissolved in water of the Tucutunemo river mostly resulted in a significant variation when comparing among eight OCPs in three monitoring stations along the river during period 2013-2016. Figures 2e and 2f show the mean values and the standard errors of the OCPs dissolved in water from upstream to downstream on the Tucutunemo River. The mean values of the concentrations of OCPs dissolved in water varied between  $10^{-3}$  and  $10^{-2}$   $\mu\text{g/L}$  with a standard deviation taking values between  $10^{-2}$  and  $10^{-4}$   $\mu\text{g/L}$  (Cárdenas et al., 2019, 2021). Based on 8 studies developed in several countries between the decades of 1990 and 2010, the concentrations of DDTs dissolved in water encompassed values between  $10^{-2}$  and  $10^1$   $\mu\text{g/L}$ , this interval suggests that the values up to ten times higher than those occurred in the Tucutunemo River were found in other water bodies (Cárdenas et al., 2021).

The interval of the concentrations of DDTs dissolved in the water of the Tucutunemo River was less than the allowable limit by Official Gazette of the Republic of Venezuela (February 13, 1998), (2  $\mu\text{g/L}$ ) and WHO, (2022), (1  $\mu\text{g/L}$ ), in the order of  $10^2$  and  $10^3$  times. Although the comparison of DDTs dissolved in the water of the Tucutunemo River with the EPA's limit, (2017) (0.0012  $\mu\text{g/L}$ ), indicates that there is pollution in the water of Tucutunemo River. With regard to the concentrations of DRINs dissolved in water, these were slightly lower than to the allowable limit fixed by Venezuelan regulation and WHO, (2022), and close to other limits established for Hazardous Substances Data Bank (HSDB,

2001a, 2001b) for several states within the United State of America (USA). Figures 2e and 2f show that it has been observed an increase of technical-grade OCPs, such as p,p'-DDT and DRINs from rainy to dry seasons from 1.5 to 5 times. This increase in the OCPs concentrations between dry and rainy seasons could be due to the supply from the agricultural runoff, transport processes (sorption-desorption) as well as transformation processes (anaerobic or aerobic biodegradation).

By comparing with the OCP concentrations dissolved in water of the Tucutunemo River (Figure 2e and 2f) with the limits shown in Table 2, corresponding to a recent regulation established by USEPA (2023) known as Regional Screening Level Summary Table (Target Cancer Risk  $\text{TR}=1 \times 10^{-6}$ , Target Hazard Quotients  $\text{THQ}=1$ ), Aldrin concentrations dissolved in waters of Tucutunemo River are overcoming until 100 times, Dieldrin concentrations are 10 times upper than the limit in Table 2. Endrin concentrations resulted 10 times below the upper limit. Regarding to the DDTs, p,p'-DDT and p,p'-DDE, these OCPs are in the same order than the limit ( $10^{-2}$   $\mu\text{g/L}$ ) and p,p'-DDD resulted 10 times higher than the limit. These results indicate that there is pollution associated to concentrations in DRINs and DDTs dissolved in waters of Tucutunemo River.

*Results of the variation of the OCPs sorbed on sediments of river*

The concentrations of DDTs and DRINs sorbed on sediments of the Tucutunemo River resulted mean values that varied between  $10^{-1}$  and  $10^1$   $\mu\text{g/kg}$  with a standard deviation taking values between  $10^{-1}$  and  $10^1$   $\mu\text{g/kg}$  (Cárdenas et al., 2021, 2022) (Table 1), having a significant variation by comparing among eight OCPs in three monitoring stations along the river during period 2013-2016. The ANOVA statistical parameter associated to P-value (0-0.5) of the F-test was lower than test-limit of P-value (0.5), therefore this result confirms that there is a statistically significant difference between the means of the 8 OCPs sorbed in sediments at the 95.0% confidence level. Based on 30 studies developed in several countries between the 1980s and 2010s, the concentrations of DDTs sorbed on sediments mainly comprised values between  $10^{-1}$  and  $10^1$   $\mu\text{g/kg}$ , this interval suggests that the common values found in other soils and sediments in agricultural activity environments were similar to those occurred in the Tucutunemo river were found (Cárdenas et al., 2021). The interval of the concentrations of the DDTs sorbed on sediments of the Tucutunemo river was upper around  $10^3$  times than the allowable limit by EPA, (1998) (0.0036  $\mu\text{g/kg}$ ), existing pollution in the sediments of river.

There is no Venezuelan legislation that regulates the OCPs concentration in sediments or soils. According with the comparison of the OCPs concentrations shown in Table 1 with the limits established by USEPA, (2023) shown in Table 2. The Table 2 shows the Regional Screening Level (RSL) Summary considering a Target Cancer Risk  $TR=1 \times 10^{-6}$  and a Target Hazard Quotients  $THQ=1$  (USEPA, 2023). Two limits are presented, the first corresponds to the screening levels (SL) to protect surface waters, and the second limit is linked to the risk based on soil screening levels (SSL) in order to protect groundwaters. Aldrin resulted in the order of 10 times upper than the risk based SSL. Dieldrin resulted 100 times overcoming the risk based SSL. Endrin and p,p'-DDT, p,p'-DDD and p,p'-DDE were 1 to 5 times below the risk based SSL, specifically p,p'-DDE was most closely to the limit. In another EPA guideline, the concentrations of DRINs sorbed

on sediments of the Tucutunemo River were upper  $10^2$  times than to the allowable limit fixed by EPA, (2001) ( $0.02 \mu\text{g}/\text{kg}$ ), existing pollution in the river sediments. When comparing with other limits established, for instance by California Office of Environmental Health Hazard Assessment (California OEHHA, 2021) for the California state within the United State of America (USA), it was found that the values of Tucutunemo River are smaller than the California-OEHHA's limits in a significant proportion. It was observed an increase of technical-grade OCPs, such as DDTs and DRINs from rainy to dry seasons from 2 to 4 times, indicating that there is a permanent application of these OCPs in the agricultural soils of the Tucutunemo basin and the physical processes such as erosion and sediment transport are conducting the agricultural runoff and delivering contaminated sediments to the Tucutunemo River (Table 1).

**Table 1.** Concentrations and allowable limits of OCPs sorbed on sediments determined in three water-sampling stations along the Tucutunemo river during the period 2013-2016

| Sampling Campaign                          | p,p'-DDT                                    | o,p'-DDT                                    | p,p'-DDD                                    | p,p'-DDE                                    | o,p'-DDE                                    | Aldrin                                      | Dieldrin                                    | Endrin                                      | F ratio | P-value |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---------|
|  | $\mu\text{g}/\text{kg}$<br>$\mu \pm \sigma$ | $\mu\text{g}/\text{kg}$<br>$\mu \pm \sigma$ | $\mu\text{g}/\text{kg}$<br>$\mu \pm \sigma$ | $\mu\text{g}/\text{kg}$<br>$\mu \pm \sigma$ | $\mu\text{g}/\text{kg}$<br>$\mu \pm \sigma$ | $\mu\text{g}/\text{kg}$<br>$\mu \pm \sigma$ | $\mu\text{g}/\text{kg}$<br>$\mu \pm \sigma$ | $\mu\text{g}/\text{kg}$<br>$\mu \pm \sigma$ |         |         |
| MS1 April 2013                             | 1.53+/- 0.44                                | 0.99+/- 0.36                                | 0.33+/- 0.13                                | 1.42+/- 0.22                                | 0.95+/- 0.24                                | 2.79+/- 0.25                                | 0.99+/- 0.14                                | 1.39+/- 0.35                                | 18.24   | 0.0000  |
| MS2 April 2013                             | 2.17+/- 0.96                                | 1.05+/- 0.16                                | 0.41+/- 0.28                                | 2.67+/- 0.73                                | 1.57+/- 0.12                                | 2.03+/- 0.19                                | 1.17+/- 0.18                                | 1.15+/- 0.29                                | 7.30    | 0.0005  |
| MS3 April 2013                             | 2.17+/- 0.96                                | 1.05+/- 0.16                                | 0.41+/- 0.28                                | 2.67+/- 0.73                                | 1.57+/- 0.12                                | 2.03+/- 0.19                                | 1.17+/- 0.18                                | 1.15+/- 0.29                                | 7.30    | 0.0005  |
| MS1 October 2013                           | 1.87+/- 0.57                                | 1.59+/- 0.99                                | 0.33+/- 0.13                                | 2.17+/- 0.01                                | 1.09+/- 0.29                                | 3.19+/- 0.11                                | 1.39+/- 0.35                                | 1.14+/- 0.07                                | 10.95   | 0.0000  |
| MS2 October 2013                           | 2.03+/- 0.87                                | 1.32+/- 0.40                                | 0.29+/- 0.19                                | 2.18+/- 0.27                                | 1.64+/- 0.25                                | 3.75+/- 0.65                                | 1.16+/- 0.42                                | 1.69+/- 0.26                                | 13.47   | 0.0000  |
| MS3 October 2013                           | 2.10+/- 1.10                                | 1.22+/- 0.24                                | 1.04+/- 0.13                                | 2.58+/- 0.57                                | 2.45+/- 0.40                                | 3.65+/- 0.75                                | 1.69+/- 0.53                                | 1.62+/- 0.48                                | 5.95    | 0.0015  |
| MS1 April 2014                             | 1.27+/- 0.28                                | 0.93+/- 0.33                                | 1.26+/- 0.38                                | 2.43+/- 1.35                                | 1.01+/- 1.11                                | 3.46+/- 1.58                                | 2.89+/- 0.95                                | 1.73+/- 0.83                                | 2.85    | 0.0393  |
| MS2 April 2014                             | 1.16+/- 0.92                                | 3.13+/- 1.39                                | 0.98+/- 0.36                                | 1.13+/- 0.68                                | 1.27+/- 1.41                                | 2.57+/- 2.49                                | 4.37+/- 0.36                                | 1.29+/- 0.31                                | 3.12    | 0.0200  |
| MS3 April 2014                             | 1.16+/- 0.92                                | 3.89+/- 2.20                                | 0.97+/- 0.84                                | 1.80+/- 1.14                                | 1.09+/- 1.15                                | 2.15+/- 2.38                                | 2.55+/- 0.52                                | 4.03+/- 1.30                                | 2.11    | 0.1027  |
| MS1 October 2014                           | 3.25+/- 1.19                                | 0.76+/- 0.68                                | 0.38+/- 0.54                                | 3.51+/- 0.83                                | 1.35+/- 0.90                                | 5.21+/- 0.79                                | 1.61+/- 0.03                                | 1.68+/- 0.83                                | 12.7    | 0.0000  |
| MS2 October 2014                           | 2.07+/- 1.51                                | 0.58+/- 0.31                                | 1.36+/- 0.28                                | 1.90+/- 1.05                                | 2.42+/- 0.88                                | 5.56+/- 0.85                                | 3.33+/- 1.35                                | 1.90+/- 0.31                                | 7.77    | 0.0004  |
| MS3 October 2014                           | 3.05+/- 0.71                                | 0.91+/- 0.36                                | 1.12+/- 0.05                                | 2.76+/- 1.41                                | 2.85+/- 0.70                                | 4.67+/- 1.31                                | 3.57+/- 1.81                                | 1.31+/- 0.79                                | 4.76    | 0.0047  |
| MS1 April 2015                             | 1.3+/- 0.26                                 | 0.8+/- 0.33                                 | 0.32+/- 0.27                                | 2.43+/- 1.35                                | 1.01+/- 1.11                                | 3.46+/- 1.58                                | 1.40+0.47                                   | 2.59+0.16                                   | 4.41    | 0.0067  |
| MS2 April 2015                             | 0.77+/- 0.80                                | 1.51+/- 0.03                                | 0.34+/- 0.17                                | 1.13+/- 0.68                                | 1.27+/- 1.41                                | 2.57+/- 2.49                                | 5.91+/- 0.31                                | 2.99+/- 0.06                                | 8.10    | 0.0003  |
| MS3 April 2015                             | 1.16+/- 0.92                                | 4.96+/- 1.23                                | 0.47+/- 0.11                                | 1.80+/- 1.14                                | 1.09+/- 1.15                                | 2.15+/- 2.38                                | 6.8+/- 0.76                                 | 6.58+/- 0.31                                | 14.05   | 0.0500  |
| MS1 October 2015                           | 5.56+/- 0.75                                | 2.81+/- 0.66                                | 0.47+/- 0.22                                | 4.67+/- 0.53                                | 3.14+/- 0.03                                | 5.46+/- 0.68                                | 2.06+/- 0.78                                | 3.12+/- 0.61                                | 26.1    | 0.0000  |
| MS2 October 2015                           | 5.9+/- 0.39                                 | 5.31+/- 0.39                                | 1.19+/- 0.50                                | 6.13+/- 0.71                                | 5.18+/- 0.43                                | 5.84+/- 0.58                                | 4.73+/- 0.47                                | 2.46+/- 0.40                                | 38.99   | 0.0000  |
| MS3 October 2015                           | 7.66+/- 0.52                                | 4.35+/- 1.07                                | 1.55+/- 0.55                                | 6.13+/- 0.71                                | 4+/- 0.38                                   | 7.61+/- 0.56                                | 6.16+/- 0.61                                | 7.43+/- 0.14                                | 35.98   | 0.0000  |
| MS1 April 2016                             | 2.49+/- 1.63                                | 0.41+/- 0.10                                | 0.35+/- 0.14                                | 2.68+/- 2.78                                | 1.11+/- 1.11                                | 3.98+/- 2.00                                | 1.26+0.05                                   | 1.24+0.64                                   | 2.54    | 0.0585  |
| MS2 April 2016                             | 2.37+/- 1.51                                | 1.12+/- 0.19                                | 0.30+/- 0.15                                | 2.31+/- 0.95                                | 1.70+/- 0.87                                | 4.8+/- 0.69                                 | 2.75+/- 0.56                                | 2.01+/- 1.39                                | 6.14    | 0.0013  |
| MS3 April 2016                             | 4.28+/- 0.80                                | 1.77+/- 1.14                                | 0.64+/- 0.31                                | 2.47+/- 1.34                                | 2.93+/- 1.05                                | 4.37+/- 0.92                                | 2.54+/- 0.75                                | 2.0+/- 1.39                                 | 4.51    | 0.0060  |
| Allowed limits ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) |   |   |   |   |   |   |   |   |         |         |
| EPA,(1998)                                 | 0.0036                                      | 0.0036                                      | 0.0036                                      | 0.0036                                      | 0.0036                                      |   |   |   |         |         |
| EPA,(2001)                                 |   |   |   |   |   | 0.02  | 0.02  |   |         |         |
| OEHHA,(2021)                               | 1,600                                       | 1,600                                       | 2,300                                       | 1,600                                       | 1,600                                       | 33.0  | 35.0  | 21,000                                      |         |         |

EPA = Environmental Protection Agency; OEHHA=California Office of Environmental Health Hazard Assessment. Source: Own elaboration

**Table 2.** Regional Screening Level Summary Table (Target Cancer Risk  $TR=1 \times 10^{-6}$ , Target Hazard Quotients  $THQ=1$ ). Source: USEPA, (November 2023)

| OCPs     | Protection of Surface Water/ Screening levels | Protection of Groundwater/Soil Screening levels |
|----------|---|---|
|          | Tap Water ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )          | Risk based SSL ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )      |
| Aldrin   | $9.2 \times 10^{-4}$                          | 0.15  |
| Dieldrin | $1.8 \times 10^{-3}$                          | 0.071   |
| Endrin   | $2.3 \times 10^0$                             | 92  |
| p,p'-DDT | $3.2 \times 10^{-2}$                          | 77  |
| p,p'-DDD | $2.3 \times 10^{-1}$                          | 7.5   |
| p,p'-DDE | $4.6 \times 10^{-2}$                          | 11  |

**3.2 Results of the design of bioremediation systems proposed for removal of organic compounds in the in eutrophic rivers of the Carabobo and Aragua states-Venezuela. Cases: Chirgua river, Paito river, Guacara river, Ereigüe river and Tucutunemo river**

**3.2.1 Results of the design for a system of coupled bioreactors to pilot scale.**

Ex situ remediation proposal will be developed to a pilot scale. Two coupled bioreactors are proposed consisting of a Sequencing Batch Reactor (SBR) and Upflow Anaerobic Filter separated in three phases (UAF-3SS) (Figure 4), which will treat eutrophic waters and organochlorine pesticides in concentration upper to international regulations allowing the

occurrence of mass transfer processes in the interface of wastewater and the biofilm within each bioreactor. Equations for the design of coupled bioreactors based on mass balance under steady state ( $dS/dt=0$ ) were extracted from Metcalf & Eddy, (1991), which allow to estimate hydraulic retention time (HRT) into the SBR and SS-SBR designs, the kinetic parameters related to substrate maximum utilization rate ( $r(s,m)$ ) and the saturation/inhibition coefficient ( $K_s$ ) were taken from parameters obtained for Equations 1-3 (Table 3), (Freytez et al., 2020; Freytez & Márquez, 2021, Maldonado et al., 2021; Márquez et al., 2020), respectively. The remaining kinetic parameters such as the cell production coefficient ( $Y$ ) and the cell retention time (CRT) were extracted from experimental values for suspension culture reactors (Metcalf & Eddy, 1991).

**Table 3.** Design of coupled bioreactors from Equations 1 to 3

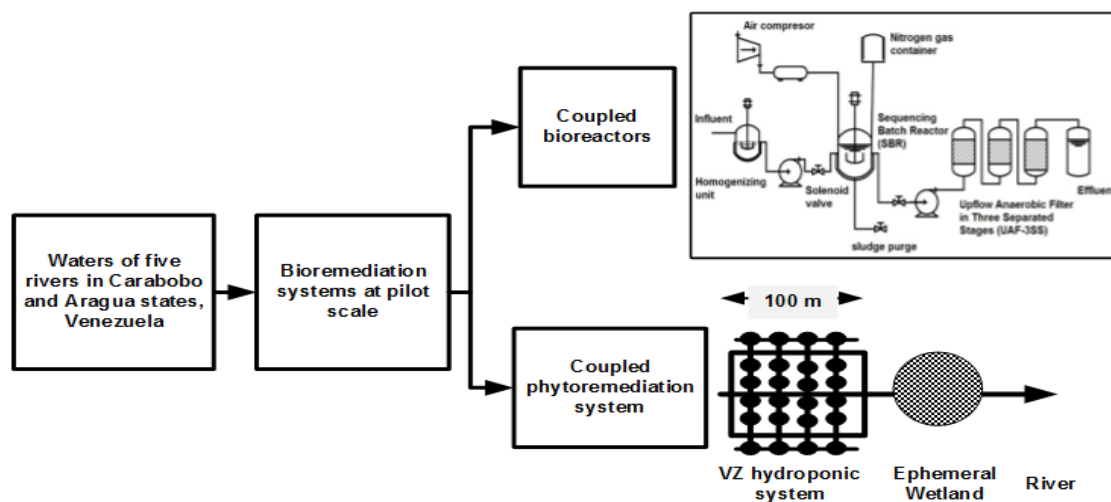
| Nº | Bioreactor | Influent      | So<br>mgCOD/L                | S<br>mgCOD/L          | E<br>(%)  | HRT<br>d      | Q<br>L/s      | Vr<br>m³      |
|----|------------|---------------|------------------------------|-----------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|
| 1  | SBR        | Surface water | So                           | S                     | E         | HRT           | Q             | Vr            |
|    |            |               | mgCOD/L                      | mgCOD/L               | (%)       | d             | L/s           | m³            |
|    |            |               | 350                          | 140                   | 60        | 1             | 1             | 66            |
|    |            |               | X<br>mg VSS/L                | Xe<br>mg VSS/L        | CRT<br>d  | BP<br>kgVSS/d | Qsp<br>m³/d   |               |
|    |            |               | 5000                         | 16                    | 10        | 0.13          | 6.5           |               |
|    |            |               | $k_{m,s}$<br>d <sup>-1</sup> | F/M<br>mgCOD/m³-<br>d |           |               |               |               |
|    |            |               | 0.44                         | 0.07                  |           |               |               |               |
| 2  | UAF-3SS    | Surface water | So                           | S                     | E         | VOL           | Vr            | HRT           |
|    |            |               | mgCOD/L                      | mgCOD/kg              | (%)       | kg/m³-d       | m³            | d             |
|    |            |               | 140                          | 10                    | 93        | 4.64          | 2.6           | 0.03          |
|    |            |               | Support mean (pipe) (m)      | Number of pipe        | Depth (m) | D1 (0.8D) (m) | D2 (0.1D) (m) | D3 (0.1D) (m) |
|    |            |               | 0.23                         | 4                     | 1         | 2             | 0.3           | 0.3           |

**3.2.2 Results of the design for phytoremediation system using VZ**

The design of the phytoremediation system to restore the water quality of five rivers to pilot scale, will consist of hydroponic cultivation in a combination of floating bed and wetlands and the cultivation in the riverbanks along of a length of stretch corresponding to 100 m of each one of five rivers containing organochlorine pesticides (Chirgua, Paito, Guacara, Ereigüe and Tucutunemo) with *Vetiveria zizanioides* (VZ) species (Figure 3). The separation between each plant will vary between 30 and 50 cm in the hydroponic cultivation within the floating bed (5,500 – 6,000 plants on the placed pipes of the hydroponic system within 100 m) as well as from 50 to 70 cm

on riverbanks (700 -1500 plants/100m in the riverbanks). This condition will constitute a novelty configuration of the pilot tests in field study on rivers. Most of the studies conducted using floating bed have been implemented in lagoons, water reservoirs or tanks in experimental scale, but null studies directly in rivers. Floating bed system will be supported by mean of a PVC (polyvinyl chloride) pipe (or even high-density polyethylene (HDPE)) where VZ will be fixed. The separation between each PVC pipe will be of a length of 10 m. Based on time series of water levels measured using an active sensor in the Chirgua river during 2014-2015, the depth of average water sheet has varied between 30 and 50 cm, in consequence, this will be the height to which the PVC pipe will be placed related to the riverbed.





**Figure 4.** Scheme of the approach for restoration of water quality of five rivers at pilot scale to be implemented in Venezuela for treating waters of rivers. Cases: Chirgua river, Paito river, Guacara river, Ereigüe river and Tucutunemo river. Source: Own elaboration.

#### 4. CONCLUSIONS

The Bolivarian Republic of Venezuela has subscribed international agreements with United Nations such as Basel, Rotterdam, and Stockholm, recognizing that persistent organic pollutants possess toxic properties, resist degradation, bioaccumulate and are transported, through air, water and migratory species, across international boundaries and deposited far from their place of release, where they accumulate in terrestrial and aquatic ecosystems. The waters of Chirgua River and Paito River are containing Plankton concentrations greater than in an order of magnitude of approximately 100 times to consider that the water can be categorized as a drinking water for human consumption. Phosphate concentrations in the zone of the outlet of the Chirgua River and Paito River basins in the Pao Cachinche water reservoir, were found around 100 times higher than the limit concentration for supporting the presence of phytoplankton microalgae (algal blooms). By comparing the thresholds of concentrations of the nutrients for freshwater-dominated systems that have been delineated for eutrophic and hipereutrophic levels with the nutrient concentrations in the five rivers, Chirgua River and Paito River contain TN and TP concentrations approximately 5 to 6 times upper to the limits for hypereutrophic level, while Guacara River and Ereigüe River have overcome the limits around 37 times the minimum limit for being categorized as hypereutrophic water bodies.

By comparing the results obtained in OCPs dissolved in water and sorbed on soils in Tucutunemo river, with recent regulation established by the USEPA in November 2023, known as Regional Screening Level (RSL) Summary considering a Target Cancer Risk  $TR=1 \times 10^{-6}$  and a Target Hazard Quotients  $THQ=1$  (USEPA, 2023), two limits were considered, the first corresponds to the screening levels (SL) to protect surface waters, and the second limit is linked to the risk based on soil screening levels (SSL) in order to protect

groundwaters, the results obtained are revealing that there is pollution in water and soils of the Tucutunemo River.

Within the framework of the integrated management of basins and water bodies, the pilot plan attempts to apply a treatment of removal of the persistent organic pollutants (POPs) in five rivers of the Carabobo and Aragua states of Venezuela as a means of transport to the receiving or storage body of water (in this case, Pao Cachinche water reservoir and Valencia Lake). The restoration of the water quality of the five rivers will consist of two bioremediations systems that will be tested to a pilot scale including, the former to two coupled bioreactors consisting of a Sequencing Batch Reactor (SBR) followed by an Upflow Anaerobic Filter separated in three phases (UAF-3SS), which will treat eutrophic waters and organochlorine pesticides in concentration upper to international regulations allowing the occurrence of mass transfer processes in the interface of wastewater and the biofilm within each bioreactor. The second bioremediation system will consist in a phytoremediation treatment supported by the application of riverbanks and by hydroponic cultivation in a combination of floating bed and wetlands within an associated river reach with a length of 100 m

#### 5. ACKNOWLEDGEMENTS

It is extended an acknowledgment to the Aragua Environmental Laboratory, Aragua State Directorate for Ecosocialism and Water, Ministry of Popular Power for Ecosocialism and Water for its contribution in the Organochlorine Pesticides determination for the city wells, and Indian Council for Cultural Relations (ICCR) – Indian Embassy-Government of India for being the sponsor for participating in the 40th IAHR World Congress.

## 6. REFERENCES

- Ansari, A. A., Singh, G. S., Lanza, G. R., & Rast, W. (Eds.). (2010). *Eutrophication: causes, consequences and control* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA), (2021). *California Human Health Screening Levels (CHHSLs)*. Department of Toxic Substance Controls, United State of America. Available at: <https://oehha.ca.gov/risk-assessment/california-human-health-screening-levels-chhsls>
- Cárdenas, S., Márquez, A., & Guevara, E. 2023. Diffusion–advection process modeling of organochlorine pesticides in rivers. *Journal of Applied Water Engineering and Research*, 11(1), 1-22. <https://doi.org/10.1080/23249676.2021.1982029>
- Cárdenas- Izaguirre, S. F., Márquez- Romance, A. M., Guevara- Pérez, E., & Pérez- Pacheco, S. A. 2022. An approach to models for transport and transformation of organochlorine pesticides in rivers. *Environmental Quality Management*, 31(3), 369-391. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tqem.21791>
- Cárdenas-Izaguirre, S. F., Márquez-Romance, A. M., & Guevara-Pérez, E. 2021. Variation analysis of organochlorine pesticides in waters and sediments from a tropical river. *Dyna*, 88(216), 203-209. <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n216.86802>
- Cárdenas, S., Marquez, A., Guevara, E., & Rey, D. 2018. Caracterización de plaguicidas organoclorados en agua y sedimentos en el río Tucutunemo, Venezuela-Characterization of organochlorated pesticides in water and sediments, Tucutunemo River, Venezuela. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 9(5), 131-169. DOI: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-05-06>. <http://revistatyc.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/1978>.
- Environmental Protection Agency (EPA). 1998. Method 8081B. Organochlorine pesticides by gas chromatography. U.S. Environmental Protection Agency.
- EPA. 2001. Health based limits for exclusion of waste-derived residues. U.S. Environmental Protection Agency. Code of Federal Regulations. 40 CFR 266, Appendix VII.
- Environmental Protection Agency (EPA), 2017. Guidelines establishing test procedures for the analysis of pollutants U.S. Code of Federal Regulations. U.S. Environmental Protection Agency. Vol. 40 CFR Ch. 1 (7-1-17 Edition), Part 136, Subchapter D-Water programs.
- Extraordinary Official Gazette of the Republic of Venezuela No. 5021, (December 18, 1995). Standards for the classification and quality control of bodies of water and liquid discharges or effluents. Decree 883. Presidency of the Republic of Venezuela.
- Freytez, E., Marquez A. Pire, M., Guevara E., Pérez S. 2019a. Design, construction and evaluation of the performance of a load reactor sequential for treatment of residual waters of teneries. *Revista Ingeniería UC*. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/707/70758484006/html/index.html>
- Freytez, E., Marquez A. Pire, M., Guevara E., Pérez S. 2019b. Operation assesment of the sequential batch reactor in tanneries effluents using suspended and granular biomass. *Energía y Sostenibilidad. DYNA*. <http://dx.doi.org/10.6036/ES9130>
- Freytez, E., Marquez A. Pire, M., Guevara E., Pérez S. 2019c. Nitrogenated substrate removal modeling in sequencing batch reactor oxie-anoxic phases. *Journal of Environmental Engineering. ASCE*, 145(10), 04019068.. <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29E.1943-7870.0001556>
- Freytez, E., Márquez, A., Pire, M., Guevara-Pérez, E., & Pérez, S. 2020. Organic and nitrogenated substrates utilization rate model validating in sequential batch reactor. *Journal of Environmental Engineering*, 146(3), 04019124. <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29E.1943-7870.0001632>
- Freytez-Boggio, E., & Márquez-Romance A.M. 2021. Modelación dinámica de los procesos de eliminación de Materia orgánica y nitrógeno de efluentes de tenería usando un reactor por carga secuencial (Dynamic modeling of organic matter and nitrogen removing processes from tannery effluents using a sequential loading reactor). Tesis doctoral. <http://riuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/8695>
- Freytez Boggio, E., Márquez Romance, A. M., Pire Sierra, M. C., Guevara Pérez, E., & Pérez Pacheco, S. A. 2022. Calibration of model for the utilization rate of organic and nitrogenated substrates by the microorganism in a sequencing batch reactor. *Environmental Quality Management*, 31(3), 355-368. <http://doi.org/10.1002/tqem.21790>
- González, E. J., Ortaz, M., Peñaherrera, C., & Matos, M. L. (2004). Fitoplancton de un embalse tropical hipereutrófico (Pao-Cachinche, Venezuela): abundancia, biomasa y producción primaria. *Interciencia*, 29(10), 548-555.
- Håkanson L, Jansson M (1983) *Principles of lake sedimentology*. Springer, Berlin, 316 p
- Håkanson L, Bryhn AC, Hytteborn JK, et al (2007) On the issue of limiting nutrient and predictions of cyanobacteria in aquatic systems. *Sci Total Environ* 379:89–108
- Hazardous Substances Data Bank (HSDB). 2001a. Aldrin. Hazardous Substances Data Bank. National Library of Medicine. National Toxicology Program, Bethesda, MD. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search>. September HSDB. 05, 2001.
- Hazardous Substances Data Bank (HSDB). 2001b. Dieldrin. Hazardous Substances Data Bank. National Library of Medicine. National Toxicology Program, Bethesda, MD. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search>. September 05, 2001
- Maldonado-Maldonado, J. I., Márquez-Romance, A. M., Guevara-Pérez, E., Pérez, S., & Rey-Lago, D. (2018b). Model development for the design of an anaerobic upflow filter separated in two and three phases. *Dyna*, 85(207), 44-53. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n207.69783><https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/69783>
- Maldonado Maldonado, J. I., Márquez Romance, A. M., Guevara Pérez, E., José Rey Lago, D., & Pérez Pacheco, S. A. 2020. Models for Design of Upflow Anaerobic Filters Separated in Two and Three Phases. *Journal of Environmental Engineering*, 146(3),

- 04020007.<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29EE.1943-7870.0001577>
- Maldonado-Maldonado J.I., Márquez-Romance, A. M., Guevara-Pérez, E., Pérez S. & Rey-Lago D. 2021. Novel hybrid models for the design of upflow anaerobic filters separated in phases. *Journal of Environmental Quality Management*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/tqem.21769>
- Márquez- Romance, A., Cárdenas- Izaguirre, S., Guevara-Pérez, E., & Pérez- Pacheco, S. 2022e. Calibration of diffusion- advection process models for organochlorine pesticides in a tropical river. *Environmental Quality Management*, 31(4), 403-424. <https://doi.org/10.1002/tqem.21827>
- Márquez- Romance, A. M., Farías- de Márquez, B. E., & Guevara- Pérez, E. 2022c. Land use and land cover change detection using satellite remote sensing techniques in a tropical basin. *Environmental Quality Management*. <https://doi.org/10.1002/tqem.21802>
- Márquez, A., Freytez, E., Maldonado, J., Guevara, E., Pérez, S., & Buroz, E. 2022b. Soil and groundwater remediation proposal for hydrocarbons in a tropical aquifer. *Journal of Applied Water Engineering and Research*, 1-30. <https://doi.org/10.1080/23249676.2022.2135624>
- Márquez- Romance, A. M., Freytez- Boggio, E., Cárdenas- Izaguirre, S. F., Maldonado- Maldonado, J. I., Guevara- Pérez, E., Pérez- Pacheco, S. A., & Buroz- Castillo, E. 2022a. An approach to remediation of a tropical aquifer contaminated with hydrocarbons. *Environmental Quality Management*, 31(4), 357-390. <https://doi.org/10.1002/tqem.21820>
- Márquez R, A. M., Maldonado M, J. I., Guevara P, E., Rey L, D. J., & Pérez P, S. A. 2021. An approach to models for the design of upflow anaerobic filters. *Journal of Applied Water Engineering and Research*, 9(2), 107-132. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23249676.2020.1831972>
- Márquez-Romance, A. M., & Estaba-Zapata, A. J. 2019b. Modeling of physical-chemical parameters of the Pao Cachinche reservoir using surface reflectance from Landsat satellite images. (Master's thesis). <http://riuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/8457>
- Márquez-Romance, A. M., & Lara-García. C. 2019c. Calibration of mathematical models of physicochemical parameters of water quality of Lake Valencia, using satellite images. (Master's thesis). <http://riuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/8460>
- Márquez, A. M., Guevara, E., & Rey, D. 2019d. Hybrid Model for Forecasting of Changes in Land Use and Land Cover Using Satellite Techniques. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 12(1), 252-273. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8605374/>
- Márquez, A. M., Guevara, E., & Rey, D. 2019e. Modeling of Physico-Chemical and Biological Parameters of Pao Cachinche Water Reservoir, Venezuela, using the Surface Reflectance from Landsat Satellite Images. *Journal of Remote Sensing GIS & Technology*, Volume 5 Issue 1. <http://matjournals.in/index.php/JORSGT/article/view/2906>
- MARN, 2003. Indicadores fisicoquímicos y bacteriológicos de los tributarios del Lago de Valencia. Mediciones y análisis de laboratorio Marzo-Abril 2003. Laboratorio de Calidad Ambiental MARNR. DEA Aragua
- MARN, 2004. Indicadores fisicoquímicos y bacteriológicos de los tributarios del lago de Valencia. Mediciones y análisis de laboratorio, Marzo 2000. MARNR. Autoridad Única de Área. Agencia de Cuenca del Lago de Valencia. Convenio MARNR-JICA.
- Mejía B., A., Uzcátegui B., G., & Coronel B., A. 2022. La problemática hídrica en la cuenca del Lago de Valencia, Venezuela. Grupo Orinoco, Caracas, Venezuela.
- Luque O., & Ceballos E. 2006. Other flotation systems for the treatment of wastewater in lagoons of communities with little economic resources. IV Intenational Conference about Vetiver. <https://www.vetiver.org/ICV4pdfs/DC22es.pdf>
- Luque O., Troung P., Morao D., & Ceballos E. 2006. Theoretical model to explain the principles involved in the treatment of wastewater by vetiver. Polar brewery-San Joaquin plant-Venezuela. IV Intentional Conference about Vetiver. <https://www.vetiver.org/ICV4pdfs/EB05es.pdf>
- Luque, O. 2012. Contribution of Development of the Vetiver System in Venezuela since 2000 to 2011, in *Vetiverim*. N° 59 ISSN 0859 – 8878. Thailand, ed. Narong Chonchalow.
- Luque O., Quintero O., & Barrera R. 2013. Vetiver for leachate control in an extended aeration biological filter (fbae). Second Latin America international conference on the vetiver system. Colombia. <https://www.vetiver.org/LAICV2F/2%20Environmental%20Protection/E3LuqueTS.pdf>
- Official Gazette of the Republic of Venezuela. February 13, 1998. Sanitary standards for drinking water quality. Decree N° 36,395. Ministry of Health and Social Assistance.
- OECD. 1982. Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. OECD, Paris
- Rodhe W. 1969. Crystallization of eutrophication concepts in northern Europe. In: *Eutrophication: causes, consequences, correctives*. National Academy of Sciences, Washington, DC, pp 50–64
- U.S. EPA. 2023. Regional Screening Level (RSL) Resident Soil to Groundwater Table (TR=1E-06, HQ=1) November 2023.
- Ruiz, Luque, O., Rodríguez O., & Alarcón, M. 2006. Development of a treatment system to remove fluoride in water using Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.)) in Guarataro, Yara cuy, Venezuela. The fourth international conference on vetiver - icv4. <https://www.vetiver.org/ICV4pdfs/BA16es.pdf>
- Scavo, M., Rodríguez, O., & Luque, O. 2004. Estudio de un sistema de tratamiento de aguas residuales complementario, con pasto vetiver (*Vetiveria zizanioides* l.), provenientes de una planta de producción de gaseosas. Villa de Cura, estado Aragua”. (Tesis de Maestría Ingeniería Agrícola, Facultad de Agronomía). Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- WHO. 2022. Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition incorporating the first addendum. Geneva, Switzerland: World Health Organization. .

## IN SITU AND EX SITU BIOREMEDIATION PROPOSAL FOR AQUIFER CONTAMINATED

Adriana MÁRQUEZ-ROMANCE<sup>1</sup>, Estefanía FREYTEZ-BOGGIO<sup>2</sup>, Julio MALDONADO-MALDONADO<sup>3</sup>,  
Samuel CÁRDENAS-IZAGUIRRE<sup>1</sup>, Edilberto GUEVARA-PÉREZ<sup>1</sup>, Sergio PÉREZ-PACHECO<sup>1</sup>, and  
Eduardo BUROZ-CASTILLO<sup>4</sup>

### ABSTRACT

The work is focused on testing a new bioremediation method in a tropical aquifer contaminated with hydrocarbons, whose contamination was caused by fuel leaks from underground tanks sited in the area of a fuel service station located in Valencia, Venezuela, sharing boundaries between residential and industrial uses. *Ex situ* remediation proposal will be developed to laboratory scale. For soil treatment, two coupled bioreactors are proposed consisting of a Soil-Slurry Sequencing Batch Reactor (SS-SBR) and Upflow Anaerobic Filter separated in three phases (UAF-3SS), which will treat soils containing hydrocarbons sorbed in concentration upper to international regulations allowing the occurrence of mass transfer processes to the air (volatilization) present in soil empty spaces in the vadose zone and groundwater (sorption-desorption) in the saturated zone. For groundwater treatment, bioreactors involve SBR-UAF-3SS. Each bioreactor was experimentally tested, demonstrating satisfactory performance in Chemical Oxygen Demand (COD) removal from industrial wastewater containing inhibitory substances (46-98%). *In-situ* remediation proposal will be tested in pilot scale in the subsoil within fuel service station in order to compare the kinetic coefficients of indigenous microbial performance with *ex situ* bioremediation treatment, by implementing air sparging system in the saturated zone and soil vapor extraction system in the unsaturated zone. Both systems will be installed in two soil cross sections comprising fifteen monitoring wells where the highest Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylenes (mixed) and Total Petroleum Hydrocarbons concentrations were determined in strata comprising the interface between the saturated and unsaturated zones at depths between 3 and 8 m below ground surface.

### RESUMEN

#### *Propuesta de Biorremediación In Situ y Ex Situ para Acuífero Contaminado*

El trabajo se enfoca en probar un nuevo método de biorremediación en un acuífero tropical contaminado con hidrocarburos, cuya contaminación fue causada por fugas de combustible de tanques subterráneos ubicados en el área de una estación de servicio de combustible ubicada en Valencia, Venezuela, compartiendo límites entre usos residenciales e industriales. La propuesta de remediación *ex situ* se desarrollará a escala de laboratorio. Para el tratamiento de suelos se proponen dos biorreactores acoplados formados por un Reactor Secuencial por Lotes Suelo-Lodo (SS-SBR) y un Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente separado en tres fases (UAF-3SS), que tratarán suelos que contengan hidrocarburos adsorbidos en concentraciones superiores a las normativas internacionales, permitiendo la ocurrencia de procesos de transferencia de masa al aire (volatilización) presente en los espacios vacíos del suelo en la zona vadosa y de las aguas subterráneas (sorción-desorción) en la zona saturada. Para el tratamiento de aguas subterráneas, los biorreactores involucran SBR-UAF-3SS. Cada biorreactor fue probado experimentalmente, demostrando un desempeño satisfactorio en la eliminación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de aguas residuales industriales que contienen sustancias inhibitorias (46-98%). La propuesta de remediación *in situ* se probará a escala piloto en el subsuelo dentro de la estación de servicio de combustible para comparar los coeficientes cinéticos del desempeño microbiano autóctono con el tratamiento de biorremediación *ex situ*, implementando un sistema de aspersión de aire en la zona saturada y un sistema de extracción de vapor del suelo en la zona no saturada. Ambos sistemas se instalarán en dos secciones transversales de suelo que comprenden quince pozos de monitoreo donde se determinaron las concentraciones más altas de Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (mixtos) e

<sup>1</sup> Center for Hydrological and Environmental Research, University of Carabobo, Naguanagua, Venezuela. Correo-e: ammarquez@uc.edu.ve, eguevara@uc.edu.ve, sfcardenas@uc.edu.ve, sperez@uc.edu.ve

<sup>2</sup> Agroindustrial Engineering Program, Lisandro Alvarado Central-Western University, Barquisimeto, Venezuela. Correo-e: estefaniafreytez@gmail.com

<sup>3</sup> Environmental Research Group: Water, Air and Soils, University of Pamplona, Pamplona, Colombia. Correo-e: jimaldonadom@hotmail.com

<sup>4</sup> Andres Bello Catholic University, Postgraduate Program in Environmental Engineering, National Academy of Engineering and Habitat, Venezuela. Correo-e: eduardo.buroz@gmail.com

Hidrocarburos Totales de Petróleo en estratos que comprenden la interfase entre las zonas saturada y no saturada a profundidades entre 3 y 8 m bajo la superficie del suelo.

**Keywords:** *ex situ* bioremediation; *in situ* bioremediation; upflow anaerobic filter separate in three-phases; sequential batch reactor; slurry sequential batch reactor; air sparging; soil vapor extraction.

**Palabras clave:** biorremediación *ex situ*; biorremediación *in situ*; filtro anaeróbico de flujo ascendente separado en tres fases; reactor discontinuo secuencial; reactor por lotes secuencial de suspensión; aspersión de aire; extracción de vapor del suelo.

## 1. INTRODUCTION

The wide majority of spills are related to petroleum derivatives, volatile solvents or polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs), a smaller percentage of contaminated sites is due to polychlorinated biphenyl pesticides, and other special compounds (Álvarez & Guevara, 2003; Márquez *et al.*, 2019a, 2022a,b, 2023).

Many petroleum products contain aliphatic, alicyclic, aromatic, and heterocyclic hydrocarbons, which together constitute the largest group of hazardous wastes that commonly contaminate aquifers. The gasoline that represents the largest volume of fuel storage is not a simple mixture, but a complex combination of hydrocarbons and other additives. The seven predominant chemicals in gasoline are: isopentane, p-xylene, p-propylbenzene, 2,3-dimethylbutane, n-butane, and toluene, making up more than 50 % of the blends. However, the most important component of gasoline from an environmental point of view, is benzene given its high mobility and carcinogenic potential. Because of this, the permissible concentration of benzene in drinking water (5 mg/L) is much lower than those of other toxic substances soluble in gasoline, and the presence and concentration of benzene is generally the factor that determines the degree of bioremediation required to clean places contaminated with fuel spills (Wilson *et al.*, 1993; Álvarez & Guevara, 2003).

The bioremediation involves the use of microorganisms to degrade hazardous organic constituents to harmless substances, such as carbon dioxide and water (Wilson *et al.*, 1993). The bioremediation can be carried out *ex situ* or *in situ*, depending on several factors including, but not limited to, cost, site characteristics, type and concentration of pollutants (Azubuike *et al.*, 2016). *Ex-situ* and *in-situ* techniques offer specific benefits and costs. Despite the high cost, *ex situ* treatment usually demands less time to reach efficient contaminant cleanup, is easily controlled, and achieves greater uniformity.

In this study, it is designed a proposal for soil and groundwater remediation contaminated with hydrocarbons in an aquifer of tropical country. Since 2007, the community of the Guacamaya sector, Valencia Municipality, Carabobo State, Venezuela, residing near the fuel service station known as "El Prado", has publicly communicated on several occasions to the authorities (Carabobo State Fire Department, Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) Company, Ministry of Energy and Petroleum, Ministry of Environment) their annoyances due to

the strong fuel odors in the stormwater drainage channels, as well as the presence of free product in wells developed for human consumption. From 2007 to 2017, the authorities conducted audits of fuel consumption and tank tightness tests at the "El Prado" fuel service station, as well as measurements of hydrocarbons in rainwater channels and wells for human consumption located in the urban developments near the fuel service station, finding evidence that led to the indefinite suspension of the provision of fuel services at the mentioned station.

During 2017, the PDVSA Company carried out a study to determine concentrations of hydrocarbons in soils and groundwater at the "El Prado" fuel service station. For 2018, the Center for Hydrological and Environmental Research of the University of Carabobo (CIHAM-UC, in Spanish), developed a field work within the framework of support for master's and doctorate studies of the UC Engineering postgraduate programs, focused in the environment area. The characterization of hydrocarbons from PDVSA's study was complemented by collecting and analyzing water samples in the residential and industrial areas close to fuel service station, leading to make a proposal for the remediation of soils and groundwater with the purpose to contribute to the cleaning up the pollution source.

The proposal is made configuring two coupled reactors in an arrangement integrated by two bioreactors, SS-SBR followed by a UAF-3SS, which have been experimentally tested to treat industrial wastewater (Freytez *et al.*, 2019a,b,c, 2020, 2022, 2023, 2024, Freytez & Márquez, 2021) and landfill leachates (Maldonado *et al.*, 2018a,b,2019; Márquez *et al.*, 2021), respectively. For the groundwater treatment, the SS-SBR might operate as the traditional SBR. The study purposes are: 1) characterization of hydrocarbons associated to BTEX and TPHs in soil and groundwater due to the leak of underground tanks in a fuel service station located in a zone that possess industrial and residential uses in Carabobo state Venezuela. 2) design of a remediation proposal for hydrocarbons detected in soil and groundwater to concentrations that might cause high risk for human health.

## 2. STUDY AREA

The study area is a fuel service station called "El Prado", which poses a total of 10 underground tanks for gasoline (five tanks for 91-octane gasoline and five tanks for 95-octane gasoline) and three underground tanks for diesel. Each tank



with a storage capacity of 35,000 L. The fuel service station is located on the Valencia-Campo Carabobo highway in an area that shares residential and industrial uses within the Guacamaya river basin (211 km<sup>2</sup>), Municipality of Valencia, Carabobo State, at the northern region of Venezuela (Figure 1a). The coordinates of the area in the fuel service station encompass N 9°1'00" and N 9°1'30", W 68°1'0" and W 68°2'30" (Figure 1a). The Guacamaya river basin transports surface and groundwaters to the Valencia Lake, a natural water reservoir in the boundary between the Carabobo and Aragua States (Figure 1b). The land use and land cover (LULC) in the Guacamaya river basin are classified in industrial (27 km<sup>2</sup>, 13 %), residential (36 km<sup>2</sup>, 17 %), degraded soil (20 km<sup>2</sup>, 9 %), agricultural (86 km<sup>2</sup>, 41 %), and vegetation (31 km<sup>2</sup>, 15 %) and water bodies (12 km<sup>2</sup>, 10%) (Figure 1) (Márquez *et al.*, 2019b, 2022be).

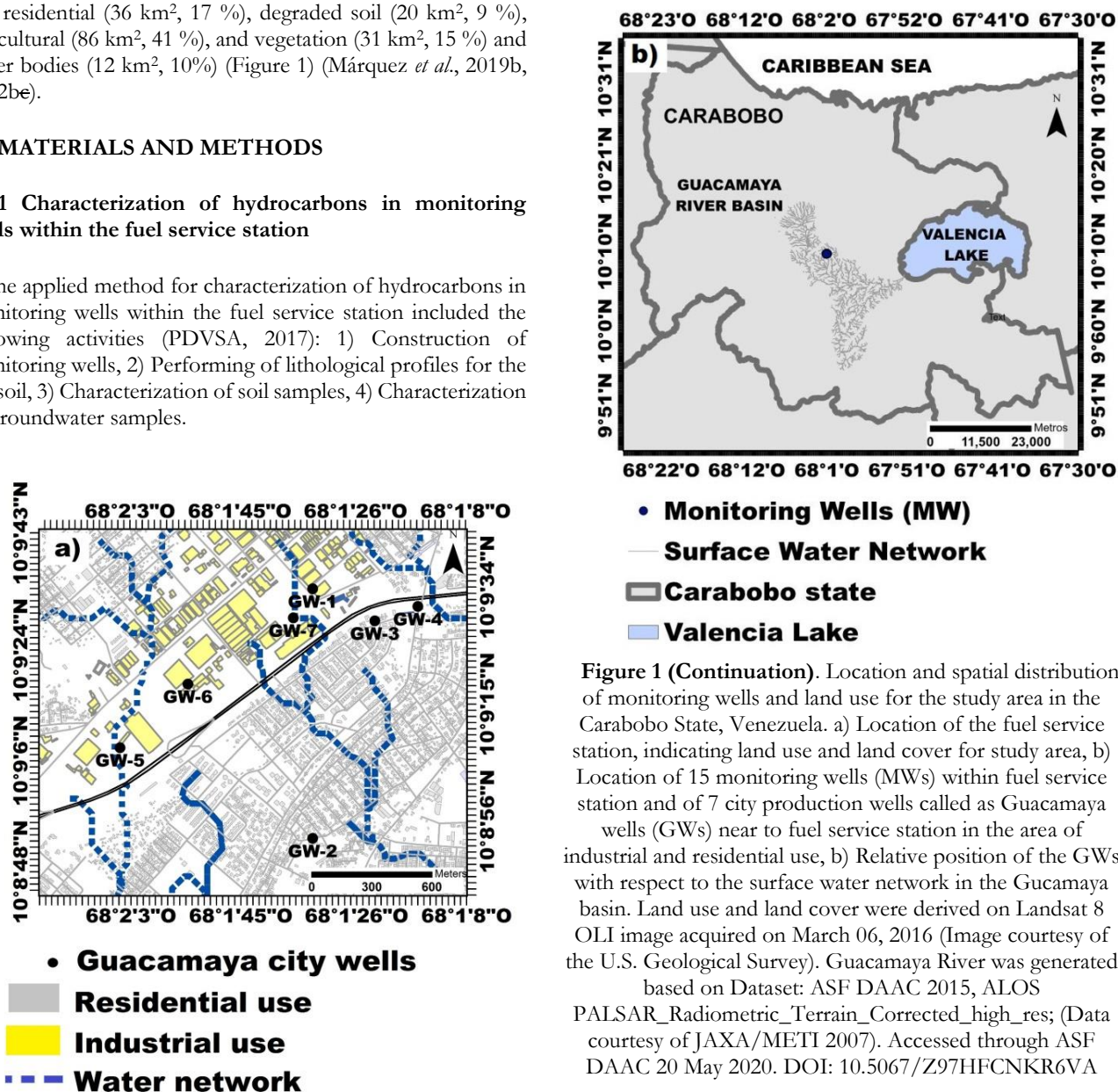
### 3 MATERIALS AND METHODS

#### 3.1 Characterization of hydrocarbons in monitoring wells within the fuel service station

The applied method for characterization of hydrocarbons in monitoring wells within the fuel service station included the following activities (PDVSA, 2017): 1) Construction of monitoring wells, 2) Performing of lithological profiles for the subsoil, 3) Characterization of soil samples, 4) Characterization of groundwater samples.

city production wells called as Guacamaya wells (GWs) near to fuel service station in the area of industrial and residential use, b) Relative position of the GWs with respect to the surface water network in the Guacamaya basin. Land use and land cover were derived on Landsat 8 OLI image acquired on

March 06, 2016 (Image courtesy of the U.S. Geological Survey). Guacamaya River was generated based on Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR\_Radiometric\_Terrain\_Corrected\_high\_res; (Data courtesy of JAXA/METI 2007). Accessed through ASF DAAC 20 May 2020. DOI: 10.5067/Z97HFCNKR6VA



**Figure 1.** Location and spatial distribution of monitoring wells and land use for the study area in the Carabobo State, Venezuela. a) Location of the fuel service station, indicating land use and land cover for study area, b) Location of 15 monitoring wells (MWs) within fuel service station and of 7

**Figure 1 (Continuation).** Location and spatial distribution of monitoring wells and land use for the study area in the Carabobo State, Venezuela. a) Location of the fuel service station, indicating land use and land cover for study area, b) Location of 15 monitoring wells (MWs) within fuel service station and of 7 city production wells called as Guacamaya wells (GWs) near to fuel service station in the area of industrial and residential use, b) Relative position of the GWs with respect to the surface water network in the Guacamaya basin. Land use and land cover were derived on Landsat 8 OLI image acquired on March 06, 2016 (Image courtesy of the U.S. Geological Survey). Guacamaya River was generated based on Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR\_Radiometric\_Terrain\_Corrected\_high\_res; (Data courtesy of JAXA/METI 2007). Accessed through ASF DAAC 20 May 2020. DOI: 10.5067/Z97HFCNKR6VA

#### 3.1.1 Construction of monitoring wells

Fifteen monitoring wells (MWs) were constructed using polyvinyl chloride (PVC) pipe with a diameter of 2 inches



(0.051 m) during the period from April 18 to May 17, 2017. The procedure for the drilling of the monitoring wells was made following the methodology described in ASTM Standard D 5092, (2004). Once the area was cleared, the 6-inch drilling began, using a self-propelled system known as the Hollow Stem Auger. Drilling continued until the required depth was reached after the water table.

### 3.1.2 Characterization of soil samples

The soil samples selected for their highest Volatile Organic Compounds (VOC) concentration, or the sample taken deeper before reaching the water table, were stored in glass containers, which were provided by the Laboratory of Hazardous Materials and Waste of Simón Bolívar University (SBU), registered in the Ministry of the Environment under No. 01-034. The soil samples were sent to the laboratory with the proper custody chain, keeping them in a plastic box with a cold water/ice mixture to temperature at 4 °C. Each soil sample was analyzed to following the procedure established in USEPA-SW86, (2016) to determine BTEX (SW846-5021A/8015C), MTBE (SW846-5021A/8015C), Lead (SW846-5021A/8015C), TPH (USEPA-1664A), TPH-GRO (SW846-5021A/8015C), TPH-DRO (SW846-3546/8015C), and TPH-ORO (SW846-3546/8015C).

### 3.1.3 Characterization of groundwater samples

The collection of the water samples was carried out after cleaning and developing the monitoring wells. The collection of groundwater samples was carried out according to the guidelines of the ASTM Standard D4448-85a, (1992). Each groundwater sample was analyzed to following the procedure established in USEPA-SW86-3546/8015C, (2016) to determine BTEX, MTBE, Lead (SW846-3051A/8015C), TPH, TPH-GRO, TPH-DRO, and TPH-ORO.

## 3.2 Characterization of hydrocarbons in city production wells

### 3.2.1 Collection of water samples in field work

The collection of water samples was carried out according to the guidelines of the ASTM Standard D4448-85a, (1992) from May 27 to June 2, 2017 (Márquez & Rodríguez, 2018), as part of the authorities in charge of establishing mitigation measures in accordance with environmental regulations in a network of city production wells called as Guacamaya wells (GWs). The GWs network was composed by seven wells, whose pumping flow has residential and industrial uses (Figure 1c), whose identification is described as GW-1 (Fuel service station), GW-2 (Santa Ana School), GW-3 (Salas-Moreno Family), GW-4 (Los Caobos Butcher Shop), GW-5 (ENCAVA company), GW-6 (CABEL Company) and GW-7 (Cerámica Carabobo Company). The criteria for selecting the monitoring stations in city production wells were based on surface water network analysis and land use (Figure 1a). At the site, there are stormwater drainage channels in where VOCs and hydrocarbons were detected in high concentrations on several

occasions by different authorities during the period. 2007-2016 (PDVSA, 2017). In addition, water table measurements were made using an interface probe (SEBA-Hydrometrie model).

### 3.2.2 Water samples analysis

The water samples collected from GWs for the determination of hydrocarbons were processed in the Hidrolab Toro CA Laboratory (Márquez & Rodríguez, 2018), authorized under number 02-038 by the Ministry of Ecosocialism and Water for analysis of liquid spills, collection, characterization and analysis of samples of hazardous materials and wastes. The hydrocarbons analyzed corresponded to BTX (APHA-AWWA-WPCF-WEF 6200C, 2012) and TPH-GRO (USEPA Standard 556.1, 1999).

## 3.3 Design and modeling the removal of organic compounds in an SBR

The SBR experimental designs (EDs) to be applied for removing hydrocarbons using SBR will be based on an experience testing SBR for treating tannery wastewater advised by Center for Hydrological and Environmental Research at the University of Carabobo (Freytez *et al.*, 2019a,b,c,2020, 2022, 2023, 2024; Freytez & Márquez, 2021).

### 3.3.1 SBR design

The SBR experimental design operated with granular biomass and suspended biomass extracted from biological reactors of activated sludge operating for tannery. The establishment of a population of microorganisms able to develop their metabolic processes was achieved despite to the influence of the inhibitory and recalcitrant substances, achieving removals of total COD of 57.90% and 76.80% for soluble CODs (Freytez *et al.*, 2019a,b,c,2020, 2022; Freytez & Márquez, 2021).

### Experimental design

Two experimental designs were developed with factorial arrangements of 2<sup>2</sup> and 3x4 (Freytez *et al.*, 2019a,b,c,2020, 2022; Freytez & Márquez, 2021). The first experimental design (ED-1) involved two experimental factors; each one was configured in two levels, the cycle duration (6 and 24 h) and the aeration sequence (oxic and anaerobic-oxic) (Table 1). For ED-1, SBR operated with the granular biomass. Four treatments were associated to the ED-1, Treatment 1 (T1) (granular biomass, cycle duration of 24 h and oxic sequence). Treatment 2 (T2) (granular biomass, cycle duration of 6 h and oxic sequence). Treatment 3 (T3) (granular biomass, cycle duration of 24 h and anaerobic-oxic sequence). Treatment 4 (T4) (granular biomass, cycle duration of 6 h, anaerobic-oxic sequence). The second experimental design (ED-2) comprised two factors fitted in three and four levels, the filling time (rapid, slow and by stage) and the aeration sequences (anoxic I, oxic, anoxic II (CND: Conventional Nitrification-Denitrification) and anoxic II (SDN: Simultaneous Nitrification-Denitrification), respectively (Table 2). For ED-2, SBR

operated with suspended biomass and cycle duration of 12 h. Treatment 5 included as a factors to the suspended biomass, cycle duration of 12 h, and Anoxic I-Oxic-Anoxic II sequence

(Freytez *et al.*, 2019a,b,c,2020, 2021, 2022, 2023, 2024; Freytez & Márquez, 2021).

**Table 1.** Experimental design N° 1 for the evaluation of the performance of the SBR reactor operating with granular biomass, different cycle durations and aeration sequences. Source: Freytez et al., 2019a,b,c.

| Type                          | Description                  | Levels | Specification                |
|-------------------------------|------------------------------|--------|------------------------------|
| Experimental Factor N° 1      | Aeration sequence            | 2      | Oxic<br>Anaerobic-Oxic       |
| Experimental Factor N° 2      | Cycle duration               | 2      | 6 h<br>24 h                  |
| Variables of Responses        | Number of response variables | 2      | COD influent<br>COD effluent |
| Factorial Experimental Design |                              |        | 4 treatments                 |

**Table 2.** Experimental arrangement for the evaluation of the performance of the SBR reactor operating with suspended biomass, different filling characteristics, and cycle duration of 12 hours. Source: Freytez et al., 2019a,b,c.

| Experimental Factor           | Levels | Specification  |
|-------------------------------|--------|--|
| Phases of aeration sequence   | 4      | anoxic I (predesnitrification), Oxic, Anoxic II (CNDC),<br>Anoxic II (SND) |
| Filling time                  | 3      | Rapid, slow, for stages  |
| Variables of responses        | 2      | COD influent<br>COD effluent   |
| Factorial experimental design |        | 3x4 = 12 treatments  |

### Evaluation of the SBR performance

For ED-1 (T1 to T4), the SBR performance for COD removal was increased from 28.6 to 40% as the cycle duration was increased from 6 h to 24 h within the SBR operating. For ED-2 (T5a to T5f), COD removal had small variations obtaining a mean value of 48.31 % (Freytez *et al.*, 2019a,b,c,2020, 2022, 2023, 2024; Freytez & Márquez, 2021).

#### 3.3.2 Kinetic modeling of organic substrate removal in SBR

The kinetic model for the organic substrate removal in SBR is represented by the utilization rate of the substrate ( $r_{su}$ ) by microorganisms (Equation 1), which has been defined from the modified Monod equation, where  $r_{s,m}$ , is the substrate utilization maximum rate of the microorganism mass, volume<sup>-1</sup> time<sup>-1</sup>,  $K_s$  the saturation/inhibition coefficient at half the maximum growth rate, mass volume<sup>-1</sup>,  $S$  the substrate concentration that limits growth, mass volume<sup>-1</sup>, substrate concentration  $S$  mass per unit volume (Freytez *et al.*, 2019c, 2024):

$$r_{su} = \frac{dS}{dt} = \frac{r_{s,m}S}{(S + K_s)} \quad (1)$$

The kinetic coefficients of Equation 1 for the utilization rate of organic substrates in the SBR for the ED-1 and ED-2 can be found in Freytez *et al.*, (2019c, 2024).

### 3.4. Design and modeling the removal of organic compounds in an UAF-2SS and UAF-3SS

The UAF-3SS experimental design (ED) to be applied for removing hydrocarbons using UAF-3SS will be based on an experience testing UAF in multiple separated stages (UAF-MSS) (UAF-2SS and UAF-3SS) for treating tannery wastewater advised by Center for Hydrological and Environmental Research at the University of Carabobo (Maldonado *et al.*, 2018a,b, 2020, 2022, 2023, 2024, Forthcoming; Márquez *et al.*, 2021)

#### 3.4.1 UAF Design

The UAF-2SS and UAF-3SS experimental designs were carried out involving (Maldonado *et al.*, 2018a,b, 2020, 2022, 2023, 2024, Forthcoming; Márquez *et al.*, 2021; Márquez *et al.*, 2021):: a) separation into two and three sequential phases of the plastic containers in the flow direction; being the total useful volume in each reactor is 3.80 L and hydraulic retention time (HRT) in UAF-2SS and UAF-3SS of  $18 \pm 0.5$  h and  $16 \pm 0.5$  hours, respectively. b) Selection of the support medium;

which implied to include plastic cylinders of diameter  $\varnothing = 1/2$  " (0.0127 m), longitude  $l = 0.01$  m (+/- 0.002) with a specific area of  $476.35 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . Six samples were collected from leachates produced in the "El Guayabal" sanitary landfill, Cucuta Municipality, Colombia. The water samples were analyzed following the methodology presented in the standard methods (APHA-AWWA-WPCF-WEF, 2012). The most significant chemical parameters were the organic matter expressed as (Maldonado *et al.*, 2020): COD (6440 and 12000 mg/L), BOD<sub>5</sub> (2200 and 4500 mg/L), heavy metals (Lead (0.59 mg/L), Total Chromium (0.76 mg/L), and Zinc (0.58 mg/L)), metal halides (Chloride (2147.86 mg/L)), fats and oils (8 mg/L). The biomass acclimatization was achieved by supplying a previously formed biofilm with a volumetric mixture of domestic wastewater and leachates, reducing the domestic wastewater volume by 5% every 24 hours until applying only leachates. The previously established COD concentrations for each of the three series of UAF-2SS and UAF-3SS reactors were increased, Series 1-low: 1700 mg / L; Series 2 -medium: 2600 mg / L and Series 3 - high: 3500 mg / L.

### Experimental design

Two experimental designs (EDs) were developed following a factorial arrangement of  $3^3$  (Table 3). Three experimental factors (temperature, volumetric organic load and volume distribution within phases) were configured in three levels. Phases 1 and 2 maintained the same volumetric ratios considered in the UAF-2SS reactor (20/80%; 50/50% and 20/80%); where the sum of the depths of the two phases was equal to the total depth (D) = 1.20 m.. Phase 3 of all the UAF-3SS reactors was equal to the optimal Phase 2 of the UAF-2SS reactor. Phases 1, 2 and 3 of the UAF-3SS reactors had variable percentage volumes (Phase 1 / Phase 2 / Phase 3 of: 4%/16%/80%; 10%/10%/80 % and 16%/4%/80% of the total volume of the reactors), where the sum of the depths of the three phases is equal to the total depth (D) = 1.20 m stages (Maldonado 2018a,b,2020, 2022, 2023, 2024, Forthcoming; Márquez *et al.*, 2021θ).

**Table 3.** Experimental design for UAF-MSS reactor. Source: (Maldonado *et al.*, 2018a,b, 2020, 2022, 2023, 2024, Forthcoming; Márquez *et al.*, 2021; Márquez *et al.*, 2021)

| Type                          | Description                              | Levels |
|-------------------------------|--|--------|
| Experimental factor N° 1      | Volumetric organic load                  | 3      |
| Experimental factor N°2       | Temperature                              | 3      |
| Experimental factor N° 3      | Ratio of volumetric percentage of phases | 3      |
| Response variable             | Efficiency of organic matter removal     | 1      |
| Factorial experimental design |  | $3^3$  |

### Evaluation of the UAF-2SS and UAF-3SS performance

The UAF-2SS and UAF-3SS performance in the COD removal as a result of applying 27 experimental treatments according to ED-1 and ED-2, was increased in the order of twice from UAF-2SS to UAF-3SS, indicating that there was a significant influence on UAF performance due to increase of separate phases within the biofilter. The strategy of increasing the phases could dilute the concentration of toxic compounds, such as heavy metals or metal halides to sub-inhibitory levels of microbial metabolism, improving the removal of organic compounds by UAF-3SS compared to UAF-2SS stages (Maldonado 2018a,b, 2020, 2022, 2023, 2024, Forthcoming; Márquez *et al.*, 2021).

### 3.4.2 Kinetic modeling of organic substrate removal in UAF-2SS and UAF-3SS

For the kinetic modeling of organic substrate removal in UAF-2SS and UAF-3SS, the processes involved depend on the movement velocity of fluid (diffusive) and the activity of COD biochemical transformation carried out by the microorganisms. The proposed model was coupled encompassing the equations for biochemical transformation and the processes on molecular diffusion as it is shown for UAF-2SS and UAF-3SS, in the Equations 2 and 3 respectively stages (Maldonado 2018a,b,2020; Márquez *et al.*, 2020):

$$(S_{COD_e}/S_{COD_i})(x, t) = \exp\left[-k_{ep}(A)^{T-20}\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^p (VOL)^{-n}\right] + \frac{1}{\sqrt{4\pi D_{MH}t}} \exp\left(\frac{-x^2}{4D_{MH}t}\right) \quad (2)$$

$$(S_{COD_e}/S_{COD_i})(x, t) = \exp\left[-k_{ep}(A)^{T-20}\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^p \left(\frac{D_2}{D_3}\right)^q (VOL)^{-n}\right] + \frac{1}{\sqrt{4\pi D_{MH}t}} \exp\left(\frac{-x^2}{4D_{MH}t}\right) \quad (3)$$

Where  $k_{ep}$  is the extracellular processes kinetic coefficient,  $T$  temperature in °C,  $(D_1/D_2)$  ratio of depths in UAF-2SS,  $(D_2/D_3)$  ratio of depths in UAF-3SS,  $VOL$  volumetric organic

load in  $\text{kg}/\text{m}^3\text{-d}$ ,  $x$  effective depth in direction  $x$  within the biofilm in cm,  $D_{MH}$  horizontal molecular diffusion in  $\text{cm}^2/\text{day}$ ,  $t$  the  $HRT$  in days. The parameters of transport and

transformation models of substrates proposed for the design of UAF-2SS and UAF-3SS reactors considering a horizontal diffusion of substrate within the biofilm of the biofilter. can be found in Márquez *et al.*, (20214).

#### 4. RESULTS OF THE CHARACTERIZATION OF HYDROCARBONS ACCORDING TO THE PDVSA'S STUDY

##### 4.1.1 Characterization of soil and groundwater during the construction of the monitoring wells

###### *Lithological profiles for the subsoil*

The lithological profiles of fifteen MWs (Figure 1b) are shown in Figure 2. The fifteen soil profiles contain alternate strata composed of sand and clay for a depth varying between 8 to 20 meters below ground surface (mbgs). The soil profiles

located within the fuel service station area gave similar alternate sequences of sand and clay (MW-1, MW-5, MW-6, MW-8, MW-9, MW-10, MW-11, M-12 and MW-14), existing connectivity in the strata between this sample of soil profiles (Figure 3).

###### *Water table and free product thicknesses in the monitoring wells*

The water table was found to 6 mbgs for most of the soil profiles (Figure 2), excepting the soil profiles MW-8, MW-12 and MW-13 (Figure 3), where the water table was measured between 15 and 19.5 mbgs. During the water level measurements, the presence of free supernatant product was not detected in any of the monitoring wells built, only the presence of a film associated with hydrocarbon was observed in the MW-6 and MW-14 wells.

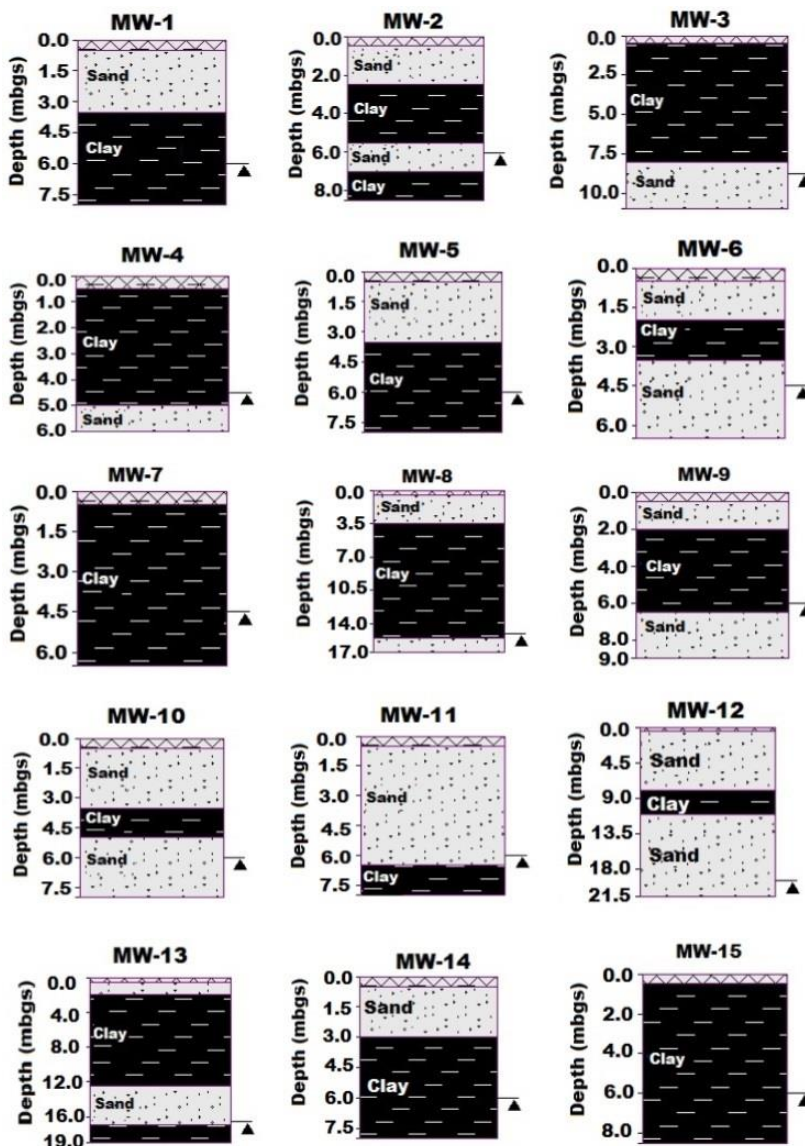
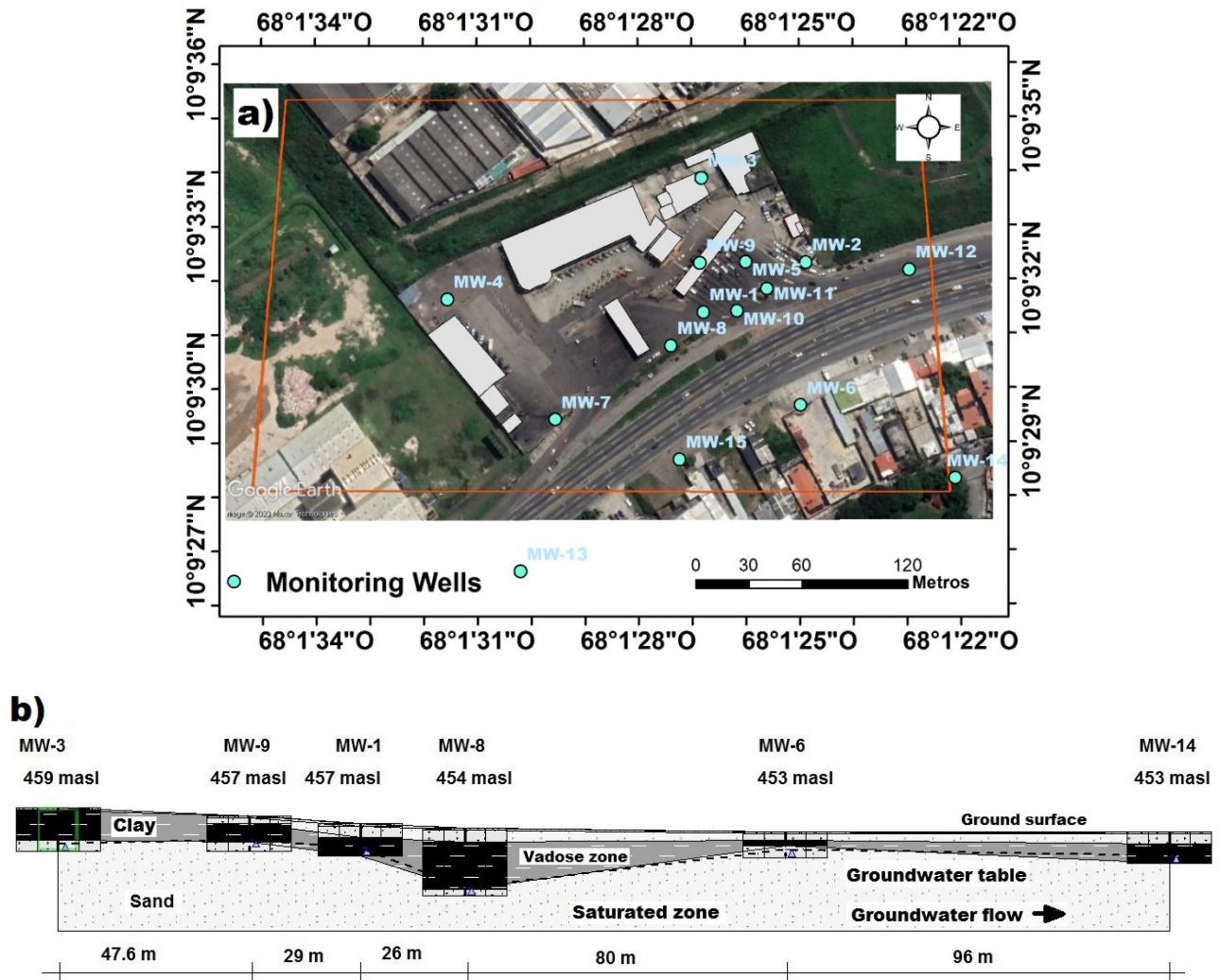


Figure 2. Lithological profiles from 15 monitoring wells (MW) in the subsoil of “El Prado” fuel service station, Carabobo State, Venezuela



**Figure 3.** Cross-section composed by MWs within the El Prado fuel service station, Carabobo State, Venezuela. a) Location of monitoring wells within fuel service station, b) soil cross section through monitoring wells. Source: adapted from Márquez *et al.*, 2022a, 2023.

#### 4.1.2 Characterization of soil samples

Figure 4 shows spatial distributions obtained from the characterization of the soil samples taken from the strata where the reading of VOCs took the highest values within 15 analyzed soil profiles. In EPA, (November, 2023) regulation on Regional Screening Level (RSL) for Resident Soil with target cancer risk (TR) of  $1 \times 10^{-6}$  and target hazard quotients (THQ) of 0.1, the hydrocarbon limits to prevent groundwater transport present the following thresholds (Table 4), TPH-GRO (C6-C10) (Aliphatic low) of 0.8 mg/kg, TPH-DRO (C10-C12) or TPH-DRO (C10-C16) (Aliphatic medium) of 0.15 mg/kg and TPH-ORO (C16-C35) (Aliphatic high) of 240 mg/kg. These limits are lower than the values observed in the

Figure 4 (TPH), Figure 4b-4c (TPHs-DRO) and Figure 4c (TPH-ORO). With respect to IDEM, (2009) and MAVDT, (2007), TPH measured in MW-3 (Figure 4a), resulted more than 15 times up to TPH-DRO/GRO/ORO in these environmental legislations (Table 4). The upper limits for TPHs involving TPH-GRO sorbed on soils is of 25 mg/kg and TPH-DRO/ORO is of 790 mg/kg for a surface migration to groundwater in a residential area. For El Prado gas station, TPH-GRO/DRO/ORO resulted upper than the limits fixed by U.S.EPA, (2023) regulation (Table 4). Specifically, TPH-GRO took values determined from soil samples extracted from MW-5 and MW-6 (Figure 4), being up to USEPA, (2023), MAVDT, (2007) and IDEM, (2009).

**Table 4.** International limits of soil screening level (SSL) to prevent migration of hydrocarbons and additives in residential soil to groundwater. Source: own elaboration

| Analyte                           | U.S.EPA,<br>(2023)  | U.S.EPA,<br>(2023)   | OEHHA,(2021)                 | MAVDT,(2007)                 | IDEM,(2009)                  |
|-----------------------------------|---|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                   | Risk-<br>based<br>SSL<br>(mg/kg)<br>TR=1x10 <sup>-6</sup><br>HQ=0.1 | MCL-<br>based<br>SSL<br>(mg/kg)<br>TR=1x10 <sup>-6</sup><br>HQ=0.1 | Risk-based<br>SSL<br>(mg/kg) | Risk-based<br>SSL<br>(mg/kg) | Risk-based<br>SSL<br>(mg/kg) |
| TPH-GRO<br>(Aliphatic Low)        | 8.8x10 <sup>-1</sup>  | -  |                              | 2.5 x10 <sup>1</sup>         | 2.5 x10 <sup>1</sup>         |
| TPH-DRO (Aliphatic<br>Medium)     | 1.5x10 <sup>-1</sup>  | -  |                              | 7.9 x10 <sup>2</sup>         | 7.9 x10 <sup>2</sup>         |
| TPH-ORO<br>(Aliphatic High)       | 2.4x10 <sup>2</sup>   | -  |                              | 7.9 x10 <sup>2</sup>         | 2.3x10 <sup>2</sup>          |
| Benzene                           | 2.3 x10 <sup>-4</sup>   | 2.6 x10 <sup>-3</sup>  |                              | 3.4 x10 <sup>-2</sup>        | 3.4 x10 <sup>-2</sup>        |
| Toluene                           | 7.6x10 <sup>-2</sup>  | 6.9 x10 <sup>-1</sup>  |                              | 1.2 x10 <sup>1</sup>         | 1.2 x10 <sup>1</sup>         |
| Ethylbenzene                      | 1.7x10 <sup>-3</sup>  | 7.9 x10 <sup>-1</sup>  |                              | 1.3 x10 <sup>1</sup>         | 1.3 x10 <sup>1</sup>         |
| Xylene, o                         | 1.9x10 <sup>-2</sup>  |  |                              |                              |                              |
| Xylene, m                         | 1.9x10 <sup>-2</sup>  |  |                              |                              |                              |
| Xylene, p                         | 1.9x10 <sup>-2</sup>  |  |                              |                              |                              |
| Xylene (mixed) Total              |   |  |                              | 2.1x10 <sup>2</sup>          | 2.1x10 <sup>2</sup>          |
| Methyl tert-Butyl<br>Ether (MTBE) | 3.2x10 <sup>-3</sup>  | -  |                              |                              | 1.8x10 <sup>-1</sup>         |
| Lead and its<br>compounds         | 7.5x10 <sup>-5</sup>  | 1.4 x10 <sup>1</sup>   | 8.0x10 <sup>1</sup>          | 3.0 x10 <sup>1</sup>         | 8.1x10 <sup>1</sup>          |

U.S. EPA: United State Environmental Protection Agency, California-OEHHA: California Office of Environmental Health Hazard Assessment. MAVDT: Ministry of Environment, Housing and Territorial Development. IDEM: Indiana Department of Environmental Department. TR: target cancer risk, THQ: target hazard quotients



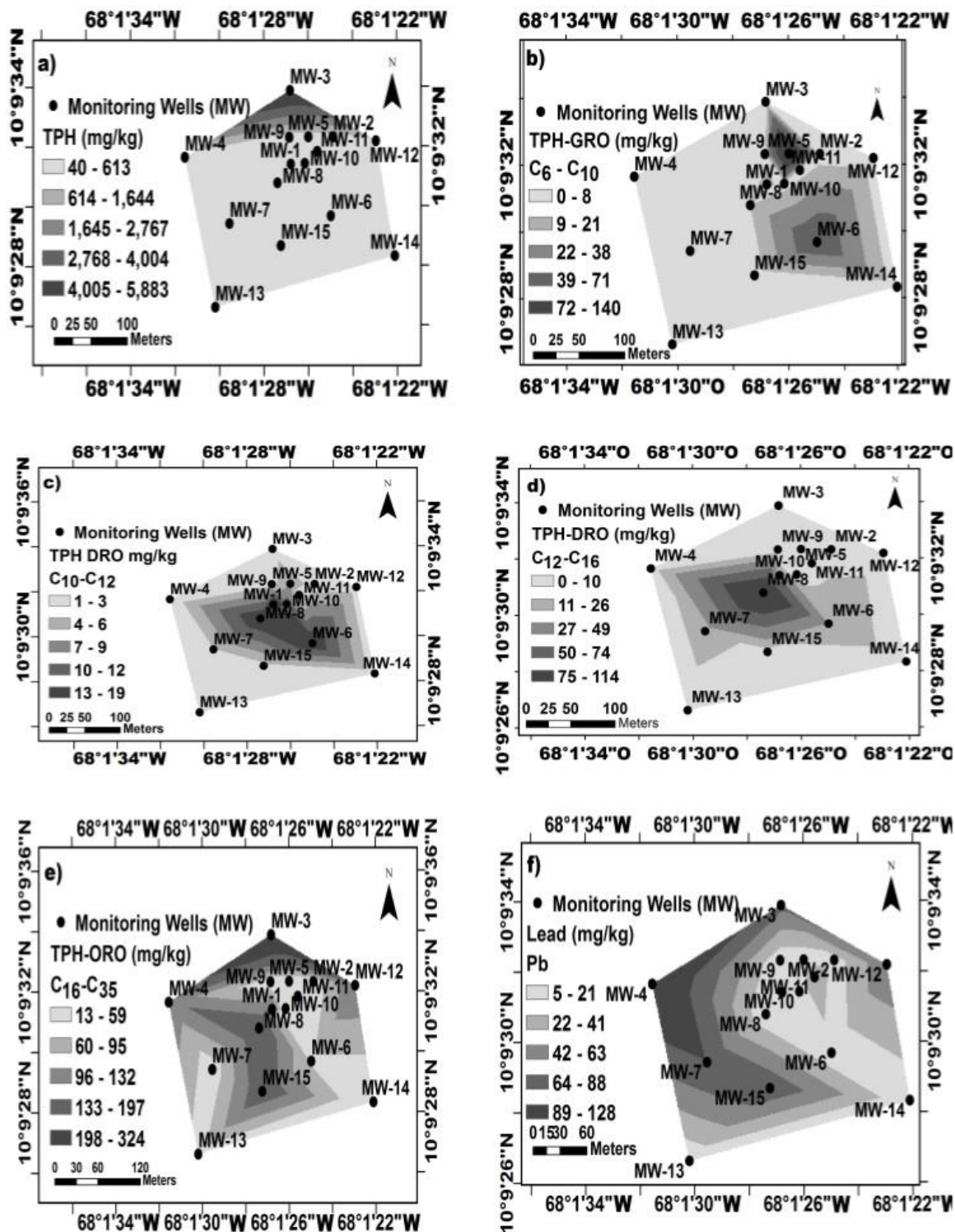


Figure 4 Spatial distribution of most significant hydrocarbons determined in the subsoil of El Prado fuel service station, Carabobo State, Venezuela.

#### 4.1.3 Characterization of water samples

Figure 5 shows the spatial distributions of hydrocarbons determined by the characterization of the water samples taken from the strata where the reading of VOCs took the highest

values within 15 analyzed soil profiles. TPH occurred 80 % time for values until 0.5 mg/L (Figure 5a) being in the same order of permitted limit ( $10^{-1}$  mg/L) (Table 5). TPH-GRO ( $C_6-C_{10}$ ) dissolved in water took values mostly lower to 100 mg/L for 75% time (Figure 5). This occurrence range for TPH-GRO

was upper to the maximum limit established by environmental regulation corresponding to 0.32 mg/L in residential area (IDEM, 2009; MAVDT, 2007) (Table 5). For BTEX dissolved in water, the benzene and toluene concentrations were determined at 80% time taking values until  $10^4$  µg/L (Márquez et al., 2022a, 2023), the remaining BTEX reached concentrations of  $10^3$  µg/L (Márquez et al., 2022a, 2023). In

general, the higher concentrations of TPHs, BTEX and MTBE occurred in the area close to gasoline dispenser, placed within gas station including the MWs (MW-2, MW-5, MW-6, MW-14, MW-15) Márquez et al., 2022a, 2023).

**Table 5.** International limits of hydrocarbons and additives dissolved in drinking water. Source: own elaboration

| Analyte                        | U.S. EPA 816-F-09-004 (2009) | OEHHHA,(2021)             | MAVDT,(2007)              | IDEM,(2009)               | Official Gazette of the Republic of Venezuela N ° 36395 |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|
|                                | Public Health Goal (mg/L)    | Public Health Goal (mg/L) | Public Health Goal (mg/L) | Public Health Goal (mg/L) | Public Health Goal (mg/L)                               |
| TPH-GRO (Aliphatic Low)        |                              |                           | $3.2 \times 10^{-1}$      | $1.1 \times 10^0$         |   |
| TPH-DRO (Aliphatic Medium)     |                              |                           | $2.9 \times 10^{-1}$      | $2.6 \times 10^{-1}$      |   |
| TPH-ORO (Aliphatic High)       |                              |                           | $2.9 \times 10^{-1}$      | $2.6 \times 10^{-1}$      |   |
| Benzene                        | 0                            | $1.5 \times 10^{-3}$      | $1.0 \times 10^{-2}$      | $5.5 \times 10^{-3}$      | $1.0 \times 10^1$                                       |
| Toluene                        | 1                            | $1.5 \times 10^{-1}$      | $9.3 \times 10^{-1}$      | $2.4 \times 10^0$         | $7 \times 10^2$   |
| Ethylbenzene                   | 0.7                          | 0.3                       | $1.6 \times 10^0$         | $1.6 \times 10^0$         | $3 \times 10^2$   |
| Xylene (mixed) Total           | 10                           | $1.8 \times 10^0$         | $2.7 \times 10^{-1}$      | $2.7 \times 10^{-1}$      | $5 \times 10^2$   |
| Methyl Tert-Butyl Ether (MTBE) | -                            | $1.3 \times 10^{-2}$      |                           | $4 \times 10^{-2}$        |   |
| Lead and its compounds         | 0                            | $2.0 \times 10^{-4}$      | $1.5 \times 10^{-2}$      | $1.5 \times 10^{-2}$      |   |

U.S. EPA: United State Environmental Protection Agency, California-OEHHHA: California Office of Environmental Health Hazard Assessment. MAVDT: Ministry of Environment, Housing and Territorial Development. IDEM: Indiana Department of Environmental Department. TR: target cancer risk, THQ: target hazard quotients

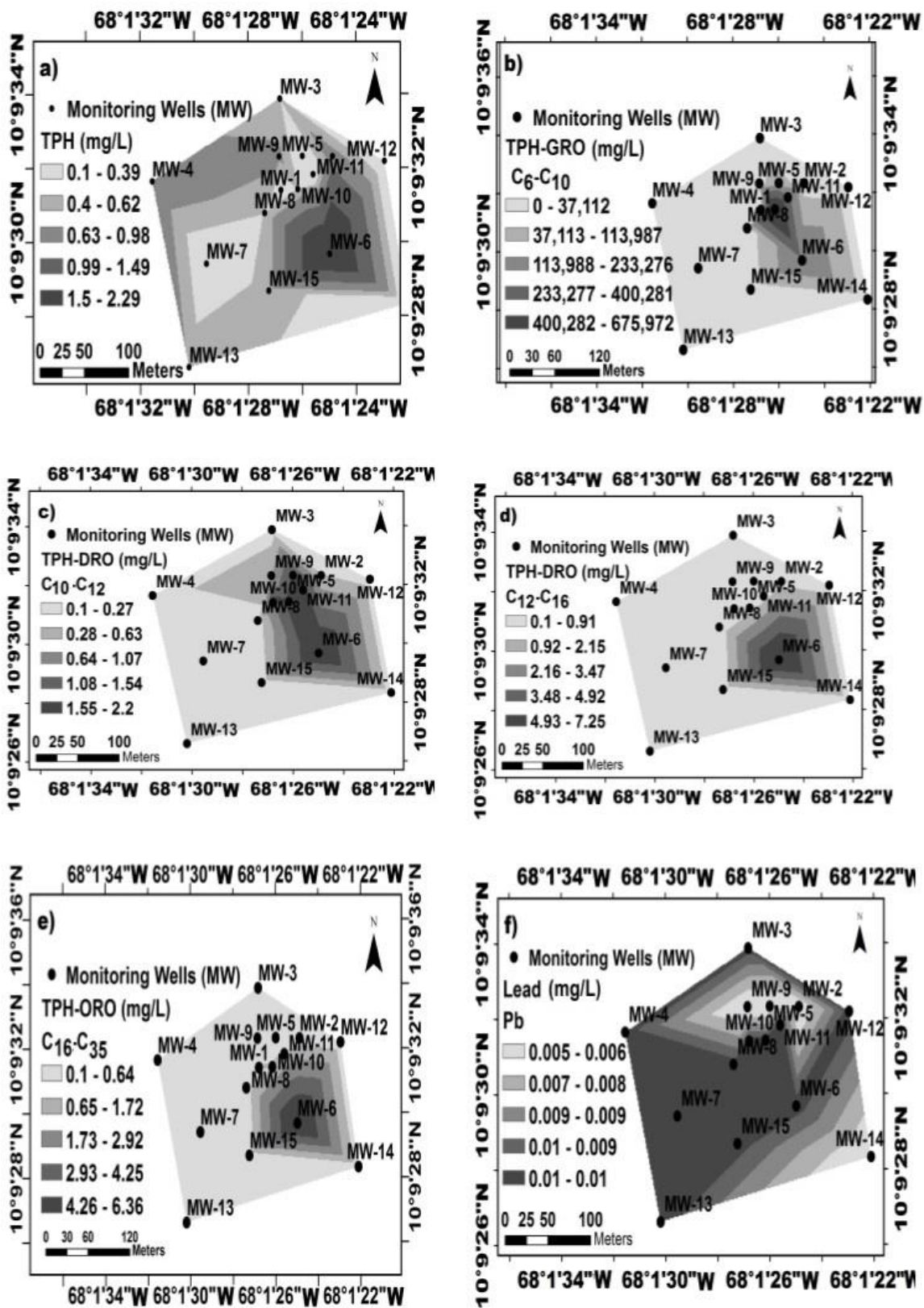
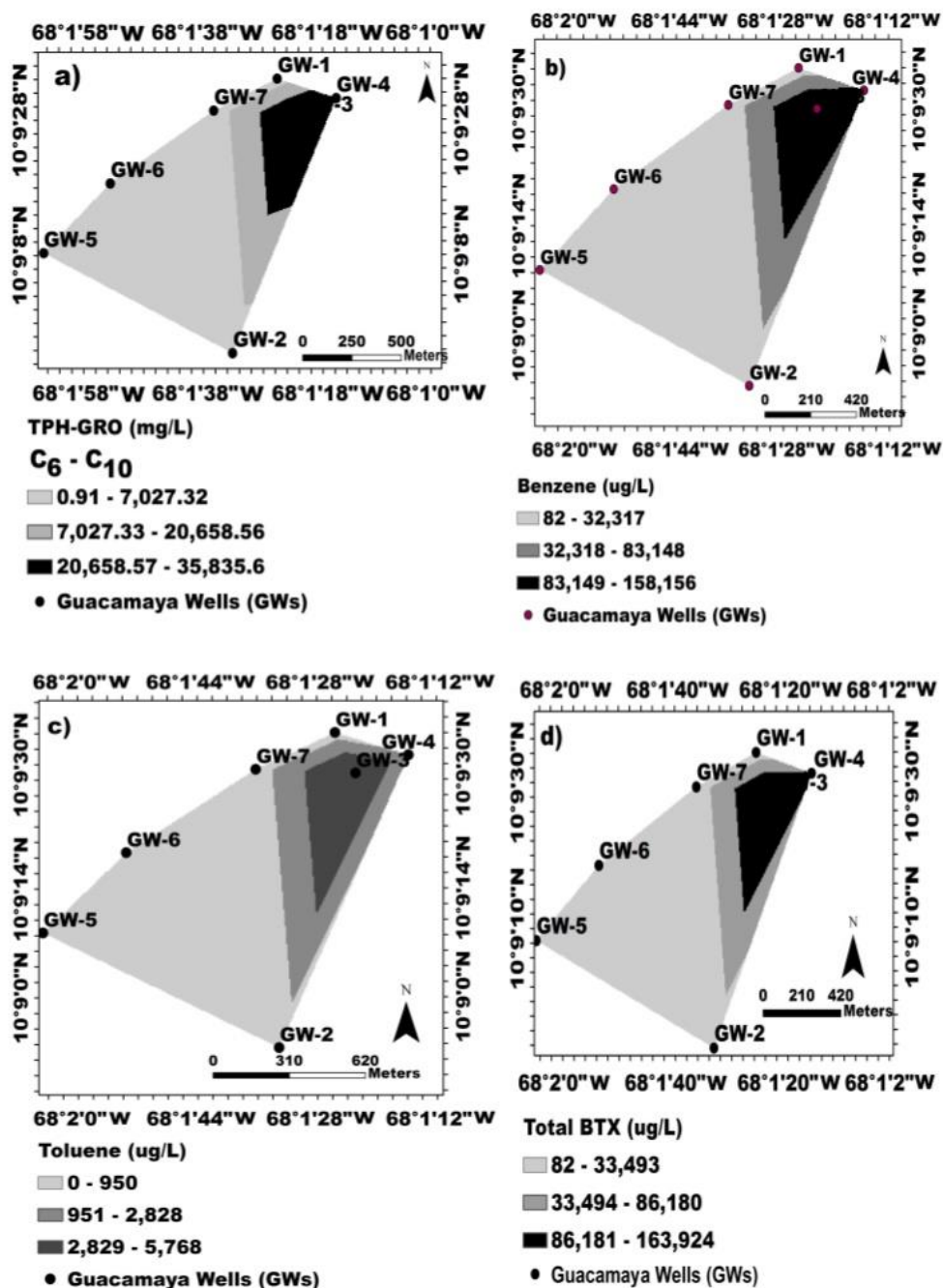


Figure 5 Spatial distribution of most significant hydrocarbons determined in extracted water samples from the subsoil of El Prado fuel service station, Carabobo State, Venezuela.

**4.2 Results of the characterization of hydrocarbons according to the CIHAM-UC's study**

The results of the characterization of hydrocarbons according to the CIHAM-UC's study, are shown in Figure 6. There is a pattern in the spatial distribution of hydrocarbons where the highest pollution was found in the fuel service station area and residential area decreasing to the industrial

area. The TPH-GRO and Benzene value were found 53 and 4 times higher in the residential area than the fuel service station (Figures 6). The most significant concentrations of hydrocarbons in water samples were determined for TPH-GRO, Benzene and Toluene being upper to the limits of 0.22 mg/L, 5 µg/L and 1000 µg/L, respectively, according to EPA 816-F-09-004, (2009) and MAVDT, (2007).



**Figure 6** Spatial distribution of most significant hydrocarbons determined in extracted water samples from city production wells in the Guacamaya river basin, Carabobo State, Venezuela.



### 4.3 Design of remediation proposal of soil and groundwater contaminated with hydrocarbons in the fuel service station

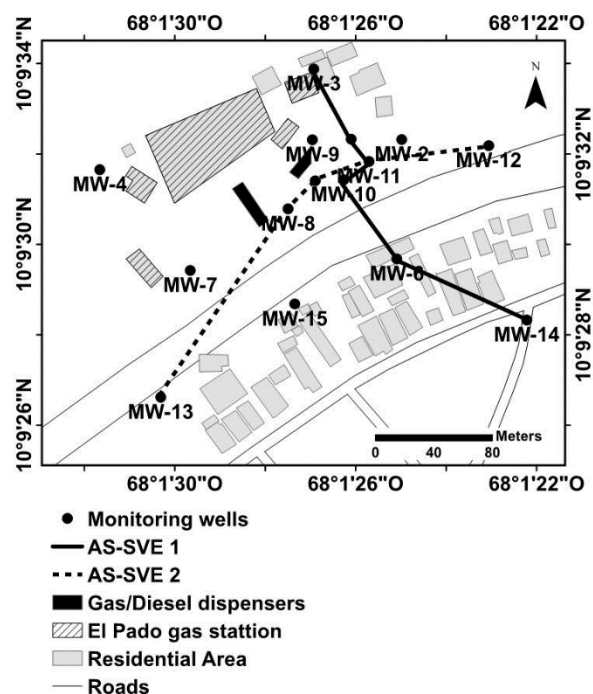
The design of remediation proposal of soil and groundwater contaminated with hydrocarbons in the fuel service station consists of a sequence of two coupled bioreactors. The coupled bioreactors have been selected as an option of ex-situ treatment due to it is necessary to clean soil strata contaminated with TPHs (TPH-GRO (C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>), TPH-DRO (C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub>, and C<sub>12</sub>-C<sub>16</sub>) and TPH-ORO (C<sub>16</sub>-C<sub>35</sub>)). For the last two TPHs, it has been confirmed that contain PAHs (Wilson *et al.*, 1993). *In situ* remediation techniques have been considered ineffective for the removal of most PAHs from contaminated soil. *In situ* "land farming" methods were used successfully to degrade only PAHs containing up to three aromatic rings. Bioreactors have proven to be more effective for soil remediation, as conditions for further degradation (e.g. temperature, oxygen supply, nutrient status, contaminant bioavailability, contaminant chemical structure, and population ecology), can be more easily controlled (Autry & Ellis, 1992; Wilson *et al.*, 1993).

### 4.4 *In situ* remediation proposal of soil and groundwater contaminated with hydrocarbons in the gas station

Air sparging is an *in situ* technique to remediate sites that have been contaminated with petroleum products and chlorinated solvents as a result of accidental spillage and leaking underground storage tanks (Reddy & Adams, 2001). Figure 7 shows the *in situ* remediation proposal represented through two soil cross-sections indicated as Air Sparging- Soil Vapor Extraction 1 (AS-SVE1) and Air Sparging- Soil Vapor Extraction 2 (AS-SVE2). The first cross-section is made up of MWs (MW3, MW5, MW11, MW10, MW6 and MW14) starting in the area of washed for car (MW3) and crossing close to the gasoline dispensers (MW5, MW9, MW10 and MW11) and continuing toward the residential area (MW6 and MW14) (Figure 7). Figure 7 shows that the air injection system consisting mainly of an air compressor unit and a piping system would provide air to the sequence of MWs (MW3, MW5, MW10 and MW6) for the first saturated stratum constituted by sand of a variable thickness between 2.45 and 3.1 mbgs (Figure 7). Soil vapor extraction (SVE) system would be installed to collect the VOCs vapor-phase between soil profiles MW3-MW5, MW5-MW11, MW11-MW10, MW-10-MW6 and MW14 (Figure 7). Unsaturated (vadose) zone comprises two main strata composed by a first stratum formed by sand followed for a second stratum consisting of clay, in which SVE system preferably would be extracting VOCs vapor-phase from the first stratum of the vadose zone and likely occurring between the SLPs (MW5, MW10, MW6 and MW14) where sand is the material constituting the first layer (Figure 7). SVE of the first stratum in the saturated zone would imply the depression of the water table in that zone.

The second soil cross-section (AS-SVE 2) is integrated by the sequence of MWs (MW13, MW8, MW1, MW11 and MW12) (Figure 7). Air injection system would be providing air in the

first saturated stratum composed by sand in the MW 13, MW8, MW-1, MW11 and between MW11-MW12. In this zone, groundwater flow is transporting the hydrocarbon dissolved in water in the direction from upstream (MW13 to MW12), whose final fate is the Valencia Lake (Figure 7). The cross section between MW13 and MW8 is predominantly composed of clay with a thin lens layer of sand, therefore SVE will likely operate from MW8 towards the internal area of the gas station (Figure 7). The interface between unsaturated and saturated zones is constituted by two layers of different materials consisting of clay-sand. Like AS-SVE1, SVE in the saturated zone would require a drop in the water table (Figure 7).



**Figure 7.** Air sparging (AS) and soil vapor extraction (SVE) systems proposed in the *in situ* remediation proposal for El Prado gas station, Carabobo state, Venezuela. (Márquez *et al.*, 2022a,c).

## 5. CONCLUSIONS

The *ex situ* and *in situ* remediation proposals for soil and groundwater contaminated with hydrocarbons in a tropical aquifer produced due to leaks from underground tanks in a gas station of Venezuela have been discussed in the present study, recommending the *ex situ* proposal due to two main aspects, there is a heavy metal such as lead throughout the area of the station that can cause inhibition of autochthonous biomass to biodegrade hydrocarbons, causing significant restrictions for *in situ* bioremediation. Likewise, there are multilayer soils containing clay materials both in the vadose zone and in the depths of the saturated zone that significantly restrict the injection of air into the clay-sand interface that separates the unsaturated zone from the saturated zone, where the highest contamination by hydrocarbons occurs, as well as the difficulty

of transporting the VOCs vapor-phase flux in the multiple strata of the vadose zone. Under these conditions, *ex situ* bioremediation proposal based on two coupled bioreactors can overcome the environmental limiting factors by optimizing temperature, oxygen supply, nutrient status, contaminant bioavailability and microbial population. The remediation proposal was designed using two coupled bioreactors consisting of a first phase represented by a suspension culture reactor based on a SS-SBR proposed for bioremediation of soils pre-excavated from gas station, and converted in a slurry (10%w/w) in a mixing unit prior to SS-SBR, assuming a COD removal efficiency of 80%. It has been configured that SS-SBR can perform functions for groundwater treatment operating as SBR, for COD removal efficiency of 60%. For the second phase of remediation, an upflow anaerobic filter separate in three phases (UAF-3SS) designed to guarantee 99% of COD removal efficiency.

## 6. ACKNOWLEDGEMENTS

It is extended an acknowledgment to the Hidrolab Toro CA Laboratory for its contribution in the hydrocarbons determination for the city wells.

## 7 REFERENCES

- ASF DAAC. 2015. *ALOS PALSAR Radiometric Terrain Corrected low\_res*; Includes Material © JAXA/METI 2007. [date of reference January 20th of 2021]. Accessed through ASF DAAC, <https://asf.alaska.edu> 11 November 2015. DOI: 10.5067/JBYK3J6HFSVF
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION, & WATER ENVIRONMENT FEDERATION. 2012. *Standard methods for the examination of water and wastewater* (Vol. 22nd). American Public Health Association.
- AUTRY, A. R., & ELLIS, G. M. 1992. Bioremediation: An effective remedial alternative for petroleum hydrocarbon-contaminated soil. *Environmental progress*, 11(4), 318-323. <https://doi.org/10.1002/ep.670110420>
- AZUBUIKE, C.C., CHIKERE, C.B. & OKPOKWASILI, G.C. 2016. Bioremediation techniques—classification based on site of application: principles, advantages, limitations and prospects. *World J Microbiol Biotechnol* 32, 180. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2137-x>
- ÁLVAREZ, P., & GUEVARA, E. 2003. *Biorremediación y atenuación natural de acuíferos contaminados por sustancias químicas peligrosas*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo (CDCH-UC), Venezuela.
- FREYTEZ, E., MÁRQUEZ A. PIRE, M., GUEVARA E., PÉREZ S. 2019a. Design, construction and evaluation of the performance of a load reactor sequential for treatment of residual waters of tanneries. *Revista Ingeniería UC*. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/707/70758484006/html/index.html>
- FREYTEZ, E., MÁRQUEZ A. PIRE, M., GUEVARA E., PÉREZ S. 2019b. Operation assessment of the sequential batch reactor in tannery effluents using suspended and granular biomass. *DYNA Energía y Sostenibilidad*. <http://dx.doi.org/10.6036/ES9130>
- FREYTEZ, E., MÁRQUEZ A. PIRE, M., GUEVARA E., PÉREZ S. 2019c. Nitrogenated substrate removal modeling in sequencing batch reactor oxic-anoxic phases. *Journal of Environmental Engineering ASCE*. <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29E.1943-7870.0001556>
- FREYTEZ, E., MÁRQUEZ A. PIRE, M., GUEVARA E., PÉREZ S. 2020. Organic and nitrogenated substrates utilization rate models validating in sequential batch reactor. *Journal of Environmental Engineering ASCE*. DOI: 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001632. <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29E.1943-7870.0001632>
- FREYTEZ B., E. & MÁRQUEZ, R. A. M. 2021. *Modelación dinámica de los procesos de eliminación de materia orgánica y nitrógeno de efluentes de tannería usando un reactor por carga secuencial*. Doctoral Thesis. PP 1-248, <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/8695>
- FREYTEZ BOGGIO, E., MÁRQUEZ ROMANCE, A. M., PIRE SIERRA, M. C., GUEVARA PÉREZ, E., & PÉREZ PACHECO, S. A. 2022. Calibration of model for the utilization rate of organic and nitrogenated substrates by the microorganism in a sequencing batch reactor. *Environmental Quality Management*, 31(3), 355-368.
- FREYTEZ, E., MÁRQUEZ, A., PIRE, M., GUEVARA, E., & PÉREZ, S. 2024. Organic mass and nitrogen removal kinetic modeling in sequencing batch reactor. *Journal of Applied Water Engineering and Research*, 12(1), 90-118. <https://doi.org/10.1080/23249676.2023.2213449>
- FREYTEZ-BOGGIO, E., MÁRQUEZ-ROMANCE, A. M., BARRAZUETA-ROJAS, S. G., & GUEVARA-PÉREZ, E. 2023. Assessment of the utilization rate of organic and nitrogenated substrates by the microorganisms in a sequencing batch reactor treating tannery wastewater. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 14(5), 54-119. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-14-05-02>
- INDIANA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL DEPARTMENT (IDEM), 2009. Risk integrated system of closure. Technical resource guidance document. IDEM. September, 2009. Indiana. Available at: [https://www.in.gov/idem/cleanups/files/risc\\_user\\_guide.pdf](https://www.in.gov/idem/cleanups/files/risc_user_guide.pdf)
- MÁRQUEZ, A. M., GUEVARA, E., & REY, D. 2019a. Soil and groundwater remediation proposal in an aquifer of Venezuela by hydrocarbon transport geostatistical modeling. *Journal of Remote Sensing GIS & Technology*, Volume 5 Issue 1. <http://matjournals.in/index.php/JORSGT/article/view/2965>
- MÁRQUEZ, A. M., GUEVARA, E., & REY, D. 2019b. Hybrid model for forecasting of changes in land use and land cover using satellite techniques. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 12(1), 252-273. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8605374/>
- MÁRQUEZ R, A. M., MALDONADO M, J. I., GUEVARA P, E., REY L, D. J., & PÉREZ P, S. A. 2021. An approach to models for the design of upflow anaerobic filters. *Journal of Applied*



- Water Engineering and Research*, 9(2), 107-132. <https://doi.org/10.1080/23249676.2020.1831972>.
- MÁRQUEZ-ROMANCE, A. M., FREYTEZ-BOGGIO, E., CÁRDENAS-IZAGUIRRE, S. F., MALDONADO-MALDONADO, J. I., GUEVARA-PÉREZ, E., PÉREZ-PACHECO, S. A., & BUROZ-CASTILLO, E. 2022a. An approach to remediation of a tropical aquifer contaminated with hydrocarbons. *Environmental Quality Management*, 31(4), 357-390. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tqem.21820>
- MÁRQUEZ-ROMANCE, A. M., FARIÁS-DE MÁRQUEZ, B. E., & GUEVARA-PÉREZ, E. 2022b. Land use and land cover change detection using satellite remote sensing techniques in a tropical basin. *Environmental Quality Management*, 31(4), 183-196. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tqem.21802>
- MÁRQUEZ, A., FREYTEZ, E., MALDONADO, J., GUEVARA, E., PÉREZ, S., & BUROZ, E. 2023. Soil and groundwater remediation proposal for hydrocarbons in a tropical aquifer. *Journal of Applied Water Engineering and Research*, 11(4), 423-452. <https://doi.org/10.1080/23249676.2022.2135624>
- MÁRQUEZ R., A.M., & RODRÍGUEZ S., A. A. 2018. *Evaluation of remediation alternatives for the La Guacamaya aquifer, Valencia municipality, Carabobo state using the computer tool Modelmouse* (Master's thesis). University of Carabobo <http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/7016/1/rodriguez.pdf>
- MALDONADO-MALDONADO, J., MÁRQUEZ-ROMANCE, A., & GUEVARA-PÉREZ, E. 2024. Kinetics of microbial cell growth, utilization of organic substrates and methane production in Upflow Anaerobic Filters in Two and Three Separated Stages treating sanitary landfill leachates. *Journal of Environmental Quality Management*. Wiley Editorial. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tqem.22197>
- MALDONADO-MALDONADO, J., A. MÁRQUEZ-ROMANCE, E. GUEVARA-PÉREZ, & S. PÉREZ-PACHECO. Forthcoming. "Assessment of the utilization rate of organic substrates by the microorganisms in fixed and suspended biomass reactors treating sanitary landfill leachates." *J. Environ. Eng.* 10.1061/JOEEDU/EEENG-7575.
- MALDONADO-MALDONADO, J., MÁRQUEZ-ROMANCE, A., & GUEVARA-PÉREZ, E. 2023. Formulation, calibration, and validation of hybrid and coupled models for the design of upflow anaerobic filters in multiple separated stages for organic matter removal from sanitary landfill leachates. *Environmental Quality Management*, 33(1), 411-440. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tqem.22068>
- MALDONADO-MALDONADO J.I., MÁRQUEZ-ROMANCE, A. M., GUEVARA-PÉREZ, E., PÉREZ S. & REY-LAGO D. 2020. Models for the design of upflow anaerobic filters separated in two and three phases. *Journal of Environmental Engineering*. ASCE. DOI 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001577 <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29E.1943-7870.0001577>
- MALDONADO-MALDONADO, J. I., MÁRQUEZ-ROMANCE, A. M., GUEVARA-PÉREZ, E., PÉREZ, S., & REY-LAGO, D. 2018a. Design, Construction and Modeling of Upflow Anaerobic Filters Separated in Two and Three Phases. *Journal of Water Resources and Pollution Studies* e-ISSN: 2581-5326 Volume 3 Issue 3 <http://matjournals.in/index.php/JoWRPS/article/view/2762>
- MALDONADO-MALDONADO, J. I., MÁRQUEZ-ROMANCE, A. M., GUEVARA-PÉREZ, E., PÉREZ, S., & REY-LAGO, D. 2018b. Model development for the design of an anaerobic upflow filter separated in two and three phases. *Dyna*, 85(207), 44-53. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n207.69783> <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/69783>
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVDT), 2007. *Manual técnico para la ejecución de análisis de riesgos para sitios de distribución de derivados de hidrocarburos. (Technical manual for the execution of risk analysis for hydrocarbon waste distribution sites)*. MAVDT. Diciembre, 2007. Available at: <http://ambientebogota.gov.co/documents/24732/3987885/MANUAL+TECNICO+-+EJECUCION+DE+ANALISIS+DE+RIESGOS.pdf>
- REDDY K.R. 2008. *Physical and Chemical Groundwater Remediation Technologies*. In: Darnault C.J.G. (eds) *Overexploitation and Contamination of Shared Groundwater Resources*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6985-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6985-7_12)
- U.S. EPA SW-846. METHOD 3815-1. 2007. *Screening Solid Samples for Volatile Organic Compounds*. Environmental Protection Agency. Office of Resource Conservation and Recovery 1200 Pennsylvania Ave., NW (5305P) Washington DC 20460, [date of reference January 18th of 2021]. Available at: <https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-test-method-3815-screening-solid-samples-volatile-organics>.
- U.S. EPA. 1999. *Method 556.1: Determination of Carbonyl Compounds in Drinking Water by Fast Gas Chromatography*. Revision 1.0. Cincinnati, OH. [date of reference January 20th of 2021]. Available at: <https://www.epa.gov/esam/epa-method-5561-determination-carbonyl-compounds-drinking-water-fast-gas-chromatography>
- U.S. EPA SW-846. 2016. *Test Methods for Evaluating Solid Waste. Physical/Chemical Methods*. Office of Resource Conservation and Recovery 1200 Pennsylvania Ave., NW (5305P) Washington DC 20460 [date of reference January 18th of 2021]. Available at <https://www.epa.gov/hw-sw846>
- U.S. EPA, (November, 2023). *Regional Screening Level (RSL) Resident Soil to Groundwater Table (TR=1E-06, HQ=1)*. November 2023. [date of reference April 3th, 2024]. Available at: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>
- WILSON, S. C., & JONES, K. C. 1993. Bioremediation of soil contaminated with polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs): a review. *Environmental Pollution*, 81(3), 229-249.

## **NOTAS TÉCNICAS**

## CARACTERIZACIÓN DE UN CONJUNTO DE FINCAS GANADERAS EN VENEZUELA

Gustavo NOUEL-BORGES<sup>1</sup>

### RESUMEN

El estudio tuvo como objeto actualizar los datos de algunas características de manejo, tecnológicas y productivas de sistemas ganaderos con ruminantes en una agrupación de ganaderos, con presencia en casi todas las entidades federales de Venezuela dedicadas a la ganadería bovina. Para alcanzar el objetivo se realizó una encuesta a una muestra de 193 productores ganaderos venezolanos pertenecientes a un grupo de Telegram compuesto de 720 personas. La encuesta constó de 45 preguntas sobre diversas variables de manejo zootécnico, productivo - administrativo. En conclusión: 82,7% de los productores tienen sistemas bovinos doble propósito y sus distintas combinaciones con otros sistemas ganaderos y de manejo, seguidos de ganadería bovina de carne con cría, levante y/o engorde en 11,5 %, luego la leche especializada cubre 3,1%. El promedio y desviación estándar de litros por vaca diario fue  $5,8 \pm 0,3$ , las lactancias fueron en promedio de  $1.552,7 \pm 112$  litros, la duración de la lactancia fue de  $245 \pm 6$  días. La ganancia de peso de por vida en general fue de  $457 \text{ Kg} \pm 20 \text{ gr/día}$ . El 58,5% de los encuestados lleva registros, 78,8% clasifica el rebaño por lotes de producción, 27,3 % tiene servicios contables, 67,9 % tiene asistencia técnica en la unidad de producción, el 83,4% lleva algún tipo de plan sanitario, respecto a la reproducción se realiza mediante monta natural, inseminación artificial y ambos métodos, como no se discriminó el caso de ambos métodos los resultados no se complementan, 95,2 % tiene monta natural, 20,2 % usa inseminación artificial, respecto al apacentamiento, el 63,8% usa pastoreo continuo, 26,9% usa riego, 90,2 % usa suplemento mineral en algún momento.

### ABSTRACT

#### *Characterization of a set of Livestock Farms in Venezuela*

The purpose of this study was to update some management, technological and productive characteristics of livestock systems with ruminants in a group of livestock farmers, with a presence in almost all the federal entities of Venezuela dedicated to the sector. To achieve the objective, a survey was carried out on a sample of 193 Venezuelan livestock producers belonging to a Telegram group made up of 720 people. With forty-five (45) questions on various zootechnical, productive-administrative management variables. In Conclusion: 82.7% of producers have dual-purpose bovine systems and their different combinations with other livestock and management systems, followed by beef cattle farming with breeding, rearing and/or fattening in 11.5%, then specialized milk covers 3.1%. The average number and standard deviation of liters per cow per day was  $5.8 \pm 0.3$ , lactations were on average and standard deviation  $1,553 \pm 112$  liters, and the duration of lactation was  $245.5 \pm 6$  days. Overall lifetime weight gain was  $457 \pm 21 \text{ g/day}$ ; 58.5% of respondents keep records; 78.8% classify the herd by production batches, 27.3% have accounting services, 67.9% have technical assistance in the production unit; 83.4 % have some type of health plan; 95.2% have natural mating; 20.2% use artificial insemination; 63.8% use continuous grazing; 26.9% use irrigation; 90.2% use mineral supplements sometime. The systems remain unchanged from previous reports.

*Palabras clave:* desarrollo ganadero, manejo animal, sistemas ganaderos, ganadería doble propósito  
*Keywords:* livestock development, animal management, livestock systems, dual purpose livestock

### INTRODUCCIÓN

La primera actividad económica, en lo que hoy se conoce como Venezuela, desarrollada por los colonos españoles fue la pesca de perlas, seguida por la adaptación y multiplicación de ganados introducidos a Coro y luego desde El Tocuyo hacia los Llanos y los Andes en el siglo XVI, de manera vertiginosa

y tempranamente, debido a lo estratégico y lo utilitario de este rubro, ya que el ganado servía esencialmente de sustento a expedicionarios y pobladores, los colonizadores españoles comenzaron la que sería explotación del ganado convirtiéndose rápidamente en el producto de exportación más importante del país (Trujillo, 2013). Hasta el siglo XVIII creció sostenidamente y mientras se incorporaban otros rubros como

<sup>1</sup> Profesor Titular. Departamento de Nutrición y Forrajes, Decanato de Ciencias Veterinarias, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Miembro de la Comisión de Agricultura de la ANIH. Correo-e.: gustavo.nouel@ucla.edu.ve

cacao, café, caña de azúcar, ñil y algodón, ocupando el tercer lugar entre las exportaciones de Venezuela y siendo parte importante de su motor económico, fue una actividad eminentemente extensiva de los llanos venezolanos, cordilleras de los Andes y de la Costa, con un activo del orden 1,1 millones de cabezas para finales del siglo XVIII, manteniéndose estable a comienzos del siglo XIX en las principales provincias de Venezuela, sin embargo la guerra de independencia, la guerra federal y las múltiples revoluciones y alzamientos a las cuales se agregó el abigeato, las migraciones forzadas y el contrabando de pieles mermaron significativamente el desarrollo de la ganadería (Abreu *et al.* 2001).

Para la segunda década del siglo XX, finalizando la primera guerra mundial y en depresión mundial, el activo bovino venezolano era de unos 2,8 millones de cabezas. Había crecido modestamente junto a la población total. Durante el periodo 1936 – 1960 la participación del sector agrícola en el Producto Interno Bruto disminuyó en un 24%, en la medida que el sector petrolero y mineral adquirían un gran protagonismo en la economía nacional (Abreu *et al.* 2001, Antonelli *et al.* 2006).

En el último cuarto del siglo XX los bovinos pasaron de un poco más de 9 millones a 13,2 millones de cabezas, los caprinos de 1,3 a 1,2 millones de cabezas, los ovinos aumentaron de 237 mil a 471 mil cabezas y los bufalinos al final del siglo XX fueron 59 mil cabezas, predominantemente en sistemas a pastoreo con diversos sistemas de manejo desde extensivo hasta intensivo. (FAOSTAT 2022, Censo Agrícola 1997-1998)

Para la primera década del siglo XXI la superficie de pastos decreció un 22% respecto a la década anterior (MAC 1999, MPPAT 2008). Desde 2013, el consumo total de carne en Venezuela había disminuido un 70 %; sin embargo, un clima económico relativamente mejor desde 2019 ayudó a estabilizar la producción de carne de res; no obstante, el consumo de carne per cápita aún está lejos de recuperarse y continúa cerca de mínimos históricos (USDA 2021). En la primera década del siglo XXI se producía en el país la demanda total de carne bovina, posteriormente fue decayendo hasta llegar a importarse; sin embargo, en el último quinquenio del siglo XXI al decaer el consumo por los bajos ingresos, se satisfizo la totalidad de la demanda y quedaron excedentes exportables, pero con grandes incógnitas en lo que respecta a sistemas de producción, manejo y sanidad animal por no existir registros oficiales disponibles.

En Latinoamérica y Venezuela se han realizado diversas investigaciones y proyectos para caracterizar los sistemas de producción ganaderos, sus niveles tecnológicos, variabilidad en tamaño y posibilidades de mejorar producción y productividad (Antonelli *et al.* 2006, Lombarda *et al.* 2012, Urdaneta 2012, Duran y García 2014, UPRA 2020). Debido a que existe poca o nula información oficial actualizada sobre las características de los sistemas de producción ganaderos del país, el presente estudio tiene como objeto hacer una actualización aproximada de algunas características de manejo, tecnológicas y productivas de los sistemas ganaderos con rumiantes de Venezuela en una muestra aleatoria de una agrupación de

productores, representante de 21 de las 24 entidades federales dedicadas al rubro.

## Materiales y métodos

Con el objeto de caracterizar los aspectos de manejo y productivos del sistema de la ganadería bovina se utilizó una muestra de una agrupación de productores ganaderos venezolanos pertenecientes a un grupo de Telegram, compuesto de 720 ganaderos de casi todos los estados productores de Venezuela. Para ello se diseñó un formulario con las siguientes interrogantes: entidad federal (estado); superficie total de la unidad de producción en hectáreas; superficie destinada a la producción de silo o heno en hectáreas; superficie sembrada de leguminosas en hectáreas; disponibilidad de riego; superficie destinada al riego en hectáreas; cantidad en litros por segundo de agua para riego; superficie sin riego o de secano en hectáreas; superficie de pastos sin riego en hectáreas; superficie de pastos bajo riego en hectáreas; total de superficie cultivada de pastos en hectáreas; utilización del pastoreo, tipo de sistema de pastoreo: continuo, rotativo, racional; clasificación de lotes de animales para pastoreo; disponibilidad de bebederos en los potreros; tipo de explotación (bovinos, bufalinos, ovinos, caprinos, porcinos, mixta (en caso de ser mixta cuáles especies); total de animales; uso de registros; producción diaria por vaca, litros de leche por vaca diario; litros de leche por lactancia; duración de lactación en días; intervalo entre partos en días; ganancia de peso de por vida en gramos por día; disponibilidad y uso de plan sanitario; uso de suplementación mineral sí o no: uso de monta natural; uso de temporada de monta; uso de inseminación artificial; presencia de personal técnico en la unidad de producción; servicio de asistencia técnica externa; servicio contable y/o administrativo; suministro eléctrico de la red pública, kW disponibles total; suministro eléctrico propio, kW instalados; consumo de gasoil en lts x semana; consumo de gasolina en lts x semana; consumo de gas doméstico en kg por mes.

En el Grupo de Telegram se les propuso llenar la encuesta voluntariamente, montada sobre el sistema de formularios de encuestas *Google Forms* en línea de *Google Workspace*. De los 720 ganaderos en el grupo, 193 llenaron voluntariamente la totalidad de la encuesta; el periodo de llenado de esta fue entre el primero de febrero de 2021 hasta el último de marzo de 2021. Sobre la base de datos obtenida en la respuesta a la encuesta se procedió a clasificar las Unidades de Producción según su superficie. Se establecieron seis grupos: muy pequeñas, pequeñas, medianas, medianas grandes, grandes y más que grandes, con: 1 a 10 ha; 11 a 50 ha; 51 a 100 ha; 101 a 250 ha; 251 a 500 ha y 501 o más ha, respectivamente. A partir de la data obtenida se procedió a tabular todas las respuestas, para luego analizarlas para su caracterización estadística usando el software *STATISTIX 8.0* (2003).

Discusión:

y valor mínimo y máximo obtenidos en el levantamiento. Como era de esperarse se consiguió una información muy diversa respecto a los sistemas de producción.

**Variables investigadas.** La Tabla 1 muestra las variables investigadas con la información del tipo, número de respuestas

**Tabla 1.** Tipo de variable, respuestas recibidas y valores máximos y mínimos observados por variable investigada

| Pregunta  | Unidad                   | Respuestas | Mínimo/No      | Máximo/Si         |
|---|--------------------------|------------|----------------|-------------------|
| Asistencia técnica externa                                      | Dicotómica <sup>2</sup>  | 190        | 0              | 1                 |
| Bebederos en los potreros                                       | Dicotómica <sup>3</sup>  | 193        | 0              | 1                 |
| Clasificación de lotes de animales para pastoreo                | Dicotómica <sup>4</sup>  | 170        | 0              | 1                 |
| Duración de lactación   | días                     | 130        | 0 <sup>5</sup> | 365               |
| Estado o entidad federal  | ID                       | 193        | 1              | 24                |
| Ganancia de peso de por vida                                    | kg                       | 85         | 100            | 1000 <sup>6</sup> |
| Consumo de gas doméstico  | kg/mes                   | 140        | 0              | 350               |
| Consumo de gasolina <sup>7</sup>                                | lt/semana                | 149        | 0              | 5000              |
| Consumo de gasoil <sup>8</sup>                                  | lt/semana                | 138        | 0              | 3500              |
| Superficie de pastos naturales                                  | %                        | 31         | 0              | 100               |
| Superficie pastos cultivados                                    | %                        | 41         | 0              | 100               |
| Pastos naturales  | ha                       | 37         | 0              | 1600              |
| Superficie pastos para silo                                     | ha                       | 39         | 0              | 500               |
| Superficie sin riego  | ha                       | 42         | 0              | 1700              |
| Superficie destina a riego                                      | ha                       | 43         | 1              | 100               |
| Usa inseminación artificial                                     | Dicotómica <sup>9</sup>  | 193        | 0              | 1                 |
| Lleva Registros   | Dicotómica <sup>10</sup> | 193        | 0              | 1                 |
| Cantidad en litros por segundo de agua para riego <sup>11</sup> | litros por segundo       | 45         | 0.25           | 500               |
| Usa monta natural   | Dicotómica <sup>12</sup> | 186        | 0              | 1                 |
| Sistema de pastoreo racional                                    | Dicotómica               | 148        | 0              | 1                 |
| Sistema de pastoreo rotativo                                    | Dicotómica               | 167        | 0              | 1                 |
| Pastorea  | Dicotómica               | 193        | 0              | 1                 |
| Sistema de pastoreo continuo                                    | Dicotómica               | 156        | 0              | 1                 |
| Tiene y usa un plan sanitario                                   | Dicotómica               | 193        | 0              | 1                 |
| Litros de leche por lactancia <sup>13</sup>                     | lt/lactancia             | 80         | 5              | 6900              |
| Servicio contable y/o administrativo                            | Dicotómica               | 187        | 0              | 1                 |
| Suministro eléctrico propio <sup>14</sup>                       | kW                       | 101        | 0              | 5000              |
| Suministro eléctrico de la red pública <sup>15</sup>            | kW                       | 129        | 0              | 32000             |
| Superficie sembrada de leguminosas                              | ha                       | 125        | 0              | 200               |
| Riego cuanta superficie destina a ello                          | ha                       | 49         | 0.50           | 400               |
| Superficie destinada a la producción de silo o heno             | ha                       | 137        | 0              | 250               |
| Superficie total de la Unidad de Producción                     | ha                       | 193        | 1              | 2350              |
| Usa Suplementación mineral                                      | Dicotómica               | 193        | 0              | 1                 |

<sup>2</sup> Si recibe asistencia técnica se asigna el número 1 y si no recibe el número 0

<sup>3</sup> Si posee bebederos en los potreros se asigna el número 1 y si no los posee el número 0

<sup>4</sup> Si clasifica los animales por lotes se asigna el número 1 y si no los clasifica el número 0

<sup>5</sup> El número 0 se refiere a días, entendiéndose que al momento de la encuesta no posee vacas lactantes.

<sup>6</sup> Toros padrotes de raza Brahman alcanzan este peso

<sup>7</sup> Se refiere al consumo en todo el conjunto de vehículos y otros equipos con motores a gasolina que posee la finca.

<sup>8</sup> Ídem a nota 6

<sup>9</sup> Si usa inseminación artificial se asigna el número 1 y si no la usa el número 0

<sup>10</sup> Si lleva registros se asigna el número 1 y si no lo usa el número 0

<sup>11</sup> Total de agua de agua para riego usada por la finca. Comparada con el superficie regada de la finca da idea de la eficiencia de riego, conociendo que el consumo promedio es 1 lps/ha.

<sup>12</sup> Todo el conjunto de variables dicotómicas asigna el valor 1 si posee o usa la técnica o producto indicado y el valor 0 si no lo posee o no lo usan

<sup>13</sup> Cantidad de leche promedio por vaca durante el periodo de lactancia.

<sup>14</sup> Generación propia para todos los usos de la finca.

<sup>15</sup> Consumo de electricidad recibida de una fuente pública

|  |            |     |   |      |
|--|------------|-----|---|------|
| <b>Tamaño de la UP (6 rangos, descritos en el texto)</b>     | Categoría  | 193 | 1 | 6    |
| <b>Tiene personal técnico en la Unidad de Producción</b>     | Dicotómica | 193 | 0 | 1    |
| <b>Usa temporada de monta</b>                                | Dicotómica | 175 | 0 | 1    |
| <b>Tipo de plan sanitario (10 diferentes)</b>                | Tipo       | 152 | 1 | 10   |
| <b>Total de superficie cultivada de pastos</b>               | ha         | 44  | 1 | 2000 |
| <b>Total de animales</b>                                     | animales   | 178 | 4 | 1500 |
| <b>Dispone de riego</b>                                      | Dicotómica | 193 | 0 | 1    |
| <b>Tipo de Explotación (16 tipos, descritos en el texto)</b> | Tipo       | 191 | 1 | 16   |

### Distribución de la muestra por entidades federales.

La Tabla 2 muestra la distribución de la muestra por entidades en valores absolutos y porcentuales. Como se observa de los 23 estados y el Distrito Capital están representados en la muestra 21 del total, solo faltaron Amazonas, Nueva Esparta y La Guaira. Los estados con mayor frecuencia fueron 10, cuyo número de respuestas varió de entre 8 y 32 respuestas a la encuesta, siendo los estados Guárico (16,1%), Barinas (9,3%), Lara (8,8%), Zulia (8,8%), Bolívar (7,8%), Monagas (7,8%) y Anzoátegui (7,3%) los que recibieron mayor porcentaje de respuestas, acumulando, entre este tercio de estados, el 66% de las respuestas obtenidas.

Según la data del VII Censo Nacional Agrícola (MPPAT 2014) los principales estados ganaderos de Venezuela para esa fecha eran Zulia, Barinas, Apure, Guárico, Portuguesa, Táchira, Bolívar, Cojedes, Falcón y Anzoátegui, en orden decreciente, de modo que las respuestas obtenidas mayoritariamente tienen presencia importante en 5 de los 10 primeros estados encuestados para el VII Censo Agrícola Nacional, dando un buen soporte referencial al momento de llegar a tener conclusiones del presente trabajo. También es cierto que el resto de las respuestas obtenidas incluyen a los principales estados ganaderos de Venezuela.

**Tabla 2.** Distribución de la muestra por entidades en valores absolutos y porcentuales

| Estado                  | Frecuencia | %    | Estado       | Frecuencia | %            |
|-------------------------|------------|------|--------------|------------|--------------|
| Anzoátegui              | 14         | 7,3  | Lara         | 17         | 8,8          |
| Apure                   | 4          | 2,1  | Mérida       | 9          | 4,7          |
| Aragua                  | 8          | 4,1  | Miranda      | 1          | 0,5          |
| Barinas                 | 18         | 9,3  | Monagas      | 15         | 7,8          |
| Bolívar                 | 15         | 7,8  | Portuguesa   | 7          | 3,6          |
| Carabobo                | 2          | 1,0  | Sucre        | 1          | 0,5          |
| Caracas (Dtto. Capital) | 3          | 1,6  | Táchira      | 9          | 4,7          |
| Cojedes                 | 3          | 1,6  | Trujillo     | 5          | 2,6          |
| Delta Amacuro           | 1          | 0,5  | Yaracuy      | 7          | 3,6          |
| Falcon                  | 6          | 3,1  | Zulia        | 17         | 8,8          |
| Guárico                 | 31         | 16,0 | <b>Total</b> | <b>193</b> | <b>100,0</b> |

### Sistemas de producción.

La Tabla 3 y Figura 1 refieren los sistemas de producción identificados en la muestra. El 83%<sup>16</sup> de los productores tienen sistemas bovinos doble propósito y sus distintas combinaciones con otros sistemas ganaderos y de manejo, seguidos por ganadería bovina de carne con cría, levante y/o engorde en un 12 %, luego la leche especializada cubre un 3 %, la ganadería bufalina con un 2 % y los pequeños rumiantes (ovinos y/o caprinos) un 0,5%.

Del análisis realizado por Calvani y Farías (2014) sobre la data del VII Censo Agrícola, para 2008 la ganadería bovina representaba el 73%, los porcinos el 16%, los caprinos el 6%, los ovinos el 3% y los bufalinos el 1%, los resultados de la

encuesta coinciden en que la ganadería bovina sigue ocupando el primer lugar, pero proporcionalmente mayor, los ovinos y caprinos con una disminución importante y los bufalinos con un modesto crecimiento, esto último puede ser mayor debido a la combinación con sistemas doble propósito, característica común para bovinos y bufalinos.

Es cierto que, en Venezuela, en las últimas dos décadas, ha existido un crecimiento sostenido del sector bufalino; sin embargo, para la presente muestra, no se refleja la magnitud aparente de dicho crecimiento, probablemente por no tener productores ubicados en los llanos bajos e intermedios, donde se aprecia el mayor crecimiento de dicho rubro.

<sup>16</sup> Los valores obtenidos del procesamiento de los datos se han redondeado a la cifra significativa



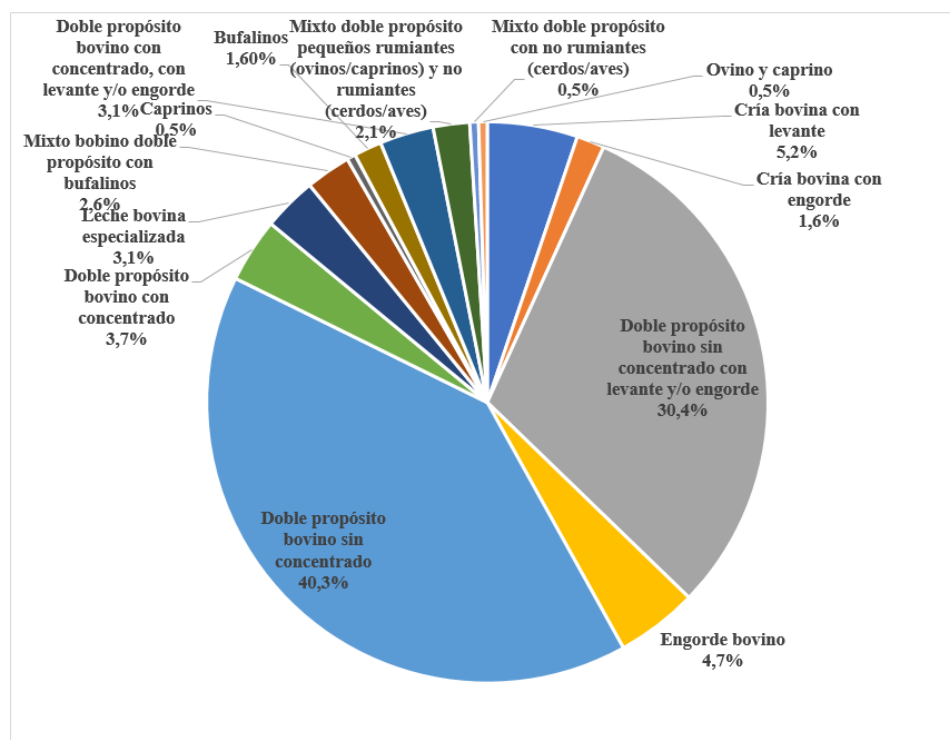
Soto (2004) sostiene que la ganadería doble propósito provee el 90% de la leche y el 45% de la carne de Venezuela, todo parece indicar que en últimos 17 años esta tendencia no ha cambiado mucho, al predominar este tipo de sistema en los ganaderos encuestados. Estos resultados tampoco difieren mucho de los encontrados en América Latina (Rivas y Holmann 2002, FAO-FEPALE 2012) donde los sistemas doble propósito y de carne a pastoreo totalizan 93,4%, vs el 94,2 % encontrado en esta investigación. Los resultados obtenidos coinciden con la afirmación de Agudo (2018) “en Venezuela no se puede hablar en forma independiente, de un *clúster* lechero o un *clúster* de carne; se debe hablar de un *clúster*, de producción bovina

con dos derivaciones, la leche y la carne, por cuanto ambos rubros están íntimamente ligados en su impacto y desarrollo a nivel de la producción primaria”.

Esta tradición productiva se ha arraigado por casi cuatro siglos, sirviendo de proveedor seguro de carne y leche bovina, aunque fluctuante con las diversas situaciones económicas, políticas y tecnológica. Esta condición ha sido reconocida por una diversidad de autores (Abreu *et al.* 2001, Calvani y Farias 2014, Soto 2004, Rivas y Holmann 2002, Agudo 2018).

**Tabla 3.** *Sistemas de producción identificados*

| Sistema      | Frecuencia | %            | Sistemas de Producción  |
|--------------|------------|--------------|---|
| 0            | 10         | 5,2          | Cría bovina con levante   |
| 1            | 3          | 1,6          | Cría bovina con engorde   |
| 2            | 58         | 30,4         | Doble propósito bovino sin concentrado con levante y/o engorde                          |
| 3            | 9          | 4,7          | Engorde bovino  |
| 4            | 77         | 40,3         | Doble propósito bovino sin concentrado  |
| 5            | 7          | 3,7          | Doble propósito bovino con concentrado  |
| 6            | 6          | 3,1          | Leche bovina especializada  |
| 8            | 5          | 2,6          | Mixto bovino doble propósito con bufalinos  |
| 10           | 1          | 0,5          | Caprinos  |
| 11           | 3          | 1,6          | Bufalinos   |
| 12           | 6          | 3,1          | Doble propósito bovino con concentrado, con levante y/o engorde                         |
| 14           | 4          | 2,1          | Mixto doble propósito pequeños rumiantes (ovinos/caprinos) y no rumiantes (cerdos/aves) |
| 15           | 1          | 0,5          | Mixto doble propósito con no rumiantes (cerdos/aves)                                    |
| 16           | 1          | 0,5          | Ovino y caprino   |
| <b>Total</b> | <b>191</b> | <b>100,0</b> |   |



**Figura 1.** *Sistemas de Producción identificados en la muestra*

### Tamaño de las Unidades de Producción.

Cuando se analiza la data obtenida, se identifican seis tamaños (Figura 2) de las unidades de producción, muy pequeñas (1-10 ha), pequeñas (11 a 55 ha), medianas (51-100 ha), medianas-grandes (101 a 250 ha), grandes (251 - 500) y más que grandes (mayor de 500 ha). Los porcentajes redondeados a cifras significativas determinan la siguiente distribución:

- 10 % de 1 a 10 ha.
- 26 % de 11 a 55 ha.
- 18 % de 51 a 100 ha.
- 22 % de 101 a 250 ha.
- 14 % de 251 a 500 ha.
- 10 % de más de 500 ha,

Los extremos tienen casi el mismo % de informantes y la data tiene una tendencia similar a la de una curva de Gauss (Figura 3), siendo los de mayor frecuencia las pequeñas, medianas grandes y medianas, con tamaños promedios redondeados de 32 ha, 173,5 ha y 78 ha, respectivamente.

Las unidades de producción de muy pequeñas a medianas grandes representan el 76,2% de las unidades de producción y ocupan 11.660 ha, o el 26,4% de la superficie; mientras que las grandes y más que grandes representan 23,8 % de los encuestados con una superficie total de 32.432 ha, o el 73,6 % de la superficie; la media ponderada de las fincas tiene

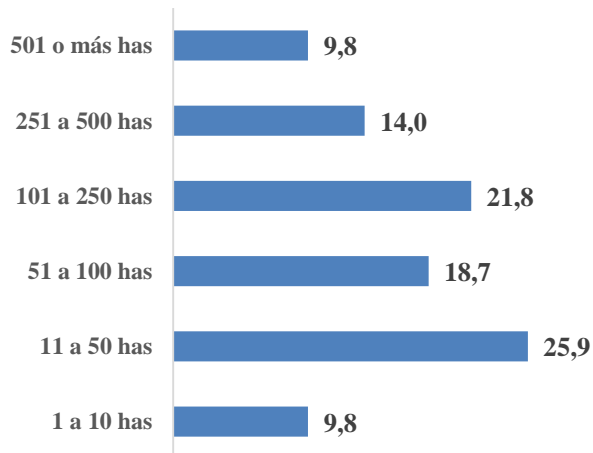


Figura 2. Distribución porcentual de la muestra por categoría de tamaño de la unidad de producción

### Capacidad de carga e intensidad de uso de la tierra.

Del análisis de datos en lo que respecta a número promedio de animales por unidad de producción (Figura 4) se obtienen dos datos muy contrastantes, el primero, normal, que a mayor tamaño más animales, pero el segundo, muy significativo es

superficie redondeada de 230 ha<sup>17</sup>, con una media para el grupo mayoritario de 80 ha<sup>18</sup> ha por unidad de producción.

Cuando estos hallazgos se contrastan con los analizados por Calvani y Farías (2014) de la data del VII Censo Agrícola Nacional del 2007/2008, hay diferencias importantes en el extremo inferior de las unidades de producción muy pequeñas y pequeñas. Estas son prácticamente la mitad que, para esa ocasión, con casi el mismo promedio de superficie. En el sector intermedio hay casi el doble de la proporción en comparación con el último censo y las grandes y más que grandes representan casi tres veces que lo reportado en el VII CENSO.

Esto estaría indicando una tendencia importante a incrementar el tamaño de las unidades productivas activas, con disminución significativa del número de pequeños productores y un incremento de la ganadería de escala industrial.

La drástica caída de la proporción de muy pequeñas y pequeñas unidades de producción puede ayudar a explicar en cierta medida la caída del consumo per cápita de carne bovina a nivel nacional reportado por el USDA (2021, 2022) para el año 2021 de 9,7 kg/persona año en contraste con los 26 kg/persona año del 2013 (-62,8%), debido a que este tipo de fincas generalmente dedican buena parte de su producción para el autoconsumo.

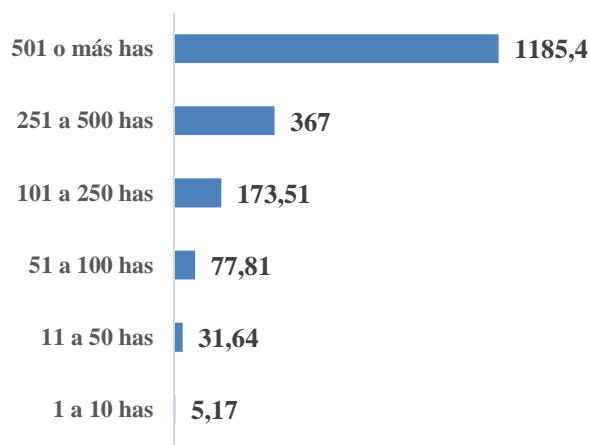


Figura 3. Superficie promedio de las unidades de producción por categoría de tamaño de la unidad de producción

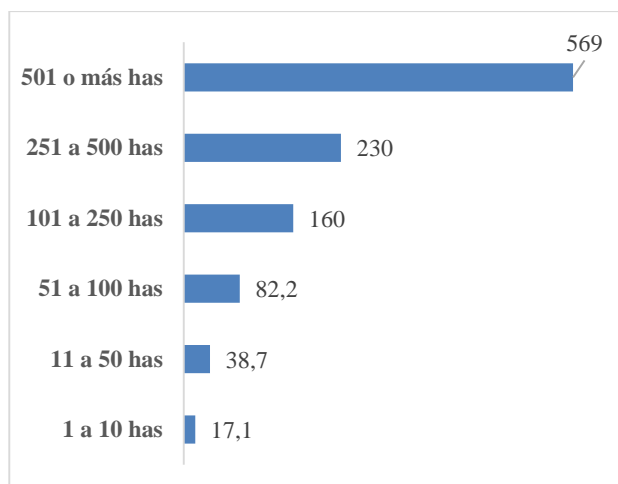
que hay una relación inversa entre el tamaño de la unidad de producción y la capacidad de carga por unidad de superficie (Figura 5), con una mayor carga animal por ha en las unidades de producción muy pequeñas, pequeñas y medianas, vs una menor carga en las grandes y más que grandes, separando lo

<sup>17</sup> Promedio de 228,6 ha

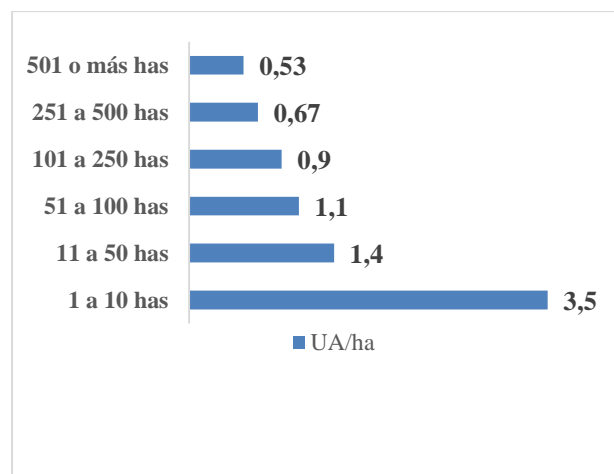
<sup>18</sup> Promedio de 80,4 ha

que pudiese ser sistemas intensivos y semi intensivos en las de menor superficie y sistemas extensivos en las de mayor tamaño. Este hecho puede explicar la sobrevivencia de las más pequeñas, asociadas a un manejo más intensivo de la tierra

disponible, definiendo para esta muestra que la mínima unidad de producción posee una media de 17 animales en poco más de 5 ha.



**Figura 4.** Número promedio de animales por categoría de tamaño de la unidad de producción.



**Figura 5.** Carga animal promedio según tamaño de la Unidad de Producción

Cuando se contrastan con el referencial propuesto por Soto (2004) donde la situación actual en carga sería de 0,4 UA/ha y la esperada de 1,5 UA/ha, las unidades, para los sistemas doble propósito, muy pequeñas, pequeñas y medianas están dentro o cerca del rango esperado mientras que las grandes y más que grande se encuentran aún muy cerca de la situación “actual” dada para el año 2004, mostrando poca evolución en la capacidad de sostener animales por unidad de superficie. Es de hacer notar que Páez *et al*, (1998) reportan un comportamiento semejante al obtenido en este trabajo en fincas pequeñas a medianas del Valle de Aroa en Venezuela, Igualmente, Calvani y Farías (2016) indican un comportamiento similar para

pequeños y medianos productores de cría bovina en el estado Guárico.

Este comportamiento no se limita a Venezuela, los resultados obtenidos son semejantes a los reportados por González–Quintero *et al*, (2020) en lo referente a muy pequeños y pequeños productores, para superficie y número de animales en una investigación realizada en Colombia sobre una muestra de 251 unidades de producción de una asociación de ganadería sostenible con un total de 2618 fincas. Sin embargo, la carga animal para fincas muy pequeñas en Venezuela es significativamente superior (véase Tabla 5)

**Tabla 5.** Comparación de fincas ganaderas muy pequeñas y pequeñas en Venezuela y Colombia. Promedio y rango en superficie y promedios en número de animales por finca e intensidad de carga.

| País      | Fincas ganaderas muy pequeñas                        |                                    |                                       | Fincas ganaderas pequeñas                            |                           |                                |
|-----------|--|------------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------|--------------------------------|
|           | Indicadores de caracterización                       |                                    |                                       | Indicadores de caracterización                       |                           |                                |
|           | Área (Colombia Promedio) (Venezuela Rango) hectáreas | N° de animales (Promedio) animales | Intensidad de carga (Promedio) UA/ ha | Área (Colombia Promedio) (Venezuela Rango) hectáreas | N° de animales (Promedio) | Intensidad de carga (Promedio) |
| Colombia  | 16   | 13                                 | 1,2                                   | 40   | 40                        | 1,2                            |
| Venezuela | 1-10   | 17                                 | 3,5                                   | 10 – 50  | 39                        | 1,40                           |

Fuente: González-Quintero et al, 2020 y cálculos propios.

Las fincas categorizadas como grandes en la investigación realizada en Colombia corresponden a las categorizadas como

medianas en esta investigación. La comparación arroja diferencias significativas tal como puede apreciarse en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Comparación de fincas ganaderas medianas en Venezuela y grandes en Colombia. Promedio y rango en superficie y promedios en número de animales por finca e intensidad de carga.

| País      | Fincas ganaderas grandes en Colombia |                                    |                                       | Fincas ganaderas medianas en Venezuela |                           |                                |
|-----------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------|--------------------------------|
|           | Indicadores de caracterización       |                                    |                                       | Indicadores de caracterización         |                           |                                |
|           | Área (Promedio) hectáreas            | N° de animales (Promedio) animales | Intensidad de carga (Promedio) UA/ ha | Área (Rango)                           | N° de animales (Promedio) | Intensidad de carga (Promedio) |
| Colombia  | 135                                  | 329                                | 2,0                                   | -                                      | -                         | -                              |
| Venezuela | -                                    | -                                  | -                                     | 51 -100                                | 82                        | 1,0                            |

El número de animales y la intensidad de carga en Venezuela es inferior lo que sugiere que los miembros de la asociación colombiana evaluada están incorporando apropiadamente el manejo sostenible y semi intensivo.

#### Uso de registros, clasificación de lotes. administración y asistencia técnica.

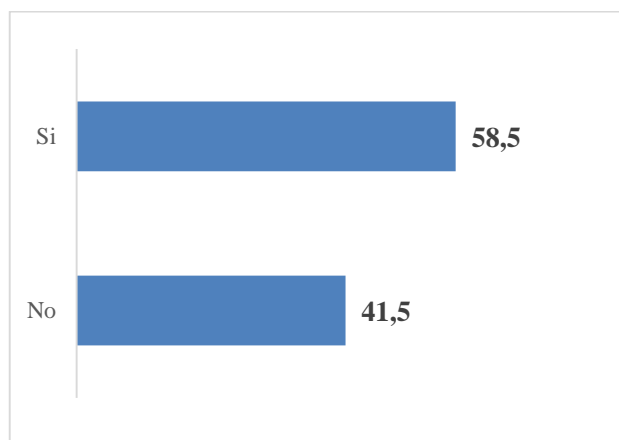
Los resultados obtenidos se muestran en las figuras indicadas a continuación: uso de registros (Figura 6), clasificación de lotes (Figura 7), administración y asistencia técnica (Figuras 8 y 9).

Aproximadamente un 60% de los encuestados lleva registros, cerca de 80% clasifica sus lotes de producción, pero poco menos de un tercio (33%) tiene servicios contables administrativos, mientras que un 66% tiene asistencia técnica en la unidad de producción. Estas cifras son importantes porque ellas son fundamentales para guiar a la unidad de producción hacia la eficiencia, eficacia, productividad y renta.

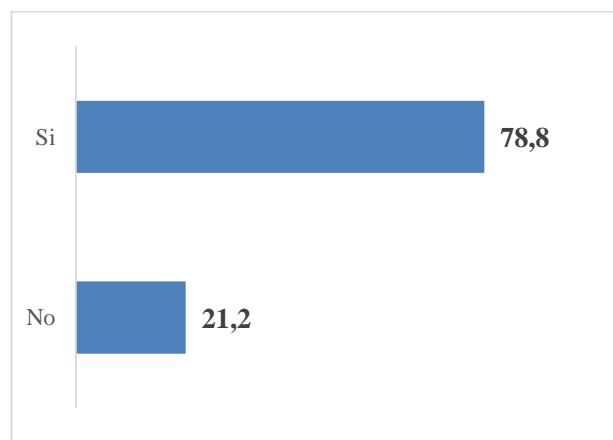
Es necesario resaltar que llevar registros, clasificar animales y tener asistencia técnica sin posibilidad de analizar el desempeño contable y administrativo es una severa limitación de los sistemas ganaderos, ya que dificulta la posibilidad de obtener indicadores y tomar decisiones sobre el desempeño de

estos. Los ganaderos deben pasar de la concepción de gestionar la producción a gestionar la productividad de los factores de producción para incrementar su rentabilidad y beneficio. Evidenciar este hecho es un paso importante para diseñar un programa de mejoramiento del desempeño de las fincas ganaderas en Venezuela.

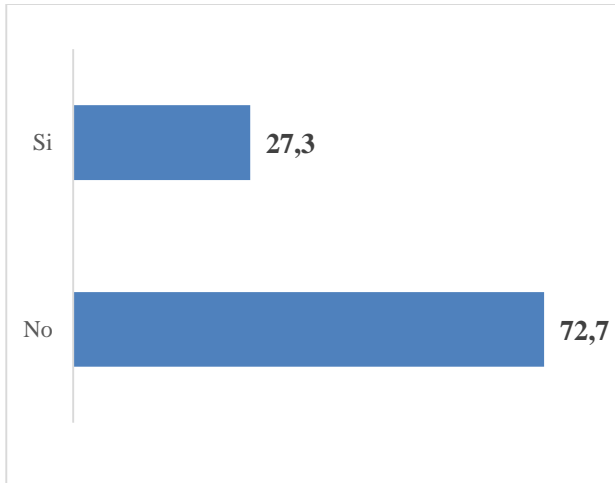
Estas cifras pueden ayudar, parcialmente, a explicar la poca evolución y crecimiento de la ganadería en Venezuela, al tener serias limitaciones al momento de tomar decisiones y correctivos para lograr sistemas de producción competitivos, También explica la permanencia y mejoras en ciertos estratos, bajos a medios, en medio de la fuerte crisis económica que atraviesa el país, Estas afirmaciones fueron corroboradas por Silva *et al.*, (2010) y Urdaneta *et al.*, (2008) en ganado bovino en Perijá, estado Zulia -Venezuela, donde los productores con registro y manejo de indicadores lograban un mejor desempeño económico que los que no los utilizaban apropiadamente, llevar registro no siempre significó usarlos como base para indicadores de gestión, También Gamarra (2004) concluyó que para lograr una mayor eficiencia en las fincas de la Costa Caribe Colombiana se debe hacer especial énfasis en los criterios para su selección y continuo mejoramiento, lo cual está relacionado con el uso y manejo de indicadores de gestión,



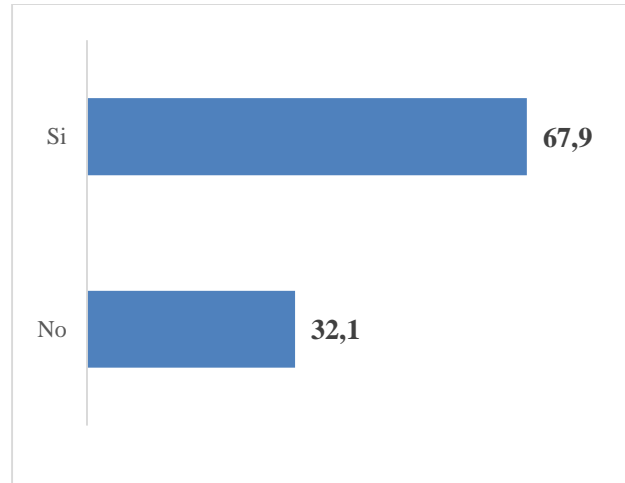
**Figura 5.** Porcentaje de fincas con registros en la unidad de producción



**Figura 6.** Porcentaje de aplicación de la clasificación de animales por lotes en la unidad de producción



**Figura 7.** Porcentaje de fincas con Servicios Contables y Administrativos



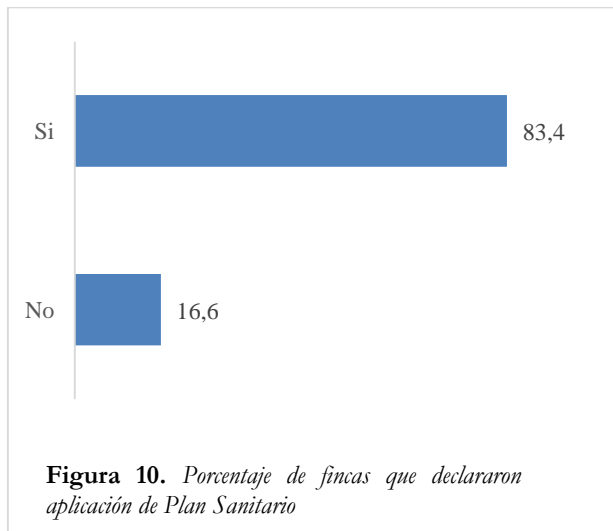
**Figura 8.** Porcentaje de fincas con asistencia técnica

### Manejo sanitario.

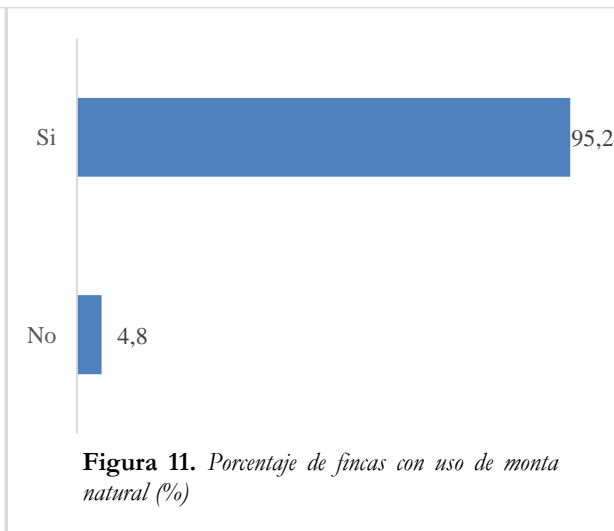
Otro punto de gran relevancia en ganadería es el asociado al manejo sanitario (Figura 10) y manejo reproductivo del rebaño (Figuras 11 al 13). Más del 83% de los encuestados posee un plan sanitario. Pero dentro de los encuestados hay once categorías de planes sanitarios (Tabla 7), con un predominio del plan básico con control de aftosa, rabia, brucelosis, endoparásitos y ectoparásitos para el 56 % de los encuestados; seguido por un 21% solo controla aftosa, rabia, ectoparásitos y endoparásitos y en tercer lugar un 8 % que controla aftosa, rabia, brucelosis, clostridiales, endoparásitos y ectoparásitos; esto indica que hay un énfasis en prevención y control básico de potenciales enfermedades, pero no se presta atención significativa en potenciales enfermedades como las causadas

por otras bacterias y/o protozoos hematozoarios (estafilococos, clostridiales, leptospirosis, campilobacteriosis, tripanosomiasis, anaplasmosis, babesiosis), diarreas virales; todas de gran significancia reproductiva, productiva y económica en el país y en mucha zonas endémicas (FAO,1961).

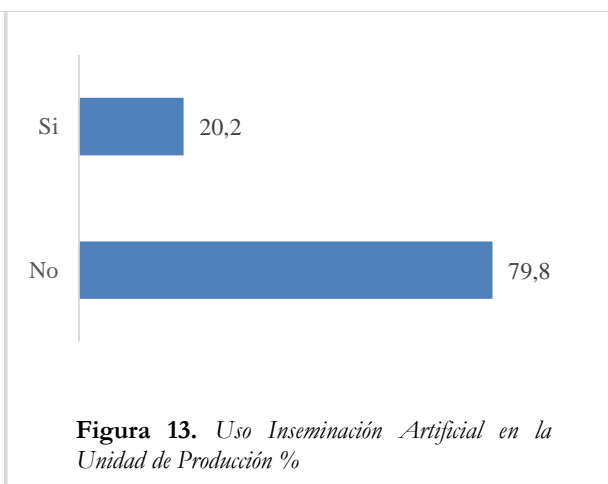
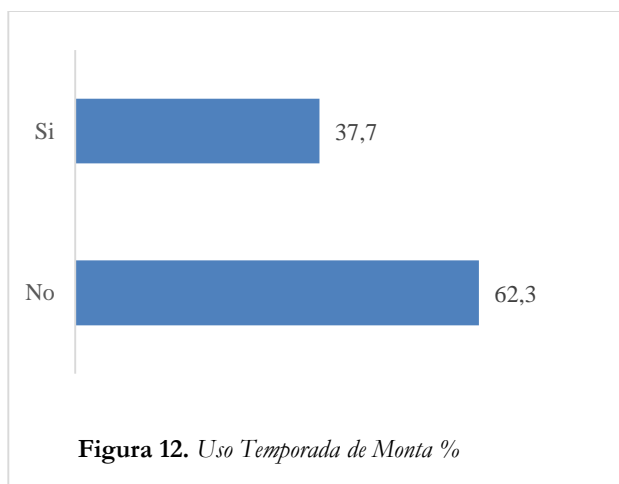
Los resultados obtenidos son semejantes a los reportados por González (2020) que manifiesta que menos de un 15% de los ganaderos aplica planes sanitarios que contemplen las principales enfermedades, dejando por fuera de los planes de prevención y control de agentes causales de neumonías, mastitis y abortivos como la leptospirosis, que puede ser la causa de más de un tercio de los abortos en zonas endémicas,



**Figura 10.** Porcentaje de fincas que declararon aplicación de Plan Sanitario



**Figura 11.** Porcentaje de fincas con uso de monta natural (%)



El estudio identificó diez (10) planes sanitarios diferentes, como se presenta en la Tabla 7. El más aplicado contempla el tratamiento de aftosa, rabia, brucelosis, endoparásitos y ectoparásitos.

**Tabla 7.** *Tipologías de planes sanitarios encontrados*

| ID | Frecuencia | %    | Tipo plan sanitario   |
|----|------------|------|---|
| 0  | 86         | 56,6 | Aftosa, rabia, brucelosis, endoparásitos y ectoparásitos  |
| 1  | 32         | 21,1 | Aftosa, rabia, endoparásitos y ectoparásitos  |
| 2  | 5          | 3,3  | Aftosa, endoparásitos y ectoparásitos   |
| 3  | 2          | 1,3  | Aftosa, rabia brucelosis, protozoos hemoparásitos, clostridiales, endoparásitos y ectoparásitos |
| 4  | 5          | 3,3  | Aftosa, rabia, brucelosis, protozoos hemoparásitos, endoparásitos y ectoparásitos               |
| 5  | 12         | 7,9  | Aftosa, rabia, brucelosis, clostridiales, endoparásitos y ectoparásitos                         |
| 6  | 4          | 2,6  | Aftosa, brucelosis, desparasita, garrapatas, endoparásitos                                      |
| 7  | 1          | 0,7  | Aftosa, desparasita, garrapatas   |
| 8  | 1          | 0,7  | Brucelosis, desparasita, garrapatas, endoparásitos  |
| 9  | 3          | 2,0  | Rabia, desparasita, garrapatas, endoparásitos   |
| 10 | 1          | 0,7  | Brucelosis, rabia, desparasita, garrapatas, endoparásitos                                       |

### Métodos reproductivos.

El manejo reproductivo es fundamental para los sistemas ganaderos. De acuerdo con los resultados mostrados en las Figuras 11 al 13, el 95,2 % de los informantes manifestó que

usa monta natural en sus rebaños, solo un 4,8 % declara usar otras alternativas reproductivas, entre ellas la inseminación artificial que de esa escasa proporción del 4,8 % apenas alcanza un 20,2 %, lo que se traduce en que apenas un 1% de los encuestados realiza prácticas de inseminación artificial.

La mayoría de los ganaderos declaran que el método reproductivo de sus rebaños es la monta natural, esta puede ser mejorada si se establece una temporada de monta. La respuesta obtenida en este trabajo es solo un 37,7 % controla la temporada de monta, usando otros métodos y sus combinaciones para la diferencia restante. El bajo uso de tecnologías reproductivas tiene un impacto negativo sobre la posibilidad de mejorías a largo plazo en los rebaños y se prestan para un menor control del mejoramiento general al ser difícil hacer seguimiento a los padrotes empleados, en especial en las explotaciones de mayor escala; por el contrario establecer una temporada de monta fija en rebaños vacunos permite:

1. Control del ciclo reproductivo al sincronizar el celo de las vacas, facilitando el tiempo de la detección y el servicio, optimizar la tasa de preñez al concentrar la inseminación en un período específico, facilitar el manejo reproductivo del rebaño, planificando partos y destete.
2. Mejoramiento genético: pues puede combinarse con el uso eficiente de toros de alta calidad genética durante la temporada, facilita la identificación del padre de las crías, mejorando el control de la genética, facilita la implementación de programas de selección genética más precisos.
3. Eficiencia económica: puede reducir costos al evitar la necesidad de mantener toros reproductores durante todo el año, mejora el uso de recursos humanos y materiales durante la temporada de monta, permite una mejor planificación de la producción de leche y carne.
4. Bienestar animal: reduce el estrés de las vacas al evitar la monta constante durante todo el año, disminuye el riesgo de lesiones y enfermedades relacionadas con la monta, favorece la salud y el bienestar general del rebaño.
5. Sincronización con otros eventos: permite la sincronización de la temporada de monta con otros



eventos importantes, como la vacunación o el desparasitación, facilita la planificación de la mano de obra y el manejo del rebaño, optimiza la eficiencia general de la operación ganadera.

En resumen, establecer una temporada de monta fija en los rebaños vacunos ofrece numerosas ventajas, incluyendo un mejor control del ciclo reproductivo, el mejoramiento genético, la eficiencia económica, el bienestar animal y la sincronización con otros eventos importantes.

Vargas y Velasco (2011) consiguieron patrones semejantes a los evidenciados en este trabajo, en cuanto a manejo reproductivo en unidades de producción de la Cañada de Urdaneta, estado Zulia, Venezuela, con una tendencia al mayor uso de tecnologías reproductivas en las fincas de tamaño intermedio y con mayor nivel gerencial.

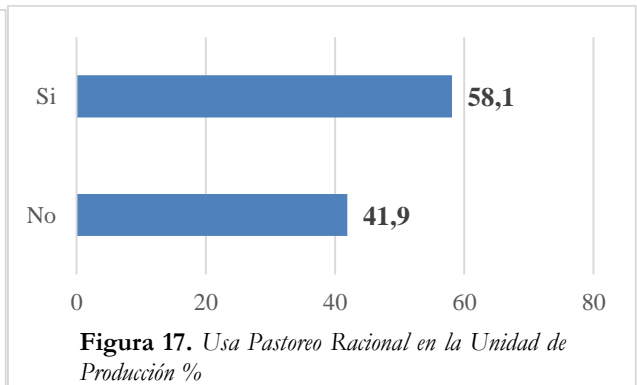
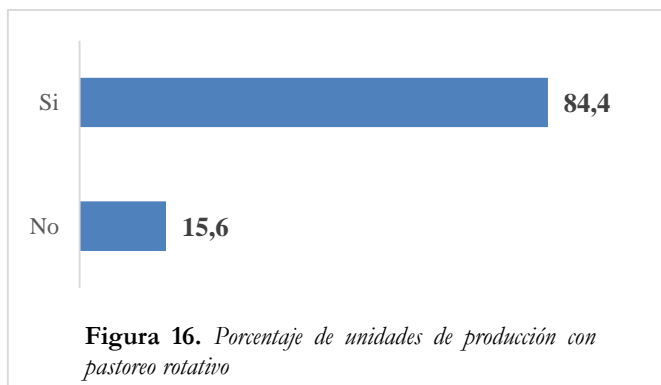
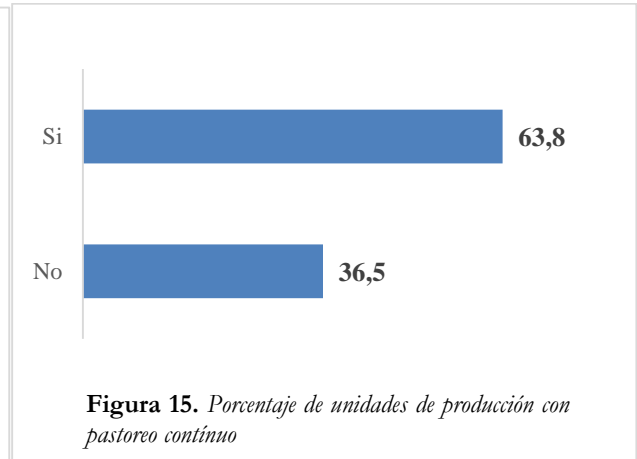
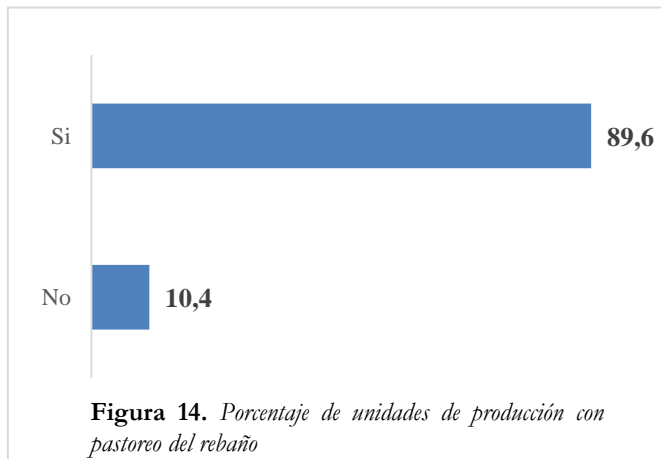
Para implementar sistemas de reproducción que impliquen el uso de tecnologías reproductivas modernas, como la inseminación a tiempo fijo, se requiere llevar registros, tener lotes clasificados por niveles productivos, controlar y/o prevenir las potenciales enfermedades del tracto reproductivo, y como se ha patentizado parte importante de los encuestados no cumple con estos requisitos, afectando significativamente el potencial genético, desempeño reproductivo, productivo, renta y competitividad,

### Disponibilidad de forrajes.

Una parte estructural de los sistemas ganaderos tropicales es la disponibilidad de forrajes, su calidad y la capacidad para conservar alimentos para las épocas en las cuales no están disponibles. Los datos al respecto se muestran en la Tabla 8 y las Figuras 14 a 18. Casi el 90% de los productores pastorea su rebaño; un 66% hacen pastoreo continuo, sin planes de rotación ni manejo de cargas; cerca de un 80% de los que hacen rotaciones de potreros aplican diversas técnicas, entre ellas casi un 60% hace pastoreo racional. Esta información lleva a sostener que la mayoría de los ganaderos se encuentran bajo modelos extensivos a extensivos mejorados y una minoría en sistemas semi intensivos e intensivos,

**Tabla 4.** Superficie promedio de aprovechamiento del área de forrajes por categoría de tamaño de la unidad de producción (hectáreas)

| Hectáreas / Tipo UP        | 1 a 10 ha | 11 a 50 ha | 51 a 100 ha | 101 a 250 ha | 251 a 500 ha | 501 o más ha |
|----------------------------|-----------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Sin riego                  | 3,3       | 13,4       | 31,4        | 106          | 101          | 942          |
| Leguminosas forrajeras     | 1,0       | 6,4        | 15,4        | 23,2         | 26,6         | 30,3         |
| Forrajes para ensilar/heno | 1,4       | 8,3        | 19,6        | 11,6         | 16,7         | 229          |
| Pastos Silvestres          | 0         | 7          | 15          | 10           | 75           | 900          |
| Forrajes bajo riego        | 2,5       | 12         | 28          | 5            | 36           | 26           |



### Conservación de forrajes.

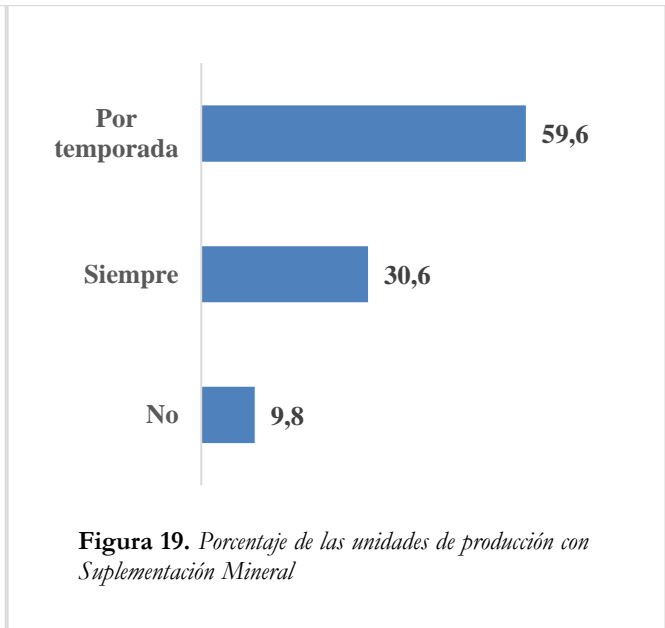
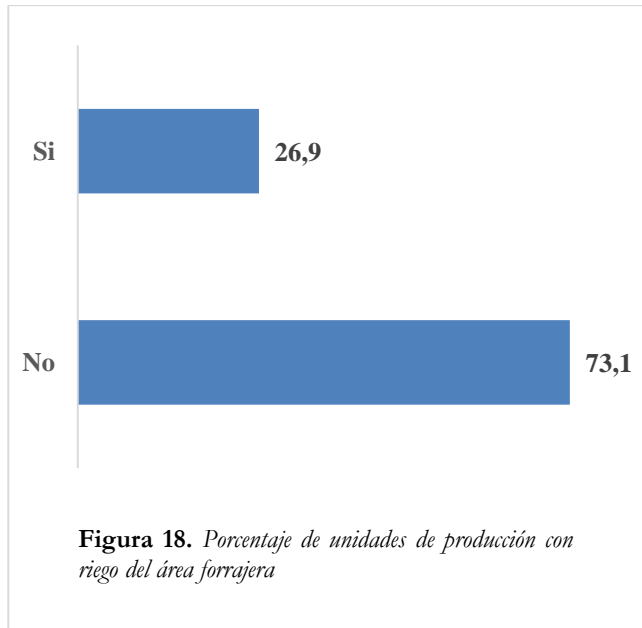
En todas las categorías de unidades de producción hay diversos niveles de conservación de forrajes (silo/heno), siembra de leguminosas forrajeras, uso de riego y establecimiento de forrajeras mejoradas. Pero hay una clara tendencia a intensificar el uso de forrajes, con riego y conservación, en los tamaños muy pequeño, pequeño y mediano, con una bien definida disminución de la intensidad de manejo en las unidades de producción más grandes, aunque con conservación de forrajes. Garantizar el suministro constante de alimentos en calidad y cantidad durante el año es un elemento de sostenibilidad y renta que deben priorizar los ganaderos mediante el uso de prácticas pastoreo racional, bancos forrajeros y cercas vivas, disminuyendo la producción de gases efecto invernadero y aumentando la productividad (Arango *et al*, 2016, Urdaneta *et al*, 2008, Páez *et al*, 1998),

### Uso de suplementos minerales.

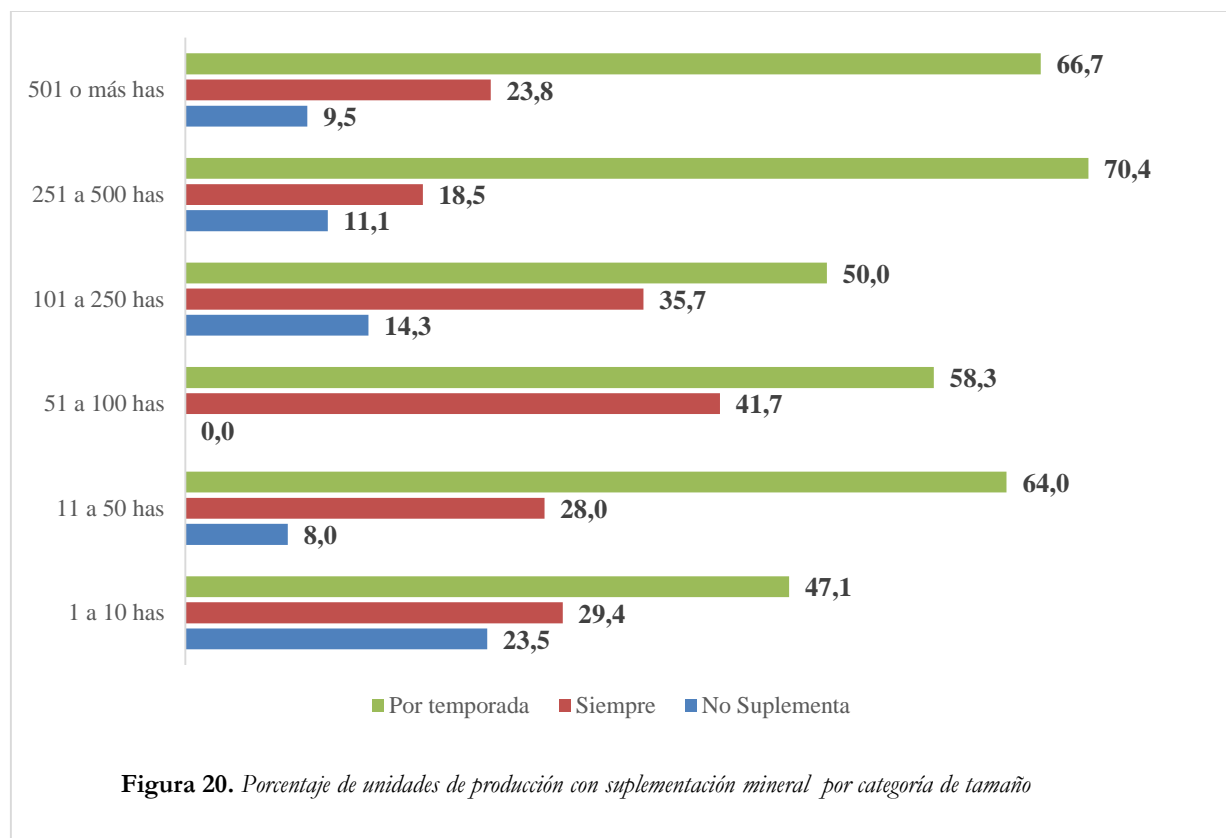
El uso de suplementación mineral (Figura 19) es un factor determinante en producción y reproducción ganadera, especialmente cuando ocurre mayoritariamente a pastoreo. El resultado general de la encuesta indica que el 10%<sup>19</sup> no usa

suplementación mineral, 60 % lo hace por temporada y solo 31 % lo hace siempre. Cuando se discrimina por tamaño de unidad de producción (Figura 20), se encuentra que las unidades pequeñas y medianas casi siempre suplementan, bien sea permanentemente (42 % valor más alto de los 6 grupos) o por temporadas; las fincas más grandes tienden a una mayor suplementación por temporadas; y las muy pequeñas presentan el mayor valor de no suplementación mineral (24 %), probablemente relacionado con el costo de la práctica.

González *et al*, (2020) en un estudio con pequeños, medianos y grandes productores consiguieron tendencias similares en lo que respecta a suplementación mineral y con sal blanca en 251 fincas pertenecientes a una asociación de 2618 productores, donde los más pequeños tenían la menor cifra y en general más del 80% usaba minerales en temporadas o siempre, casi en la misma proporción, Urdaneta (2012) en 582 unidades de producción de las principales zonas ganaderas del estado Zulia encontró que del 67 % al 92 % de los productores usan minerales independientemente de la frecuencia, lo cual coincide con la mayoría de los casos encontrados en el presente trabajo,



<sup>19</sup> Cifras redondeadas



### Provisión de energía a las unidades de producción.

Venezuela, país petrolero durante las últimas once décadas, redujo el subsidio a los combustibles entre 2021 y 2022, pasando a ser de un costo casi que despreciable, menos del 1%, según Bolívar *et al.* (2016), a un costo relevante dentro del sistema de producción, unido a la frecuente escasez de casi todos los derivados del petróleo en las principales zonas ganaderas del país (CONSECOM, 2021).

Por ello se consultó el consumo estimado de combustibles semanal (gasolina y gasoil, Figura 21 al 24) y mensual (gas doméstico, Figuras 25 y 26); encontrando que éste osciló para el 66 % de la muestra (promedio  $\pm$  s):  $33 \pm 4^{20}$  kg de gas doméstico mensual,  $161 \pm 35$  litros de gasolina semanal y  $289 \pm 36$  litros de gasoil semanal.

Estos valores en sí no se puede determinar si son altos o bajos si no se contextualizan en función de las superficies bajo producción, por ello se procedió a dividir el valor consumido anualmente por la superficie y generar el indicador de consumo de combustibles por unidad de superficie anualmente para los seis grupos de tamaño de unidad de producción,

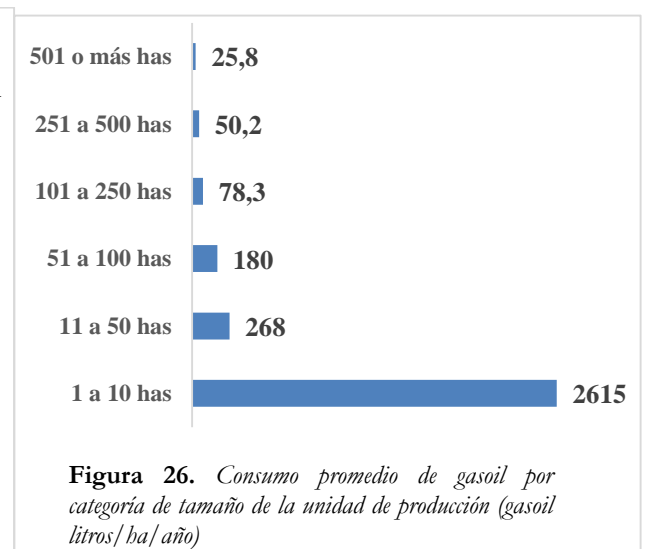
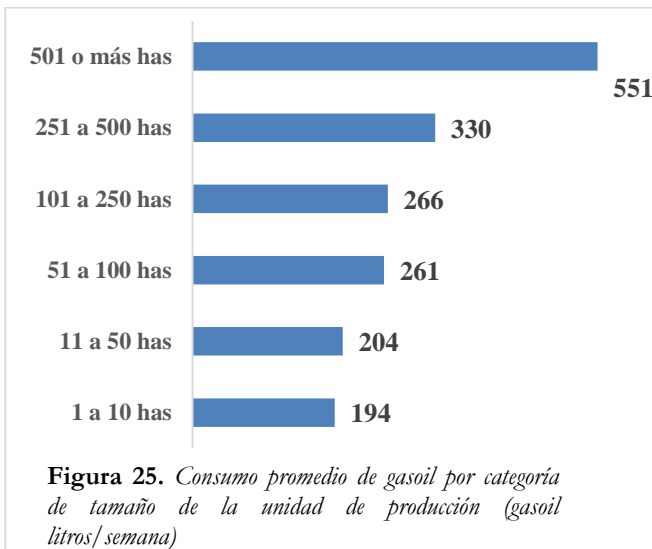
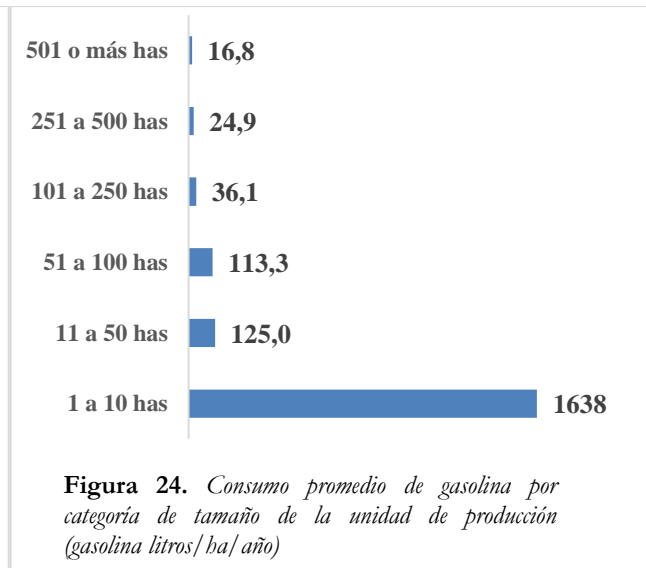
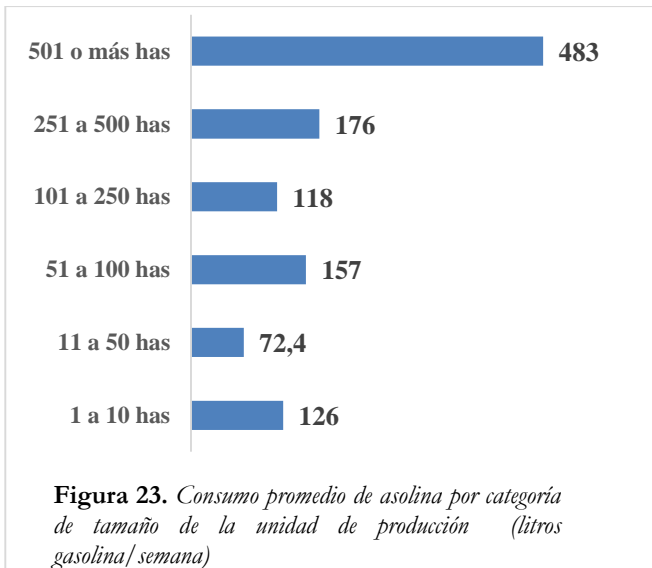
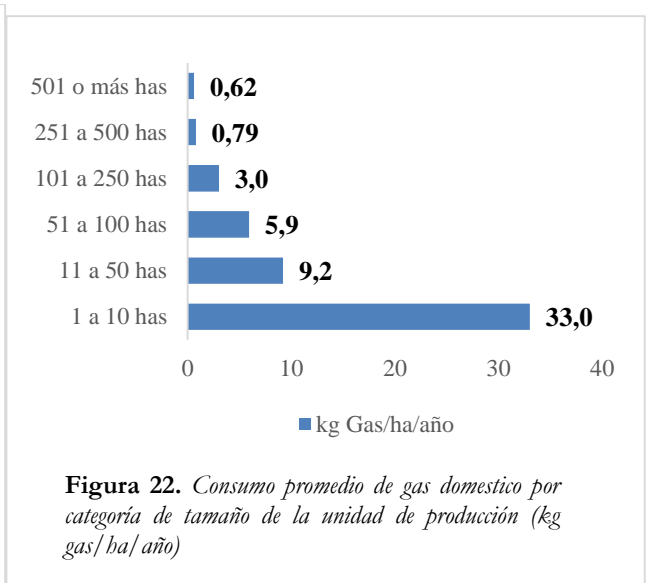
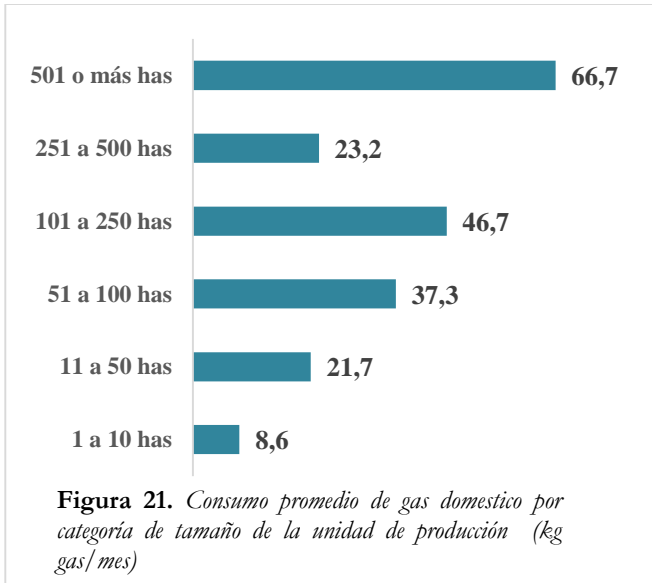
El consumo de gas doméstico aumento proporcionalmente con el tamaño de la unidad de producción, dado que el mismo se usa para cocinar y hace tiene sentido que a mayor tamaño

más mano de obra y más consumo en labores de cocción. La misma tendencia se observa con la gasolina semanal, pero cuando se aplica el indicador, se revierte totalmente la situación, disminuyendo el consumo de combustible por ha en la medida que aumenta el tamaño, llegando al extremo de ser 17 lt/ha/año en las más que grandes vs 1640 lt/ha/año en las muy pequeñas (96,5 veces más), Dado que la gasolina se usa básicamente para los desplazamientos y estos no son dependientes del tamaño de la finca, confiere sentido a la disminución unitaria al aumentar la escala de producción.

Exactamente lo mismo ocurre con el gasoil, pero con mayor nivel, siendo 26 lt/ha/año en las más que grandes vs 2600 lt/ha/año en las muy pequeñas (100 veces más). Este patrón de consumo debe ser investigado con mayor detalle pues debería estar asociado a operaciones en las fincas y estas deberían incrementarse con el tamaño de la unidad de producción.

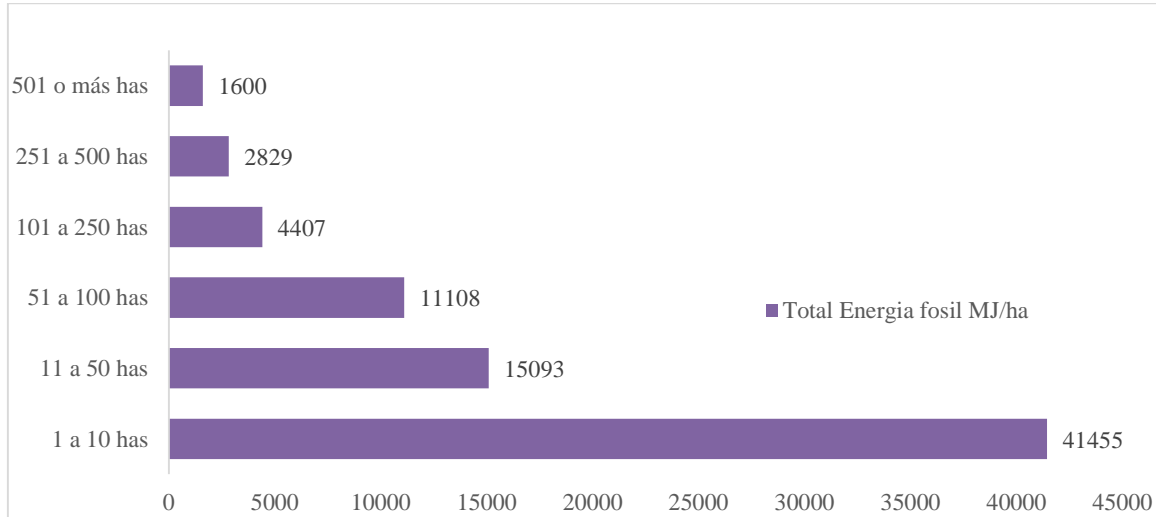
Una hipótesis por comprobar para explicar porque a mayor escala de la unidad de producción consumo por ha de combustibles es menor, podría ser que el uso de riego y la mayor intensificación en los niveles de muy pequeña, pequeña y mediana, lleva a un mayor uso de combustible para permitir el funcionamiento del sistema.

<sup>20</sup> Cifras redondeadas

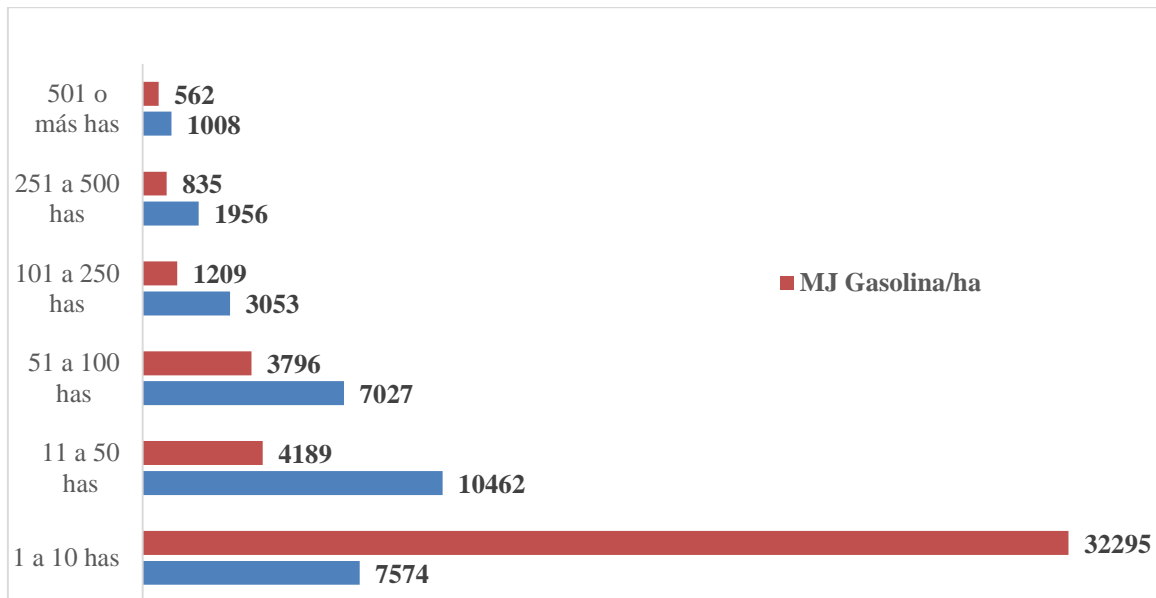


Cuando se convierten los valores por hectárea anuales en MJ de energía fósil por tipo y se totalizan (Figuras 27 que incluye gas, gasolina y gasoil y 28 que discrimina gasolina y gasoil), se aprecia que los pequeños productores casi triplican y más que cuadruplican el uso de energía con respecto a los medianos, y pueden estar entre 10 y 25 veces el uso de energía que los grandes productores, en principio por la mayor intensidad de uso entre los más pequeños y una actividad mayormente

extensiva de los grandes productores, donde la mecanización parece ser mínima. El menor nivel de mecanización de las grandes unidades de producción contribuye a una menor emisión de gases efecto invernadero y puede ser una oportunidad para una ganadería más sostenible, siempre y cuando el manejo general lleve a ello.



**Figura 27.** Consumo de energía fósil total en MJ/ha/año (Gas, gasolina y gasoil)



**Figura 28.** Consumo de energía por hectárea año para gasolina y gasoil MJ/ha/año

**Producción y productividad lechera de las fincas.**

En cuanto a los aspectos relacionados con la producción y la productividad se obtuvieron los siguientes resultados<sup>21</sup>.

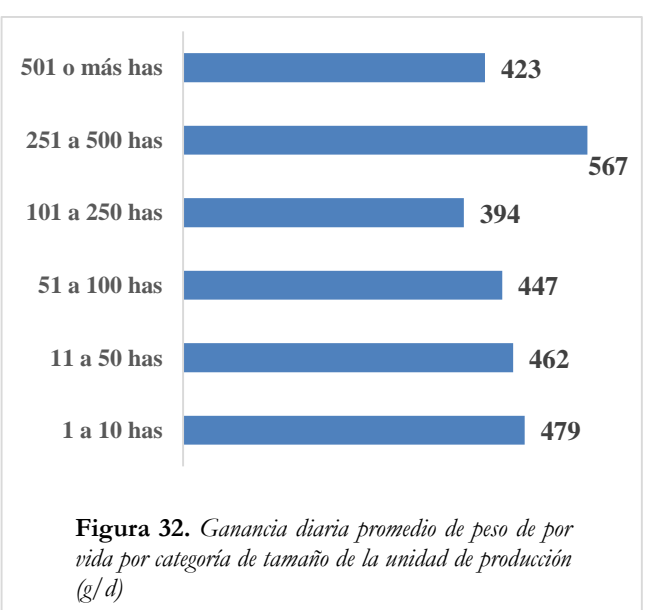
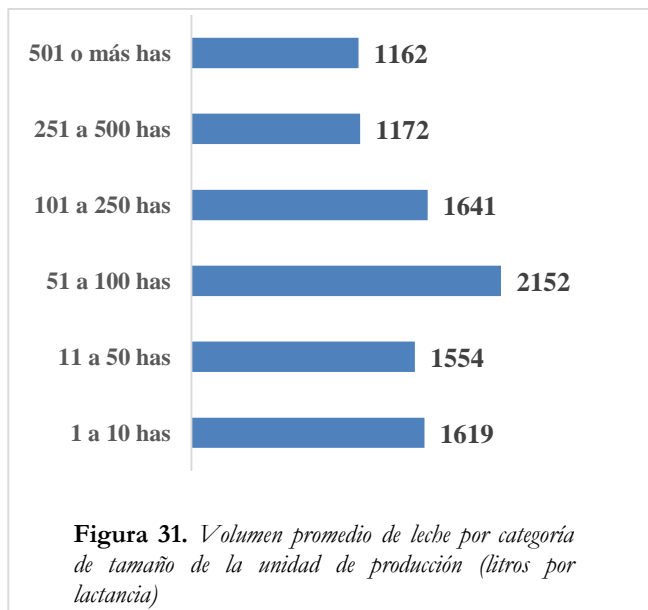
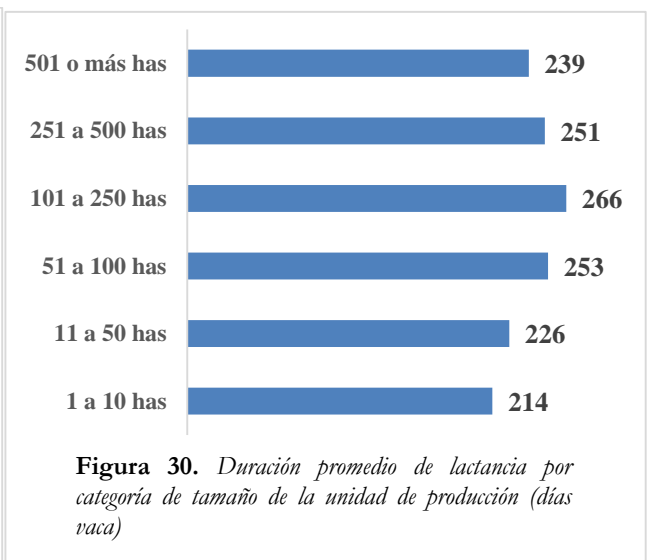
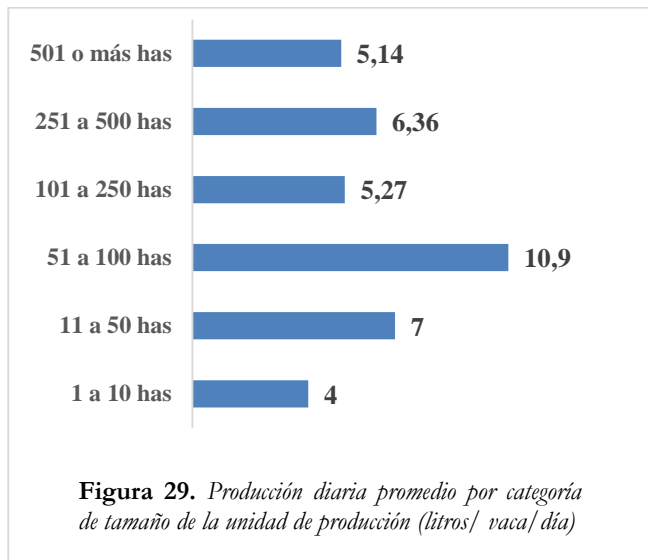
- **Producción diaria de leche por vaca.** El promedio  $\pm$  s, de litros por vaca diario fue de  $5,8 \pm 0,3$ .
- **Lactancia.** Las lactancias fueron en promedio de  $1553 \pm 112$  litros,
- **Duración de la lactancia.** La duración de la lactancia fue de  $245 \pm 6$  días (Figuras 29 y 30).

Las cifras obtenidas reflejan que la ganadería de leche venezolana, para la muestra, se comporta, en promedio, como un sistema productivo doble propósito, como lo describe Soto (2004), con cierta mejoría en el promedio general de

litros/vaca/día, cuando se acerca a la situación esperada de 6 a 8 litros/día, y se abandona el sostenido promedio de 3 a 4 litros/día.

Lo mismo ocurre con las lactancias que comienzan a acercarse a la meta de 1.700 litros citada por el mismo autor. Aun con un componente de duración de la lactancia distante de los 270 días esperados.

Cuando se hace un análisis por tamaño de la unidad de producción, se consigue que las pequeñas y medianas alcanzan los mayores niveles de producción en litros/vaca/día (Figura 29), y litros/lactancia (Figura 31), mientras que los extremos (1y 6) presentan los valores más bajos en litros/vaca/día y duración de la lactancia (Figura 30),



<sup>21</sup> Cifras redondeadas



Con respecto a la primera década del siglo XX, se puede presumir una mejoría en cuanto a litros por lactancia al comparar con los 964,3 lt reportados por Urdaneta *et al*, (2008) en sistemas doble propósito, que son los que predominan en esta encuesta.

Cuando se compara con los resultados de González–Quintero *et al*, (2020), para grupos de ganaderos colombianos, similares a los de este trabajo, las fincas muy pequeñas presentan niveles de producción por vaca muy similares (2 a 4,8 lt/vaca/día) y no muy lejanos a las más que grandes (2,9 a 4,4 lt/vaca/día).

La duración de la lactancia y litros por lactancia presentan valores muy similares a los reportados por Silva *et al*, (2010), para un grupo de 200 productores de Machiques (Zulia, Venezuela), con 239,8 días/lactancia (con 1505,1 litros/lactancia, promedio de los 4 tipos de productores).

Estos resultados, permiten asegurar que la ganadería de leche venezolana ha tenido un crecimiento lento en la producción individual de leche pasando de 4 lt/día hace cuarenta años (Pearson de Vaccaro 1986), con 5,77 en la última década del siglo veinte (Urdaneta *et al*, 1995) y llegando a 6 lt/día en la primera década del siglo veintiuno (Silva *et al*, 2010). Se aprecia una tendencia a la baja con los resultados del presente trabajo, más cercana a la última década del siglo pasado, dentro de las variantes de los sistemas doble propósito sustentados en pastoreo,

### **Producción y productividad de carne en las fincas.**

En lo referente a la ganancia de peso de por vida (Figura 32), en general fue de 457,1±20,5 gr/día, con un mejor desempeño en las unidades de producción muy grandes, con 566,7 gr/día y en las muy pequeñas con 478,6 gr/día, con las intermedias con menores ganancias de peso, probablemente por ser estas las de mejor desempeño en producción láctea, con menor dedicación a la producción de carne. En Colombia, MINAGRICULTURA (2020), reporta que para los sistemas de ganadería doble propósito la ganancia de peso de por vida es de 350 gr/día, con un tope de 574 gr/día, y en los sistemas de carne la ganancia de peso de por vida es de 350 gr/día, con un tope de 610 gr/día, lo cual indica que las ganancias de peso para este estudio están dentro de dicho rango, con una tendencia hacia el límite superior de la ganadería de carne para las Unidades de Producción muy grandes, Una tendencia similar ocurre para las ganancias de peso reportadas por González–Quintero *et al*, (2020), tanto en las fincas muy pequeñas como en las muy grandes,

### **Conclusiones:**

El 83% de los productores tienen sistemas bovinos doble propósito y sus distintas combinaciones con otros sistemas ganaderos y de manejo, seguidos de ganadería bovina de carne

con cría, levante y/o engorde en un 12 %, luego la leche especializada cubre un 3 %.<sup>22</sup>

Los rangos de tamaño más frecuentes fueron: 25,65% de 11 a 55 ha (31,64 ha promedio), 21,99% de 101 a 250 ha (173,51 ha promedio) y 18,32% de 51 a 100 ha (77,81 ha promedio),

El promedio de litros por vaca diario fue de 5,77±0,32, las lactancias fueron en promedio de 1,552,7±111,9 litros, la duración de la lactancia fue de 244,5±5,6 días

La ganancia de peso de por vida en general fue de 457,1±20,5 gr/día

El 58,5% de los encuestados lleva registros, 78,8% clasifica el rebaño por lotes de producción, el 27,3 % tiene servicios contables, el 67,9 % tiene asistencia técnica en la unidad de producción, el 83,4% lleva algún tipo de plan sanitario, el 95,2 % tiene monta natural, el 20,2 % usa inseminación artificial, el 63,8% usa pastoreo continuo, el 26,9% usa riego, el 90,2 usa suplemento mineral en algún momento,

Los productores de los tres rangos más pequeños de superficie son los que usan más combustible por unidad de superficie,

Los sistemas se mantienen sin grandes cambios a la par de reportes previos,

En general la ganadería venezolana tiene un amplio rango de posibilidades de mejora para lograr ser más eficiente, productiva y rentable

### **Agradecimientos:**

A todos los productores pertenecientes al grupo de Telegram del Centro de Divulgación Ganadero de Venezuela, por confiar su data particular para contribuir a conocer la Ganadería Venezolana de la tercera década del siglo XXI,

### **Bibliografía**

- ABREU OLIVO, E., Z, MARTÍNEZ, M, QUINTERO, L, SIENA MOLINA, E, ABLÁN DE FLÓREZ y M, BELLORÍN, 2001, Entre Campos y Puertos: Un siglo de transformación agroalimentaria en Venezuela, Fundación Polar, Editorial ExLibris, ISBN 980-379-041-2, 499p
- AGUDO R, 2018, El Hambre Como Negocio, estatización, corrupción y militarización, Sector Agroalimentario, Transparencia Venezuela, 215p
- ANTONELLI, C., C, AYATS CARRERAS, R, PPAVONI-GALLO y J, L, CASTILLA, 2006, Venezuela Nota de Análisis Sectorial Agricultura y Desarrollo Rural, FAO-CAF, 74 p
- ARANGO J., J, F, GUTIÉRREZ, J, MAZABEL, P, PARDO, K, ENCISO, S, BURKART, M, SOTELO, B, HINCAPIÉ, I, MOLINA, Y, HERRERA y G, SERRANO, 2016,

<sup>22</sup> Cifras redondeadas al primer dígito significativo.

- Estrategias tecnológicas para mejorar la productividad y competitividad de la actividad ganadera: Herramientas para enfrentar el cambio climático / Cali, CO: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 68 p,
- BOLÍVAR H., J, TROCÓNIZ y A, RUIZ, 2016 Diseño y evaluación de una estructura de costos de la ganadería bovina en el estado barinas, Venezuela, Saber vol,28 no,4 Cumaná dic,
- CALVANI F, J, y A, FARÍAS, 2014, Hacia Una Caracterización del Actual Quehacer Agropecuario Venezolano: aproximación nacional a partir de los resultados del VII Censo Agrícola 2007-2008, Financiado por Fundación Empresas Polar, Caracas, Venezuela, 119p
- CALVANI F, J, y A, FARÍAS, 2016, Comprensión de la agricultura familiar en Venezuela: Estudio de 5 casos seleccionados, Financiado por Fundación Empresas Polar, Caracas, Venezuela, 273p
- CONSEJO CIUDADANO POR EL COMBUSTIBLE (CONSECOM), 2021, La metástasis del combustible en Venezuela, Transparencia Venezuela/Coalición Anticorrupción, 15 p, [https://www.google.com/url?sa=t&rcct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjMrN39yJ\\_8AhUamIQIHcNVAm8QFnoECCKQAQ&url=https%3A%2F%2Ftransparenciave.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F12%2FConsecom-2\\_agosto-octubre2021.pdf&usq=AOvVaw3n\\_lJ8c-FZQB15eB1CrB0Sf](https://www.google.com/url?sa=t&rcct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjMrN39yJ_8AhUamIQIHcNVAm8QFnoECCKQAQ&url=https%3A%2F%2Ftransparenciave.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F12%2FConsecom-2_agosto-octubre2021.pdf&usq=AOvVaw3n_lJ8c-FZQB15eB1CrB0Sf)
- DURÁN G, y M, GARCÍA, 2014, Caracterización de la producción lechera de 30 fincas ubicadas en el Valle de Aroa, Estado Yaracuy, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Mimeo, 9p
- FAO, 1961, La Ganadería en América Latina, Situación, Problemas y Perspectivas, I, Colombia, México, Uruguay y Venezuela, E/CN,12/620 México DF,112p
- FAO-FEPALE, 2012, Situación de la Lechería en América Latina y el Caribe en 2011, Observatorio de la Cadena Lechera, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, División de Producción y Sanidad Animal, 70p
- GAMARRA V., J, R, 2004, Eficiencia Técnica Relativa de la ganadería doble propósito en la Costa Caribe, #53 de la serie Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional es una publicación del Banco de la República – Sucursal Cartagena de Indias, Colombia, 75p
- GONZÁLEZ F, 2020, Análisis de la Situación General de la Sanidad Bovina en Venezuela, con Énfasis en la Leptospirosis, Rev, Fac, Cs, Vets, UCV, 61(2):34-48
- GONZÁLEZ-QUINTERO R., M, S, SÁNCHEZ-PINZÓN, D, M, BOLÍVAR-VERGARA, N, CHIRINDA, J, ARANGO, H, A, PANTÉVEZ, G, CORREA-LONDOÑO y R, BARAHONA-ROSALES, 2020. Caracterización técnica y ambiental de fincas de cría pertenecientes a muy pequeños, pequeños, medianos y grandes productores, Rev Mex Cienc Pecu, 11(1):183-204, <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4902>
- JACOBO E., A, RODRÍGUEZ, J, GONZÁLEZ y R, GOLLUSCIO, 2016, Efectos de la intensificación ganadera sobre la eficiencia en el uso de la energía fósil y la conservación del pastizal en la cuenca baja del río Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina, AGRISCIENTIA, 33(1):1-14
- LOMBANA C., J., D, MARTÍNEZ, M, M, VALVERDE, J, RUBIO OQUENDO, J, CASTRILLÓN CIFUENTES y W, MARINO, 2012, Caracterización del sector ganadero del Caribe colombiano, Editorial Universidad del Norte, Barranquilla, ISBN: 978-958-741-222-2, 62 p,
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA (MAC) 1999, VI Censo Agrícola Nacional, Caracas, Venezuela,
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DE COLOMBIA (Minagricultura), 2020, Análisis Situacional Cadena Cárnica V3, Equipo Análisis Situacional y Prospectiva, Unidad de Planificación Rural Agropecuaria del Minagricultura, Colombia, Septiembre 14, 2020, 235 p,
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR DE AGRICULTURA Y TIERRAS (MPPAT), VII Censo Agrícola Nacional 2007-2008 En: <http://censo.mat.gob.ve/>, Consultado en mayo 2014,
- PÁEZ L, A., M, CAPRILES y N, E, OBISPO, 1998, Funcionalidad tecnológica en fincas de doble propósito (leche/carne) ubicadas en el valle de Aroa, Venezuela, Zootecnia Trop., 16(2):207-227,
- PEARSON DE VACCARO L, 1986, Sistemas de producción bovina predominantes en el trópico latinoamericano, In Arango Nieto, Álvaro Charry y Raúl Vera, Panorama de la ganadería de doble propósito en la América Tropical, ICA, CIAT, Colombia p 29p,
- RIVAS L, y F, HOLMANN, 2002, Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América Latina Tropical, Presentado en el: Curso Internacional de Actualización en el Manejo de Ganado Bovino de Doble Propósito, Organizado por la Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Veracruz, México, Mimeo 38p
- SILVA D., M, E, PEÑA y F, URDANETA, 2010, Registros de control e indicadores de resultados en ganadería bovina de doble propósito, Revista Científica, FCV-LUZ / Vol, XX (1):89-100
- SOTO BELLOSO E, 2004 La ganadería de doble propósito en Venezuela, XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal, Pp:221-229
- STATISTIX 8,0, 2003, For Windows By Analytical Software, Tallahasee,
- TRUJILLO MASCIA N, 2013, Algunas Consideraciones sobre la Organización de las Haciendas Ganaderas en Venezuela del Período Histórico Colonial, Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del estado Lara, Año 3, 1(5), 12 p
- UNIDAD DE PLANIFICACIÓN RURAL AGROPECUARIA (UPRA), 2020, Análisis Situacional Cadena Cárnica V3, Equipo Análisis Situacional y Prospectiva de la UPRA, Ministerio de Agricultura de Colombia, septiembre 14, 2020, 235p
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), 2021, Livestock and Products Annual Country: Venezuela, Report Number: VE2021-0008, USDA Foreign Agricultural Service-GAIN, 9p

- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), 2022, Livestock and Products Annual Country: Venezuela, Report Number: VE2022-0028, USDA Foreign Agricultural Service-GAIN, 11p
- URDANETA F., E, MARTÍNEZ, H, DELGADO, Z, CHIRINOS, D, OSUNA y L, ORTEGA, 1995, Caracterización de los sistemas de producción de ganadería bovina de doble propósito de la Cuenca del Lago de Maracaibo, En: Manejo de la ganadería mestiza de doble propósito Casa editora: Editorial ASTRODATA, Ciudad: Maracaibo, Venezuela, ISBN: 960-296-253-8,
- URDANETA DE GALUÉ F., M, E, PEÑA, R, RINCÓN, J, ROMERO y M, RENDÓN-ORTÍN, 2008, Gestión y tecnología en sistemas ganaderos de doble propósito (*taurus-indicus*), Rev, Cient, (Maracaibo) 18(6):715-724, [Internet], Dic [citado 2022 Dic 29]; Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592008000600010&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592008000600010&lng=es),
- URDANETA DE GALUÉ F, del V, 2012, Análisis de Eficiencia Técnica en Fincas Ganaderas de Doble Propósito en la Cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela, Tesis Doctoral, © Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales Ctra, Nacional IV, Km, 396 A 14071 Córdoba, 249p
- VARGAS O, y J, VELASCO, 2011, Nivel gerencial y tecnología reproductiva en fincas ganaderas de doble propósito del municipio La Cañada de Urdaneta, estado Zulia, Venezuela Rev. Fac, Agron, (LUZ), 28:123-145

## **NOTAS BIOGRÁFICAS**

## EL PENSAMIENTO GEOLÓGICO DE LEONARDO DA VINCI

Jhonny EDGAR CASAS<sup>1</sup>

### RESUMEN

Leonardo nació en Vinci (Italia), el 15 de abril de 1452, como hijo ilegítimo de Piero, un notario de esa población, y de Caterina Lippi, una joven labradora. Leonardo no recibió una educación clásica formal en latín y griego. Sin embargo, su instrucción bajo la tutela de Andrea del Verrocchio, se caracterizó por un fuerte entrecruzamiento de disciplinas como: Matemáticas, Arte, Música, Ingeniería y Ciencias Naturales, lo cual explica claramente la versatilidad y el conocimiento integral que exhibió Leonardo. Adelantándose cientos de años a los futuros conceptos de geología, Leonardo da Vinci se anticipó a los científicos de los siglos XVIII y XIX que demostraron que la Tierra es mucho más antigua de lo que decía el libro del Génesis. Leonardo expresó muchas de sus observaciones naturalistas directamente en sus bocetos, pinturas y sus famosos códices, donde registró cuantiosos elementos geológicos. Sus impresionantes descripciones de la sedimentología en ambientes fluviales, combinada con su representación realista de las rocas sedimentarias en sus pinturas, su comprensión del origen de los fósiles y su distribución en dichas capas de rocas, demuestran sin lugar a dudas que Leonardo tenía un conocimiento extremadamente moderno e integrado de los estratos como cuerpos de rocas sedimentarias. Lo que convirtió a Leonardo da Vinci en un genio y lo que lo distinguió de otros personajes brillantes de la historia, fueron su creatividad y su capacidad de aplicar la imaginación al intelecto, así como su facilidad para combinar la observación y experimentación con la fantasía. La brillantez de Leonardo abarcó múltiples y variadas disciplinas, lo que le dio un profundo sentimiento y conocimiento de la naturaleza. Fue uno de los mas grandes pintores de la Italia Renacentista, y al mismo tiempo diseño invenciones futurísticas, demasiado avanzadas para su tiempo.

### ABSTRACT

*The Geological Thinking of Leonardo da Vinci*

Leonardo was born in Vinci (Italy), on April 15, 1452, as the illegitimate son of Piero, a notary from that town, and Caterina Lippi, a young farmer. Leonardo did not receive a formal classical education in Latin and Greek. However, his instruction under the tutelage of Andrea del Verrocchio, was characterized by a strong interweaving of disciplines such as: Mathematics, Art, Music, Engineering and Natural Sciences, which clearly explains the versatility and the comprehensive knowledge that Leonardo exhibited. Going hundreds of years ahead of future concepts in geology, Leonardo da Vinci anticipated the scientists of the 18th and 19th centuries who demonstrated that the Earth is much older than the book of Genesis said. Leonardo expressed many of his naturalistic observations directly in his sketches, paintings and its famous codices, where he recorded many geological elements. His impressive descriptions of sedimentology in fluvial environments, combined with his realistic depiction of sedimentary rock layers in his paintings, his understanding of the origin of fossils and their distribution in these rock layers, demonstrate beyond a doubt that Leonardo had an extremely modern and integrated knowledge of strata as bodies of sedimentary rocks. What made Leonardo da Vinci a genius and what distinguished him from other characters in history, was his creativity, his ability to apply imagination to intellect, combining observation and experimentation with fantasy. While Leonardo da Vinci is best known as an artist, his brilliance spanned multiple and varied disciplines, giving him a deep feeling and knowledge of nature. He was one of the greatest painters of the Italian Renaissance but also created futuristic inventions that were groundbreaking for the time.

**Palabras claves:** Da Vinci, geología, Italia, fósiles, icnofósiles, códice, estratigrafía.

**Keywords:** Da Vinci, geology, Italy, fossils, ichnofossils, codex, stratigraphy.

### Introducción a Leonardo da Vinci

Leonardo nació en Vinci (Italia), el 15 de abril de 1452, como hijo ilegítimo de Piero, un notario de esa población, establecido en Florencia; y de Caterina Lippi, una joven labradora. En esta situación, Leonardo no recibió una educación clásica formal en

latín y griego. Hasta la edad de 12 años, Leonardo vivió con sus abuelos y su tío Francisco en Vinci, pero en 1464, su padre lo llevo a vivir a Florencia. Durante los primeros años vivió con su padre, el cual le proporciono una educación

<sup>1</sup> M.Sc. Geología, McMaster University, Canadá. Escuela de Petróleo (UCV). Correo-e: jcasas@geologist.com

rudimentaria, y lo ayudó a conseguir algunas comisiones y oficios de aprendiz.

Cuando cumplió 14 años, su padre le consiguió un trabajo de aprendiz con uno de sus clientes, Andrea del Verrocchio (1435-1488), en uno de los más famosos talleres de arte de Florencia. Verrocchio entrenó a Leonardo con un riguroso programa que incluyó: estudios de anatomía, técnicas de dibujo, mecánica, y estudio de la luz. En el taller, los temas de discusión incluían disección, música, poesía y filosofía (ISAACSON 2017). Su instrucción bajo la tutela de Verrocchio, se caracterizó por un fuerte entrecruzamiento de disciplinas como: Matemáticas, Arte, Música, Ingeniería, Geometría y Ciencias Naturales, lo cual explica claramente la versatilidad y el conocimiento integrador que exhibió Leonardo durante su vida. En el año de 1482, Leonardo, ya bien establecido como un reconocido maestro pintor, abandona Florencia.

Fue principalmente entre Florencia y Milán, donde vivió de 1482 a 1499, y donde se desarrollaron la mayor parte de sus observaciones y conocimientos de lo que más tarde se conocería como geología. Tras una breve estancia en Venecia, Leonardo regresó a Florencia en 1500 y, tras servir a César Borgia (1475-1507) en Cesena, regresó a Florencia en 1503, cuando empezó a trabajar en su obra más reconocida, La Mona Lisa. A partir de entonces su vida transcurrió entre las ciudades de Florencia, Milán y Roma. En 1516 Leonardo finalmente se trasladó a Amboise, Francia, donde trabajó y vivió al servicio del rey Francisco I. Allí murió el 2 de mayo de 1519, a la edad de 67 años.

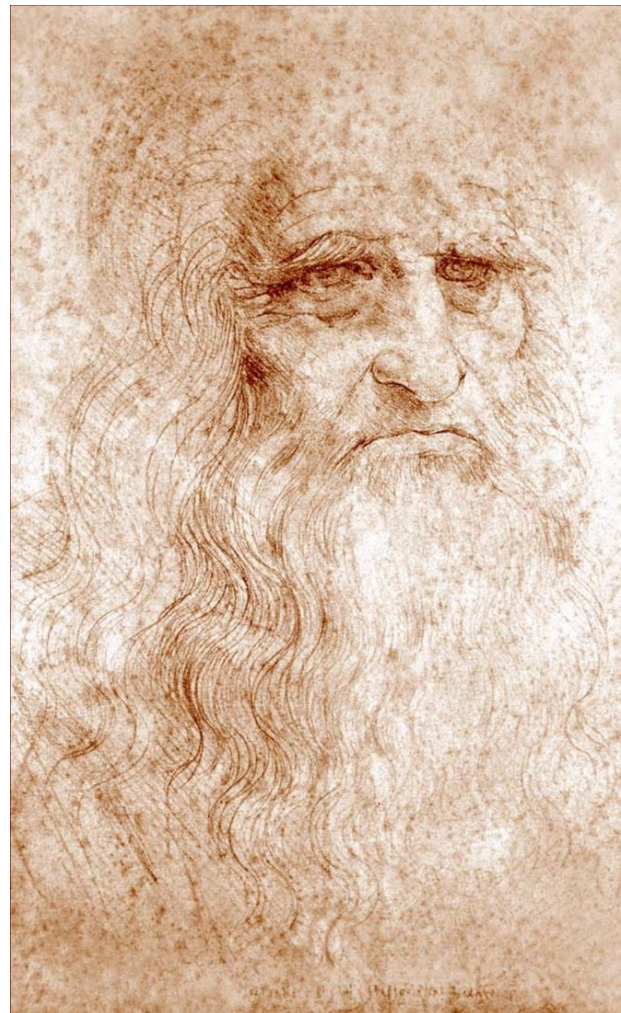
### Los Libros de Anotaciones de Leonardo

Como descendiente de una larga dinastía de notarios en su región, Leonardo da Vinci (Figura 1), tenía un instinto natural para llevar registros, listas, anotar observaciones, ideas y bocetos, por lo que, a lo largo de su vida, hacer anotaciones fue para él algo natural. A principios de la década de 1480, luego de su llegada a Milán, comenzó a llevar cuadernos de notas de manera bastante regular. Algunos de ellos comenzaron como hojas sueltas del tamaño de un periódico tabloide. Otros eran pequeños volúmenes encuadernados en cuero o pergamino, del tamaño de un libro de bolsillo o más pequeños, que llevaba consigo para tomar notas en el campo (ISAACSON 2017).

Estos pequeños libros que llevaba siempre, a veces junto a hojas más grandes de su estudio, se convirtieron en un registro de todas sus múltiples pasiones y obsesiones. Como ingeniero, Leonardo perfeccionó sus habilidades técnicas, dibujando mecanismos ingeniosos y complejos. Como artista, esbozó ideas y realizó de manera disciplinada, bocetos preparatorios de sus obras. Como funcionario de la corte, anotaba desde diseños de vestuario, hasta inventos para crear escenarios para obras de teatro y de esparcimiento de la realeza. Garabateados en los márgenes de las hojas de sus cuadernos, hacía listas de tareas pendientes, registros de gastos y bocetos de personas que en algún momento captaron su atención (ISAACSON 2017). A medida que su estudio científico se hizo más serio, llenó páginas y páginas con esquemas, observaciones

sistemáticas y tratados sobre temas como anatomía, el vuelo, arte, la luz, el agua, la mecánica y las rocas.

Al recopilar tal mezcla impresionante y variada de ideas, Leonardo seguía una práctica que se había hecho popular en la Italia del Renacimiento, que era llevar a todas partes un cuaderno de bocetos conocido como *zibaldone* (palabra vernácula italiana para designar un libro o "un montón de cosas"). Sus cuadernos son el testimonio más sorprendente de los poderes de la observación y la imaginación humana, jamás plasmado en papel. Las más de 7.200 páginas que sobreviven hoy día, probablemente representan alrededor de una cuarta parte de lo que Leonardo realmente escribió durante su vida (ISAACSON 2017). Los cuadernos de Leonardo preservados hasta nuestros días, son el sorprendente registro documental de un genio que demostró el valor de la creatividad aplicada al conocimiento.



**Figura 1.** Icónico autorretrato de Leonardo da Vinci, c.1512  
(Biblioteca Real de Turín).

Fuente:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ChalkEx.jpg>

Sin embargo, como es habitual en Leonardo, hay un elemento de misterio involucrado en sus páginas. Rara vez



coloca fechas y para colmo, gran parte de su orden cronológico se ha perdido. Tras la muerte de Leonardo, muchos de los volúmenes fueron desmontados y las páginas más interesantes fueron vendidas o reorganizadas en nuevos códices por diferentes coleccionistas, entre los que destaca el escultor italiano Pompeo Leoni (1533-1608).

Una de las muchas colecciones reorganizadas, es el Códice Atlanticus, ahora en la Biblioteca Ambrosiana de Milán. El código consta de 2238 páginas recopiladas por Leoni, a partir de diferentes cuadernos que Leonardo usó entre 1480 y 1518. El Códice Arundel, ahora en la Biblioteca Británica, contiene 570 páginas de los escritos de Leonardo de la misma época y fue ensamblado por un coleccionista desconocido en el siglo XVII. Por el contrario, el Códice Leicester contiene 72 páginas, principalmente sobre geología y estudios del agua, que han permanecido juntas desde que Leonardo las compuso alrededor de 1508 a 1510. Existen unos veinticinco códices y colecciones manuscritas de páginas de cuadernos en Italia, Francia, Inglaterra, España y Estados Unidos. Determinar el orden y las fechas de muchas de las páginas, es una tarea que se ha hecho difícil, porque Leonardo, a veces regresaba para completar las partes no utilizadas de una página o agregar algo a un viejo cuaderno que había dejado a un lado tiempo atrás. Al principio, Leonardo registró principalmente ideas que consideraba útiles para su arte e ingeniería. Por ejemplo, el primer cuaderno conocido como Paris Ms. B, iniciado alrededor de 1487, contiene dibujos de posibles submarinos, barcos de guerra propulsados por vapor, así como algunos diseños arquitectónicos para ciudades e iglesias. Se interesó en el funcionamiento de miles de cosas, no sólo en el cómo, sino también en el por qué.

Como el buen papel era costoso, Leonardo intentó utilizar cada borde y esquina de la mayoría de las páginas, amontonando todo lo posible en cada hoja y mezclando elementos aparentemente aleatorios de diversos campos. A menudo cuando volvía a una página, meses o incluso años después, añadía nuevas ideas o reflexiones, escritas en su conocido estilo de imagen especular. Leonardo compuso todos sus códices con una escritura especular o en espejo, donde el texto está escrito al revés, destinado a ser leído de derecha a izquierda. La razón de esto pudo haber sido un intento de mantener sus notas privadas en secreto, dificultando la lectura para terceras personas. Ocasionalmente, Leonardo declaró su intención de organizar y refinar las anotaciones de sus cuadernos para convertirlas en trabajos publicados (ISAACSON 2017). Sin embargo, su aguda tendencia a la procrastinación, se convirtió en su estilo de vida, donde su incapacidad para finalizar tantas y tantas obras, se hizo algo común en él.

### **El Códice Leicester**

El Códice Leicester (Codex Leicester o Código Leicester), es una compilación de textos y dibujos realizados por Leonardo Da Vinci y recopilados entre 1508 y 1510. Contiene 18 hojas de pergamino, cada una doblado en dos. El resultado son 72 páginas, con una serie de más de 300 ilustraciones dibujadas con tinta. El Códice Leicester también es conocido como

Códice Hammer, ya que ambos nombres hacen referencia a sus anteriores propietarios.

El tema principal del código es el agua y sus propiedades, pero también trata una amplia variedad de temas, incluyendo anatomía, meteorología, hidráulica, cosmología, geología, paleontología y otros temas técnicos y científicos, junto con algunos escritos autobiográficos y relatos de viajes, todo apoyado por ilustraciones y dibujos. La obra es una muestra del interés de Leonardo por el mundo que lo rodeaba, así como su creencia en la necesidad de explicarlo todo mediante una observación rigurosa. Como tal, este código es un claro precursor de la revolución científica de los siglos XVII y XVIII.

En 1717, Thomas Coke (1697-1759), primer conde de Leicester, compró el código al pintor italiano Giuseppe Ghezzi (1634-1721), quien lo había descubierto entre los libros y papeles del escultor italiano Guglielmo Della Porta (1515-1577), aparentemente primer dueño de esta obra de Leonardo da Vinci. Los descendientes de Coke, lo conservaron durante más de dos siglos y medio en su mansión solariega de Holkham Hall, Norfolk, Inglaterra.

En una subasta efectuada en 1980, el código pasó a manos del gran coleccionista de arte y magnate petrolero estadounidense, Armand Hammer, quien adquirió el manuscrito en una subasta en Londres por 5,6 millones de dólares. Posteriormente el 11 de noviembre de 1994, fue comprado por el conocido millonario y filántropo William Henry Gates III (Bill Gates), por la cantidad récord de 30,8 millones de dólares, a través de la casa de subastas Christie's, en Nueva York, convirtiéndose en la obra escrita más costosa del mundo. Gates continuó refiriéndose a este código como el Códice Leicester.

Leonardo da Vinci no solo fue un gran pintor, ingeniero, científico, escultor, arquitecto e inventor. Como vamos a ver en los siguientes capítulos, Leonardo también fue un brillante geólogo, deducción que se puede hacer analizando algunos de sus códices y sus dibujos. La mayor parte de las afirmaciones y observaciones que se conocen de Leonardo sobre geología y paleontología se encuentran principalmente contenidas en el mencionado Códice Leicester.

### **Leonardo el Geólogo**

Como geólogo, Leonardo da Vinci se anticipó a los científicos de los siglos XVIII y XIX que demostraron que la Tierra es mucho más antigua de lo que decía el libro del Génesis. Cuando alrededor de 1800 los pioneros científicos reconocieron los fósiles como restos de animales antiguos y analizaron los procesos que crean y erosionan las rocas, llegaron a una serie de conclusiones que de una u otra manera condujeron a la teoría de la evolución de Charles Darwin (1809-1882), y a una crisis de las creencias cristianas sobre el origen de la vida. Pero, sorprendentemente, este investigador autodidacta llamado Leonardo da Vinci, estudió y descubrió muchas de estas ideas claves, cientos de años antes.

Leonardo expresó muchas de sus observaciones naturalistas directamente en sus bocetos y pinturas. Registró numerosos elementos geológicos, entre ellos los lechos de ríos, sucesiones estratigráficas, estructuras sedimentarias, fósiles, icnofósiles y procesos de meteorización (VAI 2003, BAUCON 2010). El conocimiento geológico de Leonardo quedó documentado incluso en sus primeros dibujos, como el famoso boceto de un “Paisaje con cascada” (*Landscape with Waterfall*), en la región del río Arno (Figura 2), fechado el 5 de agosto de 1473 (día de Santa María de las Nieves, como anota Leonardo en el boceto), cuando se encontraba de visita en Vinci. En ese entonces, Leonardo tenía solo 21 años, y el boceto revela un realismo geológico sorprendente: rocas tanto masivas como finamente estratificadas, que a la vista del paisaje están modeladas por la erosión fluvial con una fidelidad impresionante, con estructuras de erosión, coexistiendo con formas sedimentarias

(DOMINICCI 2017). El análisis forense realizado en 2019 de su “Paisaje con cascada” mostrado en la figura 2, reveló las propiedades químicas de la tinta utilizada por Leonardo. Al parecer, utilizó para su boceto, dos tintas muy distintas, una tinta a base de pigmentos de hierro y otra tinta a base de pigmentos de carbón. Este descubrimiento sugiere que Leonardo no dibujó el paisaje de inmediato, sino que lo modificó repetidamente, añadiendo detalles mucho más tarde, como las capas de roca. Por lo tanto, es poco probable que el dibujo muestre un paisaje real, sino que Leonardo lo utilizó para esbozar sus observaciones e investigaciones geológicas realizadas a lo largo de los años (FERRETI *et al.* 2020). Las capas sedimentarias, visibles sobre la cascada, están dibujadas de forma geológicamente correcta. Las capas de lo que hoy sabemos son depósitos turbidíticos,

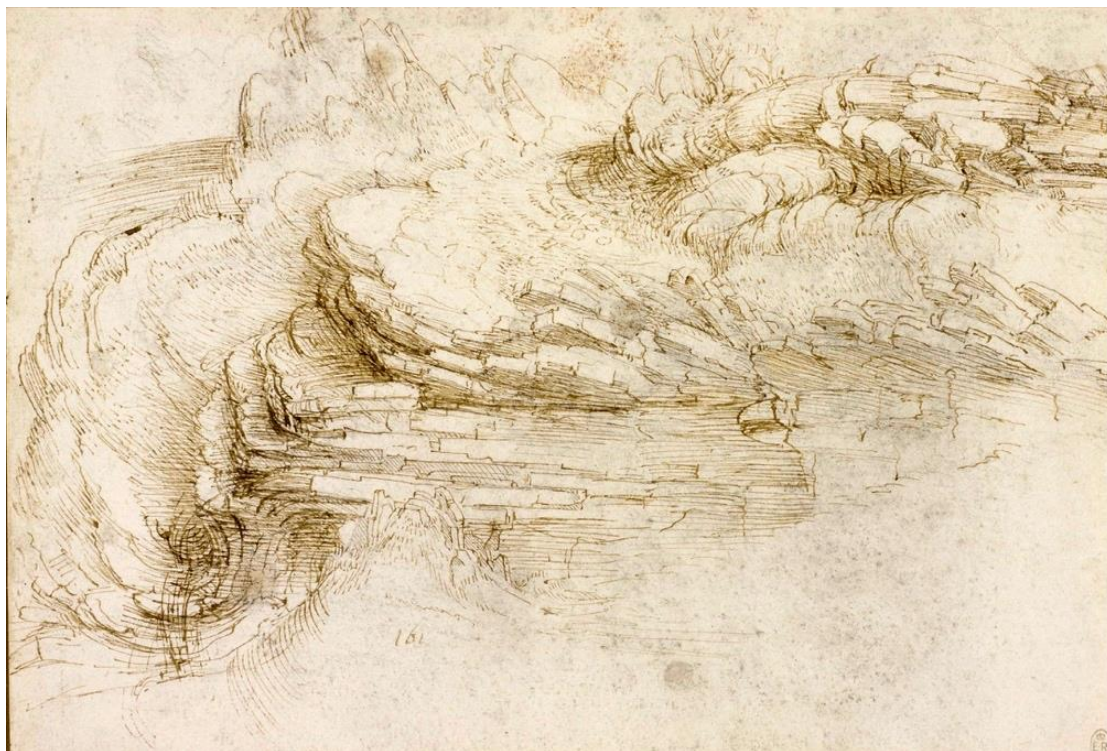
formados originalmente por deslizamientos submarinos, se encuentran comúnmente en afloramientos rocosos de los Apeninos y probablemente sirvieron de modelo para muchas de las pinturas de Leonardo, llegando incluso a explicar el posible origen de estas rocas. Leonardo acertadamente asegura en sus escritos que a medida que el agua fluye, erosiona las rocas más antiguas, y los sedimentos se transportan a lagos y océanos. Los sedimentos que se acumulan en el océano como capas, pueden contener conchas marinas, y pueden elevarse posteriormente por fuerzas desconocidas, hasta formar montañas. En suma, Leonardo da Vinci argumentó que los procesos naturales dieron forma a la superficie de la Tierra durante largos períodos de tiempo, esto mucho antes de que los geólogos del siglo XIX introdujeran este principio fundamental de la geología moderna.

Años después Leonardo no deja de maravillarse en sus bocetos con elementos geológicos (Figura 3). El boceto conocido como: “Una ladera con un afloramiento de roca estratificada” (*A hillside with an outcrop of stratified rock*) c.1510-1513, fue probablemente dibujado en las cercanías del Lago de Como. Realizado en tiza negra, pluma y tinta, tiene un tamaño de 18,5 x 26,8 cm (Número 161 de Melzi), y se encuentra actualmente en la Galería Uffizi de Florencia. El dibujo consta de la cima de una colina con rocas estratificadas saliendo del suelo, así como montones de rocas fragmentadas en el fondo derecho. Leonardo tenía un profundo conocimiento de los procesos geológicos y escribió acerca de las inmensas fuerzas que formaron las cadenas montañosas y los enormes períodos de tiempo durante los cuales se erosionaron.



**Figura 2.** Boceto del Paisaje con cascada, del valle del río Arno, hecho por Leonardo da Vinci (1473).

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Study\\_of\\_a\\_Tuscan\\_Landscape.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Study_of_a_Tuscan_Landscape.jpg)



**Figura 3.** Paisaje rocoso en la Grigna (Lago de Como), hecho por Leonardo da Vinci (c. 1510-1513).

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Codice\\_Windsor\\_F\\_12394\\_di\\_Leonardo\\_da\\_Vinci\\_ritrae\\_le\\_rocche\\_delle\\_Grigne\\_del\\_Lago\\_di\\_Como.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Codice_Windsor_F_12394_di_Leonardo_da_Vinci_ritrae_le_rocche_delle_Grigne_del_Lago_di_Como.jpg)

En el ya mencionado Códice Leicester, Leonardo trata conjuntamente acerca del agua y de los fósiles extraídos de rocas que estuvieron largo tiempo bajo el agua. Para Leonardo, el agua es el agente responsable de las transformaciones terrestres, tanto a corto como a largo plazo, al igual que la sangre en las venas del cuerpo humano. En el macrocosmos de Leonardo, los huesos y la sangre corresponden a las rocas y el agua en la naturaleza.

Leonardo efectuó espectaculares bocetos y representaciones de ríos meandriiformes, de una manera tan analítica y consciente que denota no solo un conocimiento de la hidráulica y de la geomorfología, sino también del contexto geológico (VAI 1995). También analizó tipos diferentes de flujos de agua, como se documenta en muchos bocetos, en su mayoría en el Códice Windsor. Leonardo entendió correctamente la sedimentación en términos de clasificación por tamaño y la redondez de los granos transportados por ríos.

Un famoso boceto es el mapa de la ciudad de Imola, con el paso del río Santerno por el sur (en visión aérea). Leonardo

dibujó este mapa en 1502, cuando se encontraba a cargo de diseñar las fortificaciones para la ciudad de Imola, ordenadas por Cesar Borgia (1475-1507). En este mapa, Leonardo muestra detalladamente trazados los meandros del río y todo su sistema sedimentario, que sugiere un completo entendimiento del proceso de erosión/sedimentación del sistema fluvial. De la misma forma, muestra de una manera científicamente rigurosa y delicada, los depósitos de barras de meandros, la erosión del río, su migración lateral y los cambios en la posición de la corriente principal de meandro a meandro (Figura 4). En el mapa original, pequeños puntos son visibles en las adyacencias del cauce principal, representando los sedimentos depositados por el río. Para resaltar el cauce principal, utiliza un color azul con diferentes tonos de sombreado, para generar, según su analogía, un parecido sorprendente entre el flujo de los cursos de agua del río y el flujo de sangre en las venas del cuerpo, un testimonio exquisito de cómo Leonardo veía el agua como la representación de las venas de la Tierra viva.





**Figura 4.** Imagen parcial del plano de la ciudad de Imola y del río Santerno, c.1502, mostrando los meandros del río y sus depósitos sedimentarios (Códice Windsor RCIN 912284).

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo-da-vinci-maps\\_Imola.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo-da-vinci-maps_Imola.jpg)

En cuanto a los fósiles, Leonardo escribió en el Códice Leicester, probablemente su concepción del origen de las conchas de los moluscos, lo que le indujo a adoptar tonos fuertes hacia los partidarios de hipótesis opuestas: “suficiente de los testimonios de cosas nacidas en aguas marinas y luego encontradas en las altas montañas, lejos de tales mares” (f. 31r). Y otra vez escribe: “Y si se dijera que estas conchas han sido y se siguen creando constantemente en lugares como estos por la naturaleza de dichas localidades y por la potencia de los cielos de esos lugares, tal opinión no puede existir en cerebros que posean un extenso poder de razonamiento, porque los años de su crecimiento (de los fósiles) están contados en las cubiertas exteriores de sus caparazones; y los mismos se ven tanto pequeños como grandes, y estos no hubieran podido crecer sin alimentarse, ni alimentarse sin moverse, y aquí no estarían en capacidad de moverse” (MacCURDY 1955, CIOPPI y DOMINICCI 2018).

En otro folio del Códice Leicester (32v), tras una descripción de la historia del Mediterráneo, Leonardo relata el fenómeno de la erosión y el resurgimiento de las tierras, concluyendo que los procesos de erosión prevalecerán sobre los procesos de

restauración de los continentes o tierras emergidas. Deduce que de manera natural, la erosión de la tierra será tan rápida y poderosa, que ya no podrá ser restaurada por el levantamiento de nuevos terrenos. La masa terrestre se aplanará y el océano la sumergirá, y al hacerlo, el agua retomará su antigua ubicación de la que había sido expulsada (LAURENZA 2015): “y así seguirá hasta que toda la tierra descubierta sea arrastrada al mar por el Nilo y por los ríos que desembocan en él. Y así la tierra que está situada entre los ríos que ahora desembocan en el Mediterráneo será llevada al Océano [...]; así es como el mar volverá a cubrir los lugares donde antes estaban las raíces y bases de los montes, y cubrirá la tierra”. (fol. 32v). La figura 5, muestra el folio 31r del Códice Leicester, donde pueden verse algunos bocetos de Leonardo con respecto a su concepción de La Tierra.

Leonardo tuvo interesantes y sorprendentes ideas sobre la geología y los fósiles, que pueden resumirse en:

- Las conchas de moluscos que aparecen en las cimas de las montañas y los esqueletos de peces encontrados en capas dentro de las cuevas, deben ser restos de animales

que hace mucho tiempo nadaban en esos lugares cuando estaban cubiertos por el mar. La afirmación de que fueron arrastrados hasta allí por el diluvio bíblico, es para Leonardo una explicación completamente insatisfactoria e inadecuada. Así, el pensamiento de Leonardo, expresa que la superficie de la Tierra ha ido cambiando con el tiempo, quedando tierras emergidas donde antes había mar.

- La fuerza natural más poderosa para Leonardo, es el movimiento del agua de los ríos. El agua ha esculpido los rasgos más grandes del paisaje natural terrestre, un proceso que debe haber llevado un tiempo inimaginable.
- Los procesos naturales que han dado forma a nuestro planeta son lentos e implacables, y no son producto de un acto instantáneo divino como se describe en el Génesis.

A pesar de que algunas citas de los cuadernos de notas de Leonardo lo muestran con frecuencia desconcertado frente a muchos problemas básicos de la ciencia, no se limitó a pensar en estas cosas en abstracto: hizo una investigación real, y con experimentación, cuando era posible. En el tiempo que vivió en Milán como artista de la corte de Ludovico Sforza (1452-

1508), Duque de Milán, Leonardo estaba convenientemente cerca de los Alpes, lo cual le permitió caminar con frecuencia por las montañas y subir a la cima del Monte Rosa. En sus notas describe acerca de la exploración de una cueva de la montaña, donde encontró enormes huesos fósiles, y revela que se volvió famoso en la región, debido a su interés particular por las rocas.

Las primeras notas escritas sobre temas geológicos se encuentran en su descripción de la mencionada cueva, explorada en 1486, coincidiendo con su trabajo como ingeniero en Lombardía para el mencionado Duque de Milán. De las más de 7.000 páginas de notas de Leonardo, que sobreviven hoy en día, la mayoría están fechadas entre 1470 y 1519. Algunas contienen observaciones sobre afloramientos y sus rocas, realizadas durante sus viajes por Toscana y Romaña. Como ingeniero supervisó la construcción de grandes canales de irrigación, atravesando las rocas y sedimentos de los Apeninos y del Valle del Po. Su interés por las rocas era tan conocido en la época, que incluso le llevaban fósiles para que los dibujara durante su estancia en Milán. Leonardo describe en uno de sus cuadernos como unos campesinos de la región, le llevaron de regalo un saco lleno de conchas que habían encontrado en la montaña.

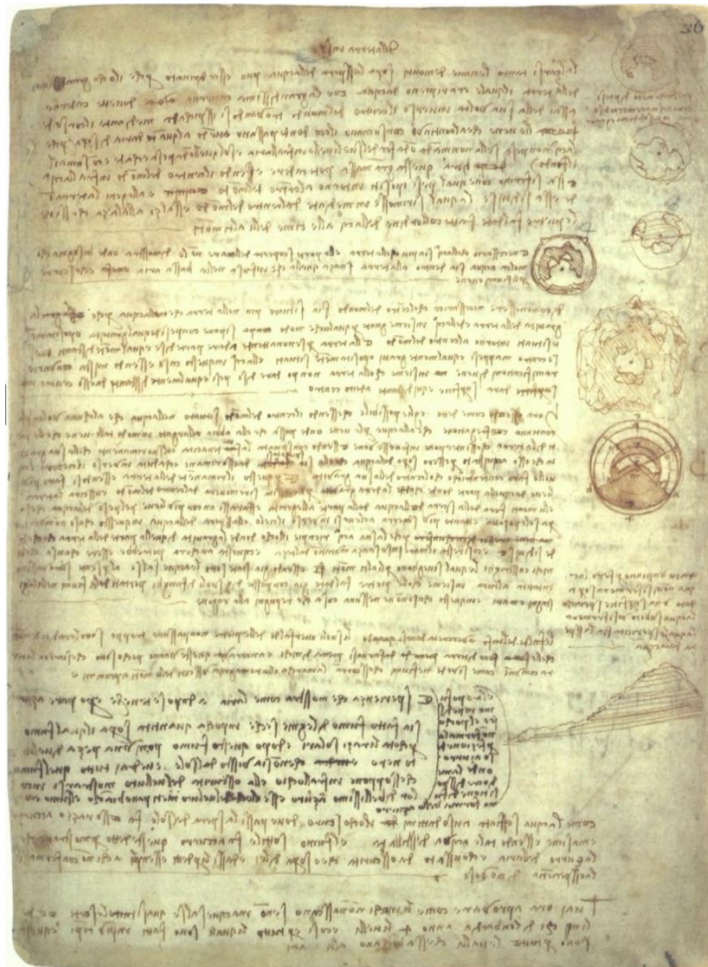


Figura 5. Códice Leicester, fol.36r. c. 1506-1510. Fuente: FERRETI et al. (2020).

Leonardo da Vinci fue uno de los primeros naturalistas en comprender el origen de las rocas sedimentarias y reconocer los fósiles como restos y rastros petrificados de antiguos animales vivos, como escribe en sus notas personales: “...entre una y otra capa de roca, se encuentran los rastros de los gusanos que se arrastraban por ellas cuando [las capas] aún no estaban secas” (FERRETI *et al.* 2020).

Las ideas y observaciones de Leonardo da Vinci sobre los orígenes de los fósiles y las rocas sedimentarias permanecieron dormidas durante más de un siglo. Sin embargo, al utilizar sus conocimientos geológicos para mejorar y resaltar sus pinturas, probablemente inspiró a toda una generación de pintores posteriores. Las notas de Leonardo sobre fósiles se descubrieron en 1690, aunque fueron relativamente desconocidas hasta por lo menos 1717, cuando fueron compradas por el conde de Leicester (Código Leicester).

Es poco probable que científicos de renombre, precursores de conceptos geológicos, como Nicolás Steno (1638-1686) o James Hutton (1726-1797) conocieran de la existencia de los códices de Leonardo. Sin embargo, Charles Lyell (1797-1875), cita en un breve párrafo, la explicación que da Leonardo sobre la fosilización de conchas marinas (LYELL 1872, Volumen 1, Capítulo 3, p. 20). LYELL (1872) donde escribe: “No fue sino hasta la primera parte del siglo XVI, que los fenómenos geológicos comenzaron a atraer la atención de las naciones cristianas. En ese período surgió en Italia una controversia muy animada sobre la verdadera naturaleza y origen de las conchas marinas y otros fósiles que se encuentran abundantemente en los estratos de la península. El célebre pintor Leonardo da Vinci, que en su juventud había planeado y ejecutado algunos canales navegables en el norte de Italia, fue uno de los primeros que aplicó sólidos razonamientos a estos temas. Da Vinci decía que el lodo de los ríos, había cubierto y penetrado en el interior de conchas fósiles, en una época en que éstas todavía se encontraban en el fondo del mar cerca de la costa” y cita textualmente a Leonardo: “Ellos dicen que estas conchas se formaron en las montañas y colinas por la influencia de las estrellas; pero yo pregunto ¿en qué parte de las montañas y colinas están las estrellas formando conchas de distintas edades y especies? y cómo pueden las estrellas explicar el origen de la grava, ocurriendo a diferentes alturas y compuesta de guijarros redondeados como por el movimiento del agua corriente; ¿o de qué manera puede tal causa explicar la petrificación en los mismos lugares de hojas fósiles, algas y cangrejos marinos?”

Basado en estas ideas de Leonardo, posteriormente publicadas por Lyell en 1872, es muy probable que para finales del siglo XIX, el conocimiento de los códices, ya se había filtrado en el mundo de los naturalistas británicos y europeos (RICKETTS 2023).

Las observaciones, argumentos e interpretaciones de Leonardo sobre los fósiles de conchas de moluscos, podrían resumirse con las siguientes frases:

- Si las conchas fueran formaciones minerales que se generan dentro de las rocas como se ha postulado, ¿por qué no se están formando ahora?
- ¿Por qué se mezclaron conchas de moluscos completas y articuladas, con fragmentos visiblemente rotos? No tiene

sentido que una gran cantidad de moluscos crecieran con las conchas rotas.

- Leonardo reconoció que ciertas capas de conchas se encontraban a ambos lados de un valle, por lo que debieron formar en algún momento, parte de una misma capa continua. Esta conclusión es realmente fascinante porque se adelanta al enunciado de continuidad lateral de las capas propuesto por Nicolás Steno en 1699, más de 150 años después.
- Las conchas de moluscos se encuentran tanto en capas sucesivas, como en capas separadas; por lo que éstas no podrían haberse depositado durante un evento único del Diluvio Universal. De ser así todas las conchas de moluscos estarían concentradas en una sola capa.
- Leonardo reconoció como anillos de crecimiento, las superficies exteriores de las conchas de algunos moluscos, lo cual permitía inferir su edad. Si hubieran crecido incrustados en la roca, como era la explicación de esa época, ¿qué comían? ¿cómo se movían para buscar alimento?
- Leonardo observó que los moluscos vivos están asociados con rastros de gusanos, y que esta asociación también estaba presente en las capas de rocas; por lo que esta observación y conclusión, probablemente es la primera descripción de rastros de fósiles como estructuras orgánicas.
- Da Vinci conocía muy bien la interacción del agua con los sedimentos (Código Leicester, 13B, f.24r). Observó que los moluscos vivos estaban asociados con sedimentos transportados por el agua y que las versiones petrificadas, mostraban características similares.

Leonardo igualmente diferencia entre fósiles de animales marinos como mariscos, peces, cangrejos, corales; de los organismos terrestres como las hojas de las plantas, y lo menciona en un pasaje sobre el proceso de cementación de las rocas: “Cuando la naturaleza llega a generar rocas, genera una cualidad de humor viscoso, y cuando éste se seca, congela dentro de sí todo lo que encierra; y no los convierte en roca, sino que los conserva dentro de sí en la forma en que los encontró. Y debido a ello, se pueden encontrar hojas enteras dentro de rocas originadas en las raíces de las montañas que tienen esa mezcla de varias especies, justo, así como las dejaron allí las crecidas de los ríos, como fueron generadas durante la estación de otoño, y después de las cuales los lodos de las sucesivas inundaciones las cubrieron nuevamente. Y estos luego estos lodos se conectaron con este humor y se convirtieron en rocas, en capas con grados de inclinación, según la inclinación de ese lodo” (CIOPPI y DOMINICCI 2018).

Probablemente durante su estancia en Venecia (hacia 1500), Leonardo quedó impresionado por los fósiles de la “Piedra Roja” veronesa (formación geológica denominada Caliza Amonítica Roja). Estos depósitos, mucho más antiguos que los de las conchas de las colinas toscanas y piacentinas, fueron para Leonardo una nueva fuente de conocimiento y razonamiento, al hacer las siguientes inferencias acerca del origen de estas rocas: “La piedra roja de las montañas de Verona contiene conchas, todas entremezcladas que han pasado a formar parte de esta piedra, y sus valvas han quedado selladas por el cemento del que se formó la piedra, y



*porciones de ellas han quedado separadas del resto de la masa de piedra que los encerraba, porque la cubierta exterior de la concha intervino, e impidió que coalescieran; y en otros casos este cemento ha petrificado la vieja cubierta exterior rota de las conchas” (CIOPPI y DOMINICCI 2018).*

La “Piedra Roja” pertenece a la Formación Amonítica Roja de la Serie Jurásica Toscana (edad Sinemuriana-Pliensbachiana). El nombre *Rosso Ammonitico* (Figura 6), se utilizó por primera vez en el norte de Italia para indicar rocas calcáreas de ambiente pelágico, que estaban muy extendidas en el antiguo océano Jurásico de Tetis. Está formada por capas

calcáreas, de color rosa o gris rosado y capas calcáreas de color rojizo con aspecto nodular, que se alternan con finos niveles de lutitas y margas. La roca, que contiene una cantidad variable de pigmento hematítico, se clasifica como biomicrita. Los amonoideos suelen dominar la macrofauna, seguidos por belemnites y braquiópodos, mayormente visibles en las superficies de las capas. Los tipos de microfácies características son: lutitas bioturbadas ricas en fósiles, micritas de radiolarios y calizas lodosas de foraminíferos/radiolarios. El *Rosso Ammonitico* es una facies pelágico-hemipelágica formada en profundidades submarinas de 100 m a 300 m (MARTIRE *et al.* 2006).



**Figura 6.** Ammonites fósiles en capas del Rosso Ammonitico. Fuente: Stefano Cuzzilla en <https://www.alexstrekeisen.it/english/sedi/ammoniticorosso.php>

### La Teoría de La Tierra

El Códice Leicester contiene anotaciones sorprendentes y laboriosas de cómo la Tierra poseyó una historia que comprendió cambios tanto locales como globales y que ocurrieron durante largos períodos de tiempo. A escala local, Leonardo examinó cómo en la antigüedad, el mar Mediterráneo cubría tierras que ahora son montañas, por ejemplo, en Toscana y el norte de Italia (LAURENZA 2015). A escala global, según Leonardo, la tierra seca en el hemisferio norte no había existido desde siempre, sino que surgió de las aguas, a causa de un evento catastrófico en una era muy remota y luego continuó cambiando de una manera menos catastrófica (CAPRA 2007). En ambos casos, los fósiles marinos incrustados en las capas de rocas en lo alto de las montañas, fueron correctamente interpretados por Leonardo como restos de animales, y le proporcionaron la evidencia de estos cambios.

LAURENZA (2015), nos menciona un ejemplo sorprendente de las investigaciones de Leonardo sobre el origen de la forma actual de la Tierra con su disposición de las tierras emergidas y los océanos, que se encuentra en el folio 36r del Códice Leicester (Figura 5). En primer lugar, Leonardo

sostiene que el mundo subterráneo se ve afectado por esos mismos fenómenos de erosión acuática que los filósofos clásicos y medievales habían postulado principalmente en la superficie terrestre, esforzándose también por demostrar que dentro de la tierra hay una enorme cantidad de agua móvil. Los autores medievales habían calculado, que la esfera de agua era diez veces mayor que la esfera de la Tierra, por lo que Leonardo sostiene que la extensión del océano junto con el agua evaporada es insuficiente para explicar esta sorprendente diferencia, concluyendo entonces que es necesario que parte del agua resida dentro de cavidades subterráneas (LAURENZA 2015).

### Las Capas de Rocas Sedimentarias

Nicolás Steno fue el primero en publicar en 1699, sobre los estratos geológicos y los cuatro principios básicos de estratificación. También describió el proceso de formación de estratos por la erosión de las rocas, el transporte por gravedad, fluidos y la sedimentación, así como la posible incorporación de animales y plantas durante estos procesos. La similitud entre las observaciones de Steno y las realizadas por Leonardo más de 150 años antes, es impresionante (FERRETI *et al.* 2020). En

algunos aspectos, Leonardo fue en esencia un sedimentólogo en el estricto sentido, y mucho más preciso que Nicolás Steno, como lo documenta la siguiente descripción de Leonardo, en el Códice Leicester, folio 6v: “*Cuando un río brota de entre montañas deposita gran cantidad de piedras de gran tamaño [...] Y estas piedras aún conservan alguna parte de sus ángulos y lados; y a medida que va en su curso lleva consigo las piedras menores con los ángulos más desgastados, y así las piedras grandes se hacen más pequeñas; y más adelante se deposita grava primero gruesa y luego fina [...] hasta que al final la arena se vuelve tan fina que casi parece agua [...] y esta es la tierra blanca (arcilla) que se utiliza para hacer cántaros*” (FERRETI et al. 2020).

Leonardo fue experto en numerosas disciplinas, dándose a conocer universalmente, pero fue precisamente en el cambio de la disposición de los cuerpos rocosos en el espacio y el tiempo, donde encontró el estímulo perfecto para su mente polifacética. La intensa investigación de estos elementos alimentó sus fascinantes viajes mentales, siempre abiertos al enriquecimiento y la reconsideración, como lo demuestran sus libros, sus dibujos y toda su obra. Al culminar un extenso discurso sobre el transporte continuo de sedimentos desde los ríos hacia el mar, y hacía “el centro de gravedad de la Tierra”, menciona la subdivisión de los sedimentos en clases granulométricas, diciendo: “*esa parte de la Tierra se ha alejado del centro del mundo más que se ha vuelto más ligero*”. Leonardo también infiere de su observación de los estratos de roca, los procesos de sedimentación que las rigen: “*los diferentes espesores de los estratos de las rocas son creados por las diferentes inundaciones de los ríos, es decir, cuanto mayor y más inundaciones*” (FERRETI et al. 2020). Estas capas son prácticamente omnipresentes en la cadena de los Montes Apeninos, donde hoy emergen sucesiones de turbiditas, consistentes en alternancias de capas de areniscas gradadas producto de corrientes de turbidez, y niveles arcillosos pelágicos y hemipelágicos.

En el Códice Atlanticus folio 77v, Leonardo agrega aun más observaciones y conclusiones acerca de su comprensión del proceso sedimentario: “*Las corrientes de los ríos mueven diferentes tipos de materia y que a su vez son de distintos pesos; y se alejan más de su lugar en proporción a que sean más ligeros, y permanecerán más cerca de el fondo en proporción a que sean más pesados, y se llevarán a una mayor distancia cuando sean impulsados por aguas de gran potencia*” (MacCURDY 1955); y luego continúa: “*¿Y cómo me explicarán el hecho de que los guijarros estén todos pegados y acostados en capas a diferentes altitudes sobre las altas montañas? Porque allí se encuentran guijarros de diversas partes, llevados desde varios países o regiones al mismo lugar por los ríos en sus cursos; y estos guijarros no son más que pedazos de roca que han perdido sus bordes afilados por haber sido rodados una y otra vez durante mucho tiempo, y de los diversos golpes y caídas que han sufrido durante el paso de las aguas que los han traído hasta este lugar*” (MacCURDY 1955).

Su impresionante descripción de la sedimentología en ambientes fluviales, combinada con su representación realista de las capas de rocas sedimentarias en sus pinturas, su comprensión del origen de los fósiles y su distribución en dichas capas de rocas, demuestran sin lugar a dudas, que Leonardo tenía un conocimiento moderno e integrado de los estratos como cuerpos de rocas sedimentarias (CAPRA 2007).

En sus escritos, Leonardo, sin embargo, nunca utilizó el término estrato o estratificación. Esto no es sorprendente, porque estrato es una palabra latina y Leonardo debido a su formación original, escribía en italiano, no en latín. Solía referirse a las rocas estratificadas como *pietre faldate*, sin embargo, el significado de *falda*, es el de un cuerpo delgado con una continuación lateral muy extensa, por lo tanto, el término empleado y la descripción, son correctos en su idioma original.

### Superposición de los Estratos y Correlaciones

La visión de Leonardo sobre la organización vertical y lateral de los cauces, basada en comparaciones de los lados de los valles esculpidos por los ríos, fue también extremadamente correcta y esencialmente equivalente a la que años después publicó Nicolás Steno (LAURENZA 2018). La redacción de Leonardo en el folio 10r del Códice Leicester se explica por sí sola y no necesita más comentarios: “*Cómo todos los ríos han cortado y dividido a los miembros de los grandes Alpes unos de otros; y esto se revela por la disposición de las rocas estratificadas, en las que desde la cima de la montaña hasta el río se ven los lechos de un lado del río correspondientes con los del otro. Cómo los lechos (pietre faldate) de las montañas se forman por toda la variedad de barro, superpuestos uno a uno a causa de las crecidas de los ríos. Cómo se forman los diferentes espesores de los lechos, por diferentes tipos de inundaciones, es decir inundaciones mayores o menores. Cómo entre los lechos todavía podemos reconocer las huellas dejadas por los gusanos que se movían entre estos lechos cuando aún no estaban secos. Cómo todo el barro marino aún conserva moluscos, y las conchas se petrifican junto con el barro*” (FERRETI et al. 2020).

Esta visión de Leonardo, si se quiere herética y profana para su tiempo, contrasta enormemente con la visión bíblica de un planeta estable e inmutable desde que Dios lo creó. Sorprendentemente, y como ya se mencionó, la mayoría de las conclusiones de Leonardo se basaron en la observación de los fósiles marinos presentes en las montañas. Bajo esta perspectiva, para Leonardo, los ríos son los vasos sanguíneos del cuerpo terrestre, que dan vida y muerte a los sistemas montañosos.

### Leonardo y los Fósiles

Alrededor de 1480, cuando tenía 28 años, Leonardo da Vinci registró lo que pudo haber sido un acontecimiento fundamental en su vida. Al escribir sobre sus viajes para contemplar la naturaleza, contó una experiencia dentro de una cueva en la campiña toscana, la cual dejó reflejada en el Códice Arundel, folio 155r: “*después de vagar una cierta distancia entre rocas colgantes, llegué a la entrada de una gran caverna... [y después de algunas dudas entré] atraído por el deseo de ver si podría haber algo maravilloso dentro...*”

En el siguiente folio 156r, describe lo que perfectamente podría interpretarse como un fósil de ballena incrustado en las paredes de la cueva: “*Oh poderoso y alguna vez viviente instrumento de la naturaleza formativa, tu gran fuerza es inútil, debes abandonar tu vida tranquila para obedecer la ley que Dios y el tiempo dieron a la naturaleza creadora. De nada sirven tus ramificadas y robustas aletas dorsales con las que persigues a tu presa, abriéndose camino, rompiendo tempestuosamente con el pecho las olas del mar. Oh, cuántas veces se vio*

*huir aterrorizado a los cardúmenes de delfines y grandes atunes ante tu furia insensata, mientras azotabas con aletas veloces y ramificadas y cola bifurcada, creando en el mar brumas y tempestades repentinas que azotaban y sumergían a los barcos! ....".* La interpretación de lo observado por Leonardo, no debe sorprender: ETHERIDGE (2019), asegura que ya en el siglo XIX se habían descubierto al menos cuarenta fósiles de ballenas en el área alrededor de las regiones de Asti y Turín, y además se habían desenterrado docenas más en la región de Toscana y más al sur. En 1995, algunas áreas de la región de Emilia Romagna, fueron designadas como parte de la Reserva Geológica Piacenza; y la riqueza de fósiles marinos del Plioceno en la región, han llevado a algunos a llamarlo *il golfo delle balene*, o el golfo de las ballenas.

Leonardo también ofrece en sus escritos una de las explicaciones más brillantes y vívidas del proceso de fosilización: *"los fósiles son organismos que estaban vivos cuando estaban sumergidos en el barro, que luego se secaron y, con el tiempo, se petrificaron en las rocas"*. Si bien Leonardo no empleó la palabra "fósil", la misma se utiliza en esta recopilación en su sentido contemporáneo, representando lo que para Leonardo eran restos petrificados o rastros de organismos que alguna vez estuvieron vivos. El término fósil, no estuvo en uso sino hasta principios del siglo XVII (ETHERIDGE 2019). También en el Códice Leicester folio 10r, Leonardo escribe lo siguiente: *"Y dentro de los lechos [...] y dentro de las piedras, se encuentran conchas aisladas y de dos en dos, como las que dejó el mar, enterradas vivas en el barro, que luego se secó y con el tiempo se petrificaron."* (FERRETI et al. 2020).

Asimismo, Leonardo, en el Manuscrito F, folio 79 y 80, del mismo Códice Leicester escribe: *"Cuando la inundación de ríos fangosos descargó lodo fino sobre los animales que viven bajo las aguas, cerca del mar, los animales fueron afectados por dicho lodo y obligados a morir, ya que los mismos no que tenían que comer. Y a medida que el mar bajó, con el tiempo este lodo se [...] convirtió en piedra, y las porciones de conchas, como sus animales, ya se habían consumido, se llenaron nuevamente de lodo en lugar de estos. Y así, al transformarse en piedra todo el lodo circundante, también este lodo que quedó dentro de las conchas algo abiertas [...] esto también se convirtió en piedra. Y de esta manera, todas estas conchas quedaron atrapadas entre el tope y la base de la capa, es decir, entre lo que las rodeaba y lo que encerraban dentro de las conchas"* (MacCURDY 1955, FERRETI et al. 2020).

Leonardo también cuestionó a quienes proponían un origen astral de los fósiles, con un enfoque tafonómico sorprendente: Dice Leonardo en el Códice Leicester, folio 9r: *"Para aquellos que afirman que las conchas nacen [...] lejos de los mares [...] a aquellos les responderemos que [...] esto no puede suceder [...] si no fuera por animales que tienen el mismo tamaño y edad, ni uno viejo con uno joven,*

*ni uno con cubierta exterior y otro sin cubierta, ni uno rota y otro entero, uno lleno de arena de mar, y otros con fragmentos de conchas gruesas y finas dentro de las conchas enteras, que se preservaron."* (FERRETI et al. 2020).

A pesar de una identificación tan vívida del mecanismo básico de fosilización, de Leonardo apenas se conservan unos pocos dibujos de fósiles, aparte de un pequeño boceto en el folio 25r del Códice I, archivado en el Instituto de Francia (Figura 7), mostrando lo que pudiera ser una huella de la bioturbación interpretada como *Paleodictyon* (Figura 7), un rastro fósil en forma de red hexagonal, típico de depósitos turbidíticos (MONACO 2008). Pero Leonardo nuevamente proporcionó en sus escritos una idea clara de lo que vio y de lo que concluyó, cuando escribió en el Códice Leicester, folio 10r lo siguiente: *"Cómo entre las distintas capas de rocas aún se pueden encontrar las huellas de los gusanos que se arrastraban sobre ellas cuando aún no estaba seca"*. Esta es otra observación que llevó a Leonardo a reconocer que las huellas dejadas por organismos (icnofósiles), son un signo de actividad, sobre y dentro de los sedimentos, producido por gusanos limnivoros u otros organismos marinos en una fase de calma post-depositacional.

La peculiar morfología en forma de panal del *Paleodictyon* (Figura 7), se encuentra como se mencionó, en el folio 25r del Códice I, junto con varios otros fósiles incluyendo moluscos y gasterópodos, pero lamentablemente no hay leyendas que acompañen a estas figuras. La malla hexagonal representada por Leonardo en el Códice I, es a todas luces un icnofósil (y no sólo una figura geométrica aislada). Las siguientes razones son esgrimidas por BAUCON (2010) para demostrarlo:

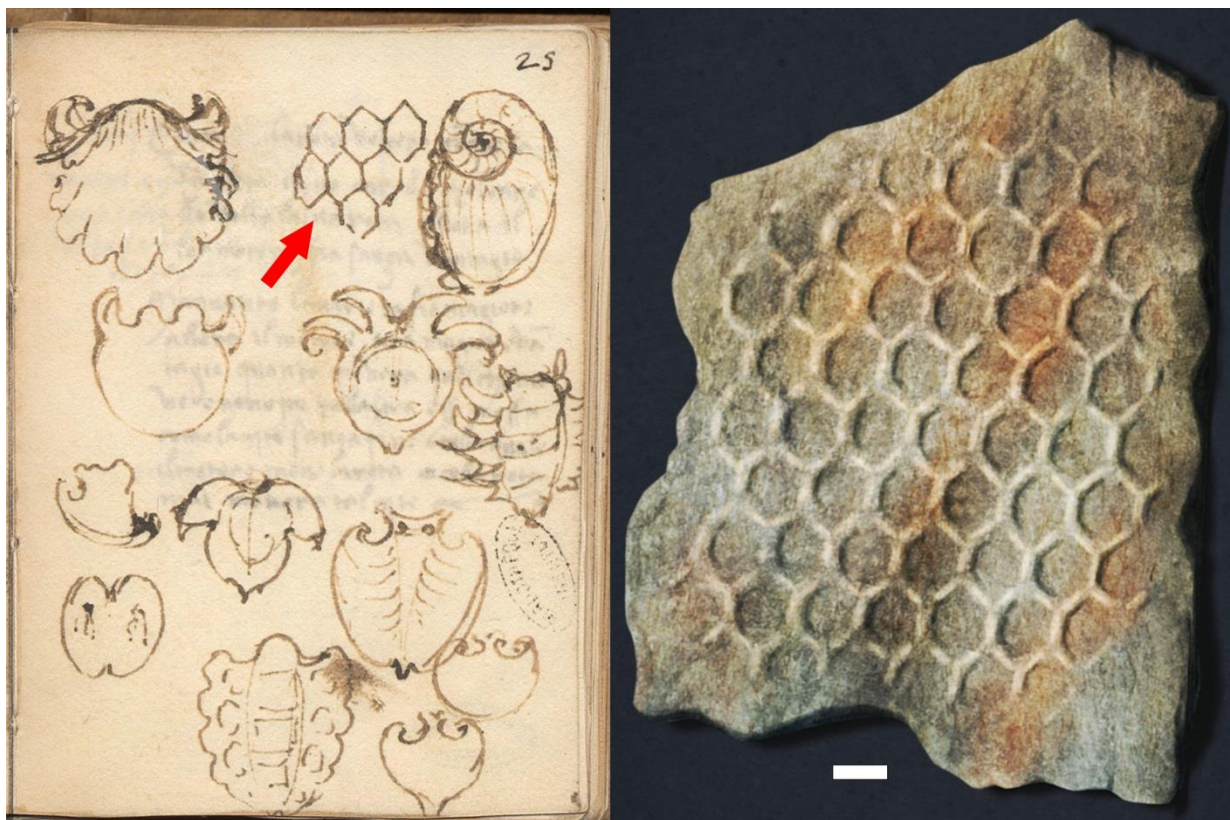
1. La estructura está en una página del código, donde solo se muestran fósiles; y por lo tanto es muy probable que represente también un elemento que Leonardo considero como asociado a ellos.

2. Si la estructura hubiera sido solamente una figura geométrica o técnica, habría ido probablemente acompañada de alguna nota en los márgenes de las páginas, como ocurre normalmente con la mayoría de las observaciones técnicas y geométricas de Leonardo.

4. El Códice Leicester documenta que Leonardo tenía interés en pistas de fósiles y examinó estructuras de bioturbación durante sus exploraciones por las montañas, que asumió como huellas producidas por gusanos.

4. *Paleodictyon* se encuentra comúnmente en capas geológicas interpretadas como depósitos marinos profundos en los Apeninos, los cuales fueron explorados extensamente por Leonardo en sus viajes. No es coincidencia que *Paleodictyon* haya sido reportado en numerosos horizontes de la Formación Marnoso-Arenacea del Mioceno (MONACO 2008), la cual aflora en la región.





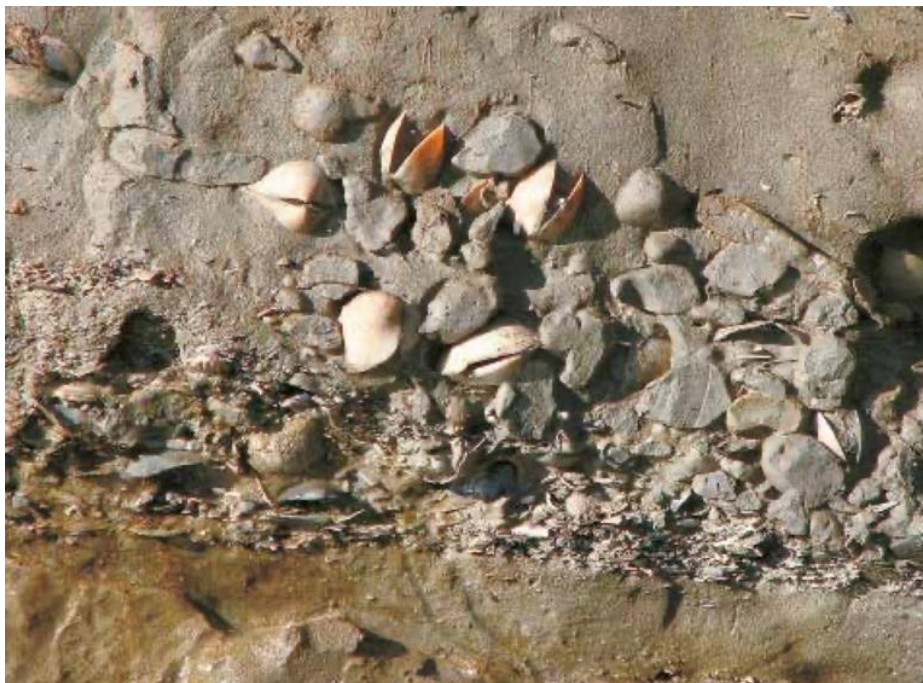
**Figura 7.** Reproducción del folio 25r del Códice I (izquierda). Leonardo representó varios fósiles, entre los que se encuentra las marcas fósiles del llamativo *Paleodictyon* (flecha roja). A la derecha, imagen de una capa de roca con marcas de *Paleodictyon*. Escala 1 cm.

Fuente: BAUCON (2010).

En palabras de BAUCON (2010), Leonardo da Vinci se anticipó a los fundamentos de la icnología moderna, ya que, debido al redescubrimiento de estos bocetos y las interpretaciones realizadas por el genio de este gran hombre del Renacimiento, estamos obligados a reescribir la historia de la paleontología. Debido a las observaciones e interpretaciones que Leonardo plasmó en sus códices, se le puede considerar merecidamente, el padre fundador de la icnología.

Entre su primera estancia en Milán en 1482, y su primer regreso a Florencia en abril de 1499, Leonardo pudo viajar, así como ver lugares y acontecimientos que ampliaron su visión de la naturaleza del mundo. Los frutos de su investigación geológica, ya sean rocas o fósiles, especímenes recolectados o afloramientos observados, incorporaron la concreción requerida por la mente de Leonardo para dar forma a sus ideas y expresarlas en sus bocetos y textos. Encontró fósiles similares

a los vistos en Toscana, pero ahora procedentes de los Apeninos Emilianos occidentales, hoy conocidos como el Estratotipo Piacenziano (termino utilizado para indicar el Plioceno medio). Durante su estancia en Milán, y mientras trabajaba en el proyecto del monumento ecuestre (*"Il Gran Cavallo"*), encargado por el Duque de Milán, Ludovico Sforza (1452-1508), Leonardo adquirió una gran selección de conchas fósiles que aún hoy día, abundan cerca de la localidad de *Castell'Arquato*, en la zona de Piacenza (Figura 8). Durante este tiempo, escribió: *"En las montañas de Parma y Piacenza se ven aún adberidas a las rocas, multitud de conchas y corales llenos de agujeros de gusano, y cuando estaba haciendo el Gran Caballo en Milán, algunos campesinos trajeron a mi taller, un gran saco de lo que habían encontrado en aquellos lugares, y entre ellos había muchos fósiles que aún se encontraban en su condición original"* (CIOPPI y DOMINICI 2018).



**Figura 8.** Estrato portador de fósiles del Plioceno en el lecho del río Arda cerca de Castell'Arquato (Piacenza). Se observa en la figura una capa gradada con una base con fragmentos de conchas y guijarros que gradan hacia un tope arenoso. En primer plano, una serie de ejemplares aún articulados del fósil *Glycymeris inflata* mezclados con clastos de lutitas, un claro indicio de un evento sedimentario de gran energía, capaz de erosionar y transportar fragmentos de gran tamaño.

Fuente: CIOPIPI y DOMINICCI (2018).

### Leonardo y el Diluvio Universal

Leonardo dedicó tiempo y atención al tema del Diluvio Universal de Noé propuesto por la Biblia, al punto que forma una parte importante del Códice Leicester, con páginas completas de texto dedicadas exclusivamente a este tema (FERRETI *et al.* 2020). Lo más notable es que Leonardo se opuso enérgicamente al Diluvio Universal, con profusión de argumentos basados por ejemplo en la simple consideración física de que un diluvio universal habría cubierto igualmente la Tierra esférica con un nivel uniforme de agua a la misma altura y sin gradiente hidrostático, y por lo tanto sin forma de que el agua fluyera hacia abajo o hacia los lados.

En el Códice Atlantic, folio 152a, Leonardo escribe: “Surge aquí una duda, y es si el Diluvio que vino en tiempos de Noé fue universal o no, y aquí parecerá que no por las razones que se señalarán. Tenemos en la Biblia que el mencionado Diluvio estuvo constituido por 40 días y 40 noches de lluvia continua y universal, y que tal lluvia levantó el agua sobre la montaña más alta del universo; y si es así [...] cubrió nuestra tierra de figura esférica, y dicha superficie esférica tiene todas las partes igualmente distantes del centro de la esfera; estando la esfera hecha de agua en la mencionada condición, es imposible que el agua de arriba se mueva, porque el agua misma no se mueve, si no puede descender; Entonces, ¿cómo pudo desaparecer el agua del Diluvio, si aquí se demuestra que no tiene movimiento? Y si se fue, ¿cómo se movió, si no pudo remontar la corriente? Y aquí no hay razones naturales, por lo que es necesario para resolver esta duda, pedir ayuda al milagro, o decir que esta agua fue vaporizada por el calor del sol.” (FERRETI *et al.* 2020).

Leonardo en varias ocasiones cuestionó el Diluvio Universal utilizando fósiles (*nichi* = moluscos), con un sorprendente enfoque tafonómico, destacando que una sola inundación habría producido una mezcla de conchas y no capas ordenadas de manera regular (DE LORENZO 1920). En el Códice Leicester, folio 8v, capítulo “*del diluvio e de' nichi marini*” (sobre el Diluvio Universal y las conchas marinas), Leonardo escribe: “Más adelante se depositó el barro en el que vivían las conchas, que iba subiendo gradualmente según los niveles del Río Arno que desembocaba en el mar más o menos turbio. Y de vez en cuando el fondo del mar se eleva depositando estas conchas en capas, como se puede ver en el corte del monte Gonzoli, erosionado por el Arno y que está desgastando su base, en el que se ven las citadas capas de conchas. en arcilla azulada, junto con otros objetos marinos [...]. Si las conchas hubieran sido transportadas por el diluvio de lodo, habrían estado mezcladas, dispuestas por separado en el lodo, y no en pasos y capas ordenadas, como las vemos ahora” (FERRETI *et al.* 2020).

Más tarde, en el mismo Códice Leicester, Leonardo niega una vez más el Diluvio, afirmando que una inundación debería producir un registro fósil en una sola capa. Por el contrario, la presencia de fósiles en varias capas superpuestas demostraba que su depósito ocurrió en diferentes tiempos. En el Códice Leicester, folio 10r: Leonardo continúa diciendo: “Y si la inundación las hubiera traído a tales lugares desde el mar, se encontrarían conchas en la base de un solo lecho, y no en la base de muchos, donde es posible enumerar la sucesión de los años [...] Y si se quiere decir que

*cuantas más inundaciones han producido estos lechos, y conchas debajo de ellos, sería necesario admitir que tal inundación ocurría todos los años.”* (FERRETI *et al.* 2020).

Paradójicamente, en sus últimos años en Francia, Leonardo se dedicó a retratar imágenes de cataclismos y realizó una serie de once dibujos de poderosos diluvios, cada uno de los cuales muestra paisajes inundados por grandes tempestades, quizás como reflejo subconsciente del conflicto interno entre sus ideas y las creencias tan arraigadas en el pueblo cristiano.

### Las pinturas de Leonardo y la Geología

Leonardo estudió paisajes, fósiles y rocas no sólo para satisfacer su curiosidad personal sino también para mejorar el realismo de sus pinturas. Una interpretación geológicamente compleja se propone en la famosa pintura Santa Ana, la Virgen y el Niño (Figura 9), donde Leonardo detalla el fondo con una clara estratificación y con cantos de río redondeados, cerca de los pies de Santa Ana (Figura 9A), incluyendo también indicaciones de laminaciones onduladas más a la derecha (COCCIONI 2019). Esta pintura de Leonardo (expuesta en el museo Louvre, París, Francia), revela que la base sobre la que descansan los pies de las figuras del cuadro está formada por capas de roca ligeramente inclinadas hacia la derecha, casi como para acompañar y suavizar el saliente de las figuras en la misma dirección. La base estratificada, abajo a la izquierda, representa el elemento de la pintura que expresa la particular capacidad de Leonardo para observar detalles geológicos y, como lo revelan observaciones realizadas en las últimas décadas, constituye la primera representación detallada, realista y consciente de la formación de guijarros (Figura 9A), como consecuencia de la alteración, degradación y transporte por la acción erosiva episódica de las aguas del río; así como por la presencia de capas exhibiendo laminación ondulada (Figura 9B).

Según COCCIONI (2019), en la parte inferior de la base del cuadro se observa una alternancia de capas arenosas de color amarillo ocre y capas margosas de color gris azulado. En correspondencia con las capas arenosas, más resistentes a la erosión y por tanto más sobresalientes, los dos principales sistemas de fracturamiento resaltan en los perfiles escalonados, característicos según el mismo autor, de las paredes talladas por la erosión en la Formación Marnoso-Arenacea (Figura 10), una secuencia estratigráfica de turbiditas del Mioceno que constituye el marco de los Apeninos Toscano-Romañolo en el norte de Italia (DALL’OLIO *et al.* 2013), y que está formada por la alternancia monótona de capas de arenisca y margas. Una porción relativamente pequeña (10%), pero distintiva de la Formación Marnoso-Arenacea está compuesta de lechos de margas blancas, que pueden haber sido depositadas bajo la

influencia de corrientes de contorno, y que por lo tanto son denominadas contornitas (DALL’OLIO *et al.* 2013).

En el verano del 1502, Leonardo entra al servicio de César Borgia (1475-1507), Duque de Valentinois y de Romaña, e hijo del Papa Alejandro VI; en calidad de '*Prestantissimo et Dilectissimo Familiare Architecto et Ingengero Generale*', para inspeccionar, estudiar y actualizar las fortificaciones de las ciudades y territorios recién conquistados por Borgia. En el verano de ese año estuvo primero en Urbino y luego en Romaña, donde tuvo la oportunidad de estudiar los estratos de la actual Formación Marnoso-Arenacea (Figura 10), que emergen en las escarpadas laderas de los valles del ducado y que pueden representar el modelo más probable usado por Leonardo para la base del cuadro Santa Ana, la Virgen y el Niño.

En la parte superior de la base, al pie de Santa Ana, se pueden observar varios guijarros más o menos redondeados debido a las diferentes degradaciones superficiales. De la capa de arenisca, pasamos a los guijarros casi esferoidales aún *in situ*, y a los guijarros aparentemente imbricados (Figura 9A), todavía atrapados entre dos capas menos alteradas. Asociaciones tan morfológicamente heterogéneas de guijarros rara vez se observan en un espacio tan pequeño como el representado en esta pintura. Es de suponer que Leonardo quiso inmortalizar en esta obra su precisa intuición científica diciéndonos: por la forma de los guijarros se puede reconocer su entorno de sedimentación (VAI 2003). En el lado derecho de la base, justo debajo del pie de la Virgen, se representan de forma muy realista, prominentes capas areniscas que se alternan con capas de margas. En las capas arenosas, y en particular en la más cercana al pie de la Virgen, Leonardo ilustra en forma de finísimos filamentos ocre amarillentos, las laminaciones onduladas en escala milimétrica (VAI 2003), que hoy día sabemos se forman por la acción de corrientes de turbidez en un fondo marino. Las capas de turbiditas representadas en el lado derecho de la base de la pintura de Santa Ana, la Virgen y el Niño, representan probablemente sucesiones incompletas de la famosa serie de Bouma (tipo Tc-e), comúnmente observables en los afloramientos de la Formación Marnoso-Arenacea (DALL’OLIO *et al.* 2013).

Para COCCIONI (2019), es legítimo pensar que los conocimientos adquiridos por el genio de Leonardo, relativos a hidráulica y a la depositación de sedimentos clásticos transportados por el agua, le habrían permitido comprender el mecanismo de formación de las ondulaciones de las corrientes y representar de manera realista en este marco, una estructura sedimentaria como dicha laminación ondulada. Esto ocurrió más de cuatro siglos antes de que se comprendiera el proceso de sedimentación en aguas profundas.





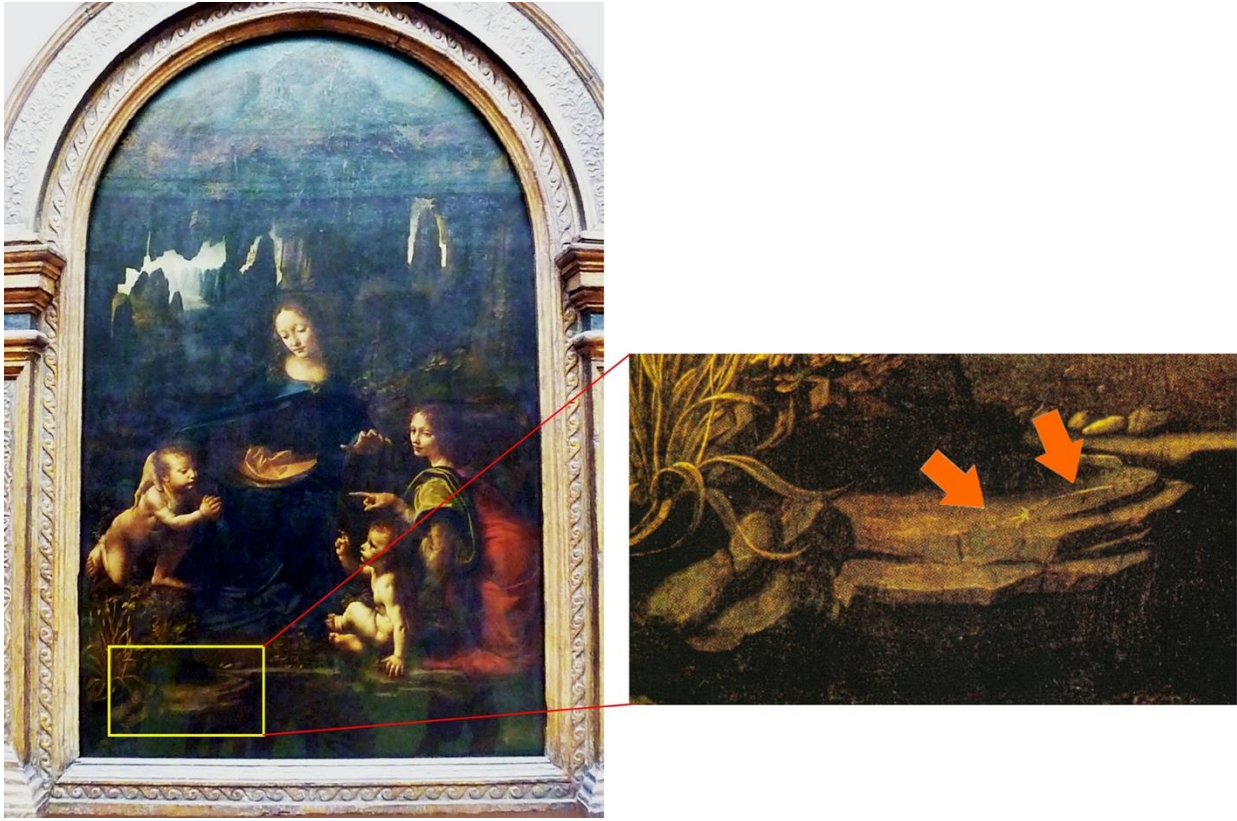
**Figura 9.** *Santa Ana, la Virgen y el Niño* (1508-1510). Óleo sobre tabla de álamo, 168,4 × 126,3 cm. París, Museo del Louvre (Fotografía tomada por el autor). (A) Detalle de la figura, representando el proceso de meteorización y degradación de las rocas. (B) Detalle de la figura 9A. Representación de capas de turbiditas con laminación ondulada (interpretación resaltada en línea amarilla por el autor).

Pero es sobre todo en sus obras maestras, mediante el uso de la pintura al óleo, donde Leonardo pudo proporcionar las imágenes más vívidas, como en *La Virgen de las Rocas* (Figura 11), cuyas dos versiones (Louvre, París y Galería Nacional de Londres, Inglaterra), han sido objeto de una disputa "geológica" (FERRETI *et al.* 2020), puesto que la pintura de la Galería Nacional, carece de la precisión geológica de la Virgen expuesta en el Museo del Louvre. Esto sugiere que la versión de la Galería Nacional, no fue pintada por Leonardo, sino probablemente por uno de sus estudiosos (PIZZORUSSO 1996). La geología plasmada por Leonardo en el cuadro del

Louvre es extraordinaria. Leonardo, construyó en su cuadro una gruta con areniscas y ubicó rocas que parecen diabasas al fondo, cerca de la cabeza de la Virgen, ambas esculpidas por la erosión y cubiertas por la vegetación que habría crecido sobre este tipo de rocas (PIZZORUSSO 1996). Justo en la base, el Niño Jesús está sentado sobre impresionantes y vivaces rocas estratificadas (Figura 11), con incluso posibles evidencias de rastros de bioturbaciones, como ha sugerido BAUCON (2010).



**Figura 10.** *Alternancia de capas de turbiditas y contornitas de la Formación Marnoso-Arenacea. Valle del Savio (izquierda) y Castel del Rio (derecha).* Fuente: COCCIONI (2019).

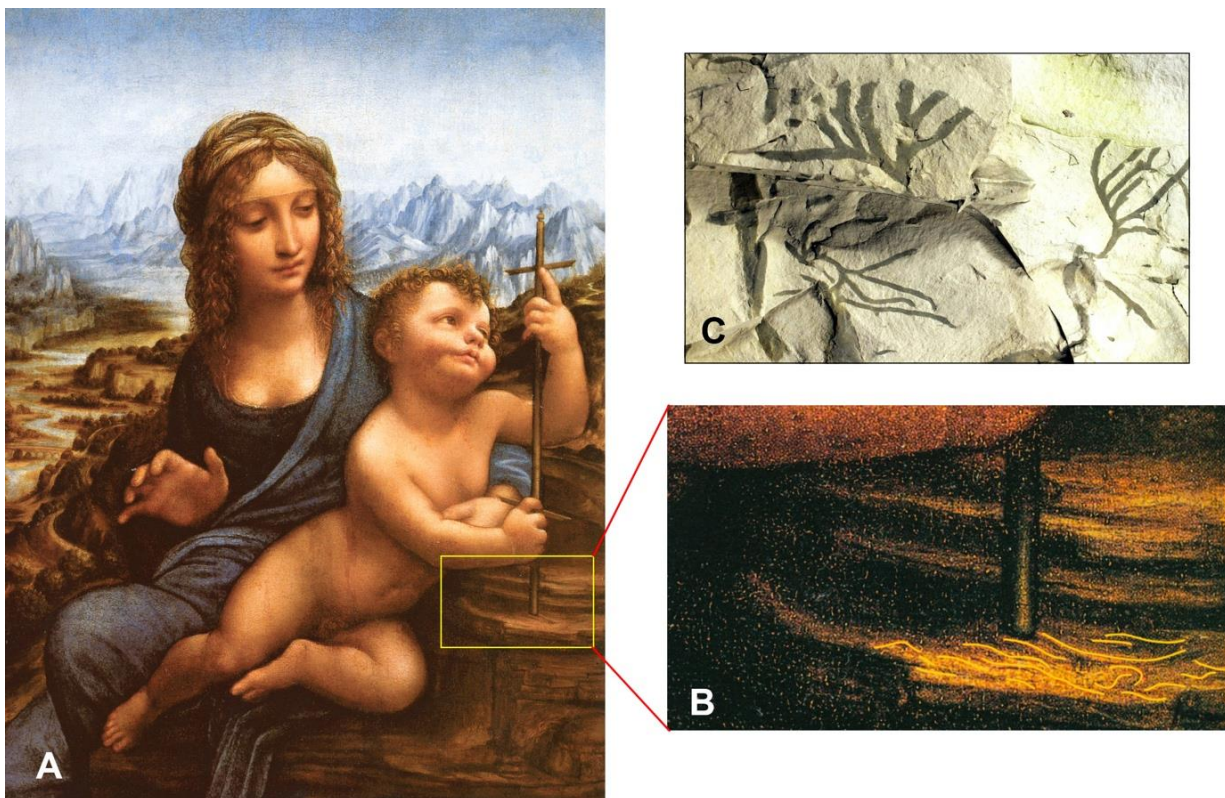


**Figura 11.** *Virgen de las Rocas*, Oleo sobre tabla, 199 × 122 cm. París, Museo del Louvre (Fotografía tomada por el autor). El rectángulo (izquierda) muestra la región correspondiente a la ampliación (derecha), donde las flechas naranjas muestran unas estructuras similares a icnofósiles.

Una pregunta que se han planteado varios estudiosos dentro del realismo geológico de las pinturas de Leonardo, es: ¿realmente hay referencias icnológicas en las pinturas de Leonardo? Como ya se analizó, existen estructuras similares a icnofósiles en la *Virgen de las Rocas* (Louvre) pero además también en otra pintura del mismo taller de Leonardo, la *Virgen del Yarnwinder* (Figura 12A). Esta obra, expuesta en la *Scottish National Gallery*, Edimburgo, Escocia (en préstamo de largo plazo por su dueño, el Duque de Buccleuch), muestra varias estructuras sinuosas en la superficie superior de un plano de estratificación (Figura 12B), que recuerdan trazas de *Chondrites*, tal como en el ejemplo mostrado en la figura 12C

por BAUCON *et al.* (2022), en turbiditas del Cretácico tardío, del área de Piacenza. Ciertamente, estos elementos son insuficientes para demostrar la intención del artista de representar rastros de icnofósiles, aunque seguramente los pudo observar en sus frecuentes viajes por las montañas. Igualmente queda abierta la posibilidad de que estas estructuras que semejan icnofósiles, pudiesen representar simplemente características geológicas inorgánicas o defectos en la preservación de los pigmentos y pinturas utilizados por Leonardo (BAUCON 2010).





**Figura 12.** Leonardo da Vinci, *La Madonna de Yarnwinder* (c. 1499), (A). El rectángulo en la pintura muestra la región correspondiente a la vista ampliada a la derecha (B), donde se pueden interpretar estructuras en forma de trazas fósiles (resaltadas con líneas amarillas por el autor). Estas pistas fósiles recuerdan a trazas de *Chondrites* (C). Fuente: C (BAUCON et al. 2022), (A):[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Madonna\\_of\\_the\\_Yarnwinder.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Madonna_of_the_Yarnwinder.jpg)

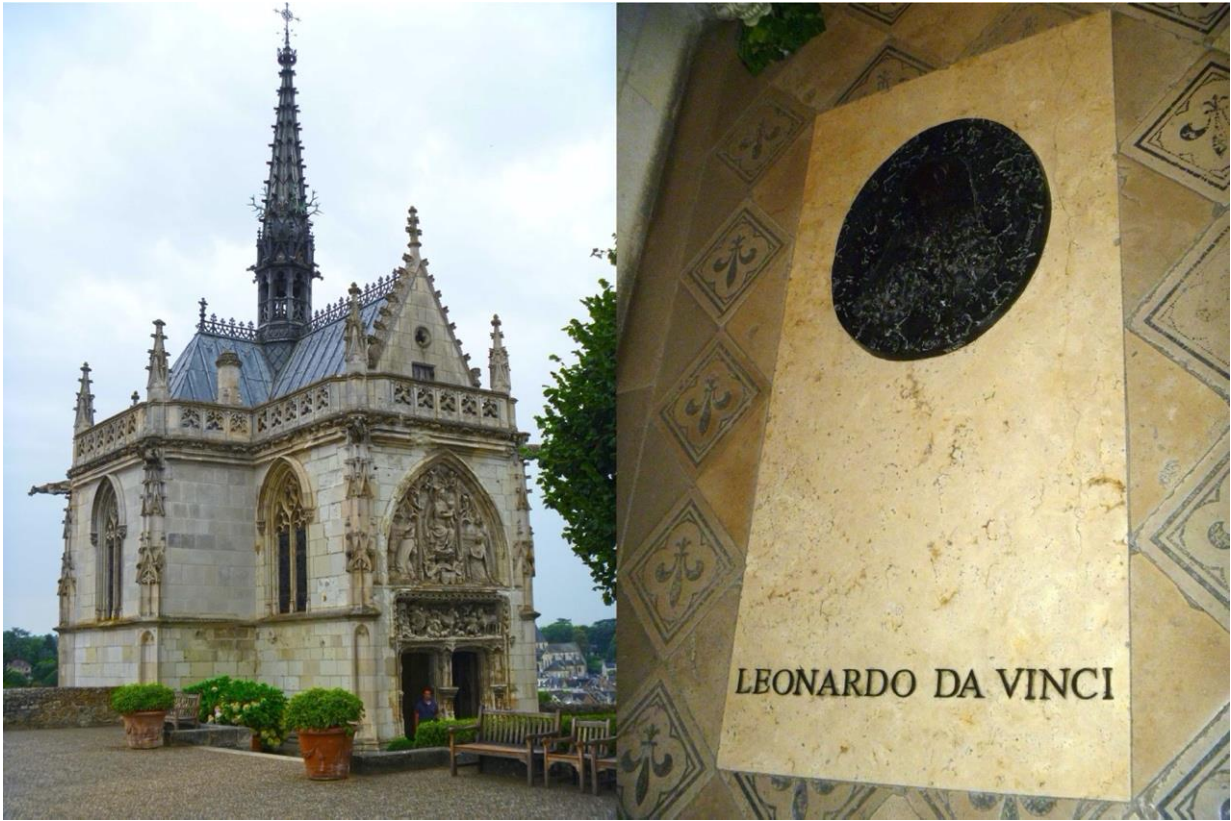
### El final de Leonardo y su trascendencia

Luego de su muerte ocurrida el 2 de mayo de 1519, Leonardo fue enterrado en la Abadía de San Florentín, adyacente al *Chateau d'Amboise* (Francia), pero la localización de sus restos está rodeada de un aura de misterio. La Abadía fue demolida en 1806, y sesenta años después, el lugar fue excavado, encontrándose una colección de huesos, cuyas evidencias apuntan a pertenecer a Leonardo. El cráneo con ocho dientes y otros 13 huesos fue llevado a París en una caja de plomo, para ser mostrados al Emperador Napoleón III y, en 1874 fueron sepultados en la capilla de *Saint-Hubert* (Figura 13 izq.), construida entre 1491 y 1496, también adyacente al *Chateau d'Amboise*. La capilla contiene adentro una lápida de mármol con un medallón de bronce y su nombre grabado (Figura 13 der.). Hoy en día, existe un busto conmemorativo de Leonardo en los jardines del *Chateau*, rodeado por un seto semicircular (Figura 14). Esto marca el lugar donde fue enterrado dentro de la abadía original. Como siempre ocurrió con Leonardo, con su nacimiento, con su vida, su arte, y también con su muerte, un velo de misterio siempre lo rodeó.

Leonardo da Vinci es universalmente celebrado como el genio principal del Renacimiento. Su excelencia en el arte, con obras maestras reconocidas y aclamadas por toda la humanidad, ha oscurecido muchos de sus logros en otros campos. De hecho, Leonardo exploró en su vida muchas otras disciplinas, desde la ingeniería a la cartografía, desde la anatomía y la botánica, a la física del vuelo de las aves, desde la arquitectura militar y civil a la música y la escenografía, desde complicados artilugios para la guerra hasta conceptos revolucionarios en la física, hidrología y geología.

Lo que convirtió a Leonardo da Vinci en un genio y lo que lo destaca entre otros personajes brillantes de la historia, es su creatividad y capacidad de aplicar la imaginación al intelecto, así como su facilidad para combinar la observación y experimentación con la fantasía. La brillantez de Leonardo abarcó múltiples y variadas disciplinas, lo que le dio un profundo sentimiento y conocimiento de la naturaleza. La curiosidad insaciable y la experimentación continua de Leonardo nos recordaran por siempre, la importancia de .... pensar diferente.





**Figura 13.** A la izquierda, la Capilla de Saint-Hubert, Palacio de Amboise, Francia, donde están enterrados los posibles restos mortales de Leonardo da Vinci. A la derecha la lápida con su nombre, dentro de la capilla (Fotografías tomadas por el autor).



**Figura 14.** Busto conmemorativo de los 350 años de la muerte de Leonardo da Vinci (1869), ubicado dentro de los jardines del Chateau d'Amboise, y que marca el lugar donde Leonardo fue enterrado originalmente. (Fotografía del autor junto a su hija Alexia).

## Referencias

- BAUCON A. 2010. Leonardo da Vinci, the founding father of ichnology. *Palaios*, 25: 361-367. <<https://doi.org/10.2110/palo.2009.p09-049r>>
- BAUCON A., LO RUSSO, G., NETO DE CARVALHO, C. and FELLETTI, F. 2022. Chondrites-Cladichnus ichnocoenosis from the deep-sea deposits of Pierfrancesco (Cretaceous; Italy): oxygen- or nutrient-limited? *Rivist. Italiana Paleontol. Strat.*, 128(1): 1-21 <<https://riviste.unimi.it/index.php/RIPS/article/view/16972>>
- CAPRA, F. 2007. *The Science of Leonardo*. Doubleday Pub. Group, New York. 328 pp.
- CIOPPI E. and DOMINICI, S. 2018. *Fossils and landscape forms in Leonardo's living Tuscany*. In: Galluzzi, P. (Ed.), *Leonardo da Vinci's Codex Leicester: Water as Microscope of Nature*. Giunti, Firenze, 171-183 <[https://www.researchgate.net/publication/329389006\\_Fossils\\_and\\_landscape\\_forms\\_in\\_Leonardo%27s\\_living\\_Tuscany](https://www.researchgate.net/publication/329389006_Fossils_and_landscape_forms_in_Leonardo%27s_living_Tuscany)>
- COCCIONI, R. 2019. *I dettagli geologici di Leonardo*. Vivarte e-book, Associazione Culturale L'Arte in Arte, Urbino, 1-6
- DALL'OLIO, E., FELLETTI, F. and MUTTONI, G. (2013). Magnetic-Fabric Analysis as a tool to constrain mechanisms of deep-water mudstone deposition in the Marnoso Arenacea Formation (Miocene, Italy). *Journal of Sedimentary Research*, 83: 170-182 <<https://sites.unimi.it/paleomag/papers/Dall%27Olio%20B2013.pdf>>
- DE LORENZO, G. 1920. *Leonardo da Vinci e la geologia*. N. Zanichelli, Bologna, 195 pp.
- DOMINICI, S. 2017. Ricomposizione del mondo in un paesaggio di Leonardo. *Giornale di bordo di storia, letteratura ed arte* 42-43: 1-18.
- ETHERIDGE, K. 2019. *Leonardo and the Whale*. In: Moffatt, C. & Tagliagalamba, S. (Eds) *Leonardo da Vinci, Nature and Architecture*, Koninklijke Brill, 89-106. <[https://www.academia.edu/43213976/Leonardo\\_and\\_the\\_Whale](https://www.academia.edu/43213976/Leonardo_and_the_Whale)>
- FERRETI, A., VEZZANI, F. and BALINI, M. 2020. Leonardo da Vinci (1452-1519) and the birth of stratigraphy. *Newsletters on Stratigraphy*. 53(1): 1-17 <[https://www.schweizerbart.de/papers/nos/detail/53/91879/Leonardo\\_da\\_Vinci\\_1452\\_1519\\_and\\_the\\_birth\\_of\\_stratigraphy](https://www.schweizerbart.de/papers/nos/detail/53/91879/Leonardo_da_Vinci_1452_1519_and_the_birth_of_stratigraphy)>
- ISAACSON, W. 2017. *Leonardo da Vinci*. Simon & Schuster, New York, 599 pp.
- LAURENZA, D. 2015. *Leonardo's Theory of The Earth: Unexplored Issues in Geology from the Codex Leicester*. In: Frosini, F. and Nova, A. (Eds), *Leonardo da Vinci on nature – Knowledge and representation*. Marsilio Editori, 257-391
- LYELL, C. 1872. *Principles of Geology*. D. Appleton & Co, New York. 834 pp. <<https://www.gutenberg.org/cache/epub/33224/pg33224-images.html>>
- MacCURDY, E. 1955. *The Notebooks of Leonardo da Vinci*. George Braziller Ed., New York. 1246 pp.
- MARTIRE, L., CLARI, P., LOZAR, F. and PAVIA, G. 2006. The Rosso Ammonitico Veronese (Middle-Upper Jurassic of the Trento Plateaux): A proposal of Lithostratigraphic ordering and Formalization. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 112(2): 227-250 <[https://www.researchgate.net/publication/236132541\\_The\\_Rosso\\_Ammonitico\\_Veronese\\_Middle-Upper\\_Jurassic\\_of\\_the\\_Trento\\_Plateau\\_a\\_proposal\\_of\\_lithostratigraphic\\_ordering\\_and\\_normalization](https://www.researchgate.net/publication/236132541_The_Rosso_Ammonitico_Veronese_Middle-Upper_Jurassic_of_the_Trento_Plateau_a_proposal_of_lithostratigraphic_ordering_and_normalization)>
- MONACO, P. 2008. Taphonomic Features of Paleodictyon and other Graphoglyptid Trace Fossils in Oligo-Miocene Thin-Bedded Turbidites, Northern Apennines, Italy. *PALAIOS*, 23: 667-682. <<https://www.fisgeo.unipg.it/pm520001/PDF/Monaco.pdf>>
- PIZZORUSSO, A. 1996. Leonardo da Vinci's Geology: The Authenticity of The Virgin of the Rocks. 19th EGU General Assembly, EGU2017, Proceedings from the conference held 23-28 April, 2017 in Vienna, Austria., p. 3073
- RICKEITTS, B. 2023. *A timeline of stratigraphic principles: 15<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> C. Geological Digressions*. Recuperado el 15/01/2024 de <<https://www.geological-digressions.com/tag/leonardo-da-vinci-fossils/>>
- VAI, G. B. 1995. *Geological priorities in Leonardo da Vinci's notebooks and paintings*. In: Giglia, G., Maccani, C., Morello, N. (Eds), *Rocks, Fossils and History*. Proceedings of the 13<sup>th</sup> INHIGEO Symposium, Pisa-Padova, 13-23
- VAI, G.B. 2003. *I viaggi di Leonardo lungo le valli romagnole: Riflessi di geologia nei quadri, disegni e codici*. In: Leonardo, Machiavelli, Cesare Borgia: Arte, Storia e Scienza in Romagna (1500-1503). Roma, De Luca Editori d'Arte, 37-47

## RECLUS ROCA VILA (1928-2024), Un ingeniero civil especializado en Dinámica de Fluidos y graduado en Arquitectura

José G. ÁLVAREZ-CORNETT<sup>1</sup>

---

### RESUMEN:

Reclus Roca Vila fue un ingeniero civil catalán-venezolano graduado en la Universidad de Los Andes, Mérida y especializado en Dinámica de Fluidos en la Universidad de Michigan en Estados Unidos. Entre 1957 y 1958 fue uno de los profesores fundadores del Departamento de Física, Escuela de Física y Matemáticas, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela. En esta casa de estudios también fue profesor en la Escuela de Ingeniería Civil, en el Departamento de Mecánica y en el Postgrado en Hidráulica. Ejerció la docencia en la Universidad Simón Bolívar donde fue profesor de Ingeniería Mecánica. Fue autor o coautor de varios manuales o libros. A finales de los ochenta se residió en Francia. Estudió en la *École nationale supérieure d'architecture de Toulouse* de donde se graduó como Arquitecto para poder abordar proyectos de construcción y urbanismo. Enseñó Arquitectura en las Universidades de Toulouse y Montpellier.

### ABSTRACT:

*Reclus Roca Vila (1928-2024), a Civil Engineer Specializing in Fluid Dynamics and a Graduate of Architecture*

Reclus Roca Vila was a Catalan-Venezuelan civil engineer who graduated from the University of Los Andes, Mérida. He completed doctoral studies in Fluid Dynamics at the University of Michigan in the United States. Between 1957 and 1958 he was one of the founding professors of the Department of Physics, School of Physics and Mathematics, Faculty of Sciences of the Central University of Venezuela. At this university, he also taught in the School of Civil Engineering, the Department of Mechanics, and the Graduate Studies in Hydraulics. He taught at Simón Bolívar University where he was a professor of Mechanical Engineering. He was an author or co-author of several manuals or books. At the end of the eighties, he moved to France. At the *École nationale supérieure d'architecture de Toulouse* he studied to become an Architect to tackle construction and urban planning projects. He taught Architecture at the Universities of Toulouse and Montpellier.

---

*Palabras clave:* física, ingeniería civil, dinámica de fluidos, Venezuela, Francia, inmigración.

*Keywords:* physics, civil engineering, fluid dynamics Venezuela, France, immigration.

### 1. Introducción

En 1957 la Escuela de Física y Matemáticas (EDFM) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) todavía formaba parte de la Facultad de Ingeniería, pero al año siguiente el 3 de marzo de 1958 fue transferida a la entonces recién creada

Facultad de Ciencias. Reclus Roca Vila fue uno de los profesores de la EDFM en 1957 y su nombre también figura en la plantilla de profesores del año lectivo 1959-1960 (Lindorf, 2008: 56 y 149).

---

<sup>1</sup> PROYECTO VES y Escuela de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Correo-e.: josecornett2000@marshall.usc.edu





**Figura 1. PROFESORES EDFM, 1958-1959.** Desde atrás y de izquierda a derecha: **Última fila:** Reclus Roca Vila (catalán), un francés encargado del taller de mecánica de apellido Mellina, Antonio Bourgeal (español), el jefe del taller o laboratorio de electrónica Gino Cosci (italiano); **Fila del medio:** el mecánico Luis Chambost (francés), el señor Acitores secretario del Director (venezolano), el químico Alejandro Pueyo Iturbe (español), Danil Toradse (georgiano), Nicolás González Molina (canario), Marcos Ghiglione (argentino), el matemático Federico Velasco (madrileño). **Sentados:** Nicolás Szczerban (ucraniano), Jerzy Gintel (polaco), Eduardo Gil Santiago (español), el físico español y profesor visitante Salvador Velayos (1908-1997), el físico argentino y director de la EDFM Manuel Bemporad y el fotógrafo Carlos Herrera (venezolano) fundador del laboratorio de fotografía científica (UCV). **Fuente:** Archivo Carlos Herrera, ca. 1959.

En 1998 los Departamentos de Física y Matemáticas de la EDFM se convirtieron en Escuelas separadas: Escuela de Física y Escuela de Matemáticas. La actual Escuela de Física es la continuación en el tiempo de los esfuerzos iniciales de un puñado de profesores —los padrinos fundadores más una madrina (la profesora Hajnal Ildikó Fényes)— que dirigidos por el padre fundador de la EDFM, el físico venezolano de origen argentino Manuel Luis Carlos Bemporad Pradellia (1923-2007), realizaron ingentes esfuerzos para implantar la docencia y la investigación en Física en el país

La participación temprana del profesor Reclus Roca Vila en la vida de la EDFM de la Facultad de Ciencias hace que su nombre figure entre los padrinos fundadores. Después del fallecimiento del profesor Danil Toradse el 12 de octubre de 2021 a los 106 años, Reclus Roca Vila era el único de los profesores fundadores presentes en la foto en grupo de 1959 (Figura 1) que aún quedaba vivo. Así fue hasta el 25 de febrero de 2024 cuando a los 95 años falleció apaciblemente en su

hogar en Cornebarrieu, Departamento de Alto Garona, distrito de Toulouse en la Región de Occitania, Francia (Roca Aranda, 2024).

A mediados de 2012 tuve en mis manos varias fotografías de los profesores de la EDFM durante el año lectivo 1958-1959, entre ellas la foto en grupo mostrada arriba (Figura 1). Sentí entonces curiosidad por saber quiénes eran las personas cuyos rostros miraba en esas fotos y me pregunté entonces si era posible conocer sus vidas utilizando internet solamente. Mi motivación por conocer más sobre un grupo de profesores inmigrantes en Venezuela dio origen a la iniciativa de investigación independiente PROYECTO VES para estudiar los aportes de la inmigración extranjera a la ciencia y la tecnología en Venezuela sin recurrir a fuentes documentales físicas. Es decir, utilizando solamente el acceso a internet, las fuentes digitales y las redes sociales mediante la metodología Sondeo Histórico Digital (SHD)<sup>1</sup>.

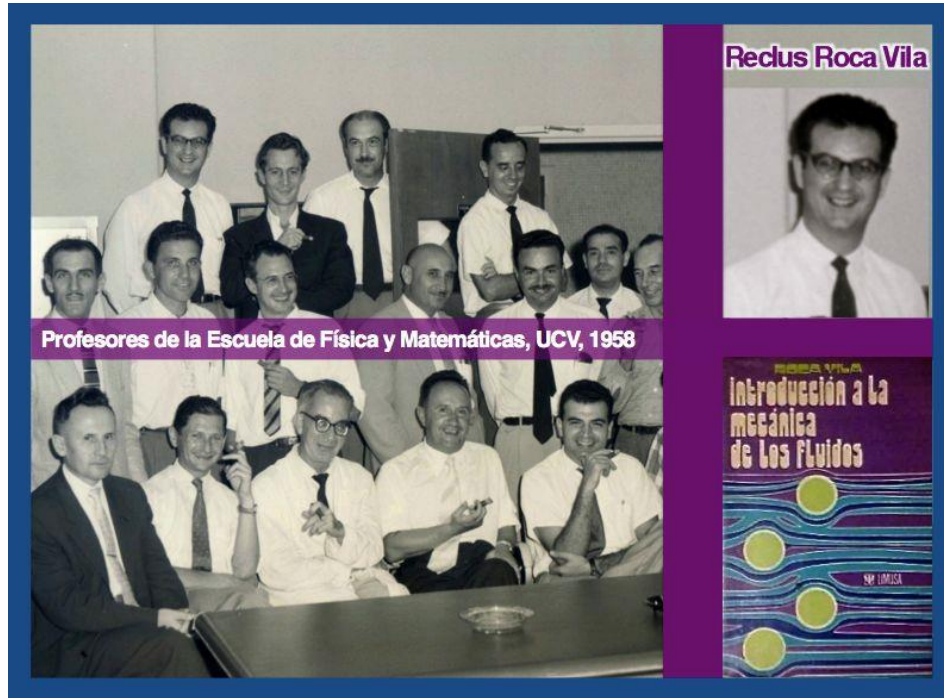


Figura 2. | Fuente: Álvarez-Cornett, (2017).

PROYECTO VES comenzó con el estudio de las vidas de los profesores adscritos a la EDFM en 1957: Vicente Alonso Fernández, Manuel Bemporad (en progreso), Raimundo Chela Aboudib (1919-1984) (no se estudió su caso porque el profesor Enrique Planchart había publicado una semblanza en el Boletín de la Asociación Matemática Venezolana) (Planchart, 2000: 53-57), Juan Lorenzo Bravo (en estudio), Ángel Palacio Gros, Reclus Roca Vila, Danil Toradse y Anatol Zagustin Berezina. Todos estos casos fueron publicados a excepción de los casos señalados<sup>2</sup>.

Esta semblanza del profesor Reclus Roca Vila utiliza el material presentado en un perfil biográfico que fue publicado en 2013 y actualizado en 2017 con la información recogida en línea desde la última actualización hasta principios de marzo 2024 (Álvarez-Cornett, 2017b).

## 2. Reclus Roca Vila (1928-2024)

Nació el 16 de mayo de 1928 en Castellar del Vallés, Barcelona, España, hijo del profesor Vicente Roca Artigas (1898-1990) y Teresa Vila Valls nacida en Caldes de Montbui (Vallés Oriental). Su padre Vicente Roca Artigas también nació en Castellar del Vallés el 18 de octubre de 1898.

En su tesis doctoral sobre el poder político del anarcosindicalismo en la comarca del Vallés Occidental durante la Guerra Civil española, Matías Vargas Puga refiere que Vicente (Vicenç o Vincens) Roca Artigas fue miembro de la Confederación Nacional del Trabajo (CNT), una rama del

anarcosindicalismo español, y director de la empresa Tolrà (Vargas Puga, 2001: 90 y 138)<sup>3</sup>.

Poco tiempo después del inicio de la Guerra Civil española en Castellar se constituyó el nuevo Consejo Municipal que tuvo a Vicens Roca Artigas (CNT) como presidente del Consejo. Luego, hacia el final de la Guerra Civil a principios de 1939 Roca Artigas y su familia se refugiaron en Francia.

El 5 de abril de 1939 Vicente Roca Artigas que entonces residía en Bègles, departamento de Gironda en el distrito de Burdeos solicitó información para emigrar a México, pero aparentemente no lo hizo (Memòria, s/f) (véase, Anexo I). Por razones que no se han estudiado Roca Artigas escogió venir a Venezuela en donde fue profesor en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería (UCV).

Vicente Roca Artigas y su esposa Teresa Vila recibieron la nacionalidad venezolana el 3 de enero de 1952. El profesor Roca Artigas falleció en Cornebarrieu, Francia el 20 de agosto de 1990 (Roca Aranda, 2024).

### 2.1 La educación de Reclus Roca Vila

No conocemos los primeros pasos de Reclus Roca Vila en Cataluña. Debido a la caída de la República española a manos de las fuerzas franquistas, el joven Reclus tuvo que continuar su educación en Francia a donde había emigrado su familia. Estudió el bachillerato en el *Collège Classique et Moderne*, ubicado en la Rue Jules Valette de la comuna francesa de Saint-Amand-

Montrond en el Departamento Cher en la región de Centro-Valle de Loira (Roca Aranda, 2024).

Reclus Roca Vila llegó a Venezuela en 1949 junto con sus padres. Es posible que el joven Reclus haya tenido que hacer estudios de reválida o presentar algún tipo de examen para poder ingresar en el sistema universitario venezolano de la época. En 1953 Reclus Roca Vila recibió el título de Ingeniero Civil de la Universidad de Los Andes (ULA). Sin embargo, sus estudios de ingeniería los comenzó en la UCV y luego, cuando esta casa de estudios fue cerrada en octubre de 1951 los continuó en Mérida.

Entre 1925 y 1946 lo que hoy conocemos como Facultad de Ingeniería (UCV) se llamó Facultad de Matemáticas y Física y desde 1947 Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM). En 1947 la FCFM tenía tres escuelas: Arquitectura, Ingeniería y Ciencias —en donde solo existía la carrera «Licenciatura en Ciencias Naturales» que en 1954 pasó a llamarse «Licenciatura en Ciencias Biológicas» y finalmente, «Licenciatura en Biología» (1958). En la Escuela de Ingeniería funcionaban los Departamentos de Enseñanzas Generales; Ingeniería Civil, Hidráulica y Sanitaria; Mecánica e Industrias; y Geología, Minas y Petróleo. En el año lectivo 1950-1951 los alumnos de la FCFM, que en el interín había cambiado de nombre a Facultad de Ciencias Matemáticas y Naturales, estaban distribuidos de la siguiente manera: Escuela de Ciencias (20), Escuela de Arquitectura (182) y Escuela de Ingeniería (830) (Lindorf, 2008: 22 y 30).

Cuando Reclus Roca Vila comenzó sus estudios la Escuela de Ingeniería desde octubre de 1947 funcionaba en la Casa de la Oficina del Trapiche de la Hacienda Ibarra; esta casa fue demolida en 1954. Fue en julio de 1953 cuando la Facultad de Ciencias Matemáticas y Naturales (la antigua FCFM) pasó a ser denominada Facultad de Ingeniería. Nuestra investigación en línea encontró una vinculación entre Roca Vila y el ingeniero Antonio Álamo Bartolomé (1924-1997) (Cupello, 1996: 111).

La ensayista Myriam Cupello Menda, Reina de Venezuela 1949 —el antecedente del actual Miss Venezuela—, Premio Nacional de Divulgación Científica (1982 y 1984) y esposa de Antonio Álamo, entrevistó a Reclus Roca Vila para su libro *Antonio Álamo y su época: Venezuela 1924-1995* (Cupello, 1996: 122):

«Reclus Roca me contaba:

Antonio y yo éramos colegas en la UCV desde 1963, pero hacía ya años que nos conocíamos. En esa época yo era jefe del recién creado departamento de Mecánica.

— ¿Qué clases dictaban?

Yo daba Mecánica de Fluidos, y Antonio, Mecánica Racional. Fue entonces cuando le propuse asistir de nuevo a sus clases, cada día pasaría yo en limpio el curso dictado por él, eso lo hice durante un semestre. Se lo mostré, él estuvo contento, me corrigió dos o tres frases al leerlo con precisión, como siempre lo hacía. Le

dije: Este es tu libro, pero lo he escrito yo. ¿Estás de acuerdo en que aparezcan nuestros dos nombres? Desde luego, contestó él. El libro se editó en forma de apuntes [Alamo y Roca Vila, 1975]. Luego uno de nuestros alumnos, Juan León [Livinalli], actualmente Vicerrector de la Universidad Simón Bolívar, fue quien asentó en forma de libro lo que la escuela de Vera Izquierdo y de Álamo había aportado a la enseñanza de la Mecánica [se trata del libro *Mecánica*<sup>4</sup>].

—¿Cuándo conociste a Antonio?

En 1949, recién llegado de Francia. Cursaba primer semestre del primer año de Ingeniería. Yo asistía junto a otros estudiantes y profesores amantes de las matemáticas a cursos dictados por el Profesor Zavrotski [o Zavrotsky]. A esas clases semanales asistía también Antonio. En ese momento hacíamos un seminario de Cálculo Tensorial».

El 17 de octubre de 1951 la Junta de Gobierno presidida por Germán Suárez Flamerich decidió intervenir la UCV y ordenó su reestructuración a cuyo efecto designó un llamado Consejo de Reforma, presidido por el médico doctor Julio García Álvarez. Varios profesores de la Facultad de Ingeniería se fueron a Maracaibo a la Universidad del Zulia (LUZ) o a Mérida a la ULA y otros se quedaron en Caracas y pasaron a la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), entre ellos Antonio Álamo Bartolomé que años después regresó a la UCV.

Entre 1947 y 1952 el matemático ruso Andrés Zawrotsky (Andrei Zavrotsky Kobtsev; San Petersburgo 1904 - Mérida 1995) enseñó Matemáticas —Álgebra superior y complementaria— en la UCV mientras al mismo tiempo ejercía como Jefe de la Sección de Estadística del Instituto Venezolano de Seguros Sociales. Con el cierre de la universidad se trasladó a la ULA en donde trabajó hasta su jubilación en 1974.

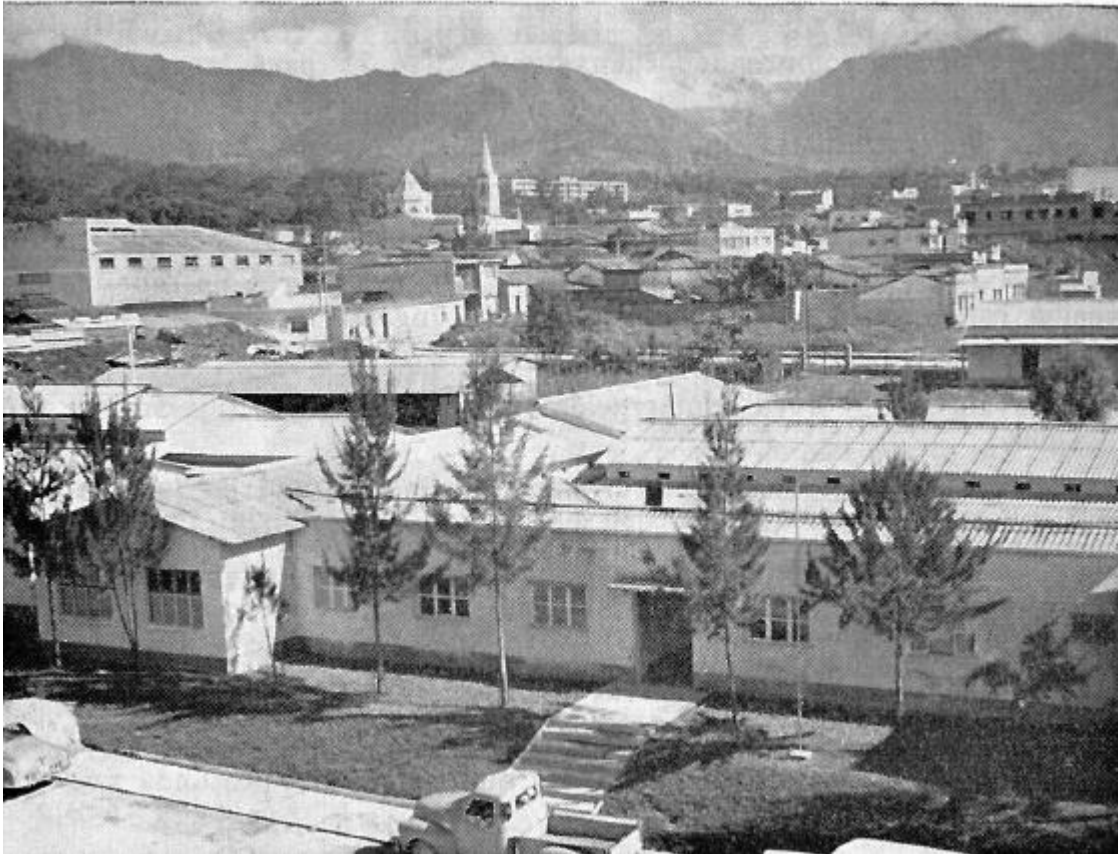
Durante sus primeros estudios de ingeniería en Caracas en la UCV además del profesor Zawrotsky Reclus Roca pudo haber cursado materias con los profesores Miguel Ángel Calcaño (Álgebra y teoría de Topografía); Pérez Luciani (Geometría Analítica); Jesús Soriano (Cálculo Infinitesimal); Antonio Álamo Bartolomé y Willy Ossot (Geometría Descriptiva); Santiago Vera Izquierdo (Mecánica Racional); o Bela Murakotzi (prácticas de Topografía) y Luciano Mendible (Dibujo Lineal). También pudo haber tomado clases con el matemático español Ángel Palacio Gros que emigró a Venezuela en 1947 y formó parte de la plantilla de profesores de la UCV desde 1948; o con el refugiado ruso nacido en San Petersburgo Anatol Zagustín, un ingeniero civil especializado en las teorías de elasticidad y estructuras y en Mecánica de Fluidos que vino a nuestro país hacia 1948 (entre 1932 y 1941 fue jefe del Departamento de Mecánica Teórica de la Universidad Estatal de Voronezh y profesor en la UCV desde 1950).

En Mérida Reclus Roca Vila ingresa en la Facultad de Ingeniería de la ULA para continuar con sus estudios de Ingeniería Civil. Entre sus profesores pudo haber tenido entre otros al físico alemán Raimundo Goetze (Raimund Götze Römmler, 1899-1990), a los físicos españoles Onofre Rojo (1924-) y Eduardo Gil Santiago (1903-1979), al ingeniero civil checo Jaroslav Brcek (1894-1974) o al ingeniero venezolano Decano Miguel González Jaimes (1922-2003), profesor de Resistencia de Materiales y Cálculo Diferencial e Integral e Inspector del puente sobre el Lago de Maracaibo.

Las clases en la UCV se regularizaron en 1953. Seguramente había entonces la necesidad de profesores para los cursos de las carreras de Ingeniería. Con su título de Ingeniero Civil en la

mano Reclus ingresó en ese año como profesor en la Facultad de Ingeniería (UCV). En ese mismo año en la Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela publicó junto con otro egresado de la ULA el ingeniero civil George Mark Brief Márquez (1928-2016) un trabajo en tres partes titulado *Métodos recientes para el cálculo de las fundaciones I, II y III* (Brief Márquez y Roca Vila, 1953a: 10-18; 1953b: 19-28; y 1953c: 15-21).

Unos años después en 1956 en coautoría con Brief Márquez publicó en la revista *Ciencia e Ingeniería* de la ULA el artículo titulado *Estudio de ciertos casos de ondas* (Roca Vila y Brief Márquez, 1956: 35-69).



**Figura 3.** Instalaciones en donde funcionó la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes hasta enero de 1955 cuando se mudó a un nuevo edificio. **Fuente:** González Jaimes (1955: 1-4).

## 2.2 Reclus Roca Vila y la Cátedra de Biofísica, Facultad de Medicina (UCV)

En 1955 se revisaron los programas de estudios de las Facultades de Medicina y Derecho para unificarlos en todas las Universidades Nacionales. El esquema de revisión contó con la aprobación del Consejo Nacional de Universidades de la época e incluyó la creación de una Cátedra de Biofísica en el primer año de los estudios médicos de la carrera de Medicina ofrecida por la Facultad de Medicina (UCV). Seguidamente se nombró al personal docente: «se designó como Jefe de dicha

Cátedra al Doctor Humberto Fernández Morán, Director del Instituto Venezolano de Neurología e Investigaciones Cerebrales, y como Profesores Agregados a los Doctores Raúl Vera [1928-2015] y Reclus Roca Vila».

En el anuncio de la creación de la Cátedra se dan otros detalles (Ministerio de Educación, 1956: 290):

«La lección inaugural de Biofísica se fijó para el día 28 de febrero en el Auditorio del Instituto Anatómico. La enseñanza consistirá en conferencias teórico-prácticas ilustradas con



proyecciones, y comprenderá visitas por grupos estudiantiles al Instituto Venezolano de Neurología e Investigaciones Cerebrales, puesto a disposición de la Universidad especialmente a este fin. Tanto la asistencia a las conferencias como las visitas organizadas al Instituto, son de carácter obligatorio para los estudiantes de primer año. El programa a desarrollar en esta Cátedra durante el Año Académico 1955-1956 será reducido, de manera que el examen de fin de año versará solamente sobre la materia vista desde la inauguración de la Cátedra hasta fines de junio de 1956. El programa completo de dicha asignatura, que integra las bases fundamentales de los aplicaciones médicas de la energía nuclear, deberá desarrollarse para el Año Académico 1956-1957».

La participación de Reclus Roca Vila en la Cátedra de Biofísica explica su asistencia al Curso Básico 47° (*Forty-seventh Basic Course*) de Escuela de Radioisótopos del *Oak Ridge Institute of Nuclear Studies* (OAK RIDGE, 1956: 98). Estos cursos en las técnicas básicas en el uso de radioisótopos tenían una duración de 4 semanas. La edición 47° del Curso Básico fue sólo para profesionales de países extranjeros y se realizó del 17 de octubre al 11 de noviembre de 1955.

### 2.3 Reclus Roca Vila en el Departamento de Física de la EDFM

La EDFM de la Facultad de Ingeniería se constituyó en 1956 y lo más probable es que desde ese año Reclus Roca Vila haya formado parte de ella, pero solo tengo referencias documentales de su vinculación a partir de 1957 (Lindorf, 2008: 54-56). En 1958 cuando la EDFM pasó a ser parte de la Facultad de Ciencias, el físico argentino nacionalizado venezolano Manuel Luis Carlos Bemporad Pradellia fue nombrado su director.

Carlos Domingo (1926-2022) otro físico argentino-venezolano ofrece unas pinceladas de Bemporad (Domingo, 2007):

«Bemporad era el jefe ideal, conocía, se interesaba, e impulsaba la labor docente y de investigación de todos. Se preocupaba de los problemas personales de los profesores y los alumnos, siempre amable, conciliador, e incansable. Todos sentíamos su amistad.

Las reuniones en su casa, con la encantadora presencia de Amparo [su esposa], atraían profesores, escritores y eruditos en todos los temas. Para actualizar a los recién llegados organizó en esas reuniones la lectura y discusión de un texto de Historia de Venezuela. No se descuidó la relación con el extranjero. Con gran frecuencia contrataba profesores invitados del exterior, americanos, brasileros, franceses, españoles, polacos. Casi todos los alumnos que

se graduaron tuvieron becas para seguir cursos en el exterior».

El profesor Reclus Roca Vila participó activamente en la vida del Departamento de Física, EDFM, Facultad de Ciencias como se puede apreciar en varias fotografías de Carlos Herrera. En la Figura 1 vemos a Reclus Roca Vila en la última fila, el primero a la izquierda y en la foto de arriba (Figura 4) de pie al fondo y a la izquierda lo vemos en una celebración de los profesores (que puede ser la bienvenida o la despedida del profesor español Salvador Velayos).

El físico Salvador Velayos Hermida (1908-1997) vino a Venezuela contratado por Bemporad por un año (1958-1959) con la misión de iniciar un grupo de investigación en magnetismo. Al finalizar su contrato fue sustituido por el científico español Víctor Sánchez-Girón Núñez (1922-2009) (Álvarez-Cornett, 2015a). Velayos está considerado como uno de los fundadores de la Escuela española del Magnetismo (Sánchez Ron, s/f).



**Figura 4.** En la foto al centro se ve al profesor español Salvador Velayos probándose una bata de laboratorio y al Director de la EDFM Manuel Bemporad ayudándole. Al fondo a la izquierda sentado están el jefe del taller mecánico Mellina y el físico Antonio Bourgeal y a su lado de pie está el profesor Reclus Roca Vila. **Fuente:** Foto de Carlos Herrera, circa 1958-59.

Para la época la EDFM estaba a cargo de los cursos de Física y de Matemáticas de las Facultades de Ciencias e Ingeniería. Dos testigos confirmaron las materias que Roca Vila dictaba en ese tiempo. El año académico 1956-1957 fue el último año



en el que las materias de Ingeniería se cursaron por año, después se pasó a régimen semestral. El ingeniero Alejandro Urbano Acosta que entonces se iniciaba en los estudios de Ingeniería Civil hace memoria y refiere que Reclus Roca Vila fue su profesor de «Física I»:

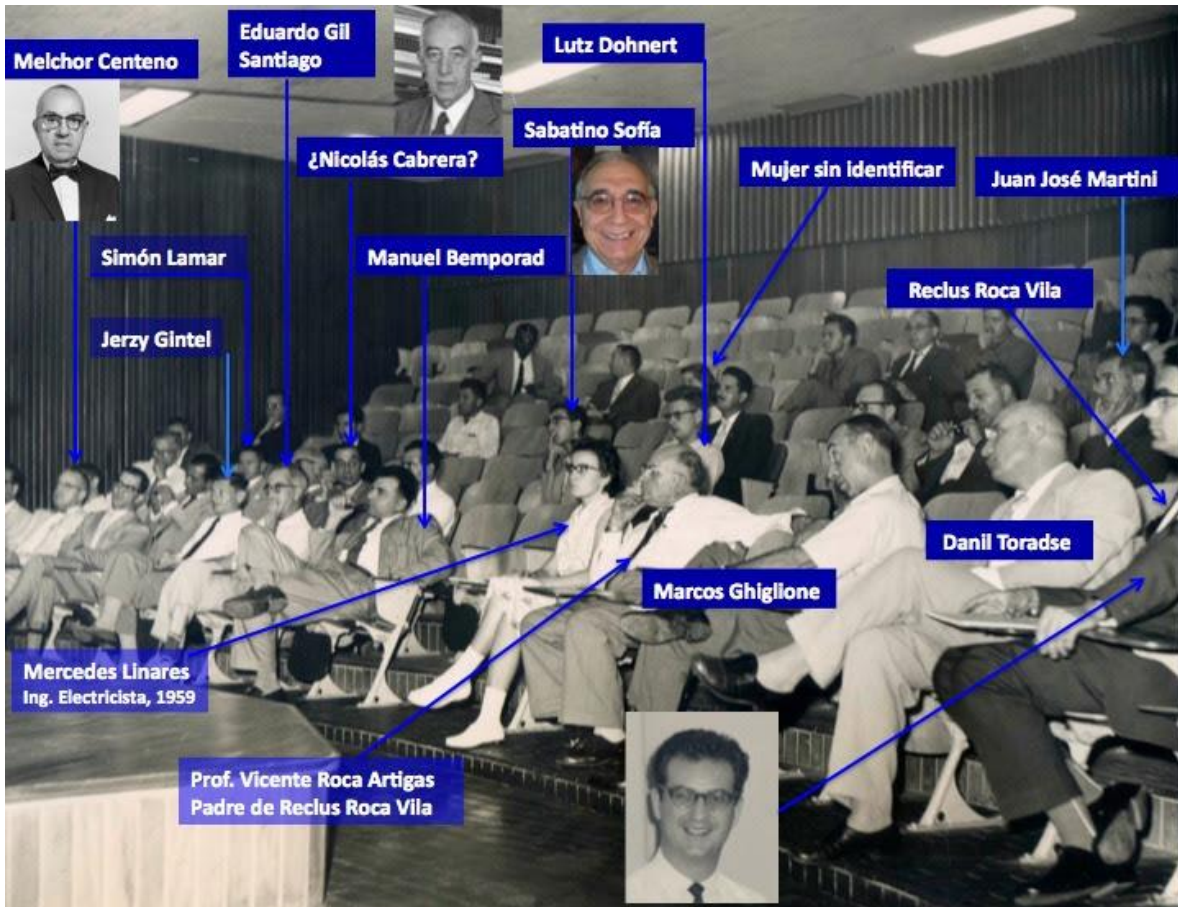
«La mayoría de los profesores eran excelentes o buenos, entre quienes recuerdo a Raimundo Chela (Análisis Matemático I); Ángel Palacio Gros (Análisis Mat. II y III); Anatole Zagustín [Anatol Zagustín Berezina] (Análisis Numérico, Funciones de Variable Compleja, Teoría de Elasticidad); Jaime Bravo [se refiere al matemático canario Juan Lorenzo Bravo] (Geometría Métrica, Proyectiva y Analítica) de quien fui preparador el siguiente año; Reclus Roca (Física I); Antonio Álamo (Mecánica Racional); Marcelo González (Mecánica de los Fluidos); Blas Lamberti

(Estructuras I y II); Celso Fortoul Padrón (Estructuras III y IV), quien fue padrino de nuestra promoción de Ingenieros Civiles); José Antonio Calcaño (Apreciación musical); Ernesto Mayz Vallenilla (Elementos de filosofía) y otros que escapan a la memoria».

Al año siguiente según recuerda el profesor de Ingeniería Eléctrica Luis Loreto, Roca Vila también estuvo a cargo de dictar la materia «Física »I (Álvarez-Cornett, 2017).

En 1957 Roca Vila dirigió la tesis de pregrado en Ingeniería Civil del estudiante caroreño Jesús Perera Oropeza. Finalmente, en una lista que la profesora Helga Lindorf presenta con los profesores del Departamento de Física para 1963 se observa que el nombre «Reclus Roca Vila» ya no aparece (Lindorf, 2008: 150). La razón la conoceremos muy pronto.

## 2.4 Físicos e ingenieros en un seminario hacia 1960

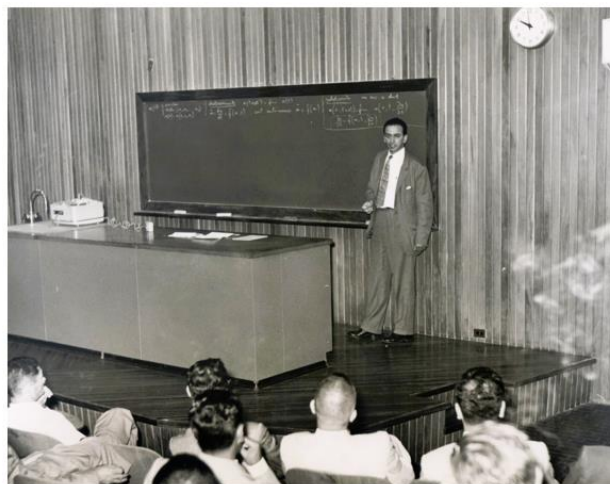


**Figura 5:** Profesores y estudiantes del Departamento de Física (EDFM) y de la Facultad de Ingeniería participando en un seminario en el auditorio del entonces llamado Edificio de Física (donde actualmente funciona el Departamento de Física Aplicada de la Facultad de Ingeniería). **Fuente:** Carlos Herrera (agradezco al Prof. Carlos Ayesta por haber suministrado esta foto y al Prof. Luis Loreto de Ingeniería Eléctrica (UCV y USB) por haber ayudado a identificar a varios de los asistentes. La identificación dubitativa de Nicolás Cabrera es mía<sup>6</sup>.

En la Figura 5 vemos a Sofía y Döhnert dos jóvenes estudiantes de la Licenciatura en Física escuchando un seminario junto con varios profesores, unos de Física y otros de Ingeniería. En febrero de 1961 Sabatino Sofía (Episcopia, Italia 1939 -) recibió una beca del gobierno venezolano para estudiar Astronomía en Yale University en Estados Unidos y luego, continuó con los estudios doctorales en esa casa de estudios (B.Sc., 1963; M.S., 1965; Ph.D., 1966; los títulos son de Yale University). El otro joven Lutz Döhnert (1939-2023) egresó en la primera promoción de Licenciados en Física (UCV, 1963) y luego, cursó el doctorado en el MIT (Ph.D., 1969).

Entre los profesores de Ingeniería destaca Melchor Centeno Vallenilla (1905-1986), un hermano del pintor venezolano Pedro Centeno Vallenilla que figura entre los venezolanos que detentan varias patentes otorgadas en Estados Unidos (su primera patente fue en celdas fotoeléctricas) (Centeno, 1927). El profesor Centeno tiene el mérito de ser el primer latinoamericano en graduarse en Ingeniería Eléctrica en el MIT (*Bachelor of Science in Electrical Engineering*, 1930) (Altimari G., 2008: 81-104)<sup>5</sup>.

En la audiencia también se ven a los profesores de Física: Manuel Bemporad, Jerzy Gintel (1920-2010), Eduardo Gil Santiago (1903-1979), Marcos Ghiglione, el físico georgiano nacido en Tbilisi Danil Toradse (1916-2021) y Reclus Roca Vila (Álvarez-Cornett, 2015b y 2015c). El físico argentino Marcos Ghiglione (Doctor en Física, Universidad Nacional de La Plata, 1952) fue profesor en la EDFM entre 1959 y 1962 y desde 1963 ejerció como profesor de Espectroscopía en la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias (UCV).



**Figura 6:** Aunque de este seminario existen varias fotografías no he podido averiguar el nombre del conferencista, o el tema de la conferencia o la fecha exacta. En la foto de la izquierda en la primera fila a la izquierda está el profesor Moisés Szponka (1930-2004), ingeniero electricista (UCV, 1954). **Fuente:** Archivo Carlos Herrera.

En el auditorio también se encuentran el ingeniero civil Simón Lamar, el ingeniero electricista Juan José Martini Bermejo (1921-2014) y el padre de Reclus Roca Vila el Prof. Vicente Roca Artigas. En la primera fila está sentada la ingeniero electricista recién graduada Mercedes Linares. Existen varias fotografías de este seminario (Figura 6).

## 2. 5 El doctorado en Michigan

Reclus Roca Vila no figura como profesor en el Departamento de Física (UCV) porque en 1960 viajó a Ann Harbor para hacer estudios posgraduados en la Universidad de Michigan. En esa casa de estudios tuvo como tutores al ingeniero civil germano-estadounidense Ernest F. Masur (1919-1986) (Ph.D., 1951, Illinois Institute of Technology)<sup>7</sup> y al doctor Chia Shun Yih (1918-1997), un reconocido estudioso de dinámica de fluidos «humano, humorístico y poético» amante de la poesía, de tocar la flauta y pintar como los impresionistas franceses (Fung, 2002: 265)<sup>8</sup>.



**Figura 7.** Chia Shun Yih (1918-1997). **Fuente:** Universidad de Michigan.

En septiembre de 1961 Roca Vila obtuvo un *Master of Science in Engineering* (MSE, *Field of Specialization: Engineering Mechanics*) y se supone que seguidamente continuó con los estudios doctorales con el profesor Yih<sup>9</sup>.

Chia Shun Yih nació en Guiyang el 25 de julio de 1918 en la provincia de Guizhou y recibió su primera educación en las provincias de Zhejiang y Jiangsu. En 1937 durante la guerra chino-japonesa ingresó a estudiar ingeniería civil en la *National Central University* que debido a la guerra había sido recién trasladada de Nanjing en la provincia de Jiangsu a la ciudad de Chongqing en la provincia de Sichuan. Yih se graduó en 1941 y después de trabajar unos años en China consiguió una beca para estudiar en Estados Unidos.

En 1945 emprendió el viaje para realizar estudios doctorales en la Universidad de Iowa bajo la tutoría de Hunter Rouse (1906-1996), un ingeniero hidráulico recordado por sus libros de mecánica de fluidos y por ser el coautor con Simon Ince de *History of Hydraulics* (Rouse y Ince, 1957)<sup>10</sup> Después de obtener el doctorado (Ph.D.) en 1948 con una brillante tesis sobre la dinámica del humo de un cigarrillo (*Free convection due to a point source of heat*) (Yih, 1948), Chia-Shun Yih trabajó para varias universidades en Estados Unidos y en la Universidad de Nancy en Francia. Finalmente, en 1955 ingresó en la plaza profesoral de la Universidad de Michigan en donde continuó su carrera profesional hasta jubilarse en 1988 como *Stephen P. Timoshenko University Professor Emeritus*.

Chia-Shun Yih «inventó elegantes transformaciones matemáticas que simplifican las ecuaciones diferenciales y las condiciones de contorno del flujo de fluidos no homogéneos. Ideó métodos eficientes de cálculo. Descubrió muchas soluciones exactas o cerradas de ondas e inestabilidades en el flujo de fluidos y, por supuesto, también muchas soluciones aproximadas. Ideó cálculos eficientes y experimentos pertinentes. Desarrolló el campo del flujo estratificado por su belleza y aplicaciones a flujos atmosféricos, oceánicos y otros flujos de interés científico, ambiental e industrial» (Fung, 2002: 264-275).

Entre 1962 y 1963 Reclus Roca Vila fue Asistente de Investigación (*Research Assistant*) en la Universidad de Michigan. Pero parece ser que mientras realizaba sus estudios de posgrado mantuvo una presencia activa en la UCV. Se sabe que estuvo en Venezuela a mediados de 1962 porque recibió una visa de estudiante el 8 de junio y viajó a Ann Arbor, Michigan el día 19 de ese mes. En 1963 dio a conocer el manual «Tensores en un espacio euclídeo» publicado internamente por la UCV y en 1964 «Apuntes de resistencia de materiales avanzada» (129 pp.). También presentó los trabajos para ascender a las categorías de Profesor Agregado y Asociado: *Estabilidad de una lámina líquida bajando sobre un plano inclinado y calentada por debajo* (1963, Agregado; 22 pp.) y *Ondas inerciales en un fluido en rotación* (1964, Asociado; 14 pp.). Asimismo, en 1964 fue tutor de la tesis de pregrado en Ingeniería de Graciela Pérez.

Con la presentación de la tesis titulada *Gravitational instability of a liquid layer heated from below* (Roca-Vila, 1965), Reclus Roca Vila recibió el título de Doctor (Ph.D.) el 18 de diciembre de 1965. En la introducción Roca-Vila explica los objetivos de la investigación:

*The gravitational stability of a laminar liquid layer with a free surface, flowing down an inclined infinite plane, has been studied by several authors... for slopes varying from 0° to 90°. Through the use of various types of power expansions, the relationship between the wave number  $\alpha$  and the Reynolds number  $R$  of the flow was found for various limiting cases: that of small wave numbers, that of small Reynolds numbers and that of large wave numbers. Surface tension effects were also taken into account.*

*On the other hand, the so-called Rayleigh's problem on the stability of a horizontal liquid layer, heated from below, has also been the object of numerous papers, ...*

*The purpose of this work is the study of both effects combined, i.e., a layer of liquid down an inclined plane with uniform heating from below. Although only the laminar case is studied here, it is hoped that the conclusions to be reached will shed some light on the more general problem where turbulent effects are to be considered and that the possible implications in the fields of meteorology or chemical engineering will be apparent.*

*Some of the questions that can be asked are:*

*1. What is the relationship among the wave number  $d$ , the Reynolds number  $R$  and the Rayleigh number  $R_g$  for the case of neutral stability?*

*2. What is the influence of the surface tension and  $3\tau$  variability with the temperature on the properties of the stability surface?*

*3. What happens to the Bénard cells when there is a flow along the plane? How are they merged with the waves that can be expected to propagate down the plane? Does the slope of the plane make the fluid more or less stable? This thesis represents an attempt to answer these questions.*

Los resultados de su trabajo doctoral fueron publicados en la revista francesa *Journal de Mécanique*<sup>11</sup> bajo el título *Gravitational instability of a liquid layer flowing down an inclined plane and heated from below* (Roca-Vila, 1966: 117-147)<sup>12</sup>.

## 2.6 Reclus Roca de vuelta en Venezuela (UCV y USB)

Al finalizar su doctorado en 1965 Reclus Roca Vila se reincorpora a las actividades docente en la UCV, pero no regresa a la Facultad de Ciencias sino en la Facultad de Ingeniería. En 1966 fue el tutor de la tesis de pregrado en Ingeniería Mecánica (UCV) del hoy profesor emérito de la Universidad Simón Bolívar (USB) Juan León Livinalli (M.Sc. en Ingeniería Mecánica, California Institute of Technology, 1970).

En 1968 ascendió a la categoría de Profesor Titular con la presentación del trabajo *El principio de intercambio de velocidades en un programa de Bernard modificado* (Roca Vila, 1968). Como en



mismo lo refiere, en los años sesenta fue Jefe del recién creado Departamento de Mecánica de la Facultad de Ingeniería (UCV) en donde enseñó Mecánica de Fluidos, Termodinámica I y II y Vibraciones Mecánicas en el Pregrado de la Escuela de Ingeniería Mecánica y Dinámica de Fluidos en el Postgrado de Ingeniería Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil (Quevedo, 2017).



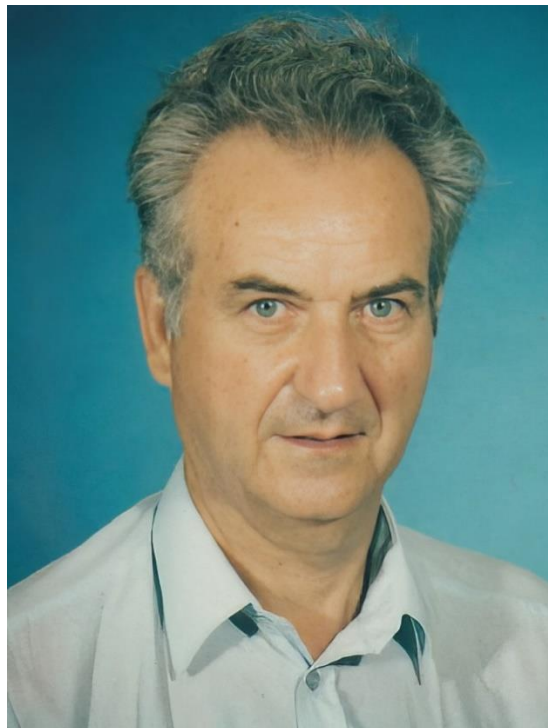
**Figura 8.** Las portadas de dos textos de Reclus Roca Vila editados por Limusa.

Desde 1970 Reclus Roca Vila fue al mismo tiempo profesor en la UCV y la USB. Su relación con esta otra universidad venezolana comenzó antes porque él estuvo vinculado con ella desde su fundación. En 1969 la USB acordó nombrar una «Comisión Preparatoria para los Estudios de Ingeniería» presidida por el Dr. Federico Rivero Palacio (1908-1988) e integrada por varias personalidades entre ellas el matemático Ignacio Iribarren (1939-) y Reclus Roca Vila. Posteriormente, Reclus Roca Vila ejerció la docencia en esa casa de estudios. Según la relación de cargos recibida de la Dirección de Gestión de Capital Humano de la USB, el profesor Reclus Roca Vila trabajó allí como Profesor Titular a dedicación parcial desde el 15 de febrero de 1970 hasta el 01 de enero de 1982; la mayor parte del tiempo estuvo adscrito al Departamento de Mecánica (Jiménez, 2013)<sup>13</sup>.

El 4 de noviembre de 1970 la Comisión Organizadora de la USB decidió crear el Departamento de Mecánica y Ciencias de los Materiales y nombrar el 2 de diciembre de 1970 como Jefe de Departamento al antiguo estudiante de Roca Vila, Juan León Livinalli; esta denominación departamental duró hasta el 2 de abril de 1971 cuando la entidad se separó en dos departamentos: Mecánica y Ciencias de los Materiales.

En 1974 Roca Vila dirigió la tesis doctoral en Ingeniería Civil de Joaquín Marín y en 1978 publicó el libro de texto «Introducción a la mecánica de los fluidos» que tuvo tres reimpresiones (1980, 1987 y 1993) y se lo dedicó «A Chia-Shun YIH mi maestro y amigo» (Roca Vila, 1978). Tres años después en 1981 en coautoría con su antiguo estudiante Juan León L. publicó «Vibraciones Mecánicas» que en 1985 tuvo una segunda reimpresión (Roca Vila y León L., 1981). Según Quevedo (2024), Roca Vila dejó también un libro «inédito de

la Asignatura Dinámica de Fluidos de Post. Grado. Y hay más cosa importante escrita de otras Materias...».



**Figura 9.** El profesor Reclus Roca Vila hacia 1985. Fuente: Cortesía de P. Roca Aranda.

El Consejo Directivo de la USB previa petición que hiciera el Director de la División de Física y Matemáticas, le otorgó a Roca Vila un permiso no remunerado de un año a partir del 1 de septiembre de 1976 para que cumpliera de forma exclusiva sus obligaciones en la UCV como Jefe del Departamento de Mecánica de la Facultad de Ingeniería (véase Nota 13).

En la *Historia de la Ingeniería Estructural en Venezuela* (Capítulo III) se dice que en 1977 Roca Vila fue el jefe del Departamento de Ingeniería Estructural de la Escuela de Ingeniería Civil (UCV). Recordemos que la Escuela de Ingeniería Civil en marzo de 1958 había quedado constituida por seis departamentos cada uno de ellos con una Jefatura: (i) Ingeniería Estructural y de la Construcción; (ii) Ingeniería Hidráulica; (iii) Ingeniería Sanitaria; (iv) Ingeniería Vial; (v) Agrimensura, y; (vi) Enseñanzas Generales. Posteriormente, en ese mismo año el Departamento de Ingeniería Estructural y de la Construcción fue dividido en dos departamentos: Ingeniería Estructural y de la Construcción (Grases, Gutiérrez y Salas Jiménez, 2016).

Para 1978 año de eliminación definitiva del Departamento de la Ingeniería de la Construcción, su jefe también era Reclus Roca Vila (Grases, Gutiérrez y Salas Jiménez, 2016). Pareciera ser entonces que Reclus Roca Vila tuvo por algún tiempo responsabilidades conjuntas en las jefaturas del Departamento de Mecánica y del Departamento de Ingeniería Estructural.

Reclus Roca Vila formó parte de la Junta Editorial del *Boletín Técnico* del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales, Facultad de Ingeniería, UCV.

### 2.7 Reclus Roca Vila en Francia: De la Ingeniería a la Arquitectura

Después de jubilarse el profesor Reclus Roca Vila se trasladó a Francia por razones familiares con la intención de regresar a Caracas, pero el deterioro de la situación en nuestro país convirtió una estada temporal en permanente. Reclus Roca Vila se residió cerca de la ciudad de Toulouse en el Departamento de Alto Garona en la Región de Occitania (31 Chemin des Ambrits 31700 Cornebarrieu).

Se le planteó entonces el problema que debe afrontar todo emigrante: ¿cómo ganarse la vida? Como ingeniero civil Reclus Roca Vila estaba limitado en Francia para trabajar en proyectos urbanísticos porque en ese país sólo los graduados en Arquitectura están autorizados para firmar los planos.

Por ello, entre 1984 y 1990 estudió Arquitectura en la *École nationale supérieure d'architecture de Toulouse* (ENSA Toulouse) que aunque está autorizada por el Ministerio de Educación francés depende del Ministerio de la Cultura. Al concluir sus estudios de siete años de duración obtuvo el Diploma de Arquitecto (*Architecte DPLG* o «*Diplômé Par Le Gouvernement*») lo que le permitió inscribirse en la Orden de Arquitectos (*l'Ordre des Architectes*) para ejercer la profesión y poder acometer diversos proyectos de construcción y urbanismo. También ejerció la docencia durante varios años en las escuelas de Arquitectura de Toulouse y Montpellier (Roca Aranda, 2024 y AAPL, 2019).

Durante su residencia en Cornebarrieu, Reclus Roca Vila recibió la visita de varios de sus estudiantes y colegas venezolanos. Juan León Livinalli fue uno de ellos. En esa ciudad como se indicó al principio de este trabajo Reclus Roca Vila falleció el 25 de febrero de 2024.

### 3. Epílogo

Reclus Roca Vila estuvo activo hasta una edad avanzada. En octubre de 2021 Francesc Gamisans Porcar escribió en nuestro blog para decir «que si bien de memoria anda un poco renqueante, de salud en general está bien a sus longevos 93 años y aún sale por los campos de la finca de su propiedad a dar algún repaso con la motosegadora. Sigue viviendo cerca del aeropuerto de Toulouse» (Álvarez-Cornett, 2017).

El profesor Luis Loreto recuerda que Reclus Roca Vila además de ser un excelente profesor fue un esgrimista destacado (Loreto, 2013). En Caracas su residencia estaba en la Quinta “Obits”, Calle Paso Real, Prados del Este.

En diciembre de 1963 Reclus Roca Vila conoció a Victoria Aranda, una inmigrante igualmente nacida en España y educada en Francia que vino a Venezuela hacia 1958. Se casó con ella en septiembre de 1966 y formó una familia. Victoria Aranda de Roca se desempeñó como profesora de francés en

la Embajada de Francia en Caracas entre 1960 y 1972 y también dio clase de español a los franceses vinculados con dicha Embajada. Vive en Cornebarrieu (Roca Aranda, 2024)<sup>14</sup>.



**Figura 10.** El profesor Reclus Roca Vila y su esposa Victoria Aranda en 1979. **Fuente:** Cortesía de P. Roca Aranda.

En Venezuela el profesor Reclus Roca Vila es recordado con cariño y respeto. Eduardo Buroz es un ingeniero agrónomo que siguió la orientación de ingeniería dentro de los estudios agronómicos que aunque entonces estaba orientada al riego no tuvo a Reclus como profesor, sin embargo, el ingeniero Buroz recuerda que «oíamos hablar del profesor Roca Vila como una eminencia y como un profesor de máxima atención para aquellos que decidieran hacer estudios de postgrado en Hidráulica».

El 24 de mayo de 2013 Rómulo Rodríguez Vivas escribió su recuerdo de Reclus Roca Vila: «Fue mi profesor en la USB por allá en 1981. Aunque usábamos su libro de Mecánica de Fluidos, Roca Vila nos daba era Resistencia de Materiales. Lo recuerdo como un excelente profesor, clases muy claras, planteaba los objetivos de cada clase al inicio, era una delicia verlo exponer los conceptos de una manera muy ingeniosa. Me



parecía curioso que me estuviera dando clases a mí y que también le hubiera dado clases de Física a mi padre en los años sesenta en la UCV. El mismo profesor, dos generaciones».

En 2017 el ingeniero Alan Urquiola nos refirió la siguiente anécdota: «El Dr. Reclus Roca Vila fue un estupendo profesor. Aunque nunca recibí clases de él referiré una anécdota ocurrida en una clase de Mecánica Racional dictada por el Profesor Juan Haefeli por el año 1975. Un alumno le hizo una pregunta al profesor Haefeli [Ingeniero Mecánico (UCV, 1973); M.Sc. en Mecánica Teórica y Aplicada (UCV, 1982)] que este no pudo responder en el momento, concluyó la clase y nos indicó que en la próxima clase nos daría la respuesta. En la clase siguiente nos indicó que lamentablemente no había dado con la solución y que le solicitaría una consulta al Dr. Reclus Roca Vila, este se trasladó al salón de clases y al serle formulado el problema, dio una respuesta asombrosa por lo obvia que era y de la cual no se había percatado el Profesor Haefeli y mucho menos nosotros. Hay que resaltar que el Profesor Haefeli era un profesor muy competente y con amplios conocimientos de la difícil materia, lo recordamos con cariño»<sup>15</sup>.

El ingeniero Alexis Illarramendi escribió el 9 de octubre de 2018 para comentar nuestro artículo sobre Roca Vila: «Tuve el honor de ser alumno del Prof. Reclus Roca Vila, durante mis estudios para ingeniero mecánico, me gradué en Enero de 1970, era Prof. de Mecánica de Fluidos, excelente profesor, excelente persona y muy humano en su enseñanza. Nunca he olvidado lo ameno y grato de sus clases. Donde quiera que esté reciba mi mayor agradecimiento por sus enseñanzas, y por habernos inculcado lo que es ser ingenieros. Gracias Profesor Reclus Roca Vila, Dios lo bendiga por siempre» (Álvarez-Cornett, 2017).

Reclus Roca Vila es parte de la historia de la investigación científica en Dinámica de los Fluidos en Venezuela. Una historia que todavía no ha sido estudiada en detalle y que entre otros actores incluye a Anatol Zagustin Berezina (1906-1992), su hijo Konstantin Zagustin Isaenko (1939-1998), Henry Power Meneses (1950-2017), Miguel Antonio Villegas, Guillermo Miranda, Gustavo Núñez Testa (1958-2013), Clara Eugenia Mata (1966-), Victoria Walker Faulhaber, Hercilio Rivas, Pijush K. Kundu (1941-1994), Ignacio Rodríguez Iturbe (1942-2022), Nelson Falcón Veloz y el Laboratorio de

Hidráulica del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil (UCV), inaugurado en 1956, ampliado en 1965 y transformado en 1976 en el Instituto de Mecánica de Fluidos.

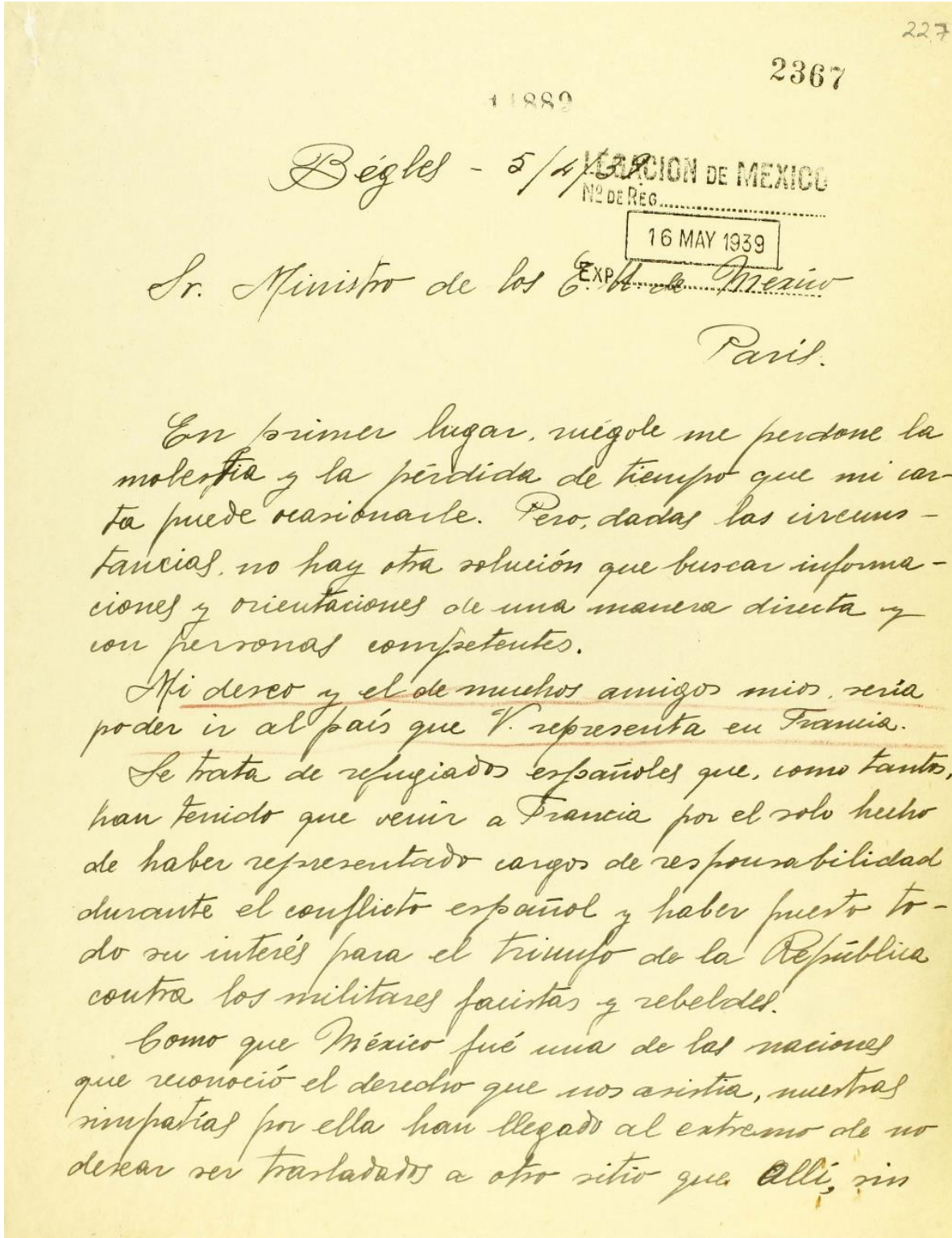
Si la investigación histórica se extiende a la Mecánica Teórica Aplicada habría que incluir otros nombres como Santiago Vera Izquierdo, Antonio Álamo Bartolomé y Juan León Livinalli. Otros nombres más habría que añadir si se toma en cuenta el campo de la Hidráulica en donde destacan el maravilloso Laboratorio Hidráulico "Ernesto León Delgado" que estaba ubicado en Catia (Michelena, 2005: 51-94), los nombres de los ingenieros Santos Eduardo Michelena Carcaño (1924-2013), Marcelo González Molina (1923-2009), Hipólito Kwiers Rodríguez (h.1912-1970), Marco Antonio Falcón Ascanio (1938-2011), el ingeniero checo-venezolano Jindřich Březina (1924-2008), por un tiempo Director del Laboratorio de Hidráulica del Instituto Nacional de Canalizaciones en Maracaibo, y muchos otros más.

#### 4. Agradecimientos

Escribir esta semblanza fue posible porque desde un principio varias personas colaboraron proporcionando información vital. Quedo agradecido con los ingenieros Luis Loreto, Víctor Poleo, Ángel Rodríguez y Cristóbal Quevedo por sus valiosos aportes. Con la historiadora Gemma Perich Vidal quien después de haber leído nuestro ensayo en Chegoyo.com nos contactó por Facebook y suministró otros datos importantes. Muchas gracias a Rómulo Rodríguez Vivas, Francesc Gamisans Porcar, Alan Urquiola y Alexis Illarramendi por haber dejado comentarios en el blog Chegoyo.com que me atreví a incorporar en esta semblanza. Muchas gracias a Percy Roca Aranda, hijo mayor del profesor Reclus Roca Vila, por los datos recientemente suministrados. Finalmente, estoy agradecido con los ingenieros Eduardo Buroz y José Luis López por haberme motivado a escribir este texto.

## ANEXO I

Carta de Vicente Roca Artigas del 5 de abril de 1939 al Embajador de México en Francia solicitando información para emigrar a México (Memórica, s/f).



228  
otro ánimo que el de trabajar y vivir de acuerdo con las leyes establecidas. Puede estar seguro que se trata de buenos compañeros, trabajadores y comprensivos, de los cuales, estoy más que seguro, que su gobierno nada tendría que lamentar.

Yo bien quisiera que V. tuviera la amabilidad de darnos una orientación clara y franca sobre las condiciones y posibilidades que tenemos para trasladarnos a la nación que V. dignamente representa en Francia. Debe tener en cuenta que las posibilidades económicas de que disponemos son nulas ya que, en nuestra peregrinación a través de Cataluña lo perdimos todo, a más de lo que quedó abandonado en nuestras casas.

Muchos de ellos son trabajadores que, hasta el momento de la evacuación trabajaron a la fábrica donde yo era Director Técnico Administrativo por mi calidad de Ingeniero. La razón social de referencia es la Vd. J. Colrà S.A. una de las fábricas más importantes de España, dentro su especialidad y, dicho sea de paso, estoy más que seguro que comisionados o fabricantes de su país, han venido expresamente a visitarla.

Yo, particularmente en México, tengo un buen amigo, el Profesor Alfonso L. Herrera, con el cual sostuve buena relación antes del movimiento.

Esperando que, ante las circunstancias que



atravesamos tendremos una pronta orientación <sup>229</sup>  
de V. para que así, bien asesorados y ante un futuro  
tan poco alejado podamos tomar rápidas determina-  
ciones.

Con gracias anticipadas y rogándole crea en  
la sinceridad de un buen especto de saluda cordialmen-  
te m at. y af. m.



Vicente Roca

mi dirección actual:

Vicente Roca Artigas

(M<sup>o</sup> Avenans)

Chemin Garoute Rouge.

Pégles  
(Gironde)

## NOTAS

(1) La iniciativa de investigación independiente PROYECTO VES viene presentando desde 2013 crónicas biográficas de la migración tecnocientífica en Venezuela con la aspiración de que los perfiles biográficos sirvan como modelos referentes para las nuevas generaciones. Cuando se estudia la inmigración tecnocientífica extranjera VES significa 'Vinieron, Educaron y Sembraron', pero cuando se considera la recién exitosa emigración tecnocientífica venezolana hacia el mundo VES significa 'Viajaron, Emigraron y Surgieron'. En PROYECTO VES se desarrolló la metodología Sondeo Histórico Digital (SHD) para utilizar internet, las fuentes digitales y las redes sociales para investigar digitalmente los casos estudios abordados (Álvarez-Cornett, 2013, 2016 y 2017a).

No todos los casos estudios pueden ser abordados con esta metodología. Algunos casos tienen una traza digital casi nula que no permiten ser pesquisados digitalmente. Otros como ocurrió con Reclus Roca Vila en 2013 tienen una traza digital muy baja que ponen límites a los resultados que se pueden conseguir. Afortunadamente la información en la Web es dinámica. Para algunos personajes su traza digital mejora con el tiempo cuando nueva información digitalizada aparece disponible en la nube. En 2013 el caso de Reclus Roca Vila presentó una traza digital muy baja la cual mejoró en 2017 (Álvarez-Cornett, 2017b). Entre 2017 y 2024 aparecieron nuevos datos que hoy están incorporados en este trabajo.

(2) PROYECTO VES nació como la iniciativa «La Escuela de Física que no conocí». Los casos estudios desarrollados y en progreso fueron luego absorbidos dentro de PROYECTO VES. Los ensayos referidos están publicados en el portal [Chegoyo.com](https://chegoyo.com), disponibles en línea en: <https://chegoyo.com/category/escuela-de-fisica/>.

(3) Se refiere a la fábrica de textil Viuda de Josep Tolrà, S.A. fundada en 1885 en Castellar del Vallès por Josep Tolrà Abellà (Tolrà, 2024). En una nota periodística en *La Vanguardia* (jueves, 2 de junio de 1938, página 2, segunda columna, párrafo 4) se señala a Vicente Roca Artigas como director del Comité de Empresa de la fábrica de tejidos de "Viuda de J. Tolrà":

«Compareció ante el Tribunal Vicente Roca Artigas director del Comité de Empresa de la fábrica de tejidos de «Viuda de J. Tolràs, para responder de una denuncia que se había hecho por venta de sus géneros a precios abusivos. Después de haberse comprobado que los vendían con un aumento exageradísimo sobre el coste de fabricación, se impuso al Consejo de empresa una multa de 500.000 pesetas, además de un arresto de seis meses a cada uno de los miembros del mencionado Consejo» (S/A, 1938).

Es posible que cuando terminó su arresto Vicente Roca Artigas decidiera entonces emigrar con su familia a Francia.

(4) El libro *Mecánica* de Juan León L. (nacido en Caracas, 1941) fue publicado por primera vez en Caracas en 1974 por

Ediciones Aranda. Luego, fue publicado en 1979 en México por Limusa. Tuvo una segunda edición publicada también por Limusa en 1984.

Juan León: «El autor quiere expresar un profundo reconocimiento a su maestro el Dr. Antonio Alamo B., a quien debe el enfoque de este texto, paradigma de toda una escuela del pensamiento, iniciada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. Aquellos que tuvieron la suerte de seguir sus enseñanzas, recordarán su luminosa lógica y las profundas implicaciones de su pensamiento, virtudes a las cuales se ha tratado de ceñir este libro» (León, 1984: 5).

El ingeniero Antonio Álamo Bartolomé (muchos autores escriben Alamo sin acento) además de profesor de Mecánica Racional fue pionero de la industria siderúrgica en Venezuela. Fue el líder del grupo inicial que se creó para estudiar la explotación del hierro en Guayana en tiempos de Pérez Jiménez y fue el primer presidente de la Siderúrgica del Orinoco.

(5) Como dato curioso vale la pena señalar que los hoy famosos Galpones de los Chorros en Caracas que forman parte del Centro de Arte de Los Galpones fueron construidos por Melchor Centeno como su laboratorio personal para hacer investigación en ingeniería eléctrica, energía solar, y televisión; tiene una patente por el Sistema Sesquicolor de Televisión (1973). No existen muchos ejemplos en el país de laboratorios privados que han hecho investigación salvo los casos de la Fundación Luis Roche, la empresa farmacéutica Instituto Quimi-Biológico C.A., el Investi y el Laboratorio de Biotecnología de la Gerencia Nacional de Biotecnología de Empresas Polar.

(6) Nicolás Cabrera Sánchez (1913-1989) fue otro famoso físico español que estuvo por un año (entre 1962-1963) como profesor invitado en la Facultad de Ingeniería (UCV) (Álvarez-Cornett, 2015d).

(7) En 1955 el profesor Masur aceptó el cargo de Profesor Asociado en Ingeniería Mecánica en la Universidad de Michigan. Más tarde, en 1964 recibió una oferta para fundar el Departamento de Ingeniería de Materiales en la Universidad de Illinois Chicago a partir de 1 de septiembre de ese año (Taylor y Krajcinovic, 1983: v-vi).

(8) Para conocer los nombres de los estudiantes doctorales del profesor Yih, véase Sin Autor (s/f).

(9) La duda existe porque puede ser que Roca Vila haya comenzado los trabajos doctorales con el profesor Masur y cuando este se fue de la Universidad de Michigan los continuó con el profesor Yih. Nótese que Roca Vila no tiene publicaciones conjuntas ni con Masur ni con Yih.

(10) En el edificio del Laboratorio de Hidráulica del Departamento de Hidráulica, Escuela de Ingeniería Civil (UCV) que fue inaugurado en 1956 y ampliado posteriormente en 1965 (entidad antecesora del actual Instituto de Mecánica



de Fluidos) en la sección dedicada a la docencia existían «diferentes equipos de demostración y realización de prácticas de laboratorio en una serie de aparatos diseñados por el conocido profesor de la Universidad de Iowa, Dr. Hunter Rouse» (IMF, s/f).

(11) *Journal de Mécanique* fue creada en 1962 (Vol. 1) y estuvo vigente hasta 1981 (Vol. 20). Se fusionó con el *Journal de Mécanique Appliquée* para formar el *Journal de Mécanique Théorique et Appliquée* (1982-1988).

(12) Es interesante notar cómo el trabajo doctoral de Roca-Vila encajó en la línea de investigación del Prof. Yih financiada por el Ejército de Estados Unidos (*U.S. Army Research Office-Durham*) (Yih, 1968: 198-199; y 1970).

(13) El detalle de la Relación de Cargos es el siguiente: Reclus Roca Vila fue contratado el 15 de febrero de 1970 por honorarios profesionales con el cargo de Profesor (a tiempo convencional, ATC; 5hr/s). El 1 de octubre de 1970 fue nombrado Jefe del Departamento de Física (a medio tiempo, AMT). Seguidamente, a partir del 1 de octubre de 1971 ingresó al escalafón académico como Profesor Titular (2da) (ATC). Salió de la USB 01 de septiembre de 1977, pero reingresó en la misma fecha como Profesor Ad-Honorem (Titular 2da) ATC (4 hr/s). Durante este periodo recibió varios permisos no remunerados (PNR): 01.09.1972 al 01.01.1973; 01.10.1974 al 01.01.1975; y 01.09.1976 al 01.09.1977.

Se reincorporó como Profesor Ad-Honorem ATC (6 hr./s) el 01 de enero de 1981. Tuvo varios PNR: en el 01.07.1978 (no se especifica hasta cuándo) y entre 01.01.1980 al 01.01.1981. El 01.09.1981 cambió la dedicación a ATC (5hr/s). En la Relación de Cargos se señala que en su expediente no existe ningún documento relacionado con su egreso definitivo de la institución (Jiménez, 2013).

(14) Existen noticias de que en septiembre de 1959 Reclus Roca Vila contrajo nupcias y que posteriormente, entre finales de 1962 y principios del 1963, se divorció de su primera esposa (Roca Aranda, 2024), pero hay dudas sobre el nombre de la persona con quien se casó por primera vez.

Según el profesor Cristóbal Quevedo (2017) Reclus Roca Vila estuvo casado con Hajnal Ildikó Fényes. Esta información la di a conocer en uno de mis artículos (Álvarez-Cornett, 2017b), sin embargo, nunca pude validarla con fuentes documentales y que puede que la información no sea correcta. En el 2013 entrevisté por teléfono a la profesora Hajnal Ildikó Fényes (Budapest, Hungría, 11 de octubre de 1937 – Budapest, 28 de noviembre de 2021) y ella nunca se refirió a Reclus Roca Vila a quién obviamente conocía porque ambos se desempeñaron en la Facultad de Ingeniería (UCV).

Hajnal Ildikó Fényes (B.Sc., Vassar College, 1958; M.Sc., Bryn Mawr College, 1960) fue una física venezolana de origen húngaro, hija del Profesor de Ingeniería Mecánica Iván Fényes. Estudió desde el cuarto grado de primaria hasta el cuarto año de Bachillerato en el Colegio Nuestra Señora de Guadalupe de

las Hermanas Franciscanas en Caracas. El quinto año lo realizó en el Liceo Andrés Bello (Bachiller en Ciencias, 1954). En 1962 Hajnal Ildikó Fényes ingresó en la UCV como profesora y quien escribe considera que es la primera mujer en enseñar Física en nuestra máxima casa de estudios. Se casó con el arquitecto alemán nacionalizado venezolano Dietrich Kunckel (Álvarez-Cornett, 2015e).

(15) La nota fue editada para mayor claridad y para corregir el nombre de Juan Haefeli escrito erróneamente en el original como «Hafelli».

## BIBLIOGRAFÍA

- AAPL (2019). “Qu'est-ce qu'un Architecte DPLG?” *Agence d'Architecture Pascal Lestringant* (en línea) disponible en: <https://www.aapl-archi.com/architecte-dplg/> consulta: 09 de marzo de 2024.
- ALAMO, Antonio y ROCA VILA, Reclus (1975). *Apuntes de Mecánica*, 4ta ed., Caracas: Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela.
- ALTIMARI G., Juan R. (2008). "Semblanza del Dr. Melchor Centeno Vallenilla", *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, No. 16, Primer Semestre.
- ÁLVAREZ-CORNETT, José (2013). “Juan Gschwendtner, físico e hidrólogo: perfil de su vida profesional creado con la metodología de sondeo histórico digital”, *Bitácora-e, Revista Electrónica Latinoamericana de Estudios Sociales, Históricos y Culturales de la Ciencia y la Tecnología*, No. 2. ISSN 2244-7008, (en línea) disponible en: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/38151> consulta: 15 de noviembre de 2021.
- ÁLVAREZ-CORNETT, José (2016). “Crónicas digitales. El despegar de nuestra ciencia. El «vuelo migratorio» tecnocientífico en Venezuela investigado desde internet con SHD”, *cartel presentado en el evento 40 Aniversario del Centro de Estudios de la Ciencia del IVIC*, 22 de noviembre del 2016, (en línea) disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.20378.67526> consulta: 15 de noviembre de 2021.
- ÁLVAREZ-CORNETT, José (2017a). “Crónicas digitales de la migración tecnocientífica venezolana: Proyecto VES y Sondeo Histórico Digital”, en AA. VV., *Innovación, tecnología e información. El nuevo paisaje de la comunicación. Memorias arbitradas por pares doble ciego correspondientes al VI Congreso de INVECOM celebrado en la Universidad Monteávila, Caracas, del 24 de mayo al 7 junio 2017*, pp. 410-422, (en línea) disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/336372514\\_Cronicas\\_digitales\\_de\\_la\\_migracion\\_tecnocientifica\\_venezolana\\_a\\_Proyecto\\_VES\\_y\\_Sondeo\\_Historico\\_Digital](https://www.researchgate.net/publication/336372514_Cronicas_digitales_de_la_migracion_tecnocientifica_venezolana_a_Proyecto_VES_y_Sondeo_Historico_Digital) consulta: 15 de noviembre de 2021
- ÁLVAREZ-CORNETT, José (2017b). “Reclus Roca Vila: Especialista en dinámica de los fluidos”, *PROYECTO VES/Chegoyo.com*, 8 de enero (en línea) disponible en: <https://chegoyo.com/escuela-de-fisica/reclus-roca-vila-fluidos/> consulta: 01 de marzo de 2024

- ÁLVAREZ-CORNETT, José (2015a). "Las experiencias de Víctor Sánchez-Girón Núñez (1922-2009) en la Escuela de Física, UCV", *PROYECTO VES/Chegoyo.com*, 22 de enero (en línea) disponible en:  
<https://chegoyo.com/escuela-de-fisica/victor-sanchez-giron-nunez-1922-2009-ucv/>  
consulta: 01 de marzo de 2024.
- ÁLVAREZ-CORNETT, José (2015b). "Jerzy Gintel (1920-2010): físico, artista y profesor pionero ucevista", *PROYECTO VES/Chegoyo.com*, 4 de octubre (en línea) disponible en: <https://chegoyo.com/proyecto-ves/jerzy-gintel-1920-2010/>  
consulta: 01 de marzo de 2024.
- ÁLVAREZ-CORNETT, José. (2015c). "Daniel Toradse, físico georgiano Venezolano, profesor titular de la UCV, celebra 100 años", *PROYECTO VES/Chegoyo.com*, 01 de enero (en línea) disponible en:  
<https://chegoyo.com/proyecto-ves/celebrando-el-cumpleanos-100-del-fisico-y-profesor-de-la-universidad-central-de-venezuela-daniel-toradse/>  
consulta: 01 de marzo de 2024.
- ÁLVAREZ-CORNETT, José (2015d). "Física promisoría: A propósito del físico español Nicolás Cabrera (1913-1989) y de la Física en la UCV a principios de los años sesenta", *PROYECTO VES/Chegoyo.com*, 01 de junio (en línea) disponible en:  
<https://chegoyo.com/escuela-de-fisica/fisica-promisoria-cabrera-ucv/>  
consulta: 01 de marzo de 2024.
- ÁLVAREZ-CORNETT, José (2015e). "Hajnal Ildikó Fényes, la primera mujer en enseñar Física en la Universidad Central de Venezuela", *PROYECTO VES/Chegoyo.com*, 15 de enero (en línea) disponible en:  
<https://chegoyo.com/escuela-de-fisica/hajnal-ildiko-feny-es-ucv/>  
consulta: 01 de marzo de 2024.
- BRIEF MÁRQUEZ, G. M. y ROCA VILA, R. (1953a). "Métodos recientes para el Cálculo de las Fundaciones. I", *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela*, No. 209, agosto.
- BRIEF MÁRQUEZ, G. M. y ROCA VILA, R. (1953b). "Métodos recientes para el Cálculo de las Fundaciones. II", *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela*, No. 210, sept.
- BRIEF MÁRQUEZ, G. M. y ROCA VILA, R. (1953c). "Métodos recientes para el Cálculo de las Fundaciones. III", *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela*, No. 211, octubre.
- CENTENO V., Melchor (1927). *Photo Electric Cell*, US PATENT 1,637,293, July 26 (en línea) disponible en:  
<https://patentimages.storage.googleapis.com/13/57/89/65c440b3e24ad7/US1637293.pdf>  
consulta: 02 de marzo de 2024.
- CUPELLO, Myriam (1996). *Antonio Álamo y su época: Venezuela 1924-1995*, Caracas: M. Cupello.
- DOMINGO, Carlos (2007). *Manuel Bemporad*, Correo electrónico del 29 de septiembre para Juancarlo Añez.
- FUNG, Yuan-Cheng (2002). "Chia-Shun Yih 1918-1997", *Memorial Tributes: Volume 10, National Academy of Engineering*, Washington, D.C.: National Academy Press.
- GRASES, José, GUTIÉRREZ, Arnaldo y SALAS JIMÉNEZ, Rafael (2016). *La Historia de la Ingeniería Estructural en Venezuela, Volumen I*, Caracas: Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.
- GONZÁLEZ JAIMES, Miguel (1955). "Nuestra Facultad", *Ciencia e Ingeniería*, Vol. 1, No. 1, Mérida, Venezuela: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes.
- IMF (s/f). *Historia Instituto de Mecánica de Fluidos* (en línea) disponible en:  
<https://web.archive.org/web/20170622014500/http://imf.ing.ucv.ve/historiayubica.html>  
consulta: 6 de febrero de 2022.
- JIMÉNEZ, Mailen (2013). *Relación de cargos*, comunicación privada del 24 de mayo.
- LEÓN L., Juan (1984). *Mecánica*, México: Limusa.
- LINDORF, Helga (2008). *Primeros tiempos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela*, Caracas: Fundación Amigos de Ciencias U.C.V.
- LORETO, Luis (2013). *Comunicación privada del 21 de mayo*.
- MARTÍNEZ UBIEDA, Alejandro (2009). "Manuel Bemporad: El científico", *Prodavinci*, 23 de diciembre (en línea) disponible en:  
<https://historico.prodavinci.com/2009/12/23/artes/testimonios-inmigrantes/manuel-bemporad-el-cientifico/>  
consulta: 20 de enero 2015.
- MEMÓRICA (s/f). *Listas de solicitudes de refugiados españoles que desean internarse en México, recibidas en el Consulado General de México en París* (en línea) disponible en:  
<https://memoricamexico.gob.mx/swb/memorica/Cedula?oId=GXMbr28BKx7cnKFK9Pmr>  
consulta: 2 de marzo de 2024.
- MICHELENA, Santos (2005). "La Universidad y la Investigación Breve Historia del Laboratorio "Ernesto León D.", *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, No. 10, Primer Semestre.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN (1956). *Memoria y cuenta que el Ministro de Educación presenta al Congreso Nacional de la República de Venezuela en sus sesiones de 1956* [contentiva de las actuaciones y labores cumplidas, durante el año 1955], (en línea) disponible en:  
<https://books.google.com/books?id=rsA85qRkw6IC>  
consulta: 1 de marzo de 2024.
- OAK RIDGE (1956). "Appendix IV. Special Training Division", *Tenth Annual Report of the Oak Ridge Institute of Nuclear Studies*, June 30.
- PLANCHART, Enrique (2000). Raimundo Chela. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, Vol. 7, No. 1.
- QUEVEDO, Cristóbal (2017). Comunicación privada, vía Victor Poleo, 10 de enero.
- QUEVEDO, Cristóbal (2024). Comunicación privada, vía Victor Poleo, 01 de marzo.
- ROUSE, Hunter y INCE, Simon (1957). *History of Hydraulics*. Iowa City, Indiana: Iowa Institute of Hydraulic Research, The University of Iowa.
- ROCA VILA, Reclus (1978). *Introducción a la mecánica de los fluidos*, México: Limusa.
- ROCA-VILA, Reclus (1966). "Gravitational instability of a liquid layer flowing down an inclined plane and heated from below," *Journal de Mécanique*, Vol.5.
- ROCA-VILA, Reclus (1965). *Gravitational instability of a liquid layer heated from below*, Thesis Ph.D., University of Michigan.

- ROCA VILA, Reclus (1968). *El principio de intercambio de velocidades en un programa de Bernard modificado*, Trabajo de Ascenso a Profesor Titular (TRA I968 R699), Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- ROCA VILA, Reclus y BRIEF MÁRQUEZ, G. M. (1956). "Estudio de ciertos casos de ondas", *Ciencia e Ingeniería*, Vol. 3, diciembre, Mérida, Venezuela: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes.
- ROCA VILA, Reclus y LEÓN L., Juan (1981). *Vibraciones Mecánicas*, México: Limusa.
- ROCA ARANDA, Percy (2024). Comunicación privada.
- S/A (1938). "La justicia de la República. 500.000 pesetas de multa a la fábrica «Vda.de.J.Tolrà» por venta a precios abusivos", *La Vanguardia*, jueves, 2 de junio (en línea) disponible en:  
<https://hemeroteca.lavanguardia.com/preview/1938/06/02/pagina-2/33126424/pdf.html>  
 consulta: 21 de mayo de 2013.
- SÁNCHEZ RON, José M. (s/f). "Salvador Velayos Hermida", *Real Academia de la Historia De* (en línea) disponible en:  
<https://dbe.rah.es/biografias/22310/salvador-velayos-hermida>  
 consulta: 22 de enero 2015.
- SIN AUTOR (s/f). *Doctoral Students of Professor Chia-Shun Yih* (en línea) disponible en:  
<https://web.archive.org/web/20190215082505/http://www-personal.umich.edu/~schultz/yih/students.html>  
 consulta: 15 de julio 2022.
- TOLRÀ (2024). "Viuda de Josep Tolrà, S.A.", 2 de marzo, Wikipedia, (en línea) disponible en:  
[https://ca.wikipedia.org/wiki/Viuda\\_de\\_Josep\\_Tolrà%20S.A.](https://ca.wikipedia.org/wiki/Viuda_de_Josep_Tolrà%20S.A.)  
 consulta: 10 de marzo de 2024.
- YIH, Chia-Shun (1968). "5688. Stability and Secondary Flow in Stratified Fluids" en *Research in Progress During Calendar Year 1968*, Durham, North Carolina: U.S. Army Research Office-Durham (en línea) disponible en:  
<https://books.google.com/books?id=RC6JLp86jKkC>  
 consulta: 15 de julio 2022.
- YIH, Chia-Shun (1970). *Studies of Stratified Flows, Rotating Fluids, and Fluid-Mechanics Problems Related to Geophysical Phenomena*, ORA Project O7891 under contract with U.S. Army Research Office-Durham, Contract No. DA-ARO-D-31-124-G717, Durham, North Carolina; Office of Research Administration, Ann Arbor, August (en línea) disponible en:  
<https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/8414/bad5552.0001.001.pdf>  
 consulta: 15 de julio de 2022.
- VARGAS PUGA, Matías (2001). *Actividad política de la izquierda libertaria en la comarca del Vallès Occidental durante la Guerra Civil*, Tesis Doctoral, Departamento de Historia Contemporánea, Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Nacional a Distancia (UNED), España (en línea) disponible en:  
<http://hdl.handle.net/10919/71507>  
 consulta: 16 de julio de 2020.
- YIH, Chia-Shun (1948). *Free convection due to a point source of heat*, Ph.D. Thesis: University of Iowa.

## **VIDA DE LA ACADEMIA<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Sección no arbitrada

**DISCURSOS DE ACTOS DE  
INCORPORACIÓN ACADÉMICA**



## **INCORPORACIÓN DE LOS INGENIEROS ANTONIO COLINO MARTÍNEZ Y CARMELO ECARRI HENRÍQUEZ COMO MIEMBROS HONORARIOS ANIH<sup>1</sup>**

14 de noviembre de 2023

### **PRESENTACIÓN DEL CANDIDATO ACADÉMICO ANTONIO COLINO MARTÍNEZ**

Carmelo ECARRI HENRÍQUEZ

Antonio, la saga Colino, más de 100 años de compromiso social.

Para conocer a Antonio Colino Martínez y su temple, es necesario mirar en la fragua. Su padre Don Antonio Colino López, fue un Doctor Ingeniero Industrial español, académico de la Real Academia Española de la Lengua, profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid. Miembro de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y vicepresidente de la Junta de Energía Nuclear.

Colino López escribió, y enseñó, sobre radioelectricidad, estudió al receptor super heterodino, teorizó sobre los servo mecanismos, los circuitos micro ondas, los campos electro magnéticos, y nos ilustró acerca de las partículas elementales. Y era de esperar que su vástago se interesara por la energía nuclear.

Colino López vivía en Chamartín junto a su esposa Doña Celia Martínez Rioja y sus cuatro hijos, Antonio, Carlos, Javier y Maritina.

Antonio, nuestro homenajeado, nace en 1946 en aquella urbe bulliciosa que se recuperaba social y económicamente, luego de más de una década de agonías. El fútbol era un deporte popular en el barrio, y en sus espacios estaba el viejo Estadio Metropolitano, sede del Atlético de Madrid desde 1913, y que había ganado su primer título de liga en 1941.

Antonio, y sus hermanitos Carlos y Javier se acercaban con sus amigos a ver el juego y aprender. Así canta el alma: *“Chamartín, mi barrio, donde nací y crecí, recuerdo con amor tus espacios y a la gente con quien viví”*.

Chamartín es un barrio lleno de vida, de gente trabajadora y amable. Es un lugar donde siempre hay algo bueno que hacer. Antonio inicia su escuela primaria en 1952, en el Colegio Arenero, fundado por la Compañía de Jesús. El colegio, con una matrícula de unos 500 alumnos estaba en un grandioso edificio de ladrillo, y era muy popular entre las familias de clase

media, y en donde Antonio se integra al atletismo y compete con éxito en 100, 200 y 400 metros.

Completa su formación secundaria en 1960 y su bachillerato en 1965. Época cuando los jóvenes entendían a los Beatles sin saber inglés. Richard Lester y los Beatles filmaron en Almería.

Antonio combina los estudios con el deporte y la diversión entre amigos. La llegada estival de turistas había traído el rock, el twist, y muchos otros bailes que se ponían de moda en verano, y que impulsaban los cambios en la mentalidad y en el comportamiento de los españoles de acercarse al estilo de vida más liberal de los países occidentales.

Ya bachiller, ingresa a la prestigiosa Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos ubicada entonces en el Paseo de la Castellana, en un edificio de estilo neoclásico. La Escuela de Caminos, se integra con otras escuelas superiores en 1972 para constituir la hoy Universidad Politécnica de Madrid.

El flamante ingeniero comienza su trayectoria profesional en el campo de las energías, en Bechtel Power Corporation, la mayor compañía dedicada a la ingeniería de los Estados Unidos. Trabaja en operación de distintas centrales para la generación de energía eléctrica. En 1974 termina la maestría como Ingeniero Eléctrico Nuclear en Los Ángeles en la famosa UCLA y regresa a Madrid.

Al año siguiente se incorpora al Grupo ENDESA para el proyecto de la Central Nuclear de Vandellós II. Pasa por diferentes puestos hasta lograr la Dirección de los proyectos de Centrales Nucleares Avanzadas.

En 1986 vuelve a Estados Unidos como Ingeniero Residente de la Propiedad en las oficinas centrales de Westinghouse, en Pittsburgh.

Regresa en 1988, y por 12 años labora en ENDESA, como Director de los Proyectos de Centrales Nucleares Avanzadas de la actual Sociedad Española de Participaciones Industriales.

Logra el título de Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid en 1991.

En 1996 toma posesión como Presidente Ejecutivo de ENRESA y dirige, entre otros muchos proyectos, la

---

<sup>1</sup> La Sesión Solemne puede verse en el canal de YouTube en el siguiente link: <https://youtu.be/0-5iI0lQXnk?si=KvewM5hunFnq22fU>

ampliación de las instalaciones de Almacenamiento de Residuos Radiactivos de Baja y Media Actividad en Córdoba.

En 2004 ingresa como Académico de Número de RAI con la Medalla 55. Toma posesión el 14 de diciembre de 2004 promoviendo y dirigiendo el Diccionario Español de la Energía y desde 2005 dirige el Diccionario Español de la Ingeniería.

Entre 2004 y 2006: el vástago es miembro del Standing Advisory Group del Organismo Internacional de la Energía Atómica de la ONU, en Viena.

En 2006 y hasta 2012 se desempeña como integrante del Consejo de Seguridad Nuclear para convertirse después en su Vicepresidente.

Gracias a su destacada labor recibe reconocimientos del Colegio de Ingenieros de Caminos, la Sociedad Nuclear Española, la Guardia Civil y la Orden de Isabel la Católica entre otros.

Manteniendo la curiosidad del investigador, en 2008 logra un Master en Defensa Nacional por la Universidad Rey Juan Carlos y el CESEDEN. También se ocupa de ejercer como primer Presidente del Comité Técnico 191 de AENOR. y Presidente de la Plataforma Tecnológica de Energía de Fisión, CEIDEN.

El doctor Antonio Colino Martínez, es elegido en diciembre de 2019 como presidente de la Real Academia de Ingeniería. Desde 2020, es vocal del Patronato del Instituto Cervantes.

En enero de 2021, a instancias de la Comisión España de la Academia Venezolana de Ingeniería y el Hábitat, envió un correo al servidor de la Academia española solicitando audiencia, y una hora después recibo una llamada telefónica de Antonio, invitándome a la sede para entrevistarnos.

A día siguiente enfocamos la cooperación inter académica y su papel en la promoción de la ingeniería en español. Compartimos ideas sobre el valor del idioma en ciencia y tecnología que evidencia la importancia en muchos ámbitos disciplinares y consecuentemente en el intercambio económico y social de nuestros países, en la cooperación para el desarrollo sostenible. Convencidos de que la ciencia impacta el nivel de desarrollo de nuestros países, y el nivel de bienestar de 600 millones de personas.

Formulamos una agenda común entre RAI y ANIH, en el Diccionario panhispánico de Ingeniería, la integración de las academias y los intercambios con el sistema de ciencia de cada país.

Celebramos periódicas reuniones de trabajo en equipos mixtos para abordar temas técnicos como la energía, el agua, el desarrollo rural, las ciudades. Celebramos juntos los 300 años de la Universidad Central de Venezuela y hoy compartimos una agenda común en la promoción de los estudios STEM

El año pasado en esta sede se realizó el evento singular de ingreso de Frank Marcano como miembro de honor de la Academia Venezolana. Y hemos planteado contribuir a fortalecer los vínculos de los sistemas de ciencia y a la iniciativa privada ingenieril en la cooperación binacional.

Termino estas palabras destacando la dimensión espiritual de Antonio, sus valores éticos, su responsabilidad, su alta capacidad de esfuerzo, iniciativa y su caridad. Valores que comparte con sus seres queridos. Su esposa Doctora Pilar Rojo, sus hijos Cristina, Antonio, Marta y Silvia. Sus nietos Iñigo, Pelayo, Gonzalo, Rosa, Cristina y Clara, depositarios de los valores de la saga y herederos de los ingentes retos de mediado de siglo 21.

Y recuerdo a Machado y la energía:

*Anoche cuando dormía, soñé, ¡bendita ilusión!, que un ardiente sol lucía dentro de mi corazón. Era ardiente porque daba calores de rojo bogar, y era sol porque alumbraba y porque hacía llorar. Anoche cuando dormía soñé, ¡bendita ilusión!, que era Dios lo que tenía dentro de mi corazón.*

Señores, he aquí el candidato!!!

## DISCURSO DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

Antonio COLINO MARTÍNEZ

Autoridades de la mesa presidencial Señoras y Señores.

Para un ingeniero, hijo de ingeniero, hermano de ingeniero, padre de ingeniero y académico de la Real Academia de Ingeniería de España es un honor, trasatlántico e hispanoamericano, ser recibido en la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat de Venezuela.

### AGRADECIMIENTOS

Quisiera en primer lugar agradecer a las personas que, con una gran generosidad, han hecho posible mi nombramiento de Académico Honorario. Eduardo Buroz, Carmelo Ecarri y otros a definir.

### INTRODUCCIÓN

Hoy nos reunimos conjuntamente en dos sedes en distintos lados del Atlántico, una en el Palacio de las Academias de Caracas y otra en el Palacio del Marqués de Villafranca en Madrid. En 1577 se comienza a construir en Caracas el Convento de San Francisco para los frailes franciscanos.

En 1.673 se crea en Caracas el Colegio Seminario de Santiago de León bajo la advocación de Santa Rosa de Lima.

El 22 de septiembre de 1.721 el Rey Felipe V crea la Universidad Real de Caracas y en diciembre de 1.722 el Papa Inocencio XIII la convierte en Pontificia. Real y Pontificia Universidad de Caracas.

La sede inicial de la Universidad de Caracas fue la capilla del Colegio Seminario de Santa Rosa, hasta el año 1.856 en el que se trasladó al Convento de San Francisco y posteriormente el año 1.953 la Universidad se desplaza a la Ciudad Universitaria, que es Patrimonio de la Humanidad desde el año 2.000.

El Convento de San Francisco se convierte en el Palacio de las Academias que hoy es la sede de la Academia Nacional de Ingeniería y del Hábitat de Venezuela, donde hoy se celebra esta solemne ceremonia en conexión con la Real Academia de Ingeniería de España.

Por las fechas de 1.577 Don Pedro Álvarez de Toledo y Colonna, V Marqués de Villafranca estaba en Madrid pensando en construir un palacio cerca de la Corte, y después de muchas reconstrucciones, hoy es la sede de la Real Academia de Ingeniería de España.

Podemos decir que, aunque nuestras Academias son de fundación moderna, la de Venezuela el 3 de septiembre de 1998, y la española en el 29 de abril de 1994, nuestras sedes nos emparejan desde hace unos 450 años.

Las relaciones entre las dos Academias, venezolana y española, han sido muy intensas, y desde que firmamos el convenio de cooperación entre la ANIH de Venezuela y la RAING de España el 28 de octubre de 2021, hemos celebrado conjuntamente numerosas reuniones técnicas y científicas,

Destacando la conmemoración del 300 aniversario de la fundación de la Universidad de Caracas que se celebró en la sede de la Real Academia de Ingeniería de España en Madrid con la participación del Presidente de la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat de Venezuela, Don Eduardo Buroz Castillo, la Rectora de la Universidad de Caracas, Doña Cecilia García Arocha, el Presidente de la Real Academia de Ingeniería de España, Don Antonio Colino Martínez y el Profesor Titular de la Universidad Complutense de Madrid Don Francisco A. González Redondo. También es de destacar la ceremonia de ingreso del Académico Fran Marcano Requena el día 13 de diciembre de 2022, que se celebró, igual que la ceremonia a la que hoy asistimos, simultáneamente en las sedes de las dos Academias.

## **ACTIVIDADES DE LA INGENIERÍA PARA LA SOCIEDAD.**

La Tecnología y la Ingeniería, en estrecha colaboración con la Ciencia y la investigación, están presentes en todas las actividades de la humanidad, que utiliza y disfruta de los aparatos, máquinas, vehículos, infraestructuras y servicios que imaginan, diseñan, manufacturan, fabrican, construyen, operan y desmantelan los ingenieros. Sin embargo, todo esto está cada

vez menos apreciado por la Sociedad y disminuye el interés de los estudiantes por las carreras de Ingeniería. (FIGURAS BALMASEDA 6 a 20 copiar aquí texto euro-CASE)

Cuando una persona aprieta un interruptor y se enciende la luz, no es un milagro, y cuando abre un grifo y sale agua, tampoco es un milagro. Es el trabajo de muchos años de muchos ingenieros, y lo mismo pasa con todas las actividades de cada día.

When a person wakes up and turns on the switches and everything works, it is not a miracle, it is the work of thousands of engineers that have imagined, designed, built, operated, maintained and eventually dismantled all the facilities and equipment necessary in the electrical system.

ENERGY AND ELECTRICITY Generation, storage, transmission and distribution.

The same happens with the supply of water, you open a tap and you get water.

WATER. Abstraction, treatment, distribution and disposal.

HOUSEHOLD. Refrigerator, washing machine, dishwasher and microwave and many other equipments and devices.

INFRASTRUCTURES. Highways, railways, harbors and airports.

TRANSPORT. Bicycles, cars, trains, ships and airplanes.

AGRONOMICS. Cereals, fruits, vegetables and legumes.

LIVESTOCK. Cows, sheep, pigs and hens.

FORESTRY. Forest, wood pulp, cellulose and paper.

MINERAL RESOURCES. Mining, oil, gas, coal and minerals.

INDUSTRY. Chemical, petrochemical, processing and manufacturing.

HEALTH. Positrons Emission Tomography, Computerized Axial Tomography, Nuclear Magnetic Resonance, electrocardiograms and radiotherapy, chemotherapy and bioengineering.

SECURITY AND DEFENSE. Tanks, ships, airplanes and missiles.

SPACE. Rockets, launching, satellites and ground support.

INFORMATION AND COMMUNICATION. Computers, TV, radio and data.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Robotics, translation, big data and quantum computing.

## **DICCIONARIO PANHISPÁNICO DE INGENIERÍA.**

Todas las actividades de la Ingeniería que hemos comentado hay que presentarlas a la sociedad y para eso necesitamos un idioma.

A Venezuela y España nos unen muchas cosas y una de las principales es el idioma que compartimos con unos 600 millones de hablantes. El idioma español es una gran parte de nuestro patrimonio y de nuestra cultura y también es uno de los principales instrumentos comerciales de los que disponemos. Las actividades comerciales relacionadas con el idioma representan más de un 15% de la economía de un país. El idioma español es la lengua materna en 22 países y es idioma oficial en muchos organismos internacionales en los que los traductores e intérpretes se encuentran con dudas al traducir palabras, frases o expresiones de nueva creación en otros idiomas.

Conscientes de esta situación la Real Academia de Ingeniería presentó en el año 2.004 el Diccionario Español de Energía, que sirvió de referencia para el Diccionario Español de Ingeniería presentado en el año 2.014.

Actualmente estamos terminando la segunda revisión del Diccionario, con las más avanzadas tecnologías para el procesamiento del lenguaje y con la colaboración de unos doscientos especialistas de varios países hispanohablantes de los cuales varios son venezolanos. Esperamos que esta segunda revisión se convierta en la primera edición del Diccionario Panhispánico de Ingeniería.

## **MUJER E INGENIERÍA.**

Las mujeres representan la mitad de la población del mundo, pero por múltiples motivos, históricos, culturales o económicos, su participación en las actividades relacionadas con la Ingeniería es mucho menor que la que debería ser. En muchos países el número de estudiantes en las escuelas técnicas es alrededor del 25%. Existen muchos programas para incentivar a las niñas para estudiar Ingeniería tan necesaria para la sociedad y su progreso. En la RAI tenemos un programa Mujer e Ingeniería, con la Presidencia de Honor de la Reina Letizia, que con gran variedad de actuaciones divulgamos la importancia de la Ingeniería para la Sociedad, no solo en los campos técnicos sino también en los campos médicos, sanitarios, climáticos y ambientales.

## **AGUA**

La influencia del agua va más allá de su consideración en sí misma o de su relación con los usos productivos a que puede ser destinada. Es de tal importancia que condiciona la ordenación del territorio, los asentamientos humanos, la despoblación de áreas rurales, la localización de industrias y los modelos de explotación agraria por lo que se debe considerar en cualquier planteamiento económico o social de un país.

La diversidad hídrica de las diferentes regiones hace que los datos globales pierdan significación y requieran mayor detalle en su distribución geográfica. No existe el problema del agua, sino la suma de muchos y diferentes problemas parciales distintos que se entrecruzan, que divergen, con problemas antiguos que desaparecen y problemas nuevos que emergen. El agua es un recurso vital, limitado, y a veces escaso, con diversidad de usos que hay que administrar de acuerdo con las disponibilidades que ofrece y a las de los usos a los que se destina.

La producción primaria supone un 5% del P.I.B. mundial y un 30% si se considera el sistema agroalimentario. La agricultura y la silvicultura representan un 25% de las emisiones de gases efecto invernadero, el 45% del empleo global, el 66% del uso de la tierra y un 70% del uso de agua dulce. En España el regadío supone un 15% de la superficie cultivada y utiliza un 60% del agua, pero produce un 60% del valor de la producción agrícola. Los años de sequía. En el contexto de cambio climático amenaza la sostenibilidad del regadío español. Gracias a los avances del conocimiento y a las aplicaciones de la Ingeniería agronómica se está consiguiendo hacer mucho más eficiente la utilización del agua en el ámbito agrícola.

## **ENERGÍA**

La energía y el agua, que están muy relacionados entre sí, son los dos componentes fundamentales de nuestro sistema de vida, de nuestro desarrollo y de nuestro bienestar. La situación actual del sistema energético mundial está en plena transición y está condicionando la economía, la política y la geoestrategia de los países. Estamos pasando de una dependencia de los combustibles fósiles, 70%, en manos de unos pocos países, a una dependencia de otros recursos minerales en manos de otros pocos países, pero muy concentrados en China que controla el origen, procesamiento y utilización de las cadenas de suministro de los materiales claves para las tecnologías necesarias para una energía limpia.

## **ASOCIACIÓN IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INGENIERÍA.**

La Real Academia de Ingeniería está promoviendo la Asociación Iberoamericana de Academias de Ingeniería como foro de comunicación, intercambio de experiencias, análisis de los retos de nuestra sociedad e impulso de las soluciones que se pueden aportar desde la Ingeniería.

Los fines de la Asociación son de naturaleza general y consisten en:

- Contribuir al desarrollo de la Tecnología y de la Ingeniería en los países del ámbito iberoamericano, propiciando la excelencia de los profesionales de la Ingeniería.
- Constituir una Entidad cualificada en la prospección y análisis crítico de la evolución tecnológica.
- Promocionar en la Sociedad el conocimiento de las aportaciones que para su bienestar y su desarrollo son desarrolladas por la Ingeniería.

- Cooperar en la preparación y el mantenimiento de un Lexicón o Diccionario de Ingeniería.
- Coordinar trabajos y estudios de las distintas Academias de Ingeniería miembros de la Asociación.
- Colaborar con otras Academias e Instituciones de carácter análogo en temas de interés común.
- Aquellos otros fines que resulten coherentes con la naturaleza de la Asociación y contribuyan a dar mayor eficacia a las Academias que la Integran.

## CONCLUSIONES

La Ingeniería es cultura y no solo es cultura, sino que la modifica y la crea. A lo largo de nuestra historia, la ingeniería ha ido generando las distintas revoluciones industriales.

“Los científicos e investigadores descubren como es el mundo. Los tecnólogos e ingenieros diseñan como será el mundo.”

Los descubrimientos de los científicos e investigadores son las bases de las aplicaciones que diseñan los tecnólogos e ingenieros, y las aplicaciones de los tecnólogos e ingenieros permiten a los científicos e investigadores avanzar en sus descubrimientos. Las dos partes deben trabajar como en una cremallera engranándose una con otra impulsadas por el instinto innato del ser humano de crecimiento y progreso.

Muchas gracias.



## PRESENTACIÓN DEL CANDIDATO ACADÉMICO CARMELO ECARRI HENRÍQUEZ

Eduardo BUROZ CASTILLO

Distinguido Académico Presidente de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat y demás académicos directores.

Respetados académicos Numerarios, Correspondientes y Honorarios de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Excelentísimo Señor Presidente de la Real Academia de Ingeniería del Reino de España, en cuya sede tiene lugar este acto solemne.

Honorables presidentes y demás académicos de las academias hispanoamericanas de ingeniería

Distinguidos Presidentes y demás académicos de otras academias nacionales de Venezuela.

Señores Comisionados de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Señores familiares, amigos e invitados a este acto solemne

Señoras y señores.

La presentación de un colega postulado a miembro honorario de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat de Venezuela es un honor que asumimos con el agradecimiento y reconocimiento tanto a la Junta de Individuos de Número de nuestra corporación como a quien tenemos la distinción de presentar.

La designación como miembro honorario de la Academia es la meritoria culminación de un proceso complejo con singulares verificaciones de los méritos del candidato. Finalmente, en este acto solemne se hace pública presentación de sus méritos. La honra de hacerlo es emotiva y comprometida.

Las disposiciones académicas establecen que sea un prestigio para la institución la incorporación del miembro honorario que se presenta. Así debe ser la relevancia de su actuación y trayectoria, con manifiesta condición de atesorar excepcionales méritos por actividades o investigaciones: científicas o tecnológicas, sociales, culturales o profesionales.

Al narrar la biografía del ingeniero Carmelo Ricardo Ecarri Henríquez iremos destacando sus virtudes.

Nació en el seno de una familia cuyos fundadores provenían de Navarra, España y de Portugal, y que se asentó en los valles altos del estado Carabobo, a inicios de la tercera década del siglo XIX, desde allí la familia se extendió hasta el vecino estado Yaracuy en la población de Nirgua. Largos dos siglos de venezolanidad e hispanidad.

Se crio en la tradición agrícola continuada por su padre siguiendo el orden secular. A esa formación y disciplina para el trabajo se unió la propensión al desarrollo intelectual estimulada por su madre que según las costumbres de la época se formó como normalista ejerciendo como maestra de



escuela. A la disciplinada educación para el trabajo y la incitación a la cultura, se sumó una vigorosa formación moral, derivada de la tradición católica cultivada en el seno familiar.

Se formó en el Colegio Don Bosco de Valencia, donde obtuvo el diploma de Bachiller en Ciencias. Estudió filosofía y sociología bajo la tutoría de quien años más tarde fuera el Eminentísimo Cardenal Ignacio Velasco.

Esa formación le dotó de la capacidad para valorar la espiritualidad del ser humano, con significación en la ética, la estética, la religiosidad y la libertad. Considera que la libertad es soporte de todo el orden moral y principio esencial de un mundo de valores superiores.

Es estudioso de San Agustín, de cuyas enseñanzas hizo propio el concepto sobre el *libre albedrío concedido al ser humano para que conquistara méritos, siendo bueno, no por necesidad, sino por libre voluntad.*

Es admirador de Cervantes y de la verdad, de quien recuerda como norma para el ejercicio de su profesión que: *Ninguna ciencia, en cuanto a ciencia, engaña; el engaño está en quien no la sabe.* Importante acotación sobre el convencimiento de aprender, de pensar críticamente, de cuestionar hasta alcanzar la seguridad en el conocimiento y aun así dudar. Otra frase de Cervantes fortalece su convicción por el libre albedrío: *Cada uno es como Dios le hizo, y aún peor muchas veces.* Justa sentencia que se centra sobre la responsabilidad que debe asumirse por cada actuación, ya que estas son producto de nuestra libre decisión.

Es amante de la naturaleza. Educado en los principios del escultismo. Es entusiasta de las manifestaciones culturales, formó parte del Teatro Universitario de la Universidad Central de Venezuela, bajo la dirección del dramaturgo José Ignacio Cabrujas y del gran maestro del teatro venezolano Herman Lejter Kizner. Dirigió el cineclub del campus Maracay de la Universidad Central de Venezuela.

El Ingeniero Ecarri obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Central de Venezuela en 1970, donde igualmente se recibió como Magister Scientiarum en Desarrollo Rural.

Fue agricultor y dirigente del sector agrícola. Activo gremialista; como directivo del Colegio de Ingenieros de Venezuela representó a la ingeniería venezolana ante gremios en América Latina, Europa y Asia.

Su desempeño universitario abarcó la docencia, la investigación y la extensión. Fue Director de la Escuela de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela y Jefe de sus Estaciones Experimentales.

Está comprometido con el desarrollo sostenible y ha sido un activista de la responsabilidad social y la democracia de ciudadanía.

Su labor como Vicepresidente de la Comisión de Actividades Académicas en España ha sido encomiable, trabajó con el Académico Asdrúbal Romero en la conformación de la Comisión y establecimiento de su misión y visión, para posteriormente establecer su plan de trabajo y marcar claramente los límites de la relación con la Asociación Hispano Venezolana de Ingenieros y Arquitectos.

Desarrolló el intercambio interacadémico con la Real Academia de Ingeniería. Ha establecido los mecanismos de interacción con las Universidades Politécnica de Madrid, Alcalá de Henares y Salamanca.

Ha organizado a las múltiples especialidades de la ingeniería que se han integrado a la Comisión de Actividades Académicas en España en Grupos de Trabajo que se apoyan mutuamente,

Ha propiciado la publicación de libros; mantiene la actuación académica mediante múltiples conferencias y foros y trabaja activamente en la formulación de proyectos de investigación y consecución de las alianzas y fondos para llevarlos a cabo.

Desarrolló y mantiene una carta informativa denominada *Novedades*, divulgativa de las actividades académicas en Venezuela, España e Hispanoamérica.

Su trayectoria profesional demuestra su formación y capacidad para abordar de modo sistémico e interdisciplinar la gerencia y dirección de estudios complejos.

Competente y empático en la formación de equipos, posee aptitudes de liderazgo y comunicación. Se desempeña cómodamente en el ambiente digital.

Ha mantenido un continuo proceso de formación profesional, mediante la conclusión de diplomados y cursos especializados en las áreas de: Organizaciones y Negocios Agrícolas y Rurales; Gestión de Ciudades; Administración para el Desarrollo y Aplicaciones Cibernéticas y Educación Digital.

Como es propio de un universitario recién egresado, ávido de ampliar sus conocimientos y afianzar sus propias percepciones e interpretaciones de la dinámica socioeconómica de la agricultura, por la cual había tomado opción durante los últimos años de formación inició una sucesión de cursos de mejoramiento profesional, e incluso de conocimiento estructurado a través de diplomados o cursos integrales.

Comenzando por el Desarrollo Rural Integrado, que en esa época fue el enfoque adoptado en Hispanoamérica como la aproximación más adecuada a la transformación del medio rural. Apreció que para ello era necesario la asociatividad de los labradores, lo cual le impulsó al estudio de la constitución de empresas campesinas comunitarias. Lograr el éxito en la labor que se proponía demandaba de conocimientos de andragogía aplicados a la interacción con quienes dedican su vida a las labores del campo, en consecuencia, ello fue su próximo paso formativo, pero esas organizaciones pretendían resultados económicos tangibles por ello se empeñó en conocer cómo

organizar económicamente a las asociaciones campesinas. Pasado un tiempo, reconoció que la agricultura no es la siembra y recolección de frutos en una porción de terreno sino un complejo sistema que abarca desde la producción de insumos que requerirá el cultivo hasta la confluencia de la alimentación y el atractivo organoléptico de los alimentos a consumir.

Un sistema que requiere una nueva consideración y estudio de su cadena de valor y sus transacciones en la formación de precios y de aceptación en el mercado consumidor con las ineficiencias, subproductos y excedencias que son propios de procesos complejos.

Es natural que los proyectos de los cuales se compone el sistema resulten ser factibles cuando sometidos a múltiples criterios de evaluación, de modo que estudiar los métodos más apropiados para la determinación de la factibilidad de los proyectos hace parte de su continuado proceso formativo. Los supuestos económicos de los proyectos requieren de la concreción en mercados que materialicen los resultados esperados, por eso comprende que debe conocer sobre la seguridad del transporte por carreteras que es el modo usado por los agricultores para acudir a los mercados nacionales y además, los intrínquilos del comercio agrícola en su versión más exigente como es el comercio internacional, ambas materias también son objeto de su conocimiento.

Las tesis de nueva ruralidad, bioeconomía territorial, desarrollo rural emergente le hacen ver que en los medios rurales pueden suceder múltiples labores económicas que no son propiamente agrícolas y al concienciar este hecho decide saber sobre las bases teóricas y prácticas del agro ecoturismo.

La síntesis de este proceso formativo ocurre cuando aprecia como condiciones exógenas al sistema como las consecuencias del cambio climático, pueden tener severas repercusiones sobre la seguridad alimentaria para lo cual es menester formarse en políticas agropecuarias y su implementación.

Un joven empresario agrícola en un dinámico poblado rural, cuyas fincas aledañas producen buena parte de las naranjas consumidas en el país, es atraído por las tertulias comunitarias sobre el futuro de su vecindario y pronto comprende que el modo para opinar con certeza sobre cómo proveer servicios de calidad es participando activamente desde las organizaciones de la sociedad civil en las propuestas sobre mejoras en la administración municipal y obviamente comprende que ello requiere conocimiento, por eso realiza estudios sobre Gestión de Ciudades Sostenibles y Gerencia Pública Municipal en las Universidades de Carabobo y Central de Venezuela.

Formación que completó en el Instituto Interamericano para el Desarrollo Económico y Social cursando postgrados particulares sobre urbanización en América Latina, liderazgo para el desarrollo sostenible de las ciudades, soluciones para mejorar la vida en las urbes, desarrollo urbano y vivienda, sistemas de monitoreo de calidad de vida urbana, gestión de proyectos sociales para ONG. Consciente de la importancia del manejo de los residuos sólidos urbanos, tomó un curso en esta

materia en la Escuela Politécnica Federal en Lausana, Suiza. Tanto es la importancia que reconoce a este nuevo objeto de su atención y formación que se incorpora a la Universidad de Carabobo, con sede en la dinámica, creciente e industrial ciudad de Valencia, capital de su estado natal, allí fue profesor del postgrado de Gerencia de Ciudades Sostenibles y realizó investigaciones en Indicadores de Calidad de Vida y su aprovechamiento en la construcción de Agendas y Políticas Públicas. En ese periodo alcanzó la designación de Director de la Cátedra Rectoral de Estudio de Ciudades.

El proceso de desarrollo profesional tomó otro cariz al apreciar el esfuerzo y conocimiento requerido para abordar los problemas del desarrollo y en una decisión poco común prefirió optar por la formación en el Instituto Interamericano para el Desarrollo Económico y Social (INDES) que es una dependencia del Banco Interamericano de Desarrollo que se encarga de promover el conocimiento y aprendizaje sobre el desarrollo económico y social en América Latina y el Caribe, en lugar del prestigioso Centro de Estudios del Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela. Es una decisión significativa que aporta nuevas ideas y amplía su visión sobre el desarrollo.

En esa institución también abordó el conocimiento de la realidad macroeconómica de América Latina, la toma de decisiones basada en datos, el comportamiento conveniente lograr mejores políticas públicas y cómo promover las alianzas público-privadas para implementar soluciones para la región. Su sensibilidad sobre los problemas del desarrollo lo indujo a conocer la educación preescolar y primaria mediante un curso sobre *El Bienestar Infantil y el Papel de las Políticas Públicas*.

Su inquietud profesional le hizo comprender que debía integrarse a la superación de la generación de ingenieros de regla de cálculo y tiralíneas e iniciar el exigente proceso de transformación al conocimiento del mundo de la informática, así en 2017 vuelve a la institución donde se formó en ciencias urbanas y municipales esta vez para desarrollar sus habilidades digitales y optó por una aproximación práctica concordante con su conocimiento de la gestión municipal *Digitalización y Servicios Públicos*, para continuar avanzando hacia la sociedad digital y la economía digital en Iberoamérica y el Caribe.

Estudios que retomó en fecha tan cercana como 2022 cuando se enfoca en las perspectivas de la transformación digital de los agronegocios y la accesibilidad de los documentos digitales.

Como docente no podía dejar de lado los cambios que trae consigo la enseñanza virtual y con ánimo de estar suficientemente informado concurrió en 2020 a un entrenamiento en enseñanza remota en el Project Management Institute en la ciudad de Washington, lo cual le permitió actualizar sus conocimientos en tutoría virtual adquiridos en el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura en 2011

Todo el proceso formativo descrito ha sido puesto a la disposición de la sociedad con extraordinaria vocación de servicio público y con plena comprensión del rol transformador de los emprendimientos y empresas asumidas como actividad privada.

En efecto en el marco de su labor docente y de investigación, el Ing. Ecarri fue profesor de *Planificación y Políticas Públicas para el Desarrollo* por más de 40 años, en el Pregrado y Postgrado en Economía y Ciencias Sociales de la facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela donde recibió numerosas invitaciones para concurrir como expositor de sus conocimientos a otras universidades nacionales e hispanoamericanas. Ocupó los cargos universitarios de Jefe de la Cátedra de Política y Planificación del Desarrollo y Coordinador del Postgrado en Economía Agrícola.

El Ing. Ecarri desarrolló su carrera en la administración universitaria tanto en la Universidad Central de Venezuela como en la Universidad de Carabobo.

En la facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela desempeño altos cargos en cada una de las tres grandes áreas de competencia de las universidades. En el área de extensión fue Director de Extensión Universitaria en esa facultad, posteriormente en el área de investigación fue designado Jefe de la Estación Experimental de Montalbán, estado Carabobo y finalmente en el área docente se desempeñó como Coordinador de la maestría en Desarrollo Rural.

En la Universidad de Carabobo fue parte del equipo de la alta dirección de esa universidad al desempeñar el cargo de Director de la Catedra Rectoral de Estudios de la Ciudad, dependiente directamente del Rector de dicha universidad, con quien coincidiría años más tarde para actuar nuevamente juntos en la conformación y desarrollo de la Comisión de Actividades Académicas en España.

También fue profesor de pregrado en la Facultad de Economía del Colegio Universitario Padre Isaias Ojeda de la Universidad Católica de Carabobo y de postgrado en la maestría de Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora.

En cursos de especialización o mejoramiento profesional ha sido profesor del Centro de Entrenamiento y Asistencia Técnica a las Empresas de la Universidad de Carabobo.

En el área de investigación fue Presidente de la Fundación de Ciencia y Tecnología en el estado Carabobo, órgano del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

Su trayectoria universitaria es avalada por su autoría o coautoría de más de 60 publicaciones, dirección de diecisiete trabajos de grado de pregrado y dos de postgrado. Siendo jurado de numerosas tesis de pre y postgrado.

Es autor de veinte capítulos de libros, de los cuales siete corresponden a su mayor experticia, el desarrollo rural, tres al urbanismo, tres a la educación ambiental y laboral, tres a la geografía ambiental, dos a la producción agrícola y dos a formaciones vegetales.

Ha publicado diez monografías referidas al estudio de ciudades, y treinta y dos en temas de agronomía y ambiente. Ha sido invitado como conferencista a eventos nacionales e internacionales. Ha organizado eventos de alta participación en las áreas de ingeniería agronómica y urbanismo y ha dirigido proyectos de investigación científica en el área ambiental.

Dirigió y participó en la elaboración y gestión de Proyectos de Desarrollo Sostenible con financiamiento de instituciones multilaterales (BID, CAF, USAID, EuropeAid), orientados al desarrollo sostenible, biodiversidad, cuencas hidrográficas, gestión del agua y saneamiento.

Condujo proyectos de educación para el desarrollo sostenible (EDS) e investigaciones y proyectos en temas como: Indicadores de Desarrollo Humano, Desarrollo en espacios rurales, Capacitación para el trabajo, Formulación y Gestión de Proyectos de Desarrollo para la Calidad de Vida y Responsabilidad Social Empresarial (RSE).

En la Administración Pública desempeñó cargos en dos grandes áreas: gestión de productos agrícolas como Director del Fondo de Desarrollo Frutícola y manejo de mercado de productos alimenticios a nivel municipal como Director de INMERCA, empresa municipal responsable de la gestión integral del conjunto de mercados públicos y almacenes mayoristas de la Alcaldía de Caracas.

Como empresario agrícola se desempeñó como Presidente de la Hacienda Las Cañadas C.A. durante el periodo 1985-2018.

Como consultor fue director de la empresa AGROPLAN desde 1984 hasta 2001 y realizó diversos trabajos a través de su firma personal en el lapso 2009 – 2013. Actualmente es Director de OSOFT empresa radicada en España y dedicada a la ingeniería de software

Su labor ciudadana y gremial abarca el haber sido Fundador y Director de la organización de la sociedad civil *Gente de Soluciones* dedicada a la promoción y formación en ciudadanía; igualmente, haber sido Presidente de la Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos (1979-81), Secretario General del Colegio de Ingenieros de Venezuela (1981-1983), Director de la Federación Nacional de Fruticultores (FEDENAFRUT) durante el periodo 1975-1981 y Director de FEDEAGRO (1975-1977).

Por su desempeño ciudadano ha sido distinguido por la ciudad de Valencia con la Orden Ciudad de Valencia. Por su labor conservacionista recibió la condecoración Henry Pittier, como gremialista el Botón del Colegio de Ingenieros y como

municipalista. un diploma de reconocimiento de la Unión Iberoamericana de Municipalidades.

Además de su actividad en la Comisión de Actividades Académicas en España, es activo participante en las Comisiones de Agricultura, de Prospectiva (Venezuela + 30) y de Comisiones Ad – Hoc como la de Fortalecimiento Institucional, la de Organización de Sesión Solemne Rector Agustín de la Torre (Mensaje Anual) y la de Organización de la Sesión Solemne conmemorativa de los 300 años de fundación de la Universidad Central de Venezuela. Es profesor de la Catedra académica *Los Grandes Retos de la Ingeniería*.

Su labor de diplomacia académica se ha extendido a relaciones interacadémicas con diversas academias de ingeniería hispanoamericanas. Ha asumido el compromiso de gestionar activamente la Asociación Panhispánica de Academias de Ingeniería. Es incansable promotor de la colaboración y participación de la ingeniería venezolana en las soluciones para la España vaciada, sin menoscabo de trasladar esas experiencias para la transformación del medio rural venezolano.

El relato de la actividad del Ingeniero Ecarri demuestra su lustre profesional y académico, la Junta de Individuos de Número lo ha reconocido así y ha dispuesto su incorporación en reconocimiento a su trayectoria. Su itinerario vital y profesional determina que sea un reconocido referente por su *“trayectoria y méritos profesionales y su labor ciudadana”*, por su desempeño impecable en cargos universitarios y en áreas especializadas de la gestión municipal e intensa actividad gremial en pro del desarrollo de la ingeniería. Su conducta pública es de indiscutible moralidad y ética ciudadana

Con el deseo de haber transmitido la relevancia y méritos del ingeniero Ecarri en cumplimiento del mandato que me encomendó la Academia concluyo expresando mi congratulación a su familia por el distinción y reconocimiento que comparten el día de hoy y mi agradecimiento por el honor de haber sido escogido para tal cometido.

Señores Académicos, distinguidos invitados, a todos mis más profunda manifestación de júbilo por la inmediata juramentación como Académico del Ing. Carmelo Ricardo Ecarri Henríquez.

Muchas gracias.

## DISCURSO DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

Carmelo ECARRI HENRÍQUEZ

### EL FUTURO DE LA COMIDA Y LA COMIDA DEL FUTURO

Respetados Académicos José Ochoa Iturbe, Rafael Quevedo Camacho, Eduardo Buroz Castillo, Manuel Torres Parra.

Demás académicos de Número, Honorarios, Correspondientes y Comisionados de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Estimado Académico Antonio Colino Martínez, y demás académicos de la Real Academia de la Ingeniería.

Compañeros de la Comisión España de ANIH.

Querida familia, queridos amigos, Señoras y Señores.

Agradezco profundamente el reconocimiento que hace la Academia venezolana de Ingeniería y el Hábitat, al integrarme como Miembro de Honor de la institución.

Gracias a Eduardo Buroz, quien, de manera acuciosa y generosa, hurgó facetas de mi vida y me postuló para ingresar a la academia.

A Asdrúbal Romero, a Manuel Torres y demás compañeros en la Comisión España que hoy me acompañan aquí y allá, por su apoyo.

A Antonio Colino Martínez por su amistad conmigo y con Venezuela.

Y a mi familia que me llena de amor, y me tolera.

### 1. INTRODUCCIÓN

Decía Fraile Martín, que *“la ciencia es el resultado de la victoria, en la gran batalla de la inteligencia humana para conquistar la verdad, que es lo mismo que decir del conocimiento y el dominio de la realidad”*. Sin lugar a dudas, las ciencias han sido pilar fundamental del avance de la sociedad y con toda seguridad, la ingeniería seguirá siendo la gran habilitadora en las décadas venideras. Pero cuando asimilamos una y otra vez que lo conocido es lo cierto, y si algo que nos ha ido mal, seguirá agravando, es necesario cambiar la partitura y soñar para orientar nuestra conducta futura y tomar nuevas decisiones. Hay un tiempo para cada cosa, descubrir la verdad y definir los cambios a esa realidad para vivir un mundo mejor. Soñar es renunciar a vegetar, soñar nos permite vivir.

El estudio de las tendencias y de las dinámicas de la sociedad es fundamental para imaginar el futuro de la humanidad. Al comprender los patrones que se están desarrollando en el mundo, podemos empezar a vislumbrar lo que podría deparar el futuro. Cuesta concebir un mundo desprovisto del bien, de lo bello, de la verdad, de lo trascendente, de la paz, el amor y la armonía.

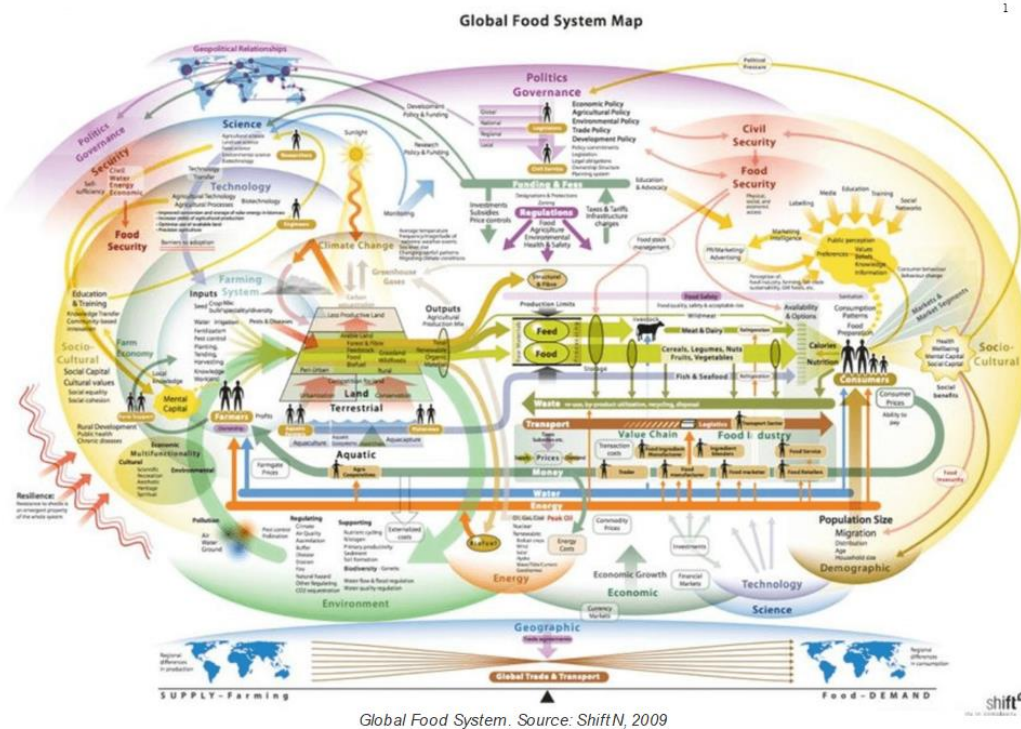
En un planeta cada vez con mayor número de personas poblándolo, una cantidad finita de recursos aprovechables para nuestras rutinas de vida, cuando la mudanza a la luna u otro planeta no está tan próxima, disciplinas como las ciencias de la

ingeniería utilizan la hiper conectividad del mundo y las innovaciones tecnológicas y sociales para hacer uso racional, eficiente y renovable de los elementos disponibles y ofrecerles a las comunidades, procesos, productos y servicios que satisfagan sus problemas y al mismo tiempo conserven el ecosistema.

Intentaré unas palabras sobre la complejísima ciencia agroalimentaria. Y por supuesto será a vuelo de pájaro. Y que

no sea como cantaba Borges: “*Volando solo dentro de mí. Solo y a oscuras*”.

Avanzaremos por caminos minados que suelen hacernos perder el rumbo. Es necesario acogernos al pensamiento analítico, a la evidencia y a métodos que nos permitan sortear las ideologías, la falsedad y la desinformación, como el negacionismo o el catastrofismo.



## 2. LOS PROBLEMAS DE LA HUMANIDAD

La crisis alimentaria en el mundo es un problema complejo y multidimensional. No hay una solución única para este problema, y es necesario analizar medidas para abordar los factores que están contribuyendo a la crisis en la actualidad y sobre las tendencias a largo plazo. Nuestro mundo cada vez se torna más complejo y las enormes incertidumbres a las que nos enfrentamos diariamente, nos obligan a dejar de pensar singularmente para adoptar un enfoque sistémico.

Los sistemas complejos tienen muchas partes interconectadas, y su comportamiento emerge de la interacción de estas partes. Se encuentran en todas las áreas de la naturaleza y la sociedad, desde los sistemas biológicos hasta los sistemas sociales y económicos, todos necesarios para comprender a los sistemas agroalimentarios. Se hace conveniente ubicar a los enfoques lineales de causa efecto directa y unidireccional solo como apoyo a la interpretación holística del sistema. Es

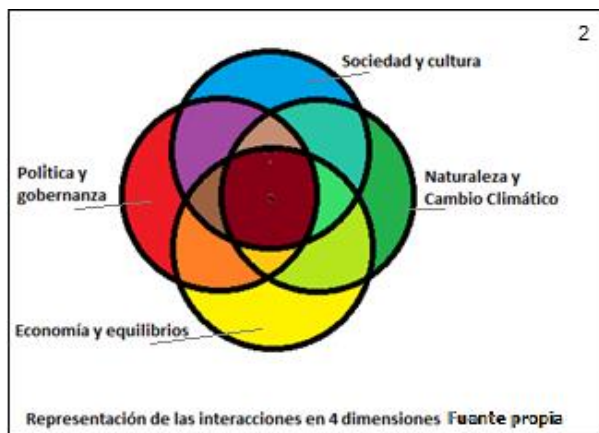
necesario abordar nuevas metodologías de la ciencia compleja y la causalidad estadística. Los enfoques lineales de causa efecto se basan en la idea de que el mundo es un lugar ordenado y predecible, donde los eventos pueden ser explicados de manera sencilla y causal. Este enfoque es útil para comprender y resolver problemas simples, pero puede ser muy limitado para comprender sistemas complejos. (G1) <sup>2</sup>

La multidisciplinariedad como enfoque de investigación, involucra a diferentes disciplinas científicas para abordar un problema. Esto es necesario para estudiar los sistemas complejos, que requieren de conocimientos de diferentes áreas para ser comprendidos. La multidisciplinariedad permite a los investigadores obtener una visión más completa y holística de los sistemas complejos. Esto es importante porque estos sistemas suelen ser muy difíciles de estudiar, y requieren de un enfoque integrado para ser comprendidos.

<sup>2</sup> SHIFT (2011) The Food System What's your role? [https://cdn.agclassroom.org/media/uploads/CR553/shiftN\\_Global\\_Food\\_System\\_Maps.pdf](https://cdn.agclassroom.org/media/uploads/CR553/shiftN_Global_Food_System_Maps.pdf)



Los procesos con influencia recíproca son aquellos en los cuales las partes del sistema interactúan entre sí, de manera que cada una afecta a las demás. Esto significa que los cambios en una parte del sistema pueden tener un impacto en otras partes. Estos procesos son los que dan lugar a los comportamientos emergentes que los caracterizan.



Desde la perspectiva del desarrollo humano y sostenible, será necesarios abordar al menos cuatro dimensiones que abarcan disciplinas de las ciencias exactas, naturales y sociales desde las cuales analizar procesos sociales, económicos, políticos y ambientales. (G2)

En 2023 se enfrentan numerosos retos complejos e interconectados, que requieren soluciones innovadoras, coordinadas a la esquiya gobernanza mundial. Contamos con un historial de estudios serios y rigurosos de Naciones Unidas como el Informe sobre el Desarrollo Humano<sup>3</sup>, el Informe sobre el Estado del Medio Ambiente<sup>4</sup> y el Informe sobre la Paz y la Seguridad Mundiales<sup>5</sup>.

Diversas instituciones reputadas han establecido en estos días, jerarquías entre los grandes desafíos en el porvenir y las interrelaciones entre ellos. El Banco Mundial<sup>6</sup> y el Foro Económico Mundial<sup>7</sup> coinciden en señalar que los desafíos de mayor jerarquía, son aquellos que tienen un impacto significativo en la vida de las personas y que, si no se abordan, pueden tener consecuencias a largo plazo. En este sentido, el cambio climático, la desigualdad, los conflictos armados, y las dificultades económicas para producir riqueza, pueden considerarse como los desafíos de mayor urgencia.

<sup>3</sup> PNUD (2022) Informe sobre desarrollo humano 2021/2022. Tiempos inciertos, vidas inestables: configurar nuestro futuro en un mundo en transformación. Panorama general [ES/PT] <http://hdr.undp.org>,

<sup>4</sup> PNUMA (2022) Informe anual de ONU Medio Ambiente <https://www.unep.org/es/resources/unep-annual-report>

<sup>5</sup> NACIONES UNIDAS (2023) Mantener la paz y la seguridad internacionales. <https://www.un.org/es/our-work/maintain-international-peace-and-security>

<sup>6</sup> BANCO MUNDIAL (2023) Informe Anual. <https://www.bancomundial.org/es/about/annual-report/addressing-multitude-global-challenges>

Estos retos son interdependientes y se retroalimentan entre sí. La metodología científica toma en cuenta la interacción entre múltiples factores, para comprender el comportamiento en la incertidumbre y el caos. Este enfoque se basa en principios de holismo, no linealidad, autoorganización y emergencia.

Ortega escribió que “La realidad de la vida consiste, no en lo que es para quien, desde fuera la ve, sino en lo que es, para quien desde dentro de ella la es, para el que se la va viviendo en tanto que la vive. De aquí que conocer otra vida que no es la nuestra, obliga a intentar verla no desde nosotros, sino desde ella misma, desde el sujeto que la vive”<sup>8</sup>

Lo que hoy transmiten nuestros hijos a sus hijos tendrá mucho sentido a mediados del siglo XXI. Las personas más jóvenes tienen más de lo que los psicólogos llaman "inteligencia fluida", o la capacidad de generar ideas verdaderamente novedosas. Dado que el progreso incremental está ligado en última instancia a la innovación disruptiva que se produjo antes, este hecho no augura nada bueno para quienes hemos envejecido. Yo podré hacer esta charla, pero lo que se hará, está en manos de Victoria, Juan, Sebastián, Domingo, Alfonso Alonso, o Álvaro<sup>9</sup>.

Para abordar el problema de la alimentación, trataremos primero de identificar cual es la comida de hoy y los cambios en el comer que transcurren en la actualidad. Revisaremos tendencias para tener hipótesis sobre el futuro de la comida. Hecho lo anterior, regresaremos para intentar asomos a la comida del futuro. Se realiza una diferenciación en datos y tendencias por Continentes.

### 3. EL HAMBRE APARECE JUNTO A LA DESIGUALDAD DE OPORTUNIDADES.

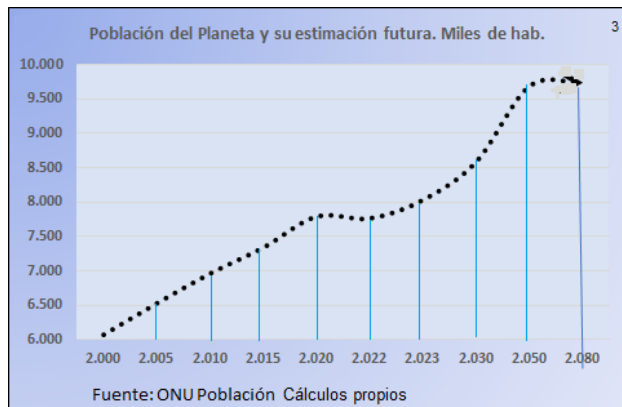
El cambio climático está afectando a todo el sistema agroalimentario, alterando la productividad de los cultivos, deteriorando suelos, generando sequías e inundaciones y más fenómenos meteorológicos extremos. La urbanización está en aumento, la población mundial se desplaza y genera el cambio de la forma en que las personas comen. La desigualdad económica y social está aumentando en todo el mundo. Todos estos problemas pueden conducir a la frustración y la agitación social y exacerbar los conflictos y la inestabilidad. El populismo y el totalitarismo ganarían terreno. Y la polarización dificultaría

<sup>7</sup> WORLD ECONOMIC FORUM (2023) "Acelerando la transición hacia sistemas alimentarios sostenibles" <https://es.weforum.org/agenda/2023/09/el-camino-hacia-un-sistema-alimentario-sostenible-pasa-por-la-salud-humana/>

<sup>8</sup> MARIN MARCO (2008) La Teoría de las Generaciones de Ortega y Gasset: Una Lectura del Siglo XXI. <https://www.ubiobio.cl/miweb/webfile/media/222/Tiempo/2008/07%20Marco%20Martin%20articulo%20pag%2098-110.pdf>

<sup>9</sup> Carmelo Ecarri. Nombres de los nietos

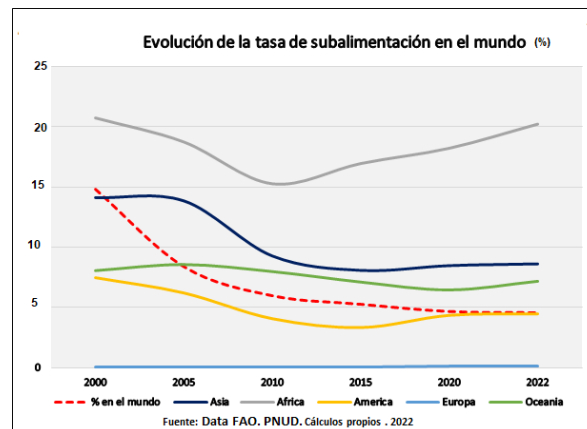
el diálogo y la cooperación. Es difícil predecir el futuro, pero es posible que este indeseado escenario, se prolongue por años.



La población mundial, ya es de 8 mil millones de seres, y que, con estimaciones soportadas en las variables demográficas adecuadas, se espera que alcance los 9.700 millones de habitantes en 2050 lo que plantea un desafío para la producción de alimentos y la alimentación. (G3)

Según FAO, 828 millones de personas estaban subalimentadas en 2022. Las cifras muestran una tasa de evolución en esperanzadora disminución. En 20 años la proporción bajó de 15 a 5% del total de la población<sup>10</sup>. En buena medida, por las mejoras en la seguridad alimentaria en Asia. No así en África que lleva más de 10 años con incrementos constantes, al extremo que cerca de 20% del total de su población está afectada por el hambre. Pero no es solo este continente; el hambre cunde en todas partes. Latinoamérica y el Caribe muestran un repunte en los últimos 10 años alcanzando a 1 de cada 10 habitantes. En Norteamérica, al igual que en Europa, la cifra es inferior al 2% de la población.

En relación a la población y a su ubicación en el planeta, la inseguridad alimentaria es una tragedia prevalente en África, donde afecta en la actualidad a casi el 20% de la población. (uno de cada cinco etíopes, pasa mucha hambre). En Asia, la inseguridad alimentaria afecta a casi el 8% de la población. En América Latina y el Caribe, la inseguridad alimentaria afecta al 7% de la población. Europa, Norteamérica y Oceanía gozan de suficiencia alimentaria que afecta a menos del 2% de la población<sup>11</sup>. FAO estima difícil alcanzar la meta Hambre 0 en 2030. (G4)



Déficits de comida se acompañan con déficits de política y de relaciones sociales. Decía Miguel Hernández que *“El hambre es el primero de los conocimientos: tener hambre es la cosa primera que se aprende. Y la ferocidad de nuestros sentimientos, allá donde se origina en el estómago, se enciende”*. Y con ironía Brecht decía: *“Primero va el comer, y luego la moral”*.

FAO cifra los desperdicios y pérdidas en la cadena, en 13,3% de los alimentos que se producen<sup>12</sup>. La organización ha estudiado como prevenir y reducir las pérdidas y los desperdicios de alimentos en el contexto de la seguridad alimentaria y nutrición. Datos de la FAO evidencian las pérdidas de los alimentos a nivel mundial tras su proceso agrícola, transporte, almacenamiento, venta y procesamiento. Esta estadística, sumada al hecho de que millones de personas padecen hambre y enfrentan inseguridad alimentaria, destaca la imperante necesidad de gestionar eficazmente el uso de alimentos en todos los países.

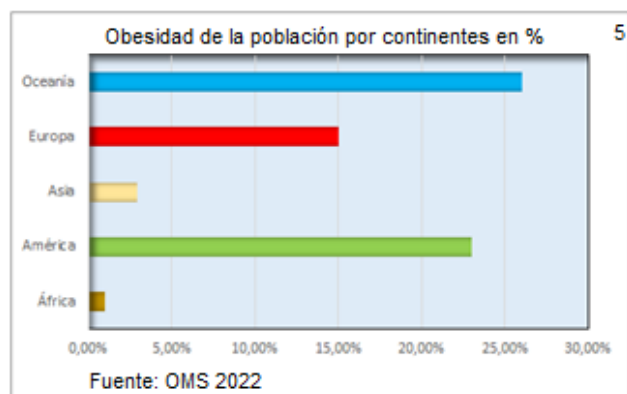
Un problema no menor es la obesidad. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2022, el 13,3% de la población mundial adulta (1.980 millones de personas) padecía obesidad<sup>13</sup>. Se trata de una enfermedad crónica que se caracteriza por un exceso de grasa corporal. Tiene graves consecuencias para la salud, tanto a corto como a largo plazo. Entre ellas se encuentran: enfermedades cardíacas, diabetes tipo 2, problemas respiratorios como la apnea del sueño, problemas en las articulaciones, problemas psicológicos: y aumenta el riesgo de desarrollar varios tipos de cáncer. (G5)

<sup>10</sup> FAO. (2023) "El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022" <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world/es>

<sup>11</sup> FAO (2023) Ibid.

<sup>12</sup> FAO (2023) *ibid*.

<sup>13</sup> OMS (2021) Obesidad y Sobrepeso. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>



La obesidad es una enfermedad prevenible y tratable. Las personas con obesidad pueden reducir su riesgo de complicaciones de salud siguiendo una dieta saludable, haciendo ejercicio con regularidad y manteniendo un peso saludable. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la obesidad en la población adulta afecta principalmente a Estados Unidos (36,2%), México: (32,4%), Chile: (31,2%), Kuwait (30,9%), Qatar (30,8%). Estos países están situados principalmente en América donde la obesidad es un problema creciente. Es un importante problema también, en Medio Oriente y el Norte de África.<sup>14</sup>

#### 4. LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

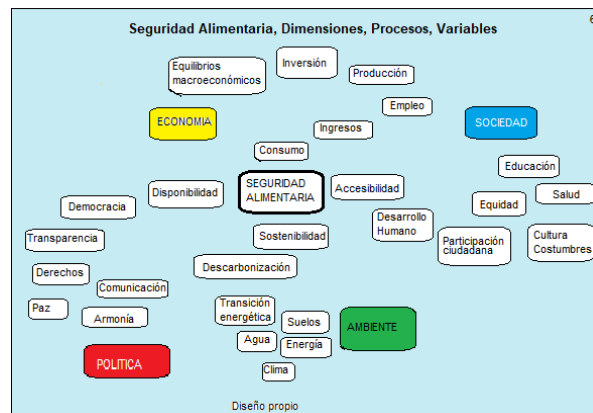
Ahora bien, nuestro objeto de estudio es la seguridad alimentaria. Entendemos que la alimentación es el conjunto de acciones y procesos mediante los cuales los seres vivos consumen alimentos para obtener de estos los nutrientes necesarios para sobrevivir y realizar todas las actividades necesarias del día a día. La alimentación es un proceso complejo que involucra a muchos factores, incluyendo las necesidades individuales, la disponibilidad de alimentos, los aspectos culturales y sociales y factores económicos.

Los alimentos son fuentes de energía, nutrientes y sustancias esenciales para el organismo, como hidratos de carbono, grasas, proteínas, vitaminas: Una alimentación saludable es aquella que proporciona al organismo todos los nutrientes que necesita en las cantidades adecuadas.

La seguridad alimentaria es un concepto que se refiere a la disponibilidad de alimentos suficientes, seguros y nutritivos, y el acceso de las personas a ellos. La seguridad se alcanza cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias, y así poder llevar una vida activa y saludable.

<sup>14</sup> OMS (2021) Ibid.

Está afectada por múltiples factores que pueden esquematizarse en variables como el cambio climático en el componente natural, las inequidades y la pobreza en el orden social, la volatilidad de los mercados, la inflación y la merma en las inversiones en la dimensión económica y las guerras y el terrorismo, que afectan gobernabilidad y gobernanza. (G6)



En las últimas décadas, el sector agroalimentario se ha enfrentado constantemente a desafíos para satisfacer las necesidades del mundo. A finales del siglo XX, el crecimiento demográfico aumentó significativamente la demanda mundial de nutrición y a medida que avanzaba el siglo XXI, los fenómenos meteorológicos severos como resultado del cambio climático, han complicado la producción de alimentos en todo el mundo.

Los informes muestran que el mundo tiene problemas para alcanzar los objetivos y metas, acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en todas sus formas, previstos en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2030. Para lograrlo, sería necesario abordar causas fundamentales del hambre, como la pobreza, la desigualdad, los conflictos sociopolíticos y el cambio climático.

A pesar de estos desafíos, los participantes en la cadena de valor de los alimentos han logrado grandes avances en el aumento de la disponibilidad alimentaria per cápita general. Pero aún no han superado los desafíos ambientales asociados con la alimentación y la agricultura. De hecho, en 2019 los sistemas agroalimentarios del mundo representaron el 27 por ciento de las emisiones globales de gases de efecto invernadero causadas por el hombre, lo que los convierte en un foco fundamental para cumplir objetivos climáticos cada vez más audaces.<sup>15</sup>

La seguridad alimentaria es la razón del sistema agroalimentario y se basa en tres columnas fundamentales: Acceso, Disponibilidad, y Uso, procesos que están afectados por múltiples factores interrelacionados. Revisemos algunos factores referidos a los actores en el sistema.

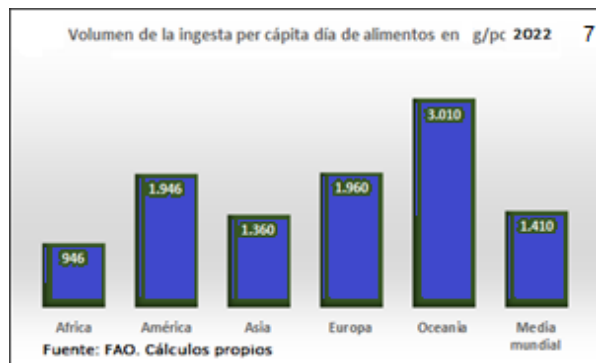
<sup>15</sup> FAO. (2019). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma. <https://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>

#### 4.1. LA COMIDA Y LA COCINA

Comer es un acto multifuncional. Comemos por necesidad orgánica de proveer a nuestro organismo de nutrientes y contribuir a una vida sana. Comer también es un acto social que provee satisfacción a los sentidos y genera sentimientos. El amor en la familia se nutre entre la cocina y la mesa del comedor.

Hay alimentos comunes en la dieta de las familias de todo el mundo. Los cereales desde hace miles de años son el pilar gastronómico. Aportan energía, proteínas y minerales. Las carnes, ricas en aminoácidos esenciales, buena fuente de hierro, zinc y vitaminas B están hoy, bajo la lupa de la “desmetanización”.

*“Aquí trajo una cebolla y un poco de queso, y no sé cuántos mendrugos de pan –dijo Sancho-, pero no son manjares que pertenecen a tan valiente caballero, como vuestra merced.”*

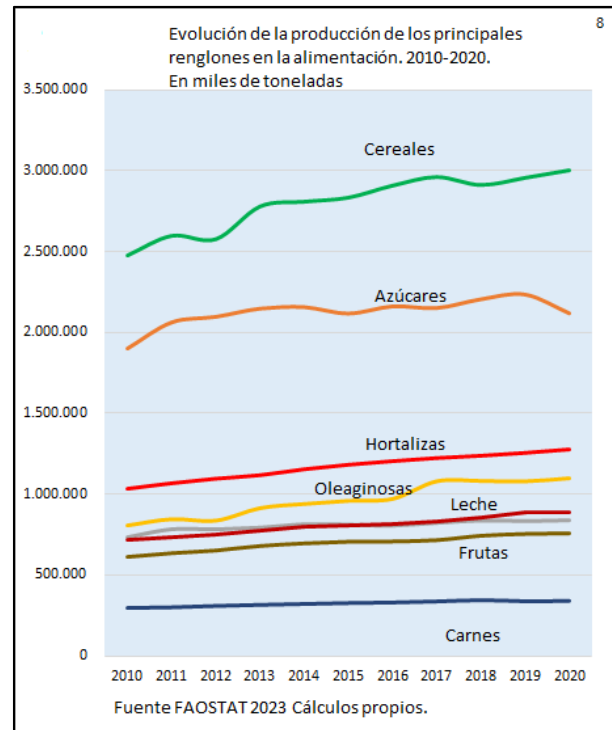


El alimento, su preparación, su calidad y su cantidad varían con la capacidad adquisitiva. La cantidad de comida por persona manifiesta diferencias significativas, pues mientras en Europa o Norteamérica el comensal despacha más de 2.0 kg diarios por persona, en África la cantidad apenas alcanza a 1 kg y es menos proteica. (G7). Así mismo varían las cantidades disponibles de los distintos alimentos. La disponibilidad mundial de calorías por persona al día en el año 2000 fue de 2.750 kcal. Esta cifra ha seguido aumentando en los últimos años, alcanzando un valor de 2.900 kcal el año pasado. Las proteínas pasaron de 62 a 68 gr/pc<sup>16</sup>.

Existe una modificación de los promedios de requerimientos de energía y proteína a lo largo del tiempo. Hay que considerar que los requerimientos, pueden variar según factores como la edad, el sexo, el nivel de actividad física y el estado de salud, que están cambiando.

La comida de una familia promedio en cada continente varía en función de factores culturales, económicos y geográficos. La dieta puede variar en función de la ubicación, los ingresos y las

preferencias personales. No obstante, en los últimos 25 años la globalización, el cambio climático y la urbanización vienen acercando todos los patrones de consumo en el planeta.

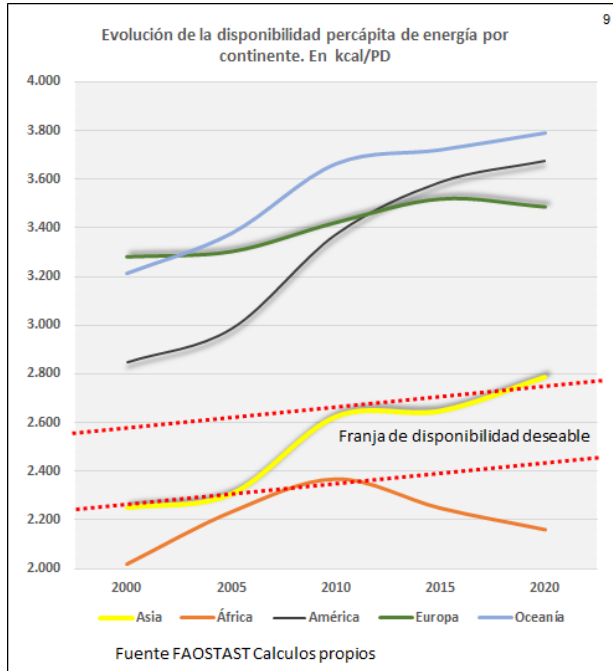


Según los datos de FAOSTAT hay alimentos que son comunes en la dieta de las familias de todo el mundo. (G8). En África, el maíz es el alimento básico de muchos países como fuente de carbohidratos y calorías. El arroz es otro alimento básico popular. Pero son muy significativos como fuente calórica, los tubérculos y raíces, como patatas, yucas y ñames. En América hay variación entre el norte y el subcontinente de ocupación latina y del caribe. Mientras que en Norteamérica predomina el trigo como cereal básico, el resto del continente tiene en el maíz y arroz, las fuentes más importantes de calorías y de proteínas complementadas con el consumo de frijoles y otro gran número de leguminosas de grano. En Asia, el arroz junto a los fideos es el alimento básico en la mayoría de los países. Es la fuente calórica y proteica más importante. En Europa el pan de trigo y la pasta son alimentos básicos en la mayoría de los países europeos como fuente importante de carbohidratos. Las carnes de pollo, cerdo y ternera ocupan un lugar significativo como fuente proteica mientras que el salmón, la merluza y el atún, complementan proteínas y ácidos grasos omega-3. Las verduras también intervienen junto con las frutas, como fuente importante de vitaminas y minerales. Oceanía centra la dieta en el arroz y el pescado en formas como salmón, atún y sardinas. Las frutas son una fuente importante de vitaminas y minerales. Al igual que las verduras son una parte importante de la dieta oceánica.<sup>17</sup>

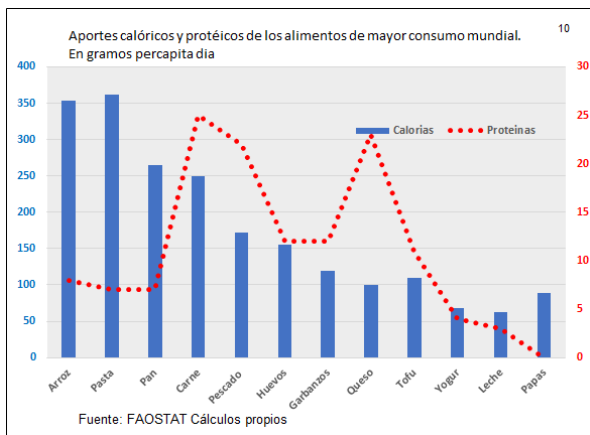
<sup>16</sup> FAO. (2022) World Food And Agriculture Statistical Yearbook 2022 Rome. <https://doi.org/10.4060/cc2211en>

<sup>17</sup> FAO (2022). Anuario Estadístico Datos para el período 2000-2021. Disponibilidad de kilocalorías por persona Tabla 2.1 <https://www.fao.org/statistics/es/>





Desde el punto de vista nutricional, haremos algunas anotaciones sobre las disponibilidades calóricas y proteicas por persona día. El aumento de la disponibilidad de kilocalorías por persona al día está afectado por una serie de factores, entre los que destacan: el crecimiento de la producción agrícola, que ha permitido aumentar la oferta de alimentos; el aumento de la población mundial, que ha creado una mayor demanda de alimentos y el cambio en los hábitos alimenticios, que ha llevado a un mayor consumo de alimentos procesados y de alto contenido calórico. (G9)



El alimento que hace los mayores aportes calóricos en la dieta promedio en el mundo es el arroz. El arroz es un cereal que se cultiva en todo el mundo y es una fuente importante de carbohidratos y también proteínas. Los carbohidratos son el principal macronutriente que proporciona energía al cuerpo. El arroz también es una buena fuente de fibra, vitaminas y

minerales. El maíz es un cultivo destinado básicamente hacia la alimentación animal en algunos continentes, no obstante, en América y África, juega un papel fundamental en la dieta humana. (G10)

El alimento que hace los mayores aportes proteicos en la dieta promedio en el mundo es la carne. La carne es una fuente de proteína animal que es rica en aminoácidos esenciales. Estos aminoácidos son los que el cuerpo no puede producir por sí mismo y deben obtenerse de los alimentos. La carne también es una buena fuente de hierro, zinc y vitaminas B.

Existe una modificación de los promedios de requerimientos de energía y proteína a lo largo del tiempo. Estos requerimientos pueden variar según factores como la edad, el sexo, el nivel de actividad física y el estado de salud.

Los requerimientos de energía disminuyen con la edad. Esto se debe a que las personas mayores tienen un metabolismo más lento y necesitan menos energía para mantener sus funciones corporales. Los requerimientos de proteína también pueden disminuir con la edad, pero en menor medida. Los requerimientos de energía también pueden variar según el nivel de actividad física. Las personas activas necesitan más energía que las personas sedentarias. Los requerimientos de proteína también pueden aumentar en las personas activas, ya que necesitan proteínas para la reparación y el crecimiento muscular. El estado de salud también puede influir en los requerimientos nutricionales. Las personas con ciertas condiciones médicas, como la enfermedad renal o la enfermedad hepática, pueden necesitar ajustes en sus requerimientos de energía y proteína<sup>18</sup>.

Las siguientes son algunas de las razones por las que los promedios de requerimientos de energía y proteína pueden modificarse a lo largo del tiempo: a) cambios en la composición corporal, las personas que pierden peso pueden necesitar menos energía. b) Cambios en el nivel de actividad física pues las personas más activas pueden necesitar más energía. c) Cambios en el estado de salud cuando ciertas condiciones médicas pueden necesitar ajustes en sus requerimientos nutricionales.

#### 4.2. LOS COMENSALES Y SUS NECESIDADES.

La División de Población de Naciones Unidas proporciona en 2022 información sobre los cambios que están ocurriendo en la institución familiar, tanto en términos de su composición como de sus funciones.

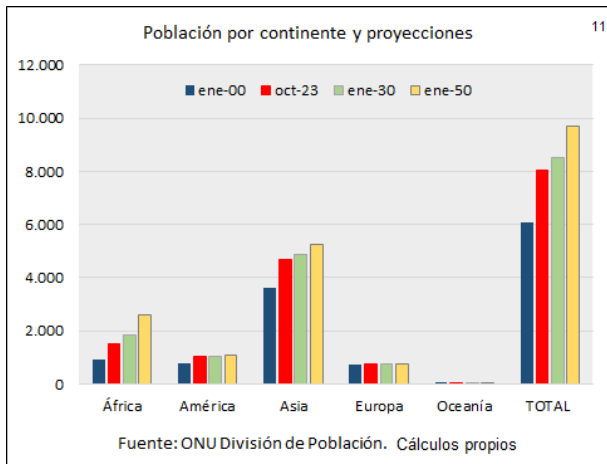
Según las proyecciones de Naciones Unidas<sup>19</sup>, la población mundial alcanzará los 9.700 millones de personas en 2050, un aumento de 1.700 millones de personas en comparación con la población de fines de 2023. La población mundial seguirá creciendo, pero a un ritmo más lento que en las últimas

<sup>18</sup> OMS. (2022) Ibid..

<sup>19</sup> ONU. (2022) División de Población. Perspectivas de Población Mundial 2022 Portal de datos <https://population.un.org/wpp/>

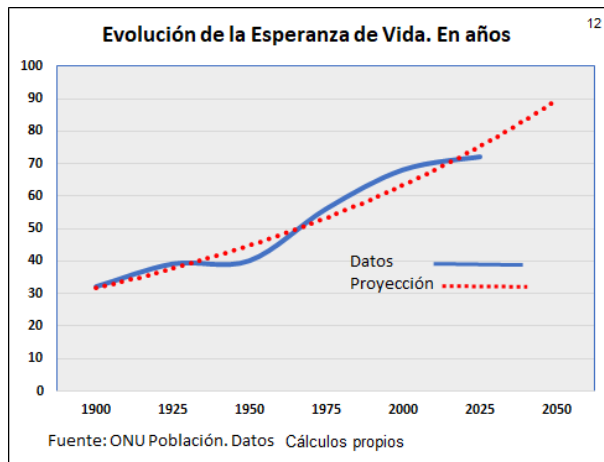


décadas. La población se concentrará en las zonas urbanas y envejecerá. (G11)



La población mundial se distribuirá de manera desigual en 2050. África subsahariana será la región con el mayor crecimiento demográfico, con un aumento de la población del 42%. Asia seguirá siendo la región más poblada del mundo, con una población de 5.100 millones de personas en 2050.

La población mundial se volverá más envejecida en 2050. La esperanza de vida aumentará y la población en edad de trabajar disminuirá. En 2050, el 22% de la población mundial tendrá 65 años o más.<sup>20</sup>

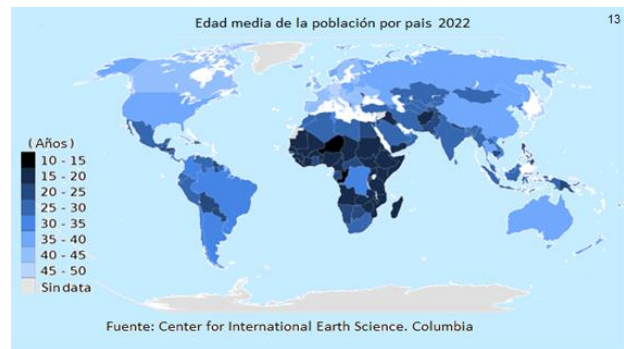


El crecimiento demográfico y el envejecimiento de la población tendrán un impacto significativo en la economía mundial. La demanda de bienes y servicios aumentará, pero la fuerza laboral disminuirá. (G12). Esto podría conducir a un aumento de los precios y una disminución del crecimiento económico. El crecimiento demográfico y el envejecimiento de la población también tendrán un impacto significativo en las sociedades. Los países tendrán que hacer frente a desafíos como la escasez de vivienda, la atención de la salud y la asistencia social. (G13, G14, G15)

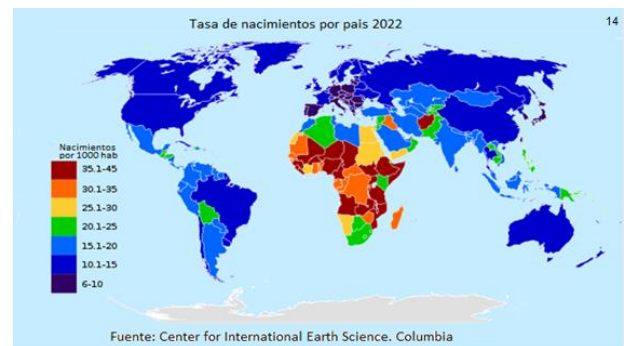
<sup>20</sup> ONU. Ibid.

Parece necesario tomar medidas para abordar los desafíos que plantea la dinámica de la población hacia 2050. Estas medidas incluyen inversiones en infraestructura para hacer frente al crecimiento de la población urbana; reformas del sistema de pensiones para hacer frente al envejecimiento de la población; promoción de la educación y la salud para mejorar la productividad de la población. La transformación de la sociedad es un desafío complejo, pero es necesario para garantizar un futuro sostenible.

Según los datos de la División de Población de las Naciones Unidas el número de hijos de la familia en 2020, en el planeta fue de 2.8 hijos, destacando África con 5.1 y Europa la más baja con 2.2<sup>21</sup>,

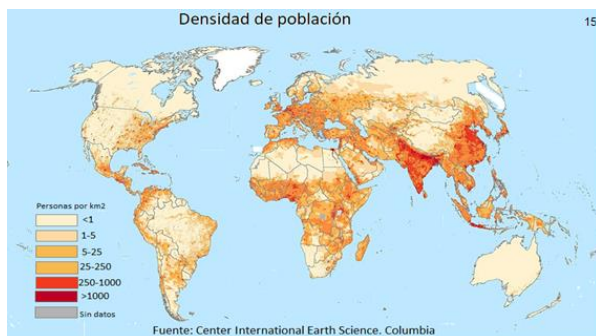


La expectativa de vida es de 70 años como media mundial. La edad media en África no llega a 20 años, mientras que la media europea es de 43 años. La urbanización es más marcada en América mientras que África mantiene una media de solo 42%. La División de Población de Naciones Unidas, informa sobre los cambios que están ocurriendo en la institución familiar, tanto en términos de su composición como de su funcionamiento.



Se concentrará en las zonas urbanas y envejecerá. La esperanza de vida aumentará y la población en edad de trabajar disminuirá. Y se distribuirá de manera desigual. África hambrienta será la región con el mayor crecimiento demográfico, con un aumento de la población entre tanto, del 42%. Asia seguirá siendo la región más poblada del mundo, con 5.100 millones de personas en 2050.

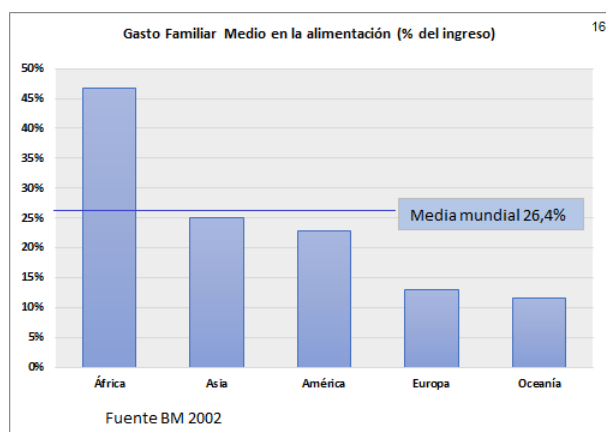
<sup>21</sup> ONU Ibid.



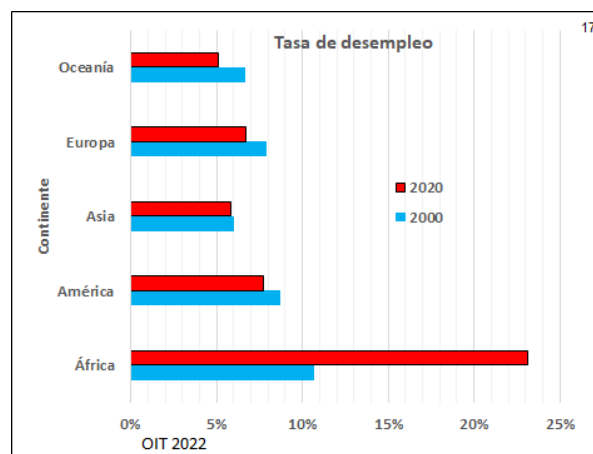
La urbanización es más marcada en América con más de 85% mientras que África mantiene una media de 42%. En 2050, el 22% de la población tendrá 65 años o más. El crecimiento demográfico y el envejecimiento de la población tendrán un impacto significativo en la economía. La demanda de bienes y servicios aumentará, pero la fuerza laboral disminuirá. Esto podría conducir a un aumento de los precios y una disminución de la economía. El crecimiento demográfico y el envejecimiento de la población también tendrán un impacto significativo en las sociedades. Ello configura un mapa muy variado de circunstancias de los comensales, dentro de la estandarización a la cual empuja la globalización.

#### 4.3. LA COMPRA, EL SALARIO Y LOS PRECIOS

La accesibilidad a los alimentos es un derecho humano fundamental, pero aún hoy en día, muchas personas en el mundo carecen de acceso a una dieta nutritiva y suficiente. El sitio donde vives, el nivel de ingresos, la inflación, afectan la capacidad de compra de la familia. El empleo, como soporte del ingreso, también muestra sus diferencias territoriales. Los conflictos, las crisis humanitarias y las políticas gubernamentales también afectan la accesibilidad.



La proporción del gasto en alimentos en el total del gasto familiar en el mundo es del 26,4% del total de los ingresos. (G16). Esta tasa varía significativamente entre continentes, siendo más alto en los países de menor desarrollo, donde los hogares suelen dedicar la mayor parte de sus ingresos a la alimentación. El abanico medio va de 10% en los de altos ingresos al 70% en los de menores<sup>22</sup>. Venezuela según el informe ENCOVI 2022, y la Red Agroalimentaria, alcanza hoy, cerca del 90% del total del ingreso<sup>23,24</sup>.



La tasa de desempleo es un factor que influye en los ingresos y consecuentemente en la capacidad adquisitiva de la población. (G17, G18). África es el continente más afectado. Existe una brecha mundial en términos de ocupación: los países de ingreso bajo quedarán más rezagados si no se actúa en favor de los empleos y la protección social<sup>25</sup>.

Las compras de alimentos son elevadas entre los hogares urbanos, pero también son sorprendentemente altas a lo largo del continuo rural-urbano, incluso entre los hogares rurales alejados de una zona urbana.

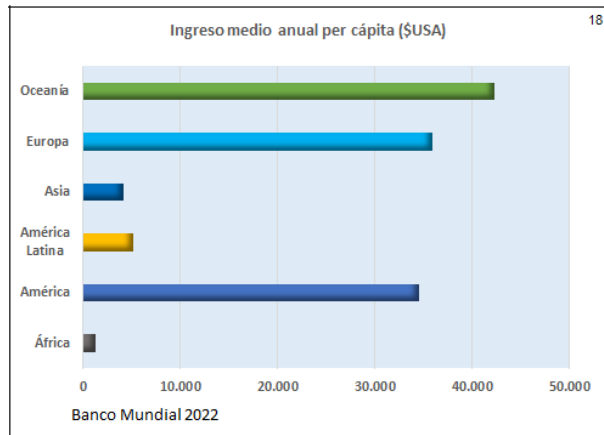
<sup>22</sup> The World Bank (2022) The Global Report on Food Crises 2022 | in brief <https://reliefweb.int/report/world/global-report-food-crises-2022>

<sup>23</sup> ENCOVI 2022 <https://www.proyectoencovi.com/encovi-2022>

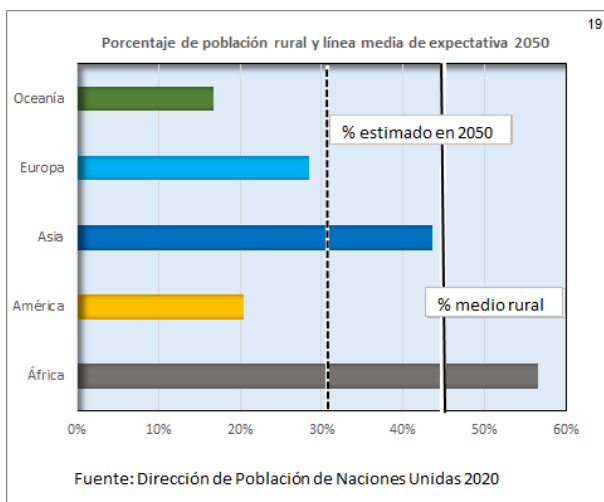
<sup>24</sup> Red Agroalimentaria de Venezuela. (2023) Seguimiento de la situación agroalimentaria y de la población involucrada 2019 2023.

<https://redagroalimentaria.website/seguimiento-de-la-situacion-agroalimentaria-2021-hasta-hoy/>

<sup>25</sup> OIT (2023) Observatorio de la OIT sobre el mundo del trabajo. Undécima edición. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-/dgreports/-/dcomm/-/publ/documents/briefingnote/wcms\\_883344.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-/dgreports/-/dcomm/-/publ/documents/briefingnote/wcms_883344.pdf)



Los datos de FAO también cuestionan la idea convencional de que las pautas de compra en las zonas urbanas y en las zonas rurales difieren notablemente entre sí, aunque el consumo de alimentos procesados (incluidos alimentos altamente procesados) es mayor en las zonas urbanas, disminuye solo gradualmente al pasar a las zonas periurbanas y rurales. Además, el consumo de hortalizas, frutas y grasas y aceites es bastante uniforme a lo largo del continuo rural-urbano en relación con el consumo total de alimentos. (G19).



La asequibilidad de una dieta saludable es cada vez más crítica para los hogares situados en zonas periurbanas y rurales porque dependen más de la compra de alimentos. El nivel de ingresos y la capacidad de compra de una persona o familia son los factores socioeconómicos más importantes que afectan la accesibilidad a los alimentos. Las personas con bajos ingresos tienen menos probabilidades de poder comprar alimentos saludables, y a menudo se ven obligadas a optar por alimentos baratos y poco nutritivos. Esto ocurre en cualquier territorio, en cualquier localidad, pero muestra su densidad en países y continentes. Oceanía, Europa y Norteamérica son continentes con mayores ingresos medio anual mientras que América

latina, Asia o África, los comensales cuentan con escasos ingresos medios. El empleo como forma de ingreso también muestra sus diferencias territoriales

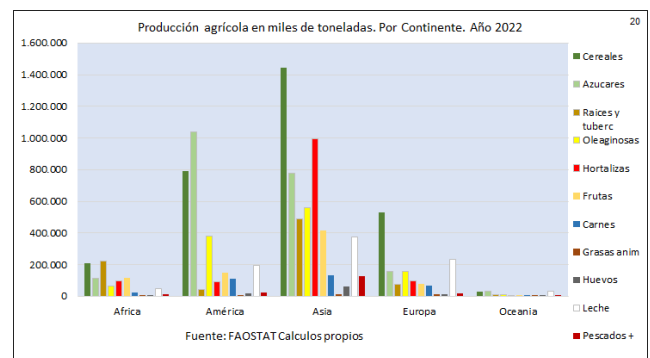
La ubicación geográfica también puede influir en la accesibilidad a los alimentos. Las personas que viven en áreas rurales o remotas a menudo tienen menos acceso a mercados y tiendas de comestibles, lo que puede dificultar que accedan a una variedad de alimentos<sup>26</sup>.

Los conflictos, las crisis humanitarias y las políticas gubernamentales pueden también afectar la accesibilidad a los alimentos. Los conflictos pueden interrumpir la producción y distribución de alimentos, mientras que las crisis humanitarias pueden provocar escasez de alimentos. Las políticas gubernamentales que afectan los precios de los alimentos, como los subsidios a los productores o los impuestos a los consumidores, también pueden influir en la accesibilidad a los alimentos.

La dificultad para acceder a los alimentos puede tener graves consecuencias para la salud y el bienestar de las personas. La inseguridad alimentaria puede provocar malnutrición, anemia, obesidad y otras enfermedades. También puede aumentar el riesgo de conflictos y violencia.

Para abordar el problema de la dificultad para acceder a los alimentos, es necesario abordar los factores que la causan. Esto incluye la reducción de la pobreza, el aumento del acceso a la educación y los servicios de salud, la mejora de la infraestructura alimentaria y la adopción de medidas para hacer frente al cambio climático y el deterioro del medio ambiente.

#### 4.4. EL PROVEEDOR Y LA DISPONIBILIDAD



La cadena de suministro de alimentos es el eje central del sistema alimentario, ya que es responsable de la producción y distribución de alimentos. (G20)

La producción agrícola mundial de alimentos ha experimentado un crecimiento constante en las últimas décadas. Según la Organización de las Naciones Unidas para la

<sup>26</sup> FAO (2023). Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. Roma, <http://doi.org/10.4060/cc6550es>

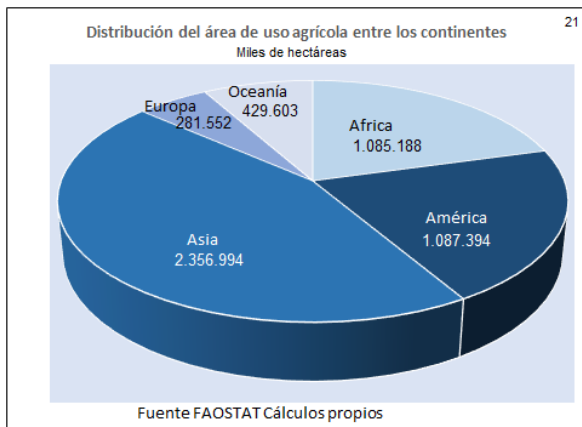
Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción de cereales, raíces y tubérculos, legumbres y frutos secos aumentó un 170 % entre 1961 y 2021<sup>27</sup>. Este crecimiento se ha impulsado por una combinación de factores, que incluyen el crecimiento de la demanda por más comensales y el aumento de los ingresos en los países en desarrollo ha llevado a un aumento del consumo de alimentos, especialmente de carne, productos lácteos, frutas y verduras.

Algunas de las tendencias que se esperan en la producción agrícola mundial en los próximos años incluyen un mayor uso de la tecnología para mejorar la productividad agrícola y la sostenibilidad. Los agricultores están adoptando cada vez más prácticas agrícolas sostenibles, como la rotación de cultivos y el uso de fertilizantes orgánicos. El comercio de alimentos se está volviendo cada vez más importante para satisfacer la demanda mundial de alimentos.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción agrícola mundial debe aumentar un 70% para 2050 para satisfacer la demanda de una población mundial que se prevé que alcance los 9.700 millones de personas. Esto significa que la productividad agrícola deberá aumentar en un 2% anual durante los próximos 30 años.<sup>28</sup>

El reto de incremento de la productividad para que haya suficientes alimentos, confrontará un conjunto de limitaciones en la disponibilidad de recursos, políticas de descarbonización y por supuesto la inseguridad. Pero también innovaciones y desarrollos tecnológicos importantes.

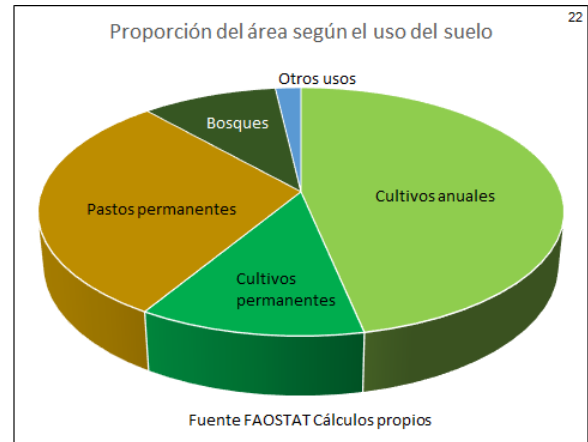
La disponibilidad de tierras, agua, energías limpias y recursos naturales para la agricultura se verá afectada por el cambio climático que está provocando sequías, cambios en el hábitat y eventos climáticos extremos. Estos cambios están afectando negativamente a la producción agrícola, especialmente en las regiones más vulnerables.



<sup>27</sup> FAO.(2023)."El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022" <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world/es>

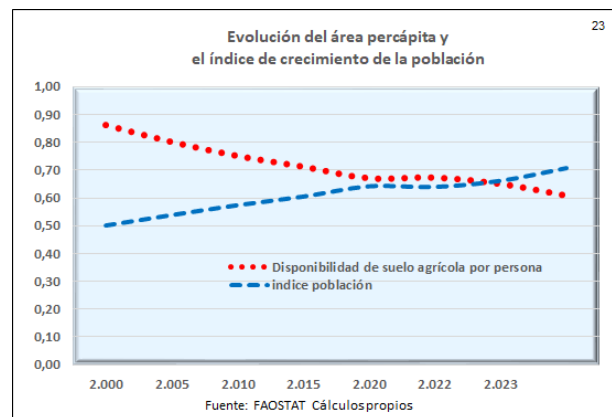
## El suelo

El suelo agrícola en el mundo es en la actualidad de 5.220 millones de hectáreas que representan el 36% de la superficie en el planeta. (G21). Asia tiene el 45% del total, África y América tienen un área que representa el 21% en cada continente, Europa, el 5% del área agrícola y Oceanía con 8% del total mundial.<sup>29</sup>



Los cultivos anuales ocupan una parte significativa de la superficie, seguida por pastos permanentes. (G22). Los cultivos permanentes ocupan el 12% del área agrícola mundial mientras que los bosques siguen ocupando el 10% de la superficie, pero con tendencia a ceder frente a pastos. Asia es el continente con la mayor proporción de cultivos anuales, con un 55 % del área agrícola asiática. Los pastos permanentes predominan en África.<sup>30</sup>

Las principales causas de las diferencias en los usos del suelo agrícola entre continentes son las condiciones climáticas el nivel de desarrollo económico y las políticas públicas.



<sup>28</sup> Ibid.

<sup>29</sup> FAOSTAT. Cálculos propios 2023.

<https://www.fao.org/faostat/es/#data>

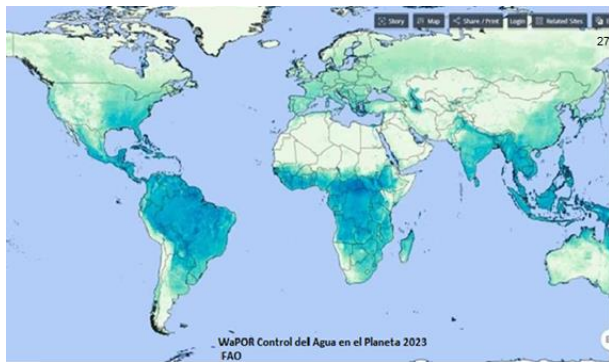
<sup>30</sup> Ibid.



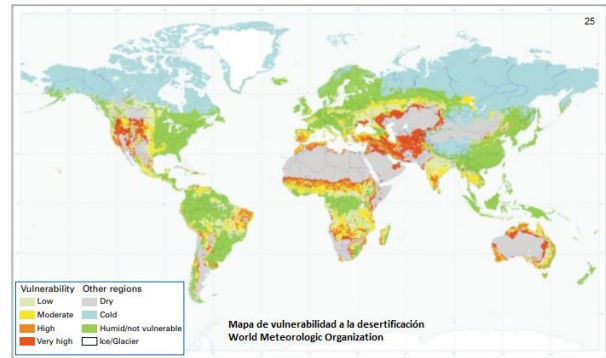
Es importante señalar que los usos del suelo agrícola son dinámicos y pueden cambiar con el tiempo.

La disponibilidad del suelo viene descendiendo pues la superficie disponible disminuye mientras que la población sigue creciendo. (G23). En la actualidad la disponibilidad de suelo agrícola por habitante del planeta es de 0.85 hectáreas por habitante y disminuirá a 0,60 ha/pc en 2.030 de acuerdo a la estimación de 8.600 millones de habitantes. <sup>31</sup>

El crecimiento de la población es el factor más importante que está presionando sobre la disponibilidad de suelo agrícola. La población mundial aumentará 30% respecto a este año. Este aumento de la población exigirá un aumento de la producción agrícola, lo que pondrá a prueba la disponibilidad de suelo.



serie de factores, entre ellos la erosión, la contaminación y la salinización. (G24, G25, G26)

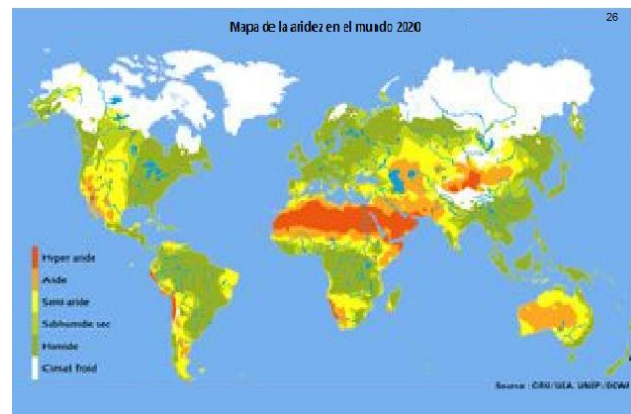
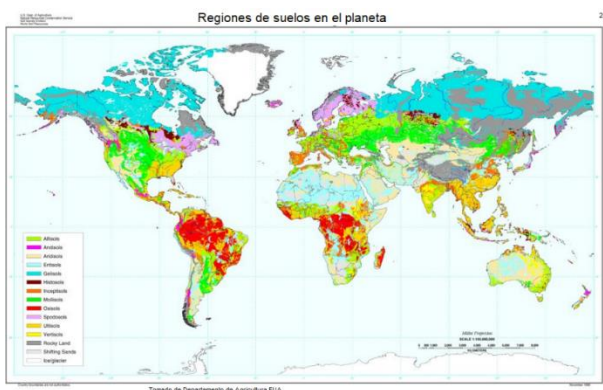


La disminución de la disponibilidad de suelo agrícola es un problema grave que tendrá un impacto significativo en la seguridad alimentaria mundial. Para hacer frente a este problema, es necesario aumentar la productividad agrícola, mejorar la gestión del suelo y reducir la degradación.

### El agua

La disponibilidad de agua en el planeta es de aproximadamente 1.386 millones de km cúbicos, de los cuales el 97% es agua salada y el 3% es agua dulce. De esta agua dulce, el 70% se encuentra en forma de hielo y glaciares, el 30% en el subsuelo y el 0,01% en ríos y lagos. <sup>33</sup>

La expansión urbana también está presionando sobre la disponibilidad de suelo agrícola. La urbanización se está acelerando en todo el mundo, y se espera que las áreas urbanas ocupen el 70% de la tierra habitable del planeta en 2050. Esta expansión urbana está consumiendo tierras agrícolas, lo que está reduciendo la cantidad de tierra disponible para la producción agrícola. <sup>32</sup>



El uso actual del agua en riego, cría de ganado y acuicultura representa cerca del 70% del consumo mundial de agua. El uso industrial del agua representa aproximadamente el 20% en procesos de producción, refrigeración y generación de energía y el uso doméstico para beber, cocinar, lavar y saneamiento representa aproximadamente el 10% del total. <sup>34</sup>

La degradación del suelo es un factor que está reduciendo la disponibilidad de suelo agrícola. Puede ser causada por una

<sup>31</sup> Ibid.

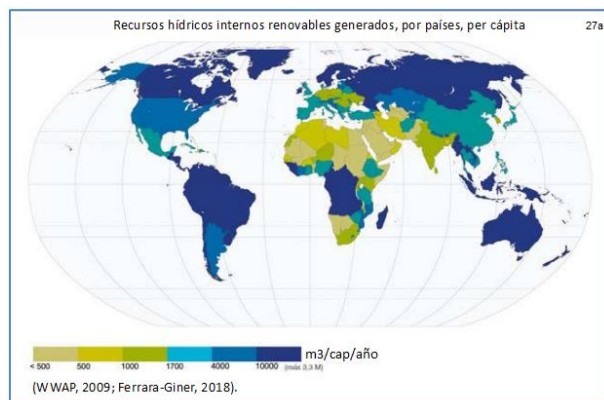
<sup>32</sup> FAO (2023). Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. Roma, <http://doi.org/10.4060/cc6550es>

<sup>33</sup> ONU AGUA. (2023) El Agua en el Centro de la Crisis Climática <https://www.un.org/es/climatechange/science/climate-issues/water>

<sup>34</sup> ONU AGUA (2023) Agua y cambio climático. <https://www.unwater.org/water-facts/water-and-climate-change>



Se espera que la demanda urbana de agua aumente un 30% entre 2023 y 2050, debido al crecimiento de la población mundial y a mejoras en el bienestar. Y se espera que la gestión circular, pueda contribuir a disminuir los conflictos.<sup>35</sup>



La agricultura debe transformar los sistemas de riego haciéndolos más eficientes. (G27). La industria puede mejorar en el uso, mediante la reutilización y el reciclaje del agua y en las ciudades los hogares pueden reducir el consumo doméstico de agua mediante medidas como la instalación de dispositivos de ahorro de agua y la reducción del tiempo de ducha. También se están desarrollando nuevas fuentes de agua, como la desalinización del agua de mar y la extracción de agua subterránea. Sin embargo, estas tecnologías son costosas y tienen un impacto ambiental. La disponibilidad de agua es un recurso esencial para la vida en el planeta. Es importante tomar medidas para garantizar que haya suficiente agua para satisfacer la demanda futura.<sup>36</sup>

## Energía

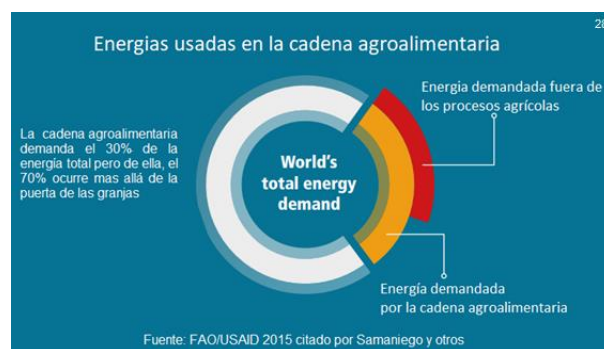
Los sistemas agroalimentarios son altamente dependientes de los combustibles fósiles. Particularmente en la cadena fuera de las granjas; 70 por ciento de la energía consumida corresponde al transporte, transformación, empaque, distribución, almacenamiento, comercialización hasta los hogares. El balance energético en la agricultura entre generación de biomasa y el consumo en los procesos productivos es generalmente negativo<sup>37</sup>.

Esto significa que la agricultura consume más energía de la que genera en la actualidad. Algunos estudios han encontrado que el balance energético en la agricultura puede ser positivo en algunos casos. Un estudio realizado en la Unión Europea encontró que el balance energético de la producción de cereales

era positivo, debido a la gran cantidad de biomasa que se genera a través de la fotosíntesis. Sin embargo, estos estudios son generalmente a pequeña escala y no representan la agricultura en su conjunto.<sup>38</sup>

Se calcula que un tercio de los alimentos que producimos se pierden o se desperdician, y con esto alrededor del 38 por ciento de la energía consumida en los sistemas alimentarios.

El balance energético puede variar según una serie de factores, como el tipo de cultivo, el sistema de producción y el clima. (G28). En general, el balance energético puede ser más positivo en los sistemas de producción intensivos, que incrementan la productividad en el campo.



Actualmente, cerca de 1 entre 5 personas (1.400 millones) en todo el mundo, carece de acceso a servicios modernos de electricidad. Aproximadamente 3.000 millones de personas dependen de la biomasa tradicional para cocinar y calentarse, con efectos negativos sobre la salud, el medio ambiente y el desarrollo económico<sup>39</sup>.

Hoy disponemos de prácticas agrícolas que pueden ayudar a mejorar el balance energético, como: la rotación de cultivos, la reducción de fertilizantes químicos, los cultivos en cobertura, el uso de abonos orgánicos, como el estiércol animal y los residuos agrícolas. La agricultura de precisión utiliza tecnologías como la teledetección y la geolocalización para ayudar a los agricultores a aplicar los insumos agrícolas de manera más eficiente y la mecanización eficiente puede ayudar a reducir el consumo de combustible y energía y el uso de tecnologías de ahorro de energía como los motores eficientes y los sistemas de riego inteligentes.

La agricultura tiene un potencial inexplorado para reducir sustancialmente sus emisiones a través de prácticas que en su mayoría también son medidas de adaptación. La producción de bienes de carbono neto 0, se centra en mitigar emisiones de

<sup>35</sup> FAO. 2023 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura "El estado de los recursos hídricos en el mundo 2023" <https://www.fao.org/newsroom/detail/rome-water-dialogue-2023-seeks-solutions-and-synergies-and-brings-practical-contributions/es>

<sup>36</sup> FAO (2023) Instrumento de Control del Agua en el Mundo <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-broadens-scope-of-innovative-water-monitoring-tool-to-include-the-whole-world/es>

<sup>37</sup> OECD. (2017) Improving energy efficiency in the Agro-Food chain, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, Paris, 2017.

<sup>38</sup> FAO (2023) Agricultura climáticamente inteligente <https://www.fao.org/climate-smart-agriculture/es/>

<sup>39</sup> FAO (2022) Renewable energy for agri-food systems Towards the Sustainable Development Goals and the Paris Agreement. Roma.

GEI a lo largo de las cadenas de valor agroalimentarias, al mismo tiempo que provee beneficios de adaptación al cambio climático.

FAO, ha desarrollado el Paquete de Apoyo para la Toma de Decisiones sobre Bioenergía Sostenible. Este paquete de apoyo incluye diferentes elementos que pueden ser utilizados de forma independiente o conjunta en diferentes fases dentro de los procesos de toma de decisiones y seguimiento al desarrollo de la bioenergía. El paquete de soporte FAO incluye el Planteamiento de Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS) de la FAO y los Indicadores de sostenibilidad de la bioenergía de la Asociación Global de Bioenergía (GBEP)<sup>40</sup>.

Una oportunidad para cumplir los objetivos climáticos y al mismo tiempo generar nuevos ingresos en la agricultura es eliminar el carbono mediante prácticas agrícolas regenerativas, como la plantación de cultivos de cobertura<sup>41</sup>. Estas eliminaciones de carbono podrían secuestrar entre 0,5 y 1,2 gigatoneladas métricas (Gt) de CO<sub>2</sub> de las 6,0 a 10,0 Gt de secuestro anual necesarias para 2050<sup>42</sup>. También pueden ayudar a que la agricultura desempeñe un papel fundamental a la hora de abordar otras crisis de sostenibilidad, como la pérdida de biodiversidad, la contaminación por nutrientes y el consumo de agua dulce. No obstante, la descarbonización amenaza seriamente la productividad del campo. Dicho esto, los incentivos públicos están obligando a muchas empresas a repensar sus modelos de negocio y buscar la innovación.<sup>43</sup>

Como señala Samaniego “Si se quiere limitar el calentamiento global lo suficiente como para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París, los escenarios del IPCC (IPCC, 2021; 2018) implican claramente que además de las reducciones transformacionales de emisiones, habría que adoptar técnicas de descarbonización (NDC) como parte de la respuesta.”<sup>44</sup>

### Las tecnologías

Las tecnologías agrícolas son luz en el túnel. Contribuyen a la productividad, la sostenibilidad y la rentabilidad de la agricultura. Las actuales tecnologías incluyen la herencia de la revolución verde. El campo de la biotecnología y especialmente en la producción de semillas capaces de producir más, enfrentar estrés a sequías, o plagas, mecanización con tractores, cosechadoras y otras máquinas agrícolas han hecho

que la agricultura sea más eficiente y productiva. Los fertilizantes químicos y orgánicos proporcionan a los cultivos los nutrientes que aumentan los rendimientos al igual que el riego que ha permitido cultivar en zonas con escasez de agua. Los sistemas de riego modernos permiten regar los cultivos de forma eficiente y sostenible. Los controles de plagas y enfermedades han ayudado a los rendimientos y aumentar la producción<sup>45</sup>.



En el siglo 21 se introducen cambios tecnológicos en la genética, la agronomía, la gerencia y la mecánica de la revolución 4.0. Los avances de las tecnologías genómicas se inician con procesos de cambios en el genoma para incluir mayor productividad, tolerancia a la sequía, a plagas y enfermedades, y al aprovechamiento de nutrientes en el suelo. Pero no han llevado a la adopción generalizada de un nuevo paradigma para el mejoramiento de cultivos<sup>46</sup>.

Para aprovechar al máximo estas tecnologías, se necesita un marco regulatorio que se mantenga al día con la ciencia. FAO define la edición genética “como un término que reúne diferentes técnicas de biotecnología moderna que se utilizan para hacer modificaciones dirigidas y precisas en el genoma de un ser vivo, y que pueden permitir “mejorar las características de los cultivos para aumentar la producción y la calidad de los alimentos, así como contribuir a la sostenibilidad y resiliencia al cambio climático. Crece también la agricultura sostenible que privilegia prácticas ecológicas para regenerar y conservar el suelo, su biota, el uso del agua y aprovechar residuos.”<sup>47</sup>.

<sup>40</sup> FAO (2022) Energía. Que es bioenergía Sostenible <https://www.fao.org/energy/bioenergy/es/>

<sup>41</sup> FAO (2023) Energy, Agriculture and Climate Change, Towards energy-smart agriculture <https://www.fao.org/3/i6382en/I6382EN.pdf>

<sup>42</sup> SAMANIEGO y otros., (2022) “Soluciones basadas en la naturaleza y remoción de dióxido de carbono”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/224), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/dc05a58c-c66e-4e23-bf05-591cef955f91/content>

<sup>43</sup> WRI (2023) 10 grandes hallazgos del informe del IPCC de 2023 sobre el cambio climático. <https://es.wri.org/insights/10-grandes-hallazgos-del-informe-del-ipcc-de-2023-sobre-el-cambio-climatico>

<sup>44</sup> SAMANIEGO. Ibid.

<sup>45</sup> FAO. (1996) Enseñanzas de la Revolución Verde. <https://www.fao.org/3/w2612s/w2612s06.htm>

<sup>46</sup> MULET J.M. (2023) “Aunque Europa aún esté debatiendo su regulación, el CRISPR no es el futuro, ya está aquí” Fundación Autana Chile <https://fundacion-antama.org/j-m-mulet-aunque-europa-aun-este-debatiendo-su-regulacion-el-crispr-no-es-el-futuro-ya-esta-aqui/>

<sup>47</sup> FAO (2023) ‘Edición de genes y sistemas agroalimentarios’, <https://fundacion-antama.org/wp-content/uploads/2022/12/202212-Doc-FAO-crispr.pdf>

En el campo de la mecánica, los robots pueden realizar tareas precisas de siembra, manejo, cosecha, clasificación almacenamiento, transportes. La agricultura de precisión utiliza la teledetección y la geolocalización para aplicar los insumos de manera más eficiente con internet de las cosas.

La Inteligencia Artificial puede ayudar a tomar decisiones sobre la gestión de los cultivos. La impresión 3D podría utilizarse para crear estructuras agrícolas. La realidad aumentada podría utilizarse para ayudar a los agricultores a diagnosticar problemas con los cultivos. Estas tecnologías aún se encuentran en desarrollo, pero tienen el potencial de transformar la agricultura en el siglo 21. La agricultura urbana es una respuesta a la creciente demanda de alimentos sanos en las ciudades.

Estos cambios tecnológicos han tenido un impacto significativo en la agricultura. Han ayudado a aumentar la productividad, la sostenibilidad y la rentabilidad de la agricultura. También han dado lugar a la creación de nuevos productos y servicios agrícolas.

FAO está promoviendo tecnologías innovadoras como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y los macrodatos para transformar los sistemas agroalimentarios y generar datos de alta calidad en pro de la eficacia de la planificación, las políticas y las inversiones relacionadas con el uso del agua y la tierra. Por ejemplo, la Alianza Mundial sobre los Suelos brinda apoyo a las tecnologías avanzadas para la evaluación de la salud, la humedad y la fertilidad de los suelos con miras a ayudar a los agricultores y los responsables de las políticas a tomar decisiones basadas en datos científicos.<sup>48</sup>

No obstante, políticas públicas para la sostenibilidad en la agricultura pueden generar efectos e impactos negativos sobre la productividad y la rentabilidad de la agricultura. Es necesario recordar que la sostenibilidad debe contemplar la viabilidad y la factibilidad en los sistemas agroalimentarios garantizando resultados sociales, y económicos favorables.

## 5. LAS POLÍTICAS PÚBLICAS Y LAS METAS DE SOSTENIBILIDAD

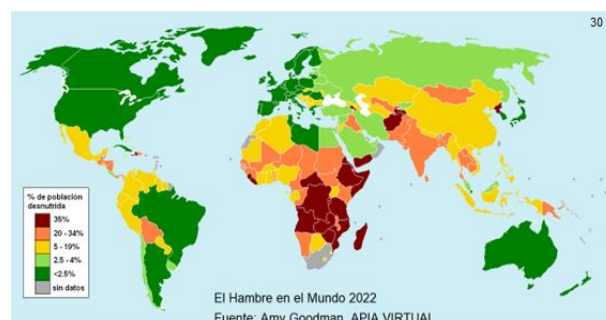
La situación política no nos deja comer a todos. La historia está asomando su cara fea y no debíamos escurrir el bulto. Es hora de revisar de nuevo la utopía de 2015 y enfrentar un mundo más duro y dividido. Las tendencias más firmes en el escenario político mundial, indican el surgimiento de un orden

multipolar inestable que nos lleva a un mundo más fragmentado, con variables alianzas que compiten entre sí.

De acuerdo con la última edición del Outlook del mercado de *commodities* del Banco Mundial, una escalada del conflicto en Oriente Medio que se suma a las perturbaciones causadas por la invasión rusa de Ucrania, podría empujar a los mercados mundiales de productos básicos hacia terrenos desconocidos<sup>49</sup>.

### Las políticas públicas no siempre promueven a la agricultura sostenible.

La seguridad alimentaria es un reto global que requiere la adopción de políticas públicas que promuevan el incremento de la productividad y la rentabilidad de los sistemas agroalimentarios. (G30) Sin embargo, existen algunas políticas públicas que, en lugar de contribuir a este objetivo, lo obstaculizan. En muchísimos casos es posible constatar la incidencia negativa de algunas de esas políticas. El proteccionismo perturba a los mercados afectando a agricultores. El Acuerdo sobre Agricultura de Marrakech, abrió los alimentos al mercado mundial, Sin embargo 30 años después de los acuerdos de la Ronda Uruguay, se mantienen subvenciones sin gran efecto sobre la productividad o la descarbonización agrícola. Se privilegian políticas ambientales sin considerar los equilibrios económicos y la definición de quien paga la cuenta. Muchas acciones incrementan costos de producción reduciendo la rentabilidad de los sistemas agroalimentarios<sup>50</sup>. La adopción de políticas públicas que tengan una incidencia positiva en la productividad y la rentabilidad de los sistemas agroalimentarios es esencial para garantizar la seguridad alimentaria mundial. Por ello, es necesario revisar las políticas existentes y adoptar nuevas medidas que promuevan la competitividad y la sostenibilidad de estos sistemas.



FAO en su informe "El estado de la agricultura y la alimentación en el mundo 2022"<sup>51</sup> analiza los desafíos y

<sup>48</sup> FAO. (2023) Foro Mundial de la Alimentación: las nuevas tecnologías contribuyen a la gestión del suelo y el agua en el contexto del cambio climático. <https://www.fao.org/newsroom/detail/world-food-forum---new-technologies-help-manage-soil-and-water-in-a-climate-change-context/es>

<sup>49</sup> BANCO MUNDIAL (2022) Las perturbaciones de los precios de los alimentos y la energía causadas por la guerra de Ucrania podrían durar años. <https://www.bancomundial.org/es/news/press->

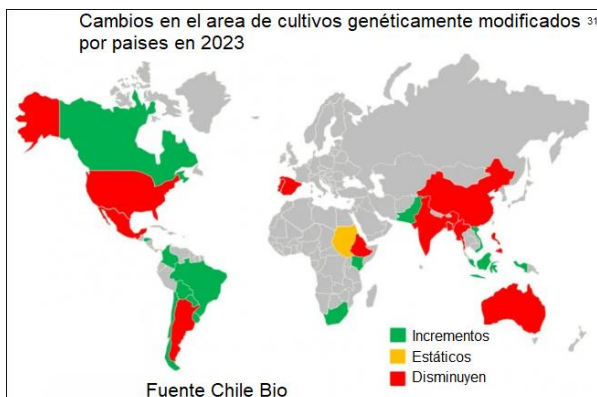
[release/2022/04/26/food-and-energy-price-shocks-from-ukraine-war](https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2022/04/26/food-and-energy-price-shocks-from-ukraine-war)

<sup>50</sup> FERNÁNDEZ J. (2005) La liberalización comercial agrícola y sus efectos negativos sobre los países en vías de desarrollo: un análisis crítico de los acuerdos de Marrakech. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_recap/%2Fr198\\_03.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_recap/%2Fr198_03.pdf)

<sup>51</sup> FAO (2023) "El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022" <https://www.fao.org/publications/home/fao->



oportunidades de la agricultura sostenible en el mundo. La OCDE en su informe "Agricultura sostenible: Oportunidades y desafíos"<sup>52</sup>, analiza las políticas públicas que pueden contribuir a la sostenibilidad de la agricultura y resume sus análisis señalando que "se requieren más inversiones y menos subvenciones". El Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI): se dedica a la investigación sobre políticas alimentarias. En su informe "La agricultura sostenible en el siglo XXI", el IFPRI analiza los retos y oportunidades de la agricultura sostenible en el siglo XXI.<sup>53</sup>



En el informe OCDE FAO se señala que el aumento de los precios de los insumos agrícolas experimentado en los últimos dos años, ha generado preocupación por la situación mundial de la seguridad alimentaria. Se demuestra que el aumento de los costos de los fertilizantes puede provocar un aumento de los precios de los alimentos. "El modelo de rendimientos de producción permite actualmente separar los costos de los principales fertilizantes minerales utilizados de los de otros insumos de producción. Basado en esta nueva característica, un análisis de escenarios estima que por cada aumento del 1% en los precios de los fertilizantes, los precios de las materias primas agrícolas aumentarían un 0,2%. El aumento sería más significativo para los cultivos que utilizan fertilizantes como forma directa<sup>54</sup>. Aunque este escenario se centra en el vínculo entre fertilizantes y productos agrícolas, las fluctuaciones en los precios de la energía, las semillas, la mano de obra y la maquinaria también afectan los precios de los alimentos.

Tal vez un arranque de responsabilidad pueda favorecer en 2040 nuevos mecanismos de gobernanza global, para abordar los desafíos de la década. Y que la población sea capaz de luchar por sus soluciones a problemas en el marco de una profunda democracia de ciudadanía.

El apoyo a la agricultura no está dando los resultados deseables para la sostenibilidad y la salud humana, pero su adaptación puede constituir un cambio fundamental. Ofrece a los gobiernos la oportunidad de optimizar el uso de los escasos recursos públicos a fin de transformar los sistemas alimentarios no solo para que sean más eficientes, sino también para que favorezcan más los ODS. A escala mundial, el apoyo a los productores agrícolas representa actualmente casi 540 000 millones de USD al año o el 15 % del valor total de la producción agrícola. Esta ayuda se concentra especialmente en medidas que causan distorsión (y, por ende, se traducen en ineficiencia), se distribuyen de forma desigual y resultan perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana. De mantenerse las tendencias actuales, dicho apoyo podría ascender a casi 1,8 billones de USD en 2030. La eliminación gradual del apoyo a los productores que causa mayor distorsión y resulta más perjudicial para el medio ambiente y desde el punto de vista social (por ejemplo, los incentivos de precios y las subvenciones fiscales asociadas a la producción de un producto básico específico) es fundamental, pero no dará frutos si los recursos no se reorientan hacia inversiones destinadas a proporcionar bienes y servicios públicos para la agricultura, es decir, investigación y desarrollo (I+D) e infraestructura, y hacia subvenciones fiscales disociadas.<sup>55</sup>

## 6. EL FUTURO DE LA COMIDA

La recuperación económica tras la pandemia contribuyó a frenar la creciente ola de hambre, al menos a escala mundial. Sin embargo, el efecto positivo podría haber sido aún mayor sin los vientos en contra, como la guerra en Ucrania, el aumento de los precios de combustibles, de la energía, de los alimentos, además de los conflictos y los fenómenos meteorológicos y terremotos.<sup>56</sup>

La relativa ausencia de variaciones en el hambre a nivel mundial en los últimos dos años oculta diferencias sustanciales en el plano regional. Se han logrado progresos en la reducción del hambre, pero sigue aumentando en Asia occidental, Latinoamérica y Caribe y todas las subregiones de África. Las previsiones actualizadas muestran que casi 600 millones de personas padecerán subalimentación crónica en 2030, lo que aleja el reto de erradicar el hambre y mejorar la salud.

Según el informe de la FAO publicado en 2021, "La cadena de suministro se suma a la deforestación y las prácticas agrícolas como fuente de emisiones en el sector agroalimentario". El conjunto agrícola es responsable de 8%

flagship-publications/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world/es

<sup>52</sup> OCDE (2023) Desafíos y oportunidades para el sistema alimentario mundial. <https://www.oecd.org/agriculture/entendiendo-el-sistema-alimentario-global/desafios-opportunidades-para-el-sistema-alimentario/>

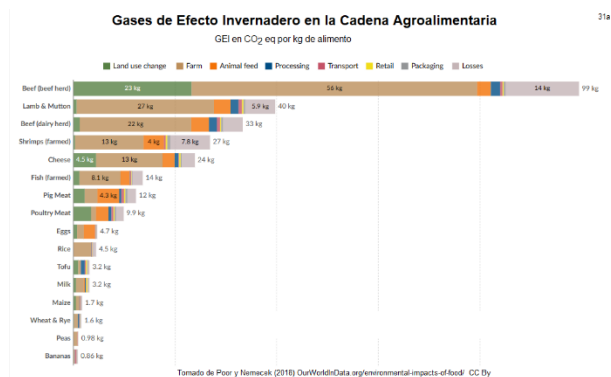
<sup>53</sup> INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE (IFPRI) (2005) La estrategia del IFPRI en breve. Hacia la seguridad alimentaria y nutricional <https://www.ifpri.org/es/publication/la-estrategia-del-ifpri-en-breve>

<sup>54</sup> OCDE-FAO (2022) Perspectivas Agrícolas 2023-2032 <https://www.fao.org/3/cc6361es/cc6361es.pdf>

<sup>55</sup> FAO (2021) UNA OPORTUNIDAD DE VARIOS MILES DE MILLONES DE DÓLARES. Adaptar el apoyo a la agricultura para transformar los sistemas alimentarios <https://www.fao.org/3/cb6683es/cb6683es.pdf>

<sup>56</sup> FAO. (2023) "El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022" <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world/es>

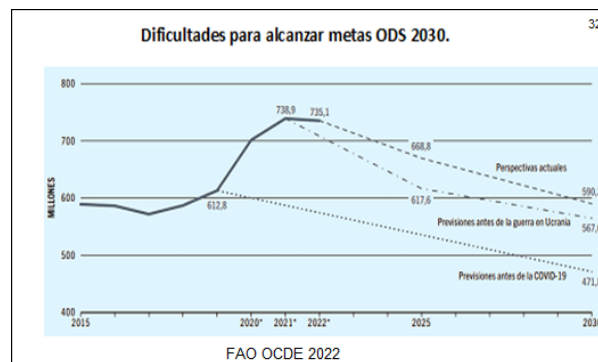
de las emisiones y el resto de la cadena genera el 19% de las emisiones GEI. El sistema agroalimentario en conjunto aporta el 27% de los GEI que equivale a 16 500 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e). El informe señala que las emisiones de GEI derivadas de las fases previas y posteriores a la producción de la cadena de suministro alimentario son cada vez más importantes. En Europa y América del Norte, estas fases representan más de la mitad del total de emisiones del sistema agroalimentario, mientras que en África y América del Sur son inferiores al 14%.<sup>57</sup>



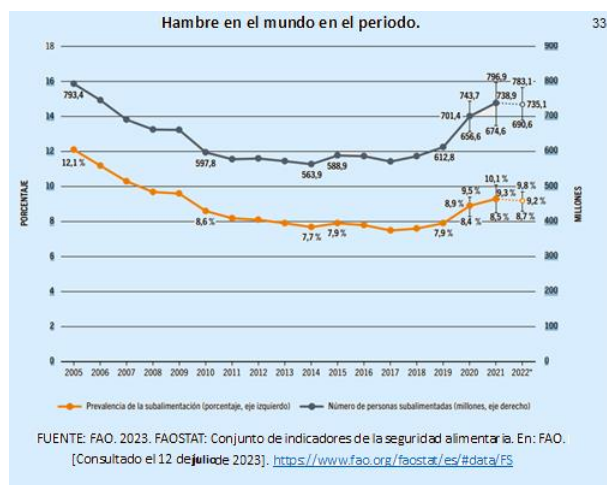
La recuperación económica tras la pandemia contribuyó a frenar la creciente ola de hambre, al menos a escala mundial. Sin embargo, el efecto positivo podría haber sido aún mayor sin los vientos en contra provocados por las repercusiones mundiales de la guerra en Ucrania y el aumento de los precios de los alimentos, los insumos agrícolas y la energía, junto con otros factores causantes de inseguridad alimentaria como los conflictos y los fenómenos meteorológicos.

La relativa ausencia de variaciones en el hambre a nivel mundial de 2021 a 2022 oculta diferencias sustanciales en el plano regional. Se han logrado progresos en la reducción del hambre en la mayoría de las regiones de América Latina y Asia, pero el hambre sigue aumentando en Asia occidental, el Caribe y todas las subregiones de África. La proporción de la población que padece hambre es mucho más elevada en África en comparación con las demás regiones del mundo: casi el 20 % frente al 8,5 % en Asia, el 6,5 % en América Latina y el Caribe y el 7 % en Oceanía. Las previsiones actualizadas muestran que casi 600 millones de personas padecerán subalimentación crónica en 2030, lo que señala el inmenso reto que significa alcanzar la meta de los ODS de erradicar el hambre. Esto representa alrededor de 119 millones de personas subalimentadas más que si no hubieran ocurrido ni la pandemia ni la guerra en Ucrania, y alrededor de 23 millones más que si no hubiera ocurrido la guerra<sup>58</sup>.

<sup>57</sup> FAO (2021) La cadena de suministro se suma a la deforestación y las prácticas agrícolas como principal fuente de emisiones en el sector



Explorado el sistema alimentario, con sus desajustes y anomalías, con 1 de cada 10 habitantes del planeta subalimentados y 2 de 10 con problemas de obesidad, con pérdidas en la cadena de suministro de hasta un quinto de la producción, con notorias desigualdades territoriales, con guerras recurrentes y condiciones políticas poco propicias a la cooperación de retos mundiales, pero con un desarrollo significativo en tecnologías e innovación, con mayor concienciación sobre los efectos del cambio climático especialmente de la juventud., el futuro de la alimentación y la seguridad alimentaria en los próximos 20 años, será un desafío complejo, pero también una oportunidad para abordar los problemas actuales y crear un sistema más sostenible y equitativo. (G32, G33).



Las principales oportunidades para abordar estos desafíos son la innovación tecnológica la agricultura de precisión, la bioingeniería y la robótica, con un enorme potencial de aumentar la producción agrícola, hacerla más sostenible y reducir las pérdidas en la cadena de suministro.

El crecimiento de la producción mundial de cultivos estará impulsado fundamentalmente por los continuos avances en el fitomejoramiento y una transición hacia sistemas de producción más intensivos. Se calcula que las mejoras en el

<sup>58</sup> OCDE (2023) Ibid. <https://www.fao.org/newsroom/detail/supply-chain-is-growing-source-of-agri-food-GHG-emissions/es>



rendimiento representarán el 79 % del crecimiento de la producción mundial de cultivos; la expansión de las tierras de cultivo, el 15 %; y la intensificación de los cultivos, el 6 % durante el período que abarca el informe de FAO.

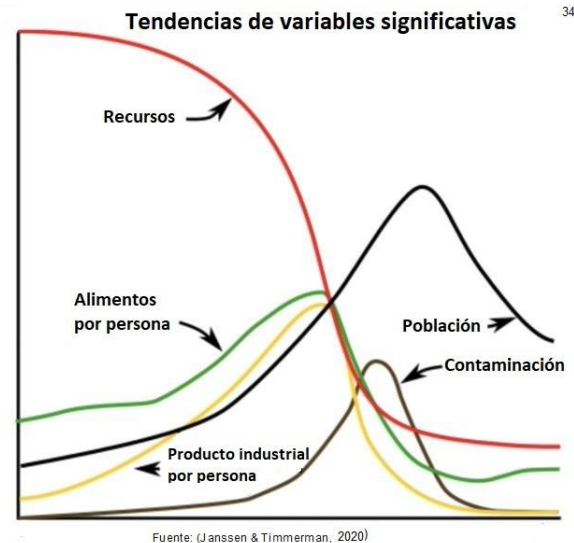
Los consumidores están cada vez más preocupados por la sostenibilidad y la salud de sus dietas, lo que está impulsando la demanda de alimentos producidos de forma sostenible y nutritiva. Se pueden prever cambios apreciables en el sistema alimentario en los próximos 20 años: Un aumento de la producción agrícola sostenible, una mayor diversificación de la producción para reducir la vulnerabilidad a los shocks climáticos y económicos, un cambio hacia una dieta más saludable, una mayor transparencia en la cadena para que los consumidores puedan conocer el origen y la producción de sus alimentos.

Estos cambios no serán fáciles de lograr, pero son necesarios para garantizar la seguridad alimentaria para todos en el futuro. Algunas tendencias específicas que se pueden observar en el futuro de la alimentación son la disminución del consumo de carnes, el incremento de los

El aumento del consumo de alimentos de origen vegetal: El consumo de carne está disminuyendo en muchos países, debido a preocupaciones sobre la salud y el medio ambiente. Esto está impulsando el desarrollo de nuevos productos de origen vegetal, que imitan el sabor y la textura de la carne, el crecimiento de la agricultura urbana puede ayudar a garantizar el acceso a alimentos frescos y saludables en las ciudades.

La tecnología está jugando un papel cada vez más importante en el sistema alimentario. Las nuevas tecnologías se utilizan para aumentar la productividad agrícola, reducir las pérdidas en la cadena de suministro y mejorar la trazabilidad de los alimentos. Son también una posibilidad para reducir las brechas entre territorios de escaso desarrollo humano en la actualidad especialmente en buena parte de África Subsahariana, Asia occidental y Latinoamérica.

El futuro de la alimentación es incierto, pero es un momento emocionante para el desarrollo de nuevos sistemas alimentarios más sostenibles y equitativos. El futuro de la comida y la seguridad alimentaria es un tema complejo y desafiante. Sin embargo, las nuevas tecnologías y la concienciación social ofrecen la oportunidad de crear un sistema alimentario más justo, equitativo y sostenible.



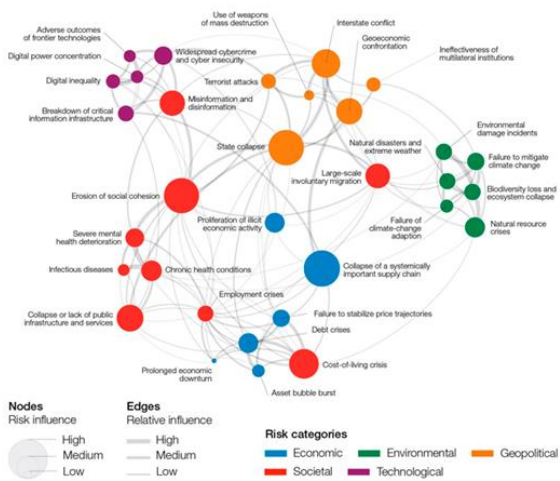
La agricultura tiene grandes retos para atender la comida. Asimilará el cambio tecnológico y se elevará la productividad impulsada por la tecnología. Esta tecnología supone la escala y por tanto se apuntalará a la agricultura sostenible en escala. La política de descarbonización puede significar contrariedades con las técnicas pro rendimientos y la escala apropiada. La pequeña explotación familiar puede que no responda a la competencia de la agricultura

En función de cómo se aborden estos retos y tendencias, el futuro de la alimentación y la seguridad alimentaria podría ser muy diferente.

Escenario 1: Futuro optimista: En este escenario, se abordan con éxito los retos del cambio climático, las desigualdades sociales las perturbaciones en los mercados, la inflación, la pérdida de dinamismo de la economía mundial, y las guerras. Se desarrollan nuevas tecnologías e innovaciones que permiten aumentar la producción de alimentos de forma sostenible y reducir el desperdicio. Los consumidores adoptan hábitos de consumo más saludables y sostenibles. En este escenario, la seguridad alimentaria está garantizada para todos y el sistema alimentario es más equitativo y sostenible.

Global Risks Report 2023

### Global risks landscape: an interconnections map



podrá crear un futuro de la alimentación más seguro, equitativo y sostenible.

Las proyecciones de referencia subrayan la importancia crítica de un sistema de comercio multilateral que funcione bien, sea transparente y esté basado en normas. Prohibiciones de exportación sólo agravará el efecto adverso de la incertidumbre sobre los precios y aumentará los precios. Esto resulta no sólo en un impacto negativo en la seguridad alimentaria global (y los medios de vida) a corto plazo, pero socava la capacidad de oferta en el largo plazo.

El aumento de la población, la urbanización y las variables del mercado abonan hacia una mayor demanda de alimentos al tiempo que se produce una tendencia al cambio en los patrones alimentarios. Las políticas de descarbonización, el deterioro y la disminución de recursos de agua, suelos, energías alternativas, escasez de recursos financieros e inversiones perfilan un crecimiento moderado sostenido por el desarrollo tecnológico. Las tendencias en los rendimientos y la productividad, apuntan a que la meta de incrementos de 70% por encima de los niveles actuales será difícil de lograr. Así mismo la subalimentación se mantendrá en una significativa proporción de la población.

**Escenario 2: Futuro pesimista:** En este escenario, se abordan sin éxito los retos antes planteados. El cambio climático provoca una reducción significativa de la producción agrícola. Las desigualdades territoriales y las guerras provocan escasez y hambrunas en algunas regiones del mundo. En este escenario, la seguridad alimentaria está amenazada, el sistema alimentario es insostenible y la paz en el mundo brillará por su ausencia.

**Escenario 3: Futuro intermedio:** En este escenario, se aborda parcialmente los retos señalados. Se desarrollan algunas tecnologías e innovaciones que permiten aumentar la producción de alimentos de forma sostenible. Los consumidores adoptan algunos hábitos de consumo más saludables y sostenibles. En este escenario, la seguridad alimentaria está garantizada para 8.000 millones de habitantes de la población, pero sigue habiendo retos que afrontar hambrunas que afectarían a más del 15% de los habitantes del planeta

El futuro de la alimentación y la seguridad alimentaria es incierto. Sin embargo, es importante tomar medidas para abordar los retos actuales y aprovechar las tendencias positivas. De esta forma, se podrá garantizar la seguridad alimentaria para todos y crear un sistema alimentario más sostenible.

Algunas medidas que se pueden tomar para abordar estos retos son: Inversiones en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones agrícolas. Apoyo a la agricultura sostenible y a la producción local. Políticas públicas que promuevan la equidad y la sostenibilidad del sistema alimentario. Educación y concienciación sobre los retos y tendencias del sistema alimentario. Tomando estas medidas, se

No es posible hacer estimaciones, pero el futuro de la comida puede incluir nuevos alimentos de origen no agrícola.

Las proyecciones a mediano plazo de las perspectivas, se basan en el supuesto de que las políticas actuales se mantendrán y que las preferencias de los consumidores y la tecnología de producción evolucionarán según las tendencias. Estos supuestos están sujetos a incertidumbres con respecto a los aspectos ambientales, sociales, geopolíticos y económicos, verbigracia, un período prolongado de alta inflación o una recesión global alterarían las proyecciones. El análisis de escenarios presentado proporciona indicaciones sobre la magnitud de dichos impactos<sup>59</sup>.

La producción crecería a una tasa media anual del 1,1 % de ahora hasta el 2032, la mitad del ritmo registrado en el decenio que finalizó en 2015. Se espera que el consumo alimentario total aumente un 1,3 % al año lo que supone un incremento en la cuota de alimentos no agrícolas en la mesa. Según investigaciones de McKinsey y del Foro de Davos, los alimentos “emergentes” podrían representar el 10% de la dieta humana en 2050.

## 7. LA COMIDA DEL FUTURO

Hablar sobre la comida en el futuro supone no solo el arte de la imaginación y el descubrimiento de indicadores de procesos que ya están presentes, pero que tienen muy escasa visibilidad. El siglo 21 se aparece como época de grandes cambios en la

<sup>59</sup> OCDE-FAO (2022) Perspectivas Agrícolas 2023-2032 <https://www.fao.org/3/cc6361es/cc6361es.pdf>

alimentación. Algunos ya están impactando de manera significativa en la vida de las personas y en la conservación del medio ambiente. Los consumidores están cada vez más preocupados por la sostenibilidad y la salud de sus dietas, lo que está impulsando la demanda de alimentos producidos de forma sostenible y nutritiva. Se pueden prever cambios apreciables en el sistema alimentario en los próximos 25 años.

El informe *Perspectivas* de OCDE y FAO, calcula que la producción agroalimentaria mundial seguirá aumentando en los próximos años, aunque a un ritmo más lento que en el decenio anterior como consecuencia de las distintas variables que la afectan como consecuencia de la disminución de áreas, de aguas para riego, o de la incorporación de prácticas agroecológicas importantes para disminuir emisiones GEI pero con poco efecto en los rendimientos y la productividad<sup>60</sup>.

El crecimiento de la producción agrícola mundial estará impulsado fundamentalmente por los continuos avances en el fitomejoramiento y una transición hacia sistemas de producción más intensivos. Mejoras en el rendimiento por biotecnologías, aportarían el 79 % del crecimiento, otras medidas relacionadas con el mantenimiento de las tierras de cultivo, el 15 %; y la intensificación mecánica el 6 %.<sup>61</sup>

Podemos especular sobre los alimentos que puedan estar en muchísimas de las mesas de los muchísimos comensales de mediados de siglo. Knorr y la Universidad de Washington nos acaban de presentar *Los 50 alimentos del futuro*<sup>62</sup>. Mc Kinsey nos habla de Alimentos naturales emergentes con beneficios nutricionales, sostenibilidad o sabor, como algas, hongos, plantas silvestres, insectos, alimentos naturales<sup>63</sup>.

Encontraremos alimentos elaborados con subproductos carnes cultivadas, alimentos de procesos controlados, alimentos procesados sintéticos, impresos 3D.<sup>64</sup> Pero el centro seguirá siendo el arroz.

### Nuevos alimentos

Existen hoy investigaciones, desarrollos e innovaciones en la producción de alimentos sintéticos. un primer paso positivo

podría ser recurrir a snacks sostenibles que sean listo para comer o beber y puede adaptarse perfectamente a la apretada agenda diaria<sup>65</sup>. Algunos ingredientes inusuales en la dieta incluyen opciones innovadoras que han comenzado a abrirse camino en el mercado global recientemente; y opciones que han sido parte de nuestra tradición culinaria durante años, pero parcialmente olvidadas debido a la canibalización de su participación de mercado por ingredientes más populares<sup>66</sup>.

Es el caso de las Algas que combinan su perfil de carbono negativo con un abastecimiento sostenible, ser buenas para la salud, gracias a sus ácidos grasos esenciales y su alto contenido de vitaminas y antioxidantes. Muchas variedades de cactus son comestibles y contienen altas cantidades de vitaminas C y E, carotenoides, fibra y aminoácidos<sup>67</sup>. Cereales poco comunes que como amaranto, fonio o trigo sarraceno no sólo le proporcionan valor nutricional, sino que también ayudará a mejorar la salud del suelo y preservar la biodiversidad. Hongos: Los hongos son una fuente de proteínas, vitaminas, minerales y fibra. Los insectos son una fuente de proteínas muy nutritiva y sostenible. Ya se comercializan en algunos países como snacks o ingredientes de alimentos procesados. En 2050, es probable que veamos más bebidas innovadoras a base de frutas y verduras, como bebidas con probióticos o bebidas que ayudan a la digestión. La harina de plátano verde puede usarse como sustituto de la harina tradicional para obtener soluciones más saludables y sin gluten o como aglutinante de etiqueta limpia en lugar de productos químicos. ABInbev convierte los subproductos de la producción de cerveza en harinas nutritivas y versátiles como pastas, galletas o pan<sup>68</sup>

### Nuevos procesos alimentarios

Alimentos procesados aquellos que han soportado cambios o han pasado por algún grado de procesamiento industrial antes de llegar a nuestra mesa para que los podamos consumir

La carne cultivada es carne de origen animal que se produce en un laboratorio. Es una alternativa más sostenible a la carne tradicional. El pescado cultivado es pescado que se produce en un ambiente controlado. Es una alternativa más sostenible a la pesca tradicional.

<sup>60</sup> OCDE-FAO (2022) Ibid.

<sup>61</sup> FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2023). Versión resumida de "El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. <https://www.fao.org/documents/card/en?details=cc6550es>

<sup>62</sup> KNORR (2023) Quién, Qué y Por Qué <https://www.knorr.com/ar/alimentos-del-futuro/por-que-importa-lo-que-comes/quien-que-y-por-que.html>

<sup>63</sup> MC KINSEY & COMPANY (2022) "La revolución de los alimentos: cómo la tecnología está transformando la industria alimentaria"

<sup>64</sup> MC KINSEY & COMPANY (2022) "Reducir la pérdida de alimentos: Lo que pueden hacer los minoristas y los fabricantes de comestibles" <https://www.mckinsey.com/featured-insights/destacados/reducir-la-perdida-de-alimentos-lo-que-pueden-hacer-los-minoristas-y-los-fabricantes-de-comestibles/es>

<sup>65</sup> THE FOOD TECH (2021) Innovación en la producción de alimentos con tecnología. <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/innovacion-en-la-produccion-de-alimentos/>

<sup>66</sup> MC KINSEY & COMPANY (202) Construir empresas alimentarias y agrícolas para un futuro verde" <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/building-food-and-agriculture-businesses-for-a-green-future?stcr>

<sup>67</sup> MUIÑOS A. (2019) Las algas, un alimento del presente y del futuro BIOECO ACTUAL Brasil, <https://www.bioecoactual.com/2019/11/06/las-algas-un-alimento-del-presente-y-del-futuro/>

<sup>68</sup> AROZARENA, I (2023) Alimentos sin desperdicio. Jornadas sobre valorización de residuos y subproductos agroalimentarios. Dpto. de Agronomía, Biotecnología y Alimentación de la Universidad Pública de Navarra (UPNA). <https://alimentosindesperdicio.blog/2023/11/23/jornadas-sobre-valorizacion-de-residuos-y-subproductos-agroalimentarios/>

Es posible que veamos alimentos producidos a partir de microbios, como bacterias o levaduras. También es posible que veamos alimentos producidos a partir de plantas modificadas genéticamente.

Si bien la acuicultura ha sido la principal fuente de nueva oferta de pescado en los últimos años, no ha podido seguir el ritmo de la demanda. Los llamados mariscos alternativos (sustitutos de pescados y mariscos populares como el atún, el salmón y los camarones) brindan una forma de ayudar a escalar los mariscos y proporcionar proteínas de alta calidad<sup>69</sup>

Carne vegetal, un mercado que crece: el debate entre sabor y ecología. La Generación Z está dispuesta a mantener una dieta a base de vegetales en un 100%. Además, alimenticias demostraron que la carne vegetal tiene más proteína que la carne animal. 200 gramos de carne con base vegetal tienen mayor porcentaje de proteína que 200 gramos de carne roja.

Según un informe de *The Food Tech*, más personas se encuentran dispuestas a comer carne vegetal si es que su sabor y textura son similares a la de la carne animal, por lo que las empresas se encuentran inclinadas a fabricar por ejemplo hamburguesas con texturas originales, pero con ingredientes vegetales.

Los alimentos editados genéticamente no están sujetos a las mismas normas que los OGM, siempre que sus cambios genéticos hubieran podido producirse mediante la cría tradicional, como una simple supresión de genes o el intercambio de algunas letras de ADN. En consecuencia, los alimentos editados genéticamente no tienen que etiquetarse como tales. Por el contrario, los OGM deben etiquetarse como "bioingeniería" o "derivados de la bioingeniería" según los nuevos requisitos federales, que entraron en vigor a principios de 2022<sup>70</sup>.

Alimentos sintéticos, como carnes<sup>71</sup>, pescado, snacks son productos que imitan a los naturales en apariencia, sabor y esencia, y se producen a través de métodos alternativos que no requieren del uso de animales. Los snacks sintéticos se producen a partir de ingredientes artificiales. Son una opción conveniente y asequible para las personas que buscan un refrigerio rápido, como snacks con probióticos o snacks que ayudan a la digestión.

Cada vez más personas cambian su dieta y dejan de consumir carne para reemplazarla por alimentación a base de vegetales.

Las fuentes que se encuentra estudiando el mercado de la carne de origen vegetal señalaron que se encuentra segmentado según: la fuente, el tipo de producto, el tipo, el proceso, el usuario final y el canal de distribución.

Alimentos impresos 3D ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos años. Ya se venden alimentos impresos en 3D y cada vez hay más impresoras 3D diseñadas específicamente para imprimir alimentos. Desde la carne hasta los postres, las iniciativas que combinan las tecnologías 3D y los alimentos son cada vez más comunes, ya que no sólo permiten formas más complejas y originales y recetas innovadoras Dovetailed Design Studio desarrolla una impresora 3D capaz de producir fruta por esferificación.

La empresa italiana Barilla, especializada en pasta, desarrolló desde 2016 la primera impresora 3D para pasta fresca en colaboración con la empresa holandesa TNO. No sólo les ha permitido ofrecer platos de buena calidad relacionados con la pasta, sino que también puede utilizarse para crear formas únicas.<sup>72</sup>

El consumo de carnes y comidas procesadas está disminuyendo en todo el mundo, ya que las personas están optando por dietas más saludables y sostenibles. En un estudio reciente, se predijo que el arroz con verduras sería una comida común en 2050. El arroz es un alimento básico nutritivo y sostenible, y las legumbres especialmente leguminosas, aportan minerales, proteínas y fibra<sup>73</sup>.



## Final

El futuro es incierto. Sin embargo, es importante identificar medidas para abordar los retos actuales y aprovechar las tendencias positivas. Inversiones en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones agrícolas. Repensar la intervención pública hacia la formación de capacidades

<sup>69</sup> BRENNAN T., GJENDEMSJØ A. Y SILVER C. (2023) La próxima ola: soluciones alternativas a los productos del mar. MC KINSEY <https://www.ahvia.es/la-proxima-ola-soluciones-alternativas-a-los-productos-del-mar/>

<sup>70</sup> PONTONIERE P. (2023) Los alimentos editados genéticamente con tecnología CRISPR están comenzando a llegar a las tiendas. ¿En qué se diferencian de los OGM? MEDIUM DAILY DIGEST

<sup>71</sup> MC KINSEY & COMPANY (2023) "Que es carne cultivada" [https://www.ahvia.es/que-es-la-carne-](https://www.ahvia.es/que-es-la-carne-cultivada/#:~:text=Mc%20Kinsey%20%26%20Company,La%20carne%20cultivada)

[cultivada/#:~:text=Mc%20Kinsey%20%26%20Company,La%20carne%20cultivada](https://www.ahvia.es/que-es-la-carne-cultivada/#:~:text=Mc%20Kinsey%20%26%20Company,La%20carne%20cultivada)

<sup>72</sup> 3DNATIVE (2016) Barilla crea una impresora 3D para pasta. <https://www.3dnatives.com/es/barilla-impresora-3d-pasta-11052016/>

<sup>73</sup> STALMAN ANDY (2020) ¿El Futuro de los alimentos y la alimentación son sostenibles? <https://andystalman.com/futuro-de-alimentos-y-alimentacion/>



humanas y la concienciación, pero sobre todo en la construcción de un mundo más próspero, con fundamentos en la ciudadanía y las libertades humanas.

Algunas de las oportunidades que plantean estos cambios son la mejora de la nutrición mediante el desarrollo de nuevas tecnologías y productos alimenticios y por otra parte el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas agrícolas sostenibles está dando lugar a nuevas oportunidades para reducir el impacto ambiental de la agricultura. Los cambios en la alimentación y la agricultura están dando lugar a nuevas oportunidades para la innovación, ya que se desarrollan nuevos productos, servicios y modelos de negocio.

La alimentación del futuro es emocionante. Con el desarrollo de nuevas tecnologías, es posible que tengamos acceso a una variedad de alimentos más nutritivos, sostenibles y asequibles. Tal vez lo más probable es cómo se combinan la ciencia agroalimentaria y la inteligencia artificial para dar forma a la comida del futuro.

Recordemos a Machado, andaluz universal, en su enfoque en el presente cuando dijo ***“Hoy es siempre todavía, toda la vida es ahora. Y ahora, ahora es el momento de cumplir las promesas que nos hicimos. Porque ayer no lo hicimos, porque mañana es tarde. Ahora”***.

¡Señores!



## PALABRAS DE BIENVENIDA A LOS NUEVOS ACADÉMICOS

José OCHOA ITURBE

Sr. Don Antonio Colino Martínez  
Presidente de la Real Academia de Ingeniería de España y  
demás miembros de su directiva  
Sres. Académicos de la Real Academia de Ingeniería de  
España  
Estimados colegas de la Academia Nacional de la Ingeniería  
y el Hábitat de Venezuela  
Dres. Colino y Ecarri y sus distinguidas familias  
Distinguidas personalidades que hoy nos acompañan,  
Sras. y Sres.

Debo comenzar mis palabras con un agradecimiento a la Real Academia de Ingeniería por, no solo recibir a nuestros miembros en su hermosa sede, sino por el uso de sus equipos y redes sociales.

La fundación de vuestra academia precede a la nuestra en solo unos pocos años, lo que parece demostrar que compartimos esa primera inquietud fundacional de consolidar y reunir a excelentes y meritorios profesionales para, en estrecha unión, ayudar al desarrollo de la profesión en los respectivos países. Compartimos ahora, ambas instituciones, el mismo rumbo de fortalecer las ciencias de la ingeniería, mediante el intercambio de conocimientos, prácticas y experiencias en nuestras distintas áreas de acción.

No hay duda de que ésta feliz relación entre nuestras academias es inicialmente motivada y producto de una diáspora de algunos de nuestros académicos, que por diversos motivos buscaron en España nuevos derroteros, pero sin olvidar a nuestro país y a nuestra Academia. Ellos han hecho posible esta fructífera relación que ya lleva formalmente dos años, aun cuando la relación y contactos de nuestros ingenieros son muy anteriores a la fecha de nuestro convenio.

La ingeniería española se encuentra en nuestras raíces desde la temprana población de las Américas. La construcción de nuestras primeras ciudades, fortalezas, puertos etc. siguieron los criterios y diseños usuales de la época, por ello muchas ciudades de Hispanoamérica guardan similitudes en cuanto a su plaza central, la ubicación de las viviendas siguiendo un patrón geométrico común y de acuerdo con la importancia de la edificación. Como muestra, nuestra sede en Caracas, ya señalada por el Dr. Colino en su discurso.

El comercio que cruzó los mares fue un intercambio de bienes, de productos agrícolas nuevos, desconocidos en ambos lados del atlántico creando variaciones en las gastronomías típicas, de distintas formas de ver la relación con la naturaleza y el clima que llevo a la frase de “tierra de gracia”.

Como bien lo dijo nuestro expresidente Eduardo Buroz en ocasión de la firma hace dos años del convenio entre nuestras



academias, la educación no estuvo lejos de la intención de los primeros pobladores ibéricos de crear personas con preparación académica y así:

“comenzaron las primeras escuelas de ingeniería, no sin que rectores y profesores de la Real y Pontificia Universidad de Caracas efectuasen múltiples diligencias para instaurar la enseñanza civil de la ingeniería. Los ingenieros militares fueron más allá de sus mandatos e iniciaron un importante conjunto de obras civiles como acueductos, puentes, canalizaciones, mejoras en viviendas y edificaciones” (Buroz, 2021).

El siglo XX nos acercó aún más, con gran intercambio entre nuestras universidades, firmas de convenios, asistencia de profesores a congresos, maestrías y doctorados, con una consecuencia natural que es este fructífero intercambio, y la unión de nuestras Academias.

Por ello la incorporación hoy a nuestra Academia de uno de los varios profesionales y académicos que han hecho esto posible, como es el Dr. Carmelo Ecarri Henríquez, representa, además de sus excelentes méritos profesionales, un acto de justicia a su labor incansable y desinteresada por la unión de nuestras instituciones. Igualmente, la gentil y generosa recepción por parte de los Académicos de la Real Academia de España de nuestros coterráneos, enaltece la incorporación de don Antonio Colino Martínez, quien no solo por sus indudables méritos académicos merece nuestro reconocimiento como miembro honorario de nuestra Academia, sino también por su firme apoyo a todo el proceso de unión de nuestras instituciones.

Nuestra Academia se viste hoy de lujo con estos dos nuevos miembros honorarios, cuya incorporación resalta, no solo el compromiso de beneficio mutuo entre nuestras Academias, sino también de mayor ilustración para toda la ingeniería hispanoamericana.

Quisiera terminar mis breves palabras con una esperanza: En mí ya lejana época de estudiante de ingeniería se definía el hormigón como la feliz unión entre el cemento, el agua y la arena. ¡Quiera Dios que nuestra unión sea de igual manera una feliz unión que, al igual que el hormigón, sea sólida y perdurable!!

¡Bienvenidos a nuestra Academia Dres. Ecarri y Colino ¡

Muchas gracias



## INCORPORACIÓN DE LOS INGENIEROS RAFAEL ISIDRO QUEVEDO CAMACHO Y JOAQUÍN BENÍTEZ MAAL COMO INDIVIDUOS DE NÚMERO ANIH<sup>1</sup>

23 de enero de 2024

### DISCURSO DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

Rafael Isidro QUEVEDO CAMACHO

Señor Presidente, distinguidos miembros del Comité Directivo, Individuos de Número, Miembros Correspondientes, Miembros Honorarios y asesores de las Comisiones Técnicas de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

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.

Distinguidos presidente y demás miembros de la Real Academia de Ingeniería del Reino de España

Señores invitados especiales, familiares y amigos

Señoras y Señores,



Tengo el honor de venir nuevamente a este histórico Palacio, en donde existió el Convento de San Francisco, y en la etapa republicana, fue sede de la Dirección General de Instrucción, de la Universidad de Caracas, hoy Universidad Central de

Venezuela y asiento del Palacio de las Academias desde 1952. Declarado monumento nacional en 1965. Siento la emoción de pronunciar estas palabras desde el púlpito de su Paraninfo, que fue puesto en servicio desde 1876, por iniciativa del Presidente Guzmán Blanco y la creatividad del arquitecto Juan Hurtado Manrique.

El 22 de septiembre del 2016 tuve la ocasión de presentar desde aquí, mi discurso de incorporación como Miembro Correspondiente Nacional por el Estado Barinas, en cuya categoría he trabajado por la Academia cerca de ocho años de intensas actividades, asistido a las sesiones solemnes que se han realizado, a las reuniones ampliadas de la Junta de Individuos de Número, sus jornadas de reflexión y participado en el trabajo de las comisiones temáticas de Agricultura, de Educación Superior y en la Presidencia de la Comisión Editora, que se ocupa de realizar, mediante el Boletín ANIH y los libros que los académicos publican, una de sus funciones emblemáticas, la gestión del conocimiento en el campo de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo.

#### Honor a mi antecesor, Académico Mario Paparoni Micale

Hoy regreso para ocupar el Sillón XXXI a fin de cubrir el cargo vacante que dejó mi distinguido predecesor Mario Paparoni Micale, un merideño de Santa Cruz de Mora, en pleno corazón de Los Andes, ingeniero civil, graduado en la Universidad Central de Venezuela el año 1965, quien perfeccionó sus estudios con maestría y doctorado en el cálculo de estructuras, el concreto armado y el diseño y construcción de altos edificios.

El Doctor Paparoni Micale fue profesor de la Facultad de Ingeniería de la mencionada universidad, donde se desempeñó como jefe y director de la División de Estructuras del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales, y profesor de posgrado en prediseño de Edificios en la Universidad Simón Bolívar, así como profesor de Proyectos Estructurales de Concreto Armado de la Universidad Metropolitana, llegando a ejercer el cargo de Decano de la Facultad de Ingeniería.

El Académico Mario Paparoni Micale se destacó en su larga trayectoria profesional como servidor público, tanto en la Gobernación del Estado Carabobo, como en el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, en el Instituto Nacional de la Vivienda, entonces INAVI, fue ingeniero residente en la construcción del Helicoide, en el cálculo estructural de las

<sup>1</sup> La Sesión Solemne puede verse en el canal de YouTube en el siguiente link: <https://youtu.be/kXjF2VZrcIQ>

Torres de Parque Central, que en su época constituyeron los edificios más elevados y avanzados, en técnica constructiva y equipamiento, de América Latina, en el cálculo estructural de la Catedral de Ciudad Guayana y de muchos otros edificios residenciales, así como asesor de construcción de empresas como VENALUM, ALCASA, BAUXIVEN, PEQUIVEN y Consultor de TECNOCONSULT.

El Académico Paparoni Micale dejó un importante legado para las nuevas generaciones de ingenieros, no solo en las obras desarrolladas, sino también en numerosos libros referentes al análisis experimental de estructuras, dimensionamiento de Edificios Altos de Concreto Armado y diversos artículos arbitrados en revistas profesionales nacionales e internacionales. Igualmente tuvo una importante participación gremial en quince comisiones ad-hoc del Colegio de Ingenieros de Venezuela y como secretario de la Comisión de Investigaciones en Obras Civiles y Urbanismo del CONICIT. ¡Honor al Académico Mario Paparoni Micale!

### **En el vigésimo quinto aniversario de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat**

Es satisfactorio asistir a este acto presencial, después de la larga pandemia que nos afectó y cambió muchos paradigmas en el funcionamiento de las instituciones. Aquí estamos con el acompañamiento de los distinguidos académicos, de familiares que están en nuestros más caros afectos, de mi esposa, algunos de mis hijos y nietos, hermanos y sobrinos, y familiares afines, que constituyen el círculo íntimo de nuestras vidas y de amigos con quienes he compartido muchos años de inquietudes, de alegrías, de trabajo y de luchas por la civilidad de nuestro país y la gestión del conocimiento, a quienes agradezco su presencia y solidaridad.

También me acompaña un colega, el Doctor Joaquín Benítez Maal y su círculo más cercano, que junto conmigo se incorpora hoy como Individuo de Número, en un proceso de sucesión que renueva con su talento, la participación de sus miembros, para que la Academia continúe su permanente actividad en la búsqueda de sus objetivos, que como lo establece la Ley de su creación, no son otros que los de *“promover, estudiar, programar y difundir trabajos de investigación y proyectos de las ciencias de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo: cooperar en la elaboración de las directrices generales y estratégicas públicas, específicas del área de nuestra competencia; colaborar en la elaboración de los planes docentes y de investigación de la educación superior, relacionadas con nuestro campo, prestar cooperación en las iniciativas públicas y privadas en nuestros temas, tomar iniciativas y hacer saber nuestra opinión razonada en materia de elaboración de proyectos de leyes y en todo asunto de interés público que directa o indirectamente concierna a las ciencias correspondientes ( a la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo); compilar, clasificar, y publicar trabajos relacionados, formar una biblioteca de obras sobre los temas que le conciernen y realizar y fomentar todas aquellas actividades consonas con su naturaleza y fin”*.

Es importante destacar que, al cumplir el vigésimo quinto aniversario de su creación, la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, presenta un legado de muy significativas

realizaciones. En sus veinticinco años se ha consolidado la organización de sus miembros y la realización de sus actividades en una vinculación coherente y estable, que le ha permitido incorporar el talento humano de más elevado nivel y experiencia en el campo de la ingeniería, que ha enriquecido su quehacer.

La institución, por encima de la crisis pandémica, se ha fortalecido, constituyendo una comunidad cuyos miembros, entre los treinta y cinco individuos de número, quince correspondientes nacionales y cuatro extranjeros y treinta miembros honorarios, que junto con los distinguidos comisionados, agrupados en 17 equipos temáticos, ha oscilado en cerca de 300 participantes. Solo el año antepasado, se han realizado más de 250 reuniones de trabajo, en las diecisiete comisiones temáticas, que interactúan con un promedio de doce participantes, se han discutido más de 150 temas, se han elaborado más de 60 documentos, se realizaron más de cien conferencias, sobre los 30 foros y algunos congresos emblemáticos en temas de la ingeniería y se han emitido pronunciamientos y acuerdos sobre los grandes problemas nacionales, al igual que en el año recién culminado, cuya intensidad ha estado marcada por el interés en ofrecer al país sus aportes, como centro de encuentro de la inteligencia.

La Comisión Editora se ha encargado de publicar en su revista científica técnica, el Boletín ANIH, en su edición trimestral que ya va por los sesenta y un números en su formato digital, más de ciento cincuenta artículos arbitrados, notas técnicas, el compendio de los trabajos de incorporación, reseñas históricas sobre vidas destacadas de nuestra profesión, reseñas de libros, pronunciamientos, los discursos de incorporación y sus respuestas, que constituyen un acervo sobre el pensamiento de nuestros académicos; y otros documentos en ediciones que están reconocidas tanto por *el Índice de Revistas Venezolanas de Ciencia y Tecnología, REVENCIT*; como por el *Sistema de Información Regional en Línea para Revistas Científicas de América y el Caribe, España y Portugal, LATINDEX*, cuyos elevados estándares de exigencia en calidad editorial han certificado el nivel de nuestro Boletín, al cual se suman más de medio centenar de libros publicados bajo la editorial de la ANIH sobre los más diversos temas de las distintas ramas de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo, que junto con los trabajos de incorporación, constituyen un aporte bibliográfico que puede consultarse en línea con acceso universal.

Esas cuatro decenas de libros sobre temas de ingeniería y la arquitectura, publicados por sus académicos y cerca de otra decena conjuntamente con otras academias, en la serie inter académica y en conjunto con universidades, marcan un aporte significativo a la gestión del conocimiento, a lo cual cabe agregar otra cincuentena de libros presentados a los concursos a los mejores libros tanto de texto docente como del ejercicio de la ingeniería en los premios anuales *Juan Manuel Cagigal, Melchor Centeno Vallenilla y Vicente Marcano*, que al honrar a estos ilustres colegas, paradigmas en nuestra historia fundacional, ha permitido vincular a muchos profesionales y ofrecer a los colegas una tribuna calificada para someter al escrutinio su obra profesional y dar divulgación a sus escritos.

Esta relación, por ser cuantitativa, no permite por sí sola visualizar la riqueza conceptual de las actividades que a lo largo de un año se realizan. Pueden comprenderse mejor, solo con citar las conferencias, presentaciones y talleres realizados en el último año, que por ser tan extensa, los invito a revisar nuestro Boletines y el portal de Internet<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Coloco aquí, para no abrumar a los oyentes, la relación con los títulos de los eventos realizados durante el año 2023, los cuales dan una idea del alcance conceptual de estos actos de la ANIH. :

*“Cambio de paradigmas en la ruralidad”*. “Evaluación de impactos eco hidrológicos del cambio climático en una cuenca de la región central de Venezuela”. “La creación de mundos: el horizonte de posibilidades para la solución de los males globales”. “Vulnerabilidad y riesgos en las edificaciones hospitalarias”. “Formación y consolidación de viveros ecosistémicos”. “Viveros y producción agrícola sostenible en el ámbito urbano”. “Alejandro de Humboldt, el científico integral de los siglos XVIII y XIX”. “VOLITION: emprendiendo compañías de innovación desde la casa”.

“La inteligencia artificial en nuestra sociedad, presente y posibles futuros”. “Preliminares para la digitalización de procesos de negocios”. “Aportes a la reducción de riesgos hidrológicos en el contexto iberoamericano”. “Competencias medioambientales del municipio y otras administraciones locales de España”. “China en perspectiva, experiencia de los arquitectos Rosa Cervera y Antonio Ochoa”. “Aproximación a la Inteligencia Artificial”. “La conservación y reparación del patrimonio”. “Plan de desarrollo local con objetivos 2030”. “Resultados de la COP 27 sobre cambio climático y de la COP 15 sobre biodiversidad”. “Sistema VETIVER, una opción a considerar en la construcción de los objetivos de desarrollo sostenible 2030 de la ONU”. “Experiencias del Sistema de Biofiltro Vetiver en el control de contaminantes del suelo y agua en áreas industriales en Venezuela de 2001 a 2022”.

“Aplicación de los conceptos de la Sociedad de Alto desempeño”. “Impacto de la inteligencia artificial en la Educación”. “Situación actual y perspectivas futuras de las facultades de Ingeniería y Arquitectura”. “Las características de la Red Inter Agencial de Educación en Situaciones de Emergencia (INEE)”. “Reactivación de la vía ferroviaria Barquisimeto – El Palito”. “Retos de la Ingeniería Estructural en las construcciones de asentamientos informales en Venezuela, un país en profunda crisis”. “Propuesta urbana Centro Residencial y Profesional Parque del Este”. “Planes integrales de movilidad urbana sostenible”. “El camino hacia la inteligencia artificial general”. “Industria 4.0, beneficios esperados y las barreras para alcanzarlos”. “Caso de éxito: proyecto de migración de tecnología basado en lógica cableada hacia lógica programable en el sector de manufactura”. “Evolución del transistor hacia la nanoelectrónica”; “Pensamiento computacional”. “Impacto de la conexión 5G sobre el desarrollo de las agendas digitales en Venezuela y el resto de Hispanoamérica”. “Mega tendencias que marcarán el urbanismo y las ciudades”. “Tendencia energética”.

“Importancia de los viveros en la planificación del paisaje”; “Colecta y producción de plantas tropicales”. “Planificación y gestión de viveros ecosistémicos”. “Los satélites artificiales y su contribución al desarrollo de la Geomática”. “Creación del Centro Venezolano para la Promoción de la Innovación en Ingeniería y Hábitat”. “Estadística y la tasación inmobiliaria”. “La experticia: función asociada al éxito de la construcción”. “Grupos de acción local en el desarrollo rural y el despoblamiento en España”. “Recuento del Desarrollo de la Bibliografía Edafológica Venezolana”.

“Inteligencia Artificial y resiliencia, construyendo un futuro sostenible”. “Impacto de la conexión 5G sobre el desarrollo de agendas digitales en Venezuela y resto de Hispanoamérica” “Sector de telecomunicaciones en Venezuela”. “Técnicas de neuro aprendizaje basadas en la inteligencia artificial”. “Mega tendencias en infraestructura de transporte y movilidad”. Y las declaraciones: “Declaración de la ANIH en relación a la reducción de la vulnerabilidad e infraurbanización de los barrios autoproductos”; “Nueva declaración de la ANIH referente al puente General Rafael Urdaneta sobre el lago de Maracaibo”

Y no menos importante es el significado que tiene el accionar de sus miembros, ejemplificado con uno de nuestros académicos, el Dr. José Luis López quien ha recibido a lo largo de un año, los premios Juan Manuel Cagigal y Vicente Marcano a los mejores libros en su categoría y el Premio Nacional de Ciencia y Tecnología, que llena de orgullo a nuestra Corporación

*“38 años de cambios (1985-2022) en la cobertura de vegetación y uso del suelo en Venezuela”* “Importancia de las Ciencias Básicas y Sociales en Ingeniería”. “Riesgo sísmico en Caracas y acciones para su reducción”. “Posibilidades y tecnologías para la mitigación y adaptación de las infraestructuras a los efectos del cambio climático” “Infraestructura urbana y calidad de vida de las ciudades de Venezuela”. “Informe consolidado correspondiente primera etapa en la elaboración del programa Venezuela Visión 2050 de la ANIH”. “Publicación semanal del boletín “Novedades”, “Fenómenos de El Niño y La Niña en Guatemala basados en la inteligencia artificial”; 1 mesa técnica “Ganadería regenerativa” en conjunto con UCV, LUZ y UCLA”. “La Geomática y la sostenibilidad del uso del agua, recurso útil para la sociedad y el sano funcionamiento de los ecosistemas” . “Propuesta de lineamientos de ordenamiento urbano de la ciudad venezolana a partir de la gestión del espacio público”. “Drones, presente y futuro en la Infraestructura”. “Las tendencias alimentarias y los retos de la agricultura en el siglo XXI”. “Rol del ecodiseño y su interacción con la industria de construcción de edificaciones”; 1 coloquio “La ciudad y el agua”.

“Reflexión sobre nuevas carreras en Ingeniería”. “Lineamientos para el ordenamiento de la ciudad venezolana a partir de espacios públicos en red”. “Las tendencias alimentarias y los retos de la agricultura en el siglo XXI” y “Rol del ecodiseño y su interacción con la industria de construcción de edificaciones”. “La ciudad y el agua”. “Caracterización y cambios estructurales de la cadena de valor de la leche venezolana”. “Infraestructura urbana y calidad de vida de las ciudades de Venezuela”. “Infraestructura urbana y calidad de vida de las ciudades de Venezuela”. “Algunos primeros comentarios sobre el reciente terremoto de Marruecos”. “Comentarios sobre la reciente tragedia en Libia por colapso de dos presas” y “Seguridad de presas”. “¿Producen los cementos compuestos edificaciones de concreto sostenibles?” .. “Edificaciones sostenibles y eficientes”. “Uso de disipadores de energía en edificaciones sismo resistentes”. “Inteligencia artificial e inteligencia humana” y “Geomática, actualidad y expectativas: una visión desde la comisiones de España y Caracas de ANIH” .Taller sobre actividades académicas en Cataluña”. “Tecnología e innovación para procesamiento del cacao con calidad de exportación” “El Niño, oscilación del sur, impactos y perspectivas en Venezuela y en la cuenca del río Orinoco”. “Tecnología e innovación para procesamiento del cacao con calidad de exportación”. “El Niño, oscilación del sur, impactos y perspectivas en Venezuela y en la cuenca del río Orinoco”. “Tecnología e innovación para procesamiento del cacao con calidad de exportación”. “Abastecimiento de agua, Acueducto Metropolitano de Caracas” “Acto de entrega premio “Melchor Centeno Vallenilla”, edición año 2022” .

“La visión y los programas de los decanos electos de la UCV acerca del desarrollo de la educación superior en Venezuela”. “Cómo construir una no ciudad”. “Proyecto de evaluación y reforzamiento de puentes para el transporte de cargas de 286 toneladas”. “La infraestructura en la transición energética y soluciones de energía híbridas”. “Inteligencia artificial e inteligencia humana”. “Educación ambiental y crisis mundial” “Foro junto con RAI y CIGIR: Foro Iberoamericano sobre gestión de riesgos de desastres asociados a eventos hidrológicos extremos “. “Escasez de mano de obra y habilidades en el sector agroalimentario”. “La competitividad de la agricultura venezolana”. “Los sistemas silvopastoriles y su contribución al desarrollo sostenible del sector ganadero”. “Elementos para un plan forestal orientado a la mitigación del cambio climático en Venezuela”. “La arborización en lo urbano”. “Elementos para un plan forestal orientado a la mitigación del cambio climático en Venezuela”. “El gran reto: ¿Cuáles variables se miden y cómo?”. “Propuesta de programa energético para Venezuela”. “Desborde y diques del lago de Valencia, vulnerabilidad y riesgos”. “Hundimiento de la superficie y diques de la costa oriental del lago de Maracaibo, vulnerabilidad y riesgos”. “Avances del Programa Visión 2050”.

Cito estos hechos, para rendir tributo a nuestra Corporación, que a pesar de los difíciles avatares que al país le ha tocado vivir en este cuarto de siglo, la institución ha demostrado su solidez, su coherencia, su sostenibilidad, la elevada calidad de su talento humano y la continuidad de gestión y de acción. Se ha posicionado por encima de las crisis, de la reciente pandemia y de las limitaciones financieras, que no han sido obstáculo insalvable para mantener el ritmo de actividades que le permiten estar presente en la vida del país, participar en el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, publicar sus mensajes orientadores a tono con los objetivos y mandatos que le señala la Ley de su creación y mantener el hilo de la continuidad administrativa e institucional cuya presencia ya constituye un hito en la vida científica y tecnológica del país.

### **La Academia y las relaciones internacionales**

El accionar de nuestra Academia también se ha extendido a las relaciones internacionales. La terrible diáspora que ha sufrido nuestro país, y que ha obligado a más de siete, cerca de ocho millones de venezolanos a migrar a casi todos los países en todos los continentes de la tierra, ha conllevado la salida de millones de profesionales universitarios, tal como lo citan los académicos Marianela Lafuente, Carlos Genatios, José Manuel Martínez y otros en sus libros sobre el tema y donde la migración de ingenieros y arquitectos alcanza cientos de miles. Todo ello nos ha hecho mirar tal amenaza para el desarrollo nacional, como una oportunidad para establecer núcleos de pensamiento en el exterior, como la creación de la Comisión de España, alrededor de la cual se han agrupado académicos y profesionales de gran estima y valor intelectual, para adelantar iniciativas que han conllevado la firma de un Convenio de Cooperación con la Real Academia de Ingeniería del Reino de España, que está rindiendo excelentes frutos como un puente entre nuestro país y Europa. Del mismo modo, gracias a las redes digitales se han incorporado académicos que, por razón de las circunstancias mencionadas, se han establecido en otros países y continúan su accionar por medios virtuales desde otras regiones y continentes.

El Convenio con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA ha establecido un marco de trabajo con uno de los organismos de mayor historia y tradición en la cooperación técnica en el campo de la agricultura y la vida rural, con lo cual se han abierto perspectivas para un intercambio que seguramente fortalecerá el accionar de ambas instituciones en nuestro país, especialmente en aquellos campos asociados con la ingeniería y el hábitat, tales como la ingeniería agronómica, agrícola, forestal, agroalimentaria, del ambiente, agroindustrial, de desarrollo rural, zootécnica, y tantas otras especialidades asociadas con las líneas prioritarias del IICA relacionadas con los campos de la Bio Socio Economía, el Desarrollo Territorial, la Vida Rural, la Integración Regional, el Cambio Climático, los Recursos Naturales Renovables, la Gestión de Riesgos Productivos, la Inocuidad de los Alimentos, la Documentación e Información, y otras áreas en las cuales la experticia de este organismo internacional va acompañada de un banco de talentos humanos y de un acervo de conocimientos que enriquecen el intercambio entre ambas instituciones.

Este acercamiento, seguramente permitirá tratar con mayor profundidad una visión del crecimiento sostenido de la economía territorial de los espacios rurales, desde aquellos asuntos locales hasta los regionales y nacionales, donde aspectos como los factores que determinan la demanda, la inversión, la capacidad de consumo de la población, los mercados de productos e insumos, la integración y articulación de los procesos y de las cadenas agro productivas, agroindustriales, comerciales, financieras, sociales y de valor, los servicios requeridos para una vida atractiva en el campo, tales como la salud, la educación, la vialidad, el suministro de agua potable, las comunicaciones, el transporte, las redes virtuales asociadas a la internet, el uso de equipos tecnológicos de apoyo, la educación, la capacitación para el emprendimiento, el entretenimiento y la recreación, y desde luego, la equidad social, la justicia, la seguridad física y jurídica, así como un ambiente pleno de libertad, determinen la dinámica de crecimiento y desarrollo; en un contexto donde se facilita la cooperación entre todos los actores, las responsabilidades a todos los niveles, y los procesos de diálogo, de negociación y participación de todos, donde se realice una coordinación eficaz de las políticas tanto sectoriales como territoriales, desde el nivel local, regional y nacional, para lograr una verdadera integración rural urbana y nacional con lo internacional y global.

En esta misma línea de cooperación se ubica la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, la FAO, cuya oficina regional para América Latina y el Caribe se ubica en Santiago de Chile, y dispone de oficinas nacionales en los países, incluida Venezuela. Carreras vinculadas con la agricultura y el desarrollo rural como Ingeniería de Alimentos, Agroindustrial, forestal, del Ambiente y los Recursos Naturales, Agronomía, Ingeniería de la producción animal y vegetal, y muchas otras relacionadas con tan estratégica problemática de toda la humanidad, pueden tener un sólido respaldo en esta organización, en sus sólidas fuentes documentales, en la realización de investigaciones conjuntas y en el apoyo de sus especialistas. La Academia podría constituirse en un puente de facilitación para canalizar estos apoyos con los cuales las universidades pueden fortalecer su quehacer.

En esta perspectiva, la Academia tendrá que dirigir igualmente su mirada hacia la UNESCO, la agencia de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura, la cual tiene un Instituto especialmente dedicado a la América Latina y el Caribe y cuya sede principal, además, esta ubicada en la propia ciudad de Caracas, es el Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe, creado por la UNESCO en 1997 a partir de la transformación del Centro Regional CRESALC, que ya venía funcionando desde 1974.

Este organismo, tal como lo indican sus estatutos, tiene como objetivo la promoción del derecho a una *“Educación Superior de calidad, relevante, inclusiva y con equidad, así como producir y publicar estudios sobre la educación superior y contribuir mediante programas de formación y desarrollo de capacidades para el análisis de las*



*políticas públicas en esta materia y apoyar a los gobiernos, organizaciones, redes e instituciones para la realización de planes de reforma y mejoramiento institucional y formulación de políticas.”* El IESALC – UNESCO ha venido jugando un papel estratégico en los procesos de cooperación técnica e integración de las instituciones de educación superior, así como en la búsqueda del mejoramiento de la calidad y pertinencia de esta en los países de América Latina y el Caribe, con aportes muy significativos en el desarrollo conceptual de la educación superior, en la producción de conocimientos, en la cooperación con las instituciones para su mejoramiento. Dispone de redes de información y bases de datos que permiten dar apoyo a estudios y procesos y fomenta talleres, conferencias y encuentros entre los líderes del sector en toda la región.

La Academia podría buscar un mayor acercamiento con este Instituto y negociar un convenio de cooperación que permita a ambas instituciones establecer una sinergia en su actuación para el tratamiento de los asuntos relacionados con la problemática que enfrenta la educación superior y las universidades venezolanas, en nuestro caso, en la enseñanza e investigación en los campos de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo. De esta manera se podrían establecer lazos de cooperación entre el personal especializado del IESALC y la Comisión de Educación Superior de la ANIH y apoyarse mutuamente en determinados procesos para adelantar programas de apoyo a las facultades y escuelas de ingeniería de nuestro país, con la ventaja de que la sede principal del IESALC, con su personal especializado, se encuentra en nuestra propia capital.

Junto a estas organizaciones de cooperación internacional, viene funcionando desde hace más de un cuarto de siglo, el Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural, el FRADIEAR. Un lugar de encuentro y una red de universidades agrarias, facultades de ciencias agrícolas e instituciones de capacitación que desde la última década del pasado siglo han logrado reunir a sus líderes académicos para fomentar el intercambio de experiencias exitosas, facilitar el diálogo entre sus dirigentes, promover la integración y avanzar en los temas como el desarrollo curricular, los posgrados, la investigación en los campos de la agricultura y el desarrollo rural, la educación a distancia, los procesos de evaluación institucional y el mejoramiento de la calidad de la educación superior y en fin constituirse en una red de intercambio y gestión del conocimiento, que bien puede ser de utilidad en el efecto multiplicador de la cooperación académica.

### **Las universidades nacionales y los retos de la coyuntura presente**

Una alianza estratégica de estas instituciones podría potenciar el alcance del apoyo que hoy día requieren las universidades venezolanas. Los convenios suscritos por nuestra Academia con *la Universidad Central de Venezuela, la Universidad Católica Andrés Bello, la Universidad Metropolitana* y otras instituciones educativas van orientados en este camino estratégico y

empoderados para tratar de superar la profunda crisis que viene afectando desde principios del presente siglo al Sistema Universitario Nacional. En los pronunciamientos que nuestra Academia ha formulado sobre este delicado tema se destaca *“la larga crisis que azota al país originada en el sistema político impuesto por el régimen actual, agravada por la pandemia provocada por el COVID-19, que ha producido un profundo y peligroso deterioro en la comunidad venezolana, de su calidad de vida y de la dinámica social del país, que se refleja en la situación de las Universidades y en la literal destrucción de las instituciones y de la estructura productiva de la nación.”*

A esto se agregan *“los presupuestos insuficientes de las universidades nacionales y la inflación excesiva que ha deteriorado el salario del personal docente y administrativo y eliminado la capacidad de mantenimiento y reposición de instalaciones, sistemas y equipos necesarios para funcionar, por lo que es imprescindible reponer presupuestos que permitan subsistir. El confinamiento causado por la pandemia ha profundizado la crisis nacional y ha provocado la paralización de las actividades o modificado significativamente el accionar de las universidades que ya venían soportando la profunda crisis en la cual estaban sumidas. Esta tragedia obliga a realizar mayores y costosos esfuerzos para adaptarse a los nuevos escenarios”.*

Para superar esta dramática situación es importante tener en cuenta que el Estado y la Sociedad Venezolana deben garantizarle a los estudiantes la educación de calidad y pertinencia asociada con los intereses de los propios jóvenes en ejercicio de su libertad, para que puedan *“llegar a ser lo quieren ser”* según lo cita Maritain, de tal manera que logren sentir en el esfuerzo educativo, la búsqueda de su propio destino y la adquisición de competencias fundamentales para llegar a ser una persona relacional en su vida social y ciudadana, adquirir una formación vocacional, una preparación para el trabajo, la posibilidad de asumir los riesgos e incertidumbres de la vida moderna, en un ambiente de movilidad ocupacional y donde pueda disponer de las capacidades necesarias para realizar iniciativas innovadoras y adquirir a lo largo de sus carreras, aptitudes, destrezas, habilidades y capacidades para desempeñar determinados oficios, para adquirir certificaciones intermedias, que le permitan homologar su formación básica de una a otra institución y disponer de salidas intermedias al mercado laboral, si así lo requiere su condición personal, con las certificaciones que le faciliten su aceptación en el mundo del trabajo y donde la universidad le ofrezca la posibilidad de configurar un plan de estudios personalizado y flexible, adaptado a lo que considera sus necesidades e intereses educativos.

Es igualmente necesario que el profesor disponga de las garantías necesarias para ejercer su magisterio, no solo por el ejercicio de su libertad de cátedra, consagrado en nuestra propia constitución y en la Ley de Universidades, sino también por el respeto a su carrera docente, a su dignidad personal, a un ingreso suficiente para cubrir sus necesidades y vivir su vida familiar y social al margen de la pobreza, para poder centrar sus inquietudes en el pleno ejercicio de sus elevadas funciones educativas y dedicarle tiempo a la investigación, a la innovación, a la creatividad de sus elevadas actividades intelectuales; para que estudiantes y profesores gocen de los

derechos humanos esenciales para desempeñarse con dignidad y decoro.

En esta perspectiva, es también necesario que la universidad se enfrente a los nuevos paradigmas que el desarrollo de la ciencia y de la técnica han configurado en nuestro tiempo. La aparición de la inteligencia artificial, que no solo ha logrado avances en el uso del lenguaje y la búsqueda y organización de conocimientos, sino también de la solución de complejos problemas matemáticos y algoritmos de inteligencia regenerativa, que en muchos casos van más allá de las propias capacidades del cerebro humano; la robótica, la física cuántica, la nanotecnología, la neurociencia y el descubrimiento profundo de los secretos del cerebro humano, la revolución de las comunicaciones, de la internet y el desarrollo exponencial del conocimiento, plantean la necesidad de reenfocar los procesos educativos, los diseños curriculares, la formación en metodologías y capacidad para desarrollar el ingenio y la solución de problemas complejos, la capacidad de emprendimiento y adaptación a ambientes cambiantes y el vivir en permanente aprendizaje, así como reenfocar las actividades de investigación y la apertura de las universidades al entorno productivo, social y cultural, no solamente para imbricarse en el quehacer de la sociedad, sino también para encontrar nuevas fuentes de financiamiento y soporte para la vida universitaria y para sus actividades de investigación y extensión orientadas a dar respuestas a los retos del desarrollo. No se trata de lograr, como lo tiene la Universidad de Harvard, un fondo de reserva de 56.000 millones de dólares, pero sí de encontrar caminos y soluciones tanto en el nivel nacional como en el internacional para fortalecer sus actividades.

Un esfuerzo muy especial debe hacerse en el fortalecimiento de los posgrados, en sus niveles de diplomados, especialistas, magisteres y doctorados. Las universidades reconocidas por su nivel y calidad, como lo han sido las emblemáticas universidades autónomas venezolanas, pueden lograr la internacionalización de sus ofertas, tal como lo hacen las norteamericanas y europeas, constituyendo estos programas en fuente de ingresos en divisas, pero también en un lazo de vinculación con las universidades e instituciones de los países de origen de tales estudiantes graduados y en la base para fortalecer sus actividades docentes con la participación de los mismos en los posgrados; así como estrechar las relaciones culturales con los países no solo mediante la recepción de los estudiantes graduados sino también con profesores visitantes.

Estas iniciativas deberían ir acompañadas del fortalecimiento de la visión de redes de cooperación intra e interinstitucionales, de tal manera que se logre funcionar como un sistema interconectado entre los diversos centros de formación, investigación y desarrollo. Solo mediante la integración y la cooperación es posible abordar programas y proyectos complejos y de gran envergadura, que permitan ofrecer solución a grandes problemas nacionales, mediante la organización de los talentos humanos, las disponibilidades de equipos y recursos financieros, el compartir las bases de datos y el acceso a los centros de información y documentación que le abran el camino a un trabajo más eficiente y amplio a

nuestros investigadores. En esta línea de acción también es un reto indispensable poner en acción al Núcleo de Decanos de Ingeniería del país, que funcione como una red de cooperación interinstitucional y que permita igualmente adoptar en cada institución los avances logrados y consensuados en temas tanto relacionados con el desarrollo curricular como en la investigación, los posgrados y técnicas y metodologías pedagógicas.

Todo ello debe servir igualmente para superar la generalizada iniciativa de algunas universidades experimentales intervenidas y controladas directamente por el Ministerio de Educación, que ofrecen carreras masificadas, sin la debida rigurosidad profesional y diplomas de posgrado, en maestrías y doctorados, de manera “*expresa*”, sin ningún control de calidad, sin la rigurosidad académica de una formación profunda asociada a programas y proyectos de investigación, de innovación y de creación de nuevos conocimientos, que solo están sirviendo para una supuesta acreditación engañosa, que les sirve para acceder a cargos públicos o responsabilidades que no están en condiciones de cumplir con éxito y condenan al país al deterioro de las empresas e instituciones o programas productivas que los ponen a gestionar y expone al beneficiario de los mismos a una frustración por incompetente.

#### **La dramática situación de la educación preparatoria, primaria y secundaria**

En el panorama que vive la educación venezolana, necesario es echarle una mirada muy atenta a la educación preparatoria, primaria y secundaria del país. Según la profesora Verónica Medina, la educación venezolana en general, se enfrenta a cinco grandes retos relacionados con el estancamiento de la cobertura, el incremento del rezago escolar, el déficit de personal docente, de infraestructuras, equipamiento y dotación y el bajo nivel de aprendizaje de los alumnos.

Según los datos de la *ENCOVI, de la UCAB*, la asistencia escolar no llega al 70 %, mientras que la población en edad escolar desde el año 2014, en vez de crecer se ha reducido en cerca de dos millones de niños y jóvenes por efectos de la diáspora, la pobreza, la desnutrición y otras razones, el rezago escolar se ha disparado a cerca del 50 %; mientras que la migración y deserción de maestros y profesores ha hecho que el 55 % sean nuevos reclutas en situación de interinato, que no cuentan con el perfil profesional requerido y no han ingresado por concurso de méritos, con lo cual queda en entredicho la calidad de su nivel educativo, mientras que se estima un déficit de 4.000 planteles y el 95 % se encuentran en estado de deterioro, un 90 % han sido objeto de vandalismos, el 97 % carece de internet, y en general hay deficiencias en el suministro de electricidad, agua potable y servicios sanitarios. Y en el plano del aprendizaje se ven comprometidas las competencias básicas en lectoescritura y razonamiento matemático, debido a problemas de atención, concentración, deficiencias pedagógicas y a la inseguridad alimentaria que afecta a las familias. Tal situación no podría ser más grave. Se requiere por lo tanto enfrentar esta realidad con sentido de emergencia, de urgencia y de prioridad.

Esta tarea, que es un reto fundamental del Estado Venezolano y de la Sociedad, reclama el interés de todos los sectores. La Academia en su permanente preocupación por este tema podría también dirigir la mirada a la búsqueda de un esfuerzo sinérgico con la Organización del Convenio Andrés Bello, cuya experticia, grado de compromiso con estos niveles educativos y avances logrados en los catorce países de América Latina, el Caribe e Iberoamérica que lo suscriben, podría impulsar los apoyos a nivel internacional para fortalecer las acciones que permitan crear condiciones para superar esta crisis, que está en la base misma del desarrollo nacional, pues está demostrada la correlación positiva existente entre el nivel educativo de la población de un país y su posición en la escala de crecimiento, desarrollo y avance civilizatorio.

En general, es necesario establecer puentes de cooperación internacionales, crear programas y formular proyectos conectados a redes internacionales de investigación y desarrollo, facilitar al profesorado su vinculación con institutos y universidades de otros países con los cuales fortalecer su accionar, ubicar en el exterior a los miles de profesores que han emigrado para establecer con ellos una red de intercambio y de cooperación que los vincule por las redes virtuales a sus anteriores actividades y puedan participar en la docencia mediante los métodos de educación a distancia.

Del mismo modo, es recomendable formular proyectos que puedan lograr financiamiento de organismos multilaterales, de instituciones y fundaciones que apoyan la educación y desde luego una relación estrecha con el sector empresarial del país, para derivar recursos que a su vez den respuesta a problemas tecnológicos del mundo productivo y sirvan de aula viva para las pasantías y entrenamiento de los estudiantes en sus prácticas profesionales.

### **La globalización y las amenazas a la civilización occidental**

Tal como lo destacan los académicos Gonzalo Morales y Manuel Torres Parra en sus trabajos, el tiempo en que vivimos está signado por la globalización y la cooperación internacional mediante múltiples organismos multilaterales, que bajo el paraguas de las Naciones Unidas, de organizaciones continentales y regionales, realizan múltiples funciones de fortalecimiento con sus países miembros en los campos de la cultura, de la economía y el desarrollo, de la política, de la defensa y seguridad y en el aseguramiento de la paz, de la justicia y el imperio del derecho internacional. Los países y sus instituciones no pueden escapar de estos escenarios o de lo contrario corren el riesgo de aislarse y con ello reducir sus potencialidades y debilitar sus expectativas de progreso. Es tiempo de buscar y fortalecer los mecanismos de integración, de aprovechar las oportunidades y beneficios que se derivan de la cooperación, los convenios internacionales y el aprovechamiento de los mecanismos de asistencia multilaterales. Venezuela y sus instituciones pueden alcanzar muchas ventajas de la apertura, de la integración, del comercio internacional y del intercambio, abriéndose a todas las alternativas y posibilidades de un mundo globalizado.

En la hora actual, necesario es llamar la atención, para afirmar y defender los valores históricos de la civilización occidental frente al nihilismo y la pérdida de fe y de convicciones que amenazan los valores y principios esenciales del humanismo. La erupción del terrorismo, de la drogadicción y con ella el narcotráfico, de la corrupción administrativa y social, la anarquía, los estados fallidos, las guerras y otros males ponen en riesgo la vida y la organización social. Nuestra civilización ha permitido construir una cultura de tolerancia, de libertad, de convivencia pacífica, de educación avanzada en igualdad de oportunidades para todos, de promoción de los derechos de la mujer, de la familia como núcleo esencial de la sociedad, de pluralismo y tolerancia religiosa, valores éticos y los estéticos en el campo de las artes, y la prevalencia de la inteligencia y de la razón en la búsqueda permanente de la paz, el bien, la verdad, la libertad y la justicia. Al mirar el futuro de la humanidad, debemos adoptar el compromiso y una actitud firme y activa en la defensa y promoción de tan caros avances civilizatorios.

### **La significación histórica del 23 de enero de 1958**

No puedo dejar esta tribuna sin destacar la semana tan especial en la cual se realiza esta Sesión Solemne, puesto que hace ya sesenta y seis años, *se produjeron cambios estratégicos en la vida de la nación con la caída de la Dictadura del General Marcos Pérez Jiménez. Con el 23 de enero de 1958 no solo cayó un régimen oprobioso, con su carga de asesinatos por razones políticas, de presos por defender la libre expresión del pensamiento, de brutalidad policial, de represión de las manifestaciones públicas, de ilegalización de los partidos políticos, inhabilitación de sus dirigentes, el exilio y el ostracismo para otros y de atraso social y educativo, en un país donde todavía el analfabetismo, las enfermedades infecto contagiosas, la falta de suficientes escuelas y liceos para ofrecer oportunidades de estudio y el funcionamiento precario de apenas cuatro universidades públicas, la censura de la prensa y de la radio y otras medidas represivas, hacían del país presa de la ignorancia, del atraso y falta de libertades y oportunidades de progreso.*

*Ese 23 de enero surgió una primavera de libertades, facilitó el surgimiento de las organizaciones sociales y políticas, junto con los partidos, también se fortalecieron los sindicatos y sus federaciones y confederaciones, las sociedades intermedias de carácter cultural, científico, económico y productivos. Así como se organizaron y florecieron los sindicatos de trabajadores, también los empresarios consolidaron sus cámaras de industrias, comercios, financieras y de valores, las comunidades sus asociaciones de vecinos, los estudiantes sus centros y federaciones, las asociaciones civiles, culturales, deportivas y organizaciones no gubernamentales y florecieron las iniciativas en todos los ordenes de la vida nacional.*

*Junto con una nueva Constitución que garantizó el estado social de derecho y de justicia, la separación e independencia de los poderes públicos, la independencia y estabilidad del poder judicial, los derechos humanos y la organización del Estado como una democracia representativa que permitió la alternabilidad en el ejercicio del poder y la inversión de la riqueza petrolera en obras y programas de desarrollo nacional, se logró avanzar en el mejoramiento de la calidad de vida del venezolano, para colocarlo a finales del siglo XX como un ciudadano de primera, con índices de desarrollo humano en el camino de un país desarrollado.*

Venezuela logró construir, tal como lo destacó el ingeniero José Curiel en uno de sus libros, una infraestructura en todos los ordenes de la vida nacional: vialidad, red interconectada de electricidad con capacidad de exportar energía a nuestros vecinos de Brasil y Colombia, red de comunicaciones, una red libre e independiente de centeneros de radios en todo el país, de televisoras sin censura ni el temor de ser cerradas o confiscadas por emitir programas con entera libertad de pensamiento; centenas de periódicos regionales y la gran prensa nacional que junto con sus revistas, podría ser comprada en los kioscos a la vuelta de la esquina, una red nacional de hospitales, de ambulatorios y dispensarios de salud, bien dotados y mantenidos.

Se crearon decenas de miles de preparatorios, escuelas, liceos y más de una centena de universidades e institutos tecnológicos, entre públicos y privados que permitieron tener un país con la tercera parte de la población nacional asistiendo a las aulas, disponer de una tasa de profesionales universitarios superior incluso por cada mil habitantes a la de países europeos y norteamericanos, erradicar las enfermedades endémicas y elevar la expectativa de vida a cerca de los ochenta años, con una tasa de crecimiento positiva y la mas baja mortalidad infantil; todo lo cual nos permitió disponer de una clase media altamente capacitada, profesional y empresarial, la población arraigada en el país, que a su vez era un polo de atracción para los migrantes de otras naciones del mundo, que encontraban en la nuestra, trabajo y un hogar con respeto y amistad.

El venezolano con su espíritu crítico logró abrir la ventana al siglo XXI con la esperanza de un futuro mejor para todos, en un país que liderizaba el desarrollo de América Latina y garantizaba uno de los mas altos ingresos por persona del mundo.

Gracias a esos cuarenta años de democracia plena y desarrollo sostenido, que nos permitió consolidar un país bien dotado, Venezuela ha podido resistir este primer cuarto de siglo XXI, de oportunidades perdidas, de la riqueza nacional malbaratada e impunemente sustraída por quienes deberían ser los administradores de los bienes que son propiedad de los venezolanos, de destrucción del aparato productivo, de la forzada diáspora que ya va por más de ocho millones de venezolanos, entre quienes se nos fueron mas de dos millones y medio de profesionales, de empresarios y emprendedores y nuestra juventud más calificada.

Hacer un inventario de las pérdidas que en todos los ordenes de la vida nacional han ocurrido en los veinticinco años que están por terminar, nos llevaría un tiempo incalculable, que muchos estudiosos lo han divulgado y sirven para demostrar los sistemas de gobierno que deben ser superados. Los venezolanos de hoy, a pesar de la pobreza, del sufrimiento y las dificultades vividas, han tenido demostraciones de coraje y valentía y han expresado públicamente sus convicciones y preferencias. Ello nos anima a renovar nuestras esperanzas en un futuro mejor, cuando hayamos recuperado la democracia plena y las condiciones de vida y convivencia que nuestra propia Constitución Nacional establece; para que nuestros hijos y nietos puedan afirmar, parodiando aquella balada de Leoncio Martínez en la cárcel de "La Rotunda":

¡Ah quien sabe si para entonces / más allá del año 2000 / Este alumbrando libertades / El Claro Sol de mi país”.

Muchas gracias.



## DISCURSO DE CONTESTACIÓN RAFAEL ISIDRO QUEVEDO CAMACHO

Eduardo BUROZ CASTILLO

Distinguidas Autoridades de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat y de las Academias Nacionales y la Academia de Mérida presentes en este acto solemne.

Ilustres Autoridades de las Universidades Nacionales que nos honran con su compañía.

Señores Académicos Individuos de Numero, Miembros Correspondientes y Miembros Honorarios de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Señores Académicos de las Academias Nacionales y de la Academia de Mérida

Dignos representantes de instituciones y gremios del sector privado que nos distinguen con su asistencia.

Señores Profesores de las universidades nacionales,

Señores Comisionados de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Apreciados colegas y condiscípulos de la Promoción Álvaro Martínez Lázaro de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Central de Venezuela.

Sra. Naly de Quevedo, hijos, nietos y demás familiares y amigos del Académico Rafael Isidro Quevedo Camacho.

Señoras y Señores.

Es un compromiso que me honra y que agradezco profundamente, haber sido designado por la Junta de Individuos de Número para disertar sobre el discurso de

incorporación académica del distinguido ingeniero Dr. Rafael Isidro Quevedo Camacho. El acto de incorporación de un académico constituye una de las sesiones solemnes de la Academia y exige una dignidad y riguroso protocolo propio de la ceremonia que significa.

Sin embargo, voy a comenzar estas palabras con un breve recorrido de la larga amistad que nos une y dando las gracias a los amigos y colegas de la Promoción Álvaro Martínez Lázaro que han hecho posible que sus miembros, hace muchísimos años dejáramos de ser discípulos, para constituirnos en amigos entrañables. Creo que todos reconocemos la labor infatigable de nuestra querida y respetada colega Alix Mercedes García, quien hoy acompaña, por transformar, mantener y fortalecer esa unión.

En efecto, Rafael Isidro Quevedo es miembro de la cohorte 1961 – 1966 que cursó estudios de ingeniería agronómica en la Universidad Central de Venezuela. Aquellos fueron años convulsos, donde ser dirigente estudiantil de alguna de las corrientes políticas, exigía una formación intelectual rigurosa para enfrentar los debates que tenían lugar en el seno de la facultad. Debates que no solo eran entre alumnos de Agronomía, sino, que, en muchas ocasiones, ocurrían en compañía de dirigentes estudiantiles ucevistas de envergadura nacional. Del mismo modo lo era no alinearse con las pasiones políticas del momento, ello demandaba amplitud y respeto a las ideas en boga, pero también alcanzar el reconocimiento de que quien mantenía esa posición lo hacía respaldado sobre una base de comportamiento académico universitario que lo respaldaba. En grupos semejantes nos correspondió el transcurrir de esos años universitarios. Como los buenos guisos que requieren tiempo y fuego lento, las posiciones estudiantiles fueron convergiendo a una comunidad de ideas y compromisos que nos han unido sin distinción alguna, en los cincuenta y siete años que distan de la fecha en que prestamos juramento en el Aula Magna. En los ceremonias que correspondieron a la solemnidad de la graduación hicimos público un compromiso que hemos honrado, respetado y recordado en las fechas aniversarias de nuestra promoción. Ambos, hemos pronunciado discursos alusivos a este compromiso, en los actos que son propios para recordar esas fechas. A Rafael Isidro, le correspondió el del cincuentenario, mientras que yo tuve la honra de pronunciar el de los veinte años.

Al graduarnos hicimos fe de reunirnos, sin aviso ni convocatoria, el sábado siguiente al día de las madres, que fue la fecha de nuestra graduación y así, sistemáticamente nos vimos, y comenzamos a intercambiar experiencias profesionales y a vincularlas con el común denominador de nuestros profesores y costumbres estudiantiles.

Como grupo nos enorgulleció la exitosa carrera que en el ámbito educativo y de investigación iba labrando Rafael Isidro. Cuando fue designado a un alto cargo gubernamental, nos congratulamos, porque sabíamos de sus capacidades y de la buena labor que iba realizar. Como anécdota, fue la única ocasión donde tuvimos interacción profesional y me

correspondió la ingrata tarea, como Asesor de la Oficina Central de Presupuesto, de tener que ajustar, de común acuerdo, el presupuesto presentado por el Ministerio de Agricultura y Cría, precisamente representado por su Viceministro Quevedo.

Desde el momento que se me entregó en la Academia, la responsabilidad de dirigir la Comisión de Agricultura, no dudé en invitar a Rafael Isidro a que me acompañase, como Vicepresidente, era la persona mas adecuada por su desempeño universitario y su experiencia de gestor público. Tal como lo relató en su discurso, su carrera y contribución a la Academia han rendido valiosísimos frutos que lo hacen merecedor de todos sus logros en la corporación.

Una vida no es posible condensarla en tan breve espacio, pero he querido transmitir a ustedes algunas vivencias resaltantes de nuestra larga amistad.

Corresponde considerar su enjundioso trabajo y su aleccionador discurso de incorporación.

Las ideas centrales que despliegan sus palabras escritas y orales son: la integración y la cooperación entre las naciones constituyen un imperativo del siglo XXI. La Academia es una institución cuyas méritos determinan su inserción en el concierto de la diplomacia científica mundial.

La diplomacia ha superado los marcos geopolíticos que constituían su esencia para concurrir, como portavoz de los países, al inmenso volumen de relaciones que ha desarrollado la población mundial, gracias a los adelantos de la tecnología.

Justamente de esto trata el trabajo de incorporación del Académico Rafael Isidro Quevedo. En él, siguiendo una secuencia cronológica, nos narra con precisión, como al término de los eventos separatistas, se fueron levantando barreras en el espacio continental hispano americano, y el largo proceso ocurrido para reestablecer dominios comunes de interacción, aprendizaje, transmisión de conocimiento, intercambio de experiencias, en el área particular de las ciencias y la tecnología agrícola y en un espacio limitado, del inmenso territorio hispanoamericano: la región andina.

Como en la mayoría de los grandes temas inherentes a nuestra historia, en su discurso se alude a la tradición común donde pese a las enormes distancias, y difíciles recorridos, la ciencia y la tecnología se iba desarrollando en los grandes centros de pensamiento de Hispanoamérica, escolástica ciertamente. No es casual que, al pulpito de oradores de este ilustre paraninfo, lo orle la sabia figura de Santo Tomas de Aquino, pero hay que destacar que la subordinación a la fe no abandonaba la razón y ni esta al juicio lógico. Además, España y por ende Hispanoamérica incorporó el pensamiento helenístico, judaico y árabe, por múltiples vías, destacando las lecciones de Averroes.

La ruptura entre la monarquía absolutista y la propuesta política liberal y republicana, nacida de la Ilustración, dio origen



a la fragmentación de la unidad institucional de Hispanoamérica, pero, como lo relata el autor, la reconstrucción de la unión, bajo múltiples modelos políticos estuvo presente desde el mismo momento del inicio de la andadura de las viejas provincias ahora como repúblicas independientes.

Su exhaustiva investigación hilvana los procesos asertivos, unos, y fallidos, otros, mediante los cuales, se intentó la integración total o parcial de las diversas naciones resultado del proceso político ocurrido en Hispanoamérica.

Fue fundamentalmente, durante la segunda mitad del siglo XX cuando se desarrolló un proceso de integración moderno entre los países establecidos a lo largo de la cordillera que articula de norte a sur al subcontinente suramericano. Los hitos sucesivos del Acuerdo de Cartagena, el Pacto Andino, el Acuerdo de Trujillo y la Comunidad Andina de Naciones, constituyen resultados tangibles de ese proceso de integración y fueron el marco bajo el cual se ensamblaron una serie de acciones que culminaron en la constitución del *Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural (FRADIEAR)*.

FRADIEAR es una organización particular del sistema global de integración que atiende a un asunto específico, pero el Académico Quevedo en su discurso hizo notar que los Académicos Gonzalo Morales y Manuel Torres Parra han advertido que *el tiempo en que vivimos está signado por la globalización y la cooperación internacional que ejercen diversas acciones, funciones de fortalecimiento, planteamiento de ideas, generación de controversias, etc. en campos tan diversos como la cultura, la economía, el desarrollo, la política, la defensa y seguridad, el aseguramiento de la paz, la justicia y el imperio del derecho internacional.*

La conjunción de la experiencia del FRADIEAR y la amplitud de la globalización determinan la propuesta de diplomacia científica subyacente en el trabajo y discurso que se comenta.

El trabajo enriquece la política de desarrollo de la Academia al abrir la puerta a la consideración de la diplomacia científica como una tarea que puede y debe asumir para evitar el riesgo de aislarse y con ello reducir sus potencialidades y debilitar sus expectativas de progreso. Progreso que es inherente al desenvolvimiento de la nación, entendida como la comunidad de venezolanos en nuestro territorio o cualquier otro lugar donde haya sido acogida.

Nos dice el Académico Quevedo *es tiempo de buscar y fortalecer los mecanismos de integración, de aprovechar las oportunidades y beneficios que se derivan de la cooperación, los convenios internacionales y el aprovechamiento de los mecanismos de asistencia multilaterales. Venezuela y sus instituciones pueden alcanzar muchas ventajas de la apertura, de la integración, del comercio internacional y del intercambio, abriéndose a todas las alternativas y posibilidades de un mundo globalizado. Aplaudimos esta lección de futuro que hemos querido resaltar.*

Con estas ideas en mente resumimos el pormenorizado relato de constitución del FRADIEAR. Con lupa de investigador el autor va evidenciando los altos y bajos del conjunto de acciones previas, bajo la influencia de organizaciones multilaterales, en particular del *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)*, según las políticas circunstanciales que bien, decidieron los países integrados en el IICA o bien, resolvieron las autoridades designadas por consenso entre los países.

Los detalles de las diversas políticas, decisiones y acciones tomadas por el IICA, a lo largo de sus ochenta años de funcionamiento, están cabalmente registrados el trabajo de incorporación académica. No le queda duda al autor que esta es la organización principal en materia de desarrollo agrícola y rural para las Américas. Es evidente que al tener que atender la gama de particularidades geográficas, sociales, económicas del conjunto de países americanos y del Caribe y, al procurar la generalización de recomendaciones y guías, quedaran muchas materias por tratar, que debían ser consideradas subregionalmente.

Tal como lo narra el Académico Quevedo el Instituto de ser en sus inicios un centro de educación e investigación en ciencias agrícolas fue cambiando su *misión, visión y objetivos, a fin de ampliar su accionar a todas las actividades de la agricultura y la vida rural, y progresivamente, una labor diplomática de apoyo a los gobiernos sobre temas relacionados con la agricultura y el medio rural.*

Ante estas circunstancias las autoridades de la institución fueron promoviendo eventos que relacionasen a los organismos universitarios de docencia e investigación en ciencias agrícolas, para irles transfiriendo, siquiera parcialmente, tareas inherentes a su misión inicial de educación e investigación.

El trabajo recoge con acuciosidad ese proceso y hace notar la importancia de las *Conferencias Internacionales de Educación Superior en Ciencias Agrícolas para la Región Andina* y describe como luego de tres Conferencias, en 1999 se alcanzó, mediante un acuerdo unánime, el consenso necesario para la creación del *Foro Regional Andino Permanente para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural de la Región Andina*. Sin embargo, del *dicho al hecho hay mucho trecho*, nos recuerda un viejísimo refrán. Las complejas jornadas posteriores a la aprobación hasta la concreción del primer Foro son consignadas en el trabajo.

Es menester hacer un alto en esta narración para testimoniar el valor histórico de esta relación de primera mano que podrán consultar, años más tarde, los estudiosos de la educación superior en la agricultura, para comprender los procesos antecedentes que dieron lugar a sus propias realidades. Es importante este paréntesis porque el trabajo de incorporación que estamos interpretando es más que la presentación de un organismo de internacionalización de la educación superior, más, que la presentación de una asamblea de expertos de alto nivel en ciencias agrícolas, que sin lugar a duda son valores característicos del estudio. Es, y ello es sustantivo, la descripción de un proceso significativo de diplomacia

científica, una de las corrientes de la diplomacia del siglo XXI que nos concierne como institución académica. **Insistimos en que esta es la gran lección que derivamos del trabajo de incorporación que nos ha correspondido comentar.**

En 2003 la Cuarta Conferencia tomó el nombre de la institución acordada, pero se mantuvo la numeración de las Conferencias y en consecuencia se denominó IV Foro Regional Andino Permanente para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural de la Región Andina.

En 2006 durante la VII Reunión Internacional del FRADIEAR, se aprobó la creación de la *Federación Andina de Asociaciones de Ciencias Agrarias y Afines, FAESCA*, y se sancionaron los estatutos para su funcionamiento. Ello permitió darle un piso jurídico a la vinculación de las *Asociaciones y Núcleos de Decanos de Ciencias Agropecuarias de los países de la Región Andina*, a través de una Federación que los agrupara, a la vez que se reconoció al FRADIEAR como el mecanismo regional para la integración y el diálogo en la educación agropecuaria y rural.

El trabajo registra con especificidad las decisiones, acuerdos, materias consideradas, temas diferidos y otros asuntos tratados, hasta la XIV Reunión Internacional del FRADIEAR y VIII Asamblea de FAESCA realizadas en 2018 en la ciudad de Cúcuta, Colombia.

A partir de la detallada relación de los resultados alcanzados en cada una de las reuniones efectuadas y mediante una aproximación heurística el trabajo concluye con una serie de recomendaciones para mejorar e incrementar la cooperación y la integración en ciencias agropecuarias en la Región Andina.

Previo a ello se destaca el éxito alcanzado al superar el aislamiento de las instituciones de educación superior en ciencias agrícolas. En efecto, señala el autor, que *con el FRADIEAR dichas organizaciones y sus miembros pudieron conocer nuevos enfoques y tendencias, cambios en la gestión del conocimiento y avances de la ciencia y de la técnica, además de adelantos y nuevos enfoques en el campo de la pedagogía, de la enseñanza y el aprendizaje. Así mismo, se pudo inducir la necesidad y conveniencia de cambios en los diseños curriculares y los procesos de investigación, extensión y proyección social, así como en los modelos de organización académica, visión y misión institucionales y cambios en el entorno.*

En opinión del autor estos buenos resultados deben ampliarse para:

- Conformar de una red internacional de intercambio permanente de información y comunicación;
- Constituirse equipos interinstitucionales, y entre los países, para realizar proyectos de investigación concertados.
- Lograr el intercambio de estudiantes y profesores y su movilidad en pasantías o cursos de posgrado.
- Lograr la experticia en el proceso de levantamiento de fondos, o *fundraising*, de modo de disminuir la cultura de dependencia de la asignación presupuestaria pública.

- Desarrollar las habilidades financieras que permitan instrumentar becas estudiantiles, años sabáticos o pasantías profesoraes, asistencia a eventos científicos de profesores, seminarios y talleres de capacitación en los temas estratégicos, publicación de libros, del boletín informativo y una página web robusta.

Para superar estas limitaciones el autor hace una prolija enumeración de acciones administrativas e institucionales que deberían ser objeto de acuerdo y concertación por las partes, advirtiendo, con cierta prevención, sobre la acendrada tradición de vida intramural de muchas universidades hispanoamericanas que tienden a conjurar las políticas de apertura e integración que deben regir la diplomacia científica moderna.

Demanda el Académico Quevedo, la superación de anacronismos intramurales, de ciencia cerrada, caracterizada por la falta de transparencia, colaboración y accesibilidad, de la divulgación en prestigiosas revistas científicas, pero de acceso complejo y costoso. Reclama una política de cooperación internacional focalizada en el fin deseado de una mejor educación para una mejor agricultura para bienestar de las naciones.

La ciencia y la tecnología abierta es uno de los valores de la Academia que nos hizo concienciar el Académico Quevedo al exponer los logros de la Academia en sus veinticinco años de existencia. Un valor del que nuestras Comisiones dan muestra día a día con sus múltiples actividades formativas y divulgativas y que se constata en el legado de nuestras publicaciones, informes y trabajos de incorporación. **Celebramos esta significativa alusión al desempeño de la Academia que se ha expresado en el discurso que acabamos de oír.**

En el proceso de estructuración del FRADIEAR, aparecen los intercambios de los decanos de las facultades de ciencias agrícolas de cada uno de los diversos países. Ese tipo de reciprocidades de orden nacional, suelen agruparse dentro de lo que se entiende como relaciones institucionales, pero que demandan de los representantes de las organizaciones convocadas habilidades diplomáticas para lograr los objetivos de intercambio y cooperación.

La Academia recibió el mandato de colaborar con las instituciones responsables de la formación de ingenieros, arquitectos y urbanistas, pero recíprocamente no hay una disposición estatutaria que establezca a esas instituciones, siquiera sea como conveniencia, que consulten o soliciten colaboración a la Academia, consecuentemente se necesita una tarea de diplomacia académica para establecer los acuerdos necesarios para fluyan los intercambios y aportes entre ambas categorías de instituciones.

La Academia lo comprendió así y se propuso alcanzar acuerdos de cooperación con los centros de formación de las carreras que acoge nuestra corporación. En la actualidad se han logrado estos convenios con cinco universidades nacionales y una internacional y se continúa el esfuerzo.

También la Academia comprendió que debía relacionarse con instituciones similares en el concierto de las naciones y promovió la integración interacadémica iberoamericana, tarea en la que sigue comprometida en compañía de la Real Academia de Ingeniería de España.

La diáspora estimuló a la Academia a desarrollar un programa que ofreciese oportunidades al éxodo de ingenieros de modo que continuase aportando sus conocimientos al país, que no fuese absorbido por las actividades en el país de acogida, que sintieran la fortaleza de la comunidad profesional y que pudiesen intercambiar conocimientos con sus pares radicados en Venezuela.

La Academia abrió un espectro suficientemente amplio de modos de instrumentar estas relaciones con la diáspora.

Un informe elaborado por los distinguidos Académicos Carlos Genatios y Marianela Lafuente planteó un modelo basado en redes y en el desarrollo de proyectos útiles a las necesidades reconocidas en Venezuela. Las redes son uno de los instrumentos considerados más útiles para el ejercicio de la diplomacia académica dado que, como lo señala Ana Elorza, los temas de interés suelen tener un propósito común que establece una dimensión muy fuerte de colaboración entre las partes interesadas. Este modelo ha generado resultados exitosos en formación de profesionales y divulgación de enfoques y análisis novedosos para atender riesgos sísmicos e hidrodinámicos.

El siguiente enfoque fue la permanente recepción de información proveniente de centros universitarios donde laborasen profesores e incluso académicos venezolanos, el flujo de información recibida ha sido consistente.

El tercer modelo fue el de una embajada científica y tecnológica en los términos de una moderna estructura de diplomacia académica. No es el caso disertar sobre diplomacia académica sino recibir la lección que nos proporciona el trabajo del Académico Quevedo para desarrollar sobre bases sólidas el abordaje empírico que asumió la Academia con iniciativas propias, utilizando el principio básico de la filosofía de la ingeniería: *frente a un problema disponámonos a encontrar una solución y si estas son varias instrumentémoslas y comparemos.*

Por suerte los estudiosos de esta nueva tarea diplomática nos permiten reconocer que los enfoques seguidos fueron apropiados y cuentan con respaldo de investigaciones previas.

La diplomacia académica es un proceso de vanguardia que está ocurriendo motivado por la intensidad de las comunicaciones globales, por las nuevas tecnologías forzadas a un desarrollo acelerado como consecuencia de la pandemia, por cada vez mayor disminución de la barrera idiomática, por las novedades que aporta cada día el desarrollo de la inteligencia artificial. La Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat es pionera en este proceso y no debe decaer en su desarrollo, sino por el contrario fortalecerlo, estudiarlo,

comprenderlo y divulgarlo. **La diáspora debe ser un acicate permanente.**

Las dinámicas de globalización unifican intereses de pobladores de muy diferentes partes del mundo, por ello es tan importante el examen periódico de las megatendencias y de las tendencias globales. Las listas son variadas pero las coincidencias en algunos temas son significativas. La Academia está pendiente del examen de estas megatendencias. Buena parte de ellas tienen importantes componentes de ingeniería y mas aún muchas requieren de diplomacia científica y tecnológica para anticipar el conocimiento necesario para hacerles frente.

Precisamente esa es la tarea del FRADIEAR en el campo de las ciencias y tecnología agrícola. Ese caso particular examinado con tanta acuciosidad sienta las bases para atender la lista de mega tendencias para 2024. A modo de ejemplo, se reseña la que propone un alto gerente de una de las más importantes empresas energéticas iberoamericanas: transición energética y sostenibilidad; inteligencia artificial y automatización; salud y bienestar tecnológico; economía circular; ciberseguridad y privacidad de datos; movilidad y transporte inteligente; interconexión económica digital; desigualdad social y económica y cambio cultural y demográfico.

La lista advierte suficientemente sobre la importancia de la diplomacia académica por desarrollar. Uno de los instrumentos que pueden desplegar las embajadas académicas son los observatorios científicos y tecnológicos que sistematicen y difundan los avances que están ocurriendo en su área de captación de conocimiento. La diplomacia académica cumple, además, la importante labor de evitar la exclusión, puesto que la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo no están apartadas de los cambios tecnológicos, políticas, corrientes de pensamiento, novedades artísticas, políticas financieras, etc.

El alocucionario discurso del Académico Quevedo destaca la singular concurrencia de que su acto de incorporación ocurra en la ocasión de alcanzar la Academia un cuarto de siglo de haber sido fundada. Ha querido aprovechar la feliz coincidencia para dedicar una palabra enaltecida y de justo tributo a nuestra corporación. **Nos conmueven sus palabras, que todos los presentes compartimos.**

Este año memorable debe ser enaltecido con actividades relevantes, con la dignidad y grandeza que merece la fecha. Tal como lo señaló en su discurso es momento de reconocer los logros alcanzados, de hacer conocer los significativos aportes hechos a la nación y las contribuciones al acervo de conocimientos en los diferentes campos de la ingeniería, la arquitectura, el urbanismo y la geografía física. Es posible que podamos exhibir esas contribuciones en el Centro de Documentación en el cual trabaja denodadamente la Comisión de Geomática y Documentación.

La Comisión de Actividades Académicas en España nos regaló una sorpresa muy grata al concluir su año de operaciones

2023 con una serie de conferencias sobre diversos géneros musicales con segmentos melódicos, ya antes un grupo de músicos del Sistema residentes en España, habían expresado nuestro agradecimiento a la Real Academia de Ingeniería por su amable hospitalidad, del mejor modo que lo expresamos los venezolanos, con la afabilidad musical. Quizás podamos honrar a nuestra Academia con un concierto de gala.

Los premios de la Academia deben otorgarse este año con la aserción de calidad que han adquirido y la solemnidad que le es inherente.

El Académico Quevedo expresó el merecido reconocimiento los académicos fundadores vivos y fallecidos, y a la contribución que han brindado al elogioso desempeño de la Academia los sucesivos ocupantes de los sillones, donde la grata presencia de colegas femeninos está ocupando el sitio que le corresponde en una profesión que se enorgullece de no haber hecho diferencias de género. Los fundadores en cumplimiento de lo estatuido en la Ley de creación, honraron mercedamente a colegas de brillantes trayectorias y esa voluntad la han mantenido sus sucesores, así cada año son incorporados con la investidura de miembros honorarios dignísimos colegas que enaltecen a la corporación con el aporte de sus méritos. El relevo académico es preocupación constante de la Academia, los miembros correspondientes lo exaltan. Los comisionados con su activo accionar mantienen el vigoroso crecer académico y constituyen el núcleo esencial de futuros académicos. Y en un esfuerzo singular las cátedras académicas nos permiten tomar contacto con los recién egresados y los cursante de pre y postgrado para darles a conocer nuestra institución y nuestra vocación de servicio para el logro de sus aspiraciones profesionales. **Hacemos honor a este elogio a los miembros de la corporación manifestado por el Académico Quevedo.**

La Academia, en los términos de diplomacia científica y tecnológica a que se refiere el Académico Quevedo en su trabajo, apenas ha iniciado su tránsito internacional y es meritorio el éxito alcanzado en el proceso de inserción en el espacio académico de las ingenierías en España, allí se está mostrando nuestra voluntad de sumarnos a la conformación de la Asociación Pan ibérica de Academias de Ingeniería.

La Academia cumple veinticinco años, pero la actuación académica de los ingenieros se remonta al creación de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. **Durante este año memorable debemos recordar a los pioneros en los avatares académicos.**

Avatares que con la humildad de la experiencia y los años debemos asumir pues la Academia para continuar su adecuación a los tiempos se dispone a arrojarse el reto de asimilar los cambios tecnológicos profundos que potencian a la ingeniería como instrumento de desarrollo de otras ciencias como las de la salud, gerencia, finanzas, comercio nacional e internacional, logística, agrotecnología, genética y numerosas áreas absolutamente novedosas, por eso el Académico Quevedo hace alusión a la misión de FRADIEAR que es una

particularidad de la misión y visión de las ingenierías y de sus cánones y principios fundamentales, por eso es necesario fortalecer la enseñanza de los fundamentos en historia de la ingeniería tal como se ha propuesto la Academia, donde en un caso, pronto culminará la revisión y reedición de un libro de un distinguido Académico que trata sobre la Introducción a la Ingeniería y en el otro, ha preparado para su puesta en valor un programa para el dictado de una cátedra de Historia de la Ingeniería.

Al hacer referencia el Académico Quevedo en su discurso al legado del 23 de enero de 1958 compromete a la Academia a asumir el reto de sustentar y fortalecer el proceso de recuperación de Venezuela, de su agricultura, de sus industrias, de sus recursos energéticos, de sus servicios públicos, de sus ciudades y pueblos, de sus comunicaciones y telecomunicaciones, en fin de su bienestar. La Academia ya está dando esa respuesta. El punto de partida es la visión prospectiva de Venezuela en algún instante en el futuro, el momento cronológico elegido fue el 2050 en él están puestas las miradas de muchos académicos y comisionados coordinados por la Comisión Venezuela mas Treinta.

Académico Quevedo, ilustre panel que engalana este acto solemne, sintetizar y responder a las lecciones del trabajo y discurso de incorporación, sutiles unas y contundentes otras, ha sido un honor que como lo señalé al inicio de estas palabras agradezco con humildad.

Su sapiencia y capacidad rectora brillaran en una comunidad unida en la voluntad de ser útil, en libertad de ideas y de convicción de aportar lo mejor de si misma para el desarrollo y bienestar de nuestro territorio y nuestra nación.

Nuestros grandes héroes civiles nos legaron compromisos ineludibles que usted nos ha demostrado como concretarlos en acciones capaces de brindarnos un futuro satisfactorio, productivo, útil y de grata convivencia.

Oigamos para concluir las voces de José María Vargas exhortando a los intelectuales coetáneos a trabajar para el provecho del país

*“Una institución como esta Sociedad (se refiere a la Sociedad Económica de Amigos del País), cuyo objeto todo es siempre el bien privado y público, procurando ya dar extensión y mejoras a la educación, ya el fomento de la agricultura, comercio y artes invita naturalmente a todos los hombres de corazón benévolo, y a cuantos conozcan su propio interés a cooperar con sus ideas y esfuerzos al bien comunal en que ningún ciudadano de probidad e industria deja de tener parte”*

y de Juan German Roscio, imaginando la mayor convivencia ciudadana con base a la libertad de los hombres.

*Dotado de razón y enriquecimiento con el precioso caudal de la libertad, el hombre ya multiplicado en su especie no se habría contentado con su estado solitario. Aunque su individual soberanía nada tuviese que temer, habría buscado siempre la compañía de sus semejantes; sus inclinaciones*

*sociales no le permitirían sin mucha dificultad abstenerse de esta junta (...)*

Justas palabras que resumen los ideales de unión, de trabajo, de uso apropiado de conocimientos, de bien común, de libertad de ideas, de intercambio productivo que nos envuelven con la manta de esperanzas hilada en los aires límpidos de los llanos y las montañas andinas, terruño venezolanismo del Académico Rafael Isidro Quevedo.

Muchas gracias.

## **PALABRA DE BIENVENIDA AL NUEVO ACADÉMICO**

José OCHOA ITURBE

Apreciado Dr. Rafael Isidro Quevedo

Hoy cumplimos, en este bello paraninfo del Palacio de las Academias, con un acto formal de la incorporación de un ilustre barinés como individuo de número de la Academia Nacional de la Ingeniería y del Hábitat. Ingeniero Agrónomo de profesión, y con una destacada y meritoria trayectoria tanto profesional como pública, como bien lo ha presentado el Académico Eduardo Buroz. De particular importancia es su actuación como docente, que lo llevo a culminar su trayectoria en esa área como rector de la UNELLEZ desde 1981 a 1985.

El Dr. Rafael Isidro Quevedo ha sido desde hace años un consecuente colaborador de esta Institución a partir de su incorporación como miembro correspondiente por el estado Barinas en el año 2016. Su actuación desde entonces como miembro y presidente de varias comisiones, así como su reciente desempeño como secretario interino del Comité Directivo, ratifican su compromiso y valioso aporte a nuestra ilustre Academia.

Por ello era de justicia el realizar este acto formal, para así públicamente realizar la juramentación efectuada el día fecha 17 de octubre del año 2023 ante la junta de Individuos de número, hecha de manera virtual, y que le daba así derecho a poder postularse a una candidatura en el nuevo comité directivo para el lapso 2024-2026. Este hecho, ya consumado, le permitirá al Dr. Quevedo dirigir los pasos de nuestra Academia como presidente por dicho periodo, y donde estaremos honrados de acompañarlo en el cargo de vicepresidente.

Al darle hoy la más cordial salutación quedo, al igual que el resto de la Academia, gratamente satisfecho por su destacada colaboración con la institución y su continuo compromiso, que estoy seguro redundara en un mayor prestigio y reconocimiento nacional para todos.

Bienvenido nuevamente Dr. Quevedo, pero esta vez como Individuo de número al sillón XXXI. Es un verdadero honor

tenerlo entre nosotros y, en pocos días, como nuestro presidente

Muchas gracias

## **DISCURSO DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA**

Joaquín BENÍTEZ MAAL

### **Introducción**

Académico José Ochoa Iturbe, presidente de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, Señores Académicos y miembros de las Comisiones Técnicas. Autoridades universitarias, colegas profesores, distinguidos invitados y colegas, estimados amigos y queridos familiares que hoy me acompañan, Señoras y Señores. Quiero comenzar este discurso, agradeciendo a esta ilustre academia la distinción que me confiere al aceptar mi incorporación como individuo de número. Es un honor que a la vez nos regocija, nos invita a seguir trabajando por la institución, con vocación de servicio, para contribuir con el logro de sus objetivos y misión.



He tratado de organizar estas palabras de la siguiente manera: comenzaré con una semblanza del académico precedente, para luego ofrecerles un breve recuento de mi trayectoria profesional y referirles algunos comentarios sobre aprendizajes derivados de mi experiencia; seguidamente, presentarles una breve descripción y recuento de mi trabajo de incorporación, y, finalmente, antes de los agradecimientos y el cierre, exponerles algunas reflexiones sobre las instituciones donde me he desempeñado profesionalmente.

### **Semblanza académico precedente**

Me corresponde el honor de asumir el Sillón XXVIII ocupado desde la fundación de la Academia por el Ingeniero Rubén Alfredo Caro, lamentablemente fallecido y a quien no



tuve la oportunidad de conocer. Como suele hacerse en estas ocasiones, voy a hacer su semblanza, para recordarlo y honrarlo. Me apoyo para ello en los documentos que reposan en los archivos de la academia y en algunos sitios de internet, así como en un amable intercambio que sostuve con el Académico Manuel Torres Parra, quien lo conoció y trato durante muchos años.

Rubén Alfredo Caro fue una persona cordial. Las distintas reseñas revisadas coinciden en destacar su buen trato y afabilidad, el Académico Torres destaca su prolífico sentido del humor, a la par que su hoja de vida da fe de su liderazgo y de su capacidad para promover consensos. El ingeniero Caro, fue querido y respetado por su gremio y por sus colegas, presidió el Colegio de Ingenieros de Venezuela en dos ocasiones y fue fundador y presidente de la Sociedad Venezolana de Ingenieros de Petróleo, siendo reconocidos sus aportes por esta última al concedérsele un reconocimiento especial a los 50 años de fundada esta sociedad.

El Académico Caro egresó como Ingeniero de Petróleo de la UCV en el año 1950 y seguidamente hizo estudios de maestría en el Pennsylvania State College, los cuales terminó en 1952. Una vez culminada su formación, el joven Rubén Alfredo Caro, comenzó a trabajar en la industria petrolera nacional, como Inspector de Campo del Ministerio de Minas e Hidrocarburos y luego en la División de Conservación de Gas, donde comenzó a ejercer cargos relacionados con el Gas, ocupando diversas posiciones en el ministerio ya mencionado, así como en el Instituto Venezolano de Petroquímica, la Corporación Venezolana de Petróleo y PDVSA. Al mismo tiempo ejerció como asesor de Bolivia, encargado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en el proceso de venta de gas natural a Brasil. Durante 40 años el ingeniero Caro, trabajó para la industria de los hidrocarburos, destacándose como referente principal en lo concerniente al gas natural de petróleo. El ingeniero Fernando Sánchez en el discurso dado en el acto de celebración del quincuagésimo aniversario de la Sociedad Venezolana de Ingenieros de Petróleo, en el 2008, señala que Rubén Alfredo Caro es el profesional venezolano con mayor proyección en el área de gas en el país.

Destaca en la trayectoria profesional de Rubén Alfredo Caro, su temprana vinculación con la docencia y la investigación. Recién egresado de postgrado, en 1954 se incorpora a la Facultad de Ingeniería, desarrollando una carrera docente, en la UCV y otras universidades nacionales por casi 40 años. Tuvo un papel destacado en la fundación y dirección de la Escuela de Petróleo de la Facultad de Ingeniería de la UCV. Participó como representante de la UCV en el Consejo Nacional de Universidades, se vinculó con el CENDES y con el Centro Nacional de Enseñanza de la Ciencia. El ingeniero Caro ha publicado reconocidos trabajos científicos relacionados con el gas, ha asistido a numerosos congresos y conferencias, y fue coautor del libro “La Industria del Gas en Venezuela” editado por esta academia en el 2009, con motivo del décimo aniversario de su fundación.

También destacó Rubén Alfredo Caro como un gremialista y académico muy activo, a sus actuaciones ya mencionadas en el Colegio de Ingenieros de Venezuela y en la Sociedad Venezolana de Ingenieros de Petróleo, agregamos la reseña de sus actuaciones en esta academia, de la cual fue miembro fundador, su vicepresidente en dos periodos, tesorero interino en tres ocasiones, presidente de la comisión de “Historia de la ingeniería” y miembro de la comisión editora durante 14 años.

Apreciamos en esta trayectoria, extensa y prolífica, lo que entendemos fue una vida profesional comprometida e integral en la que el académico Caro desarrolló con éxito las dimensiones técnicas, académicas y gremiales asociadas a su área de especialización, haciéndolo con rigor, profundidad y liderazgo, una vida profesional que discurrió además bajo el paraguas y el impulso de una industria que ha significado muchas cosas para nuestro país, y que hoy en día debe revisarse, actualizarse y adaptarse a un mundo en el cual se imponen nuevos paradigmas. Para esta revisión y dados los desafíos que imponen las amenazas del Cambio Climático y el paradigma del Desarrollo Sustentable es que hacen mucha falta profesionales con la preparación y el sentido ético de Rubén Antonio Caro.

Me siento muy honrado y comprometido al ocupar el sillón XXVIII anteriormente asignado al académico Caro, quien deja, entre otras enseñanzas, un legado profesional admirable.

### **Sobre mi trayectoria profesional**

Para hablar tanto de mi área de especialización y ofrecerles algunas reflexiones acerca de mi trabajo de incorporación académica, el cual constituye uno de los requisitos fundamentales para avanzar en el proceso de incorporación a la academia que culmina hoy, les presento a continuación una semblanza de mi carrera profesional.

Estudí Ingeniería Agronómica en la hermosa y enorme Facultad de Agronomía de la UCV en la ciudad de Maracay. Digo enorme porque cuando ingrese descubrí, no sin asombro, que la facultad no está toda contenida en un edificio, sino que la componen muchas construcciones dispersas en un amplio campus, en el que hay grandes áreas verdes, con un jardín botánico y varias hectáreas de tierras cultivables, con pastos y corrales, laboratorios y pequeñas instalaciones agroindustriales; tan amplia es que para ir de un salón a otro a veces había que caminar bastante. Guardo muy gratos recuerdos de mi vida universitaria, durante la cual, además de formarnos comenzamos a conocer el país. Mis primeros viajes al llano, al estado Portuguesa, a los Hatos Barineses, a las fincas de la cuenca del Lago de Valencia; mis primeras visitas guiadas a la selva nublada del Henri Pittier, o a los cultivos de café y frutales en zonas altas, fueron viajes a los que nos llevó la facultad y en los que nos guiaron profesores dedicados y a los que muchos aun todavía agradecemos en nuestra memoria.

Egresé en el año 1983 y de inmediato, junto con unos compañeros de promoción, fundamos una empresa de consultoría en inversiones agropecuarias. La mantuvimos

durante algunos años y, gracias a ella, tuvimos la oportunidad de comprender y experimentar de primera mano las complejidades del negocio agropecuario. En el año 1991 y luego de experimentar en agricultura, exportación de frutas y desarrollo de fincas, y después de un proceso reflexivo, tomé la decisión de iniciar estudios de postgrado en el área ambiental, área a la que me sentía vinculado por formación y debido a una afinidad especial por las ciencias naturales. Al mismo tiempo, ingresé a trabajar como consultor ambiental en Ingeniería CAURA S.A., empresa fundada y liderada, entre otros, por el ahora académico Eduardo Buroz Castillo, colega Ingeniero Agrónomo. El trabajo en esta empresa de consultoría ambiental fue muy enriquecedor y me ayudó a orientarme al área de mi especialidad: los estudios de impacto ambiental. En CAURA, en aquellos años 90, realizamos muchos estudios de impacto ambiental, muchos en Venezuela y varios en el exterior. En paralelo, hice los cursos de la maestría en Gerencia Ambiental en el IUPFAN, lo que me permitió una sinergia con el trabajo que resultó muy enriquecedora. En el año 1994 inicié mi carrera docente: en CAURA existía una división de Educación Ambiental en la que prestábamos servicios de capacitación a nuestros clientes, y mis primeras actuaciones docentes fueron allí, de la mano del mismo Eduardo Buroz y del siempre recordado Javier López Medina a quien acompañé a dictar clases de Evaluación de Impacto Ambiental en el postgrado de Geografía Física del Instituto Pedagógico de Caracas en el año 1994 y donde, eventualmente y después del retiro de Javier López, continué dictando clases y en el postgrado en Educación Ambiental. En el año 1997 se abrió el postgrado en Ingeniería Ambiental de la UCAB, organizado por los académicos José Ochoa y Eduardo Buroz, y al año siguiente, en 1998, comencé a dictar allí la misma asignatura, Evaluación de Impacto Ambiental. A partir de entonces, se inició para mí un periodo intenso de trabajo y docencia: dicté clases de Evaluación de Impacto Ambiental en la UNET, la UNELLEZ, la UNIMET y la USB, también en el CIDIAT de la ULA en Mérida, y en el INTEVEP de PDVSA, en el Colegio de Ingenieros de Venezuela, y en el otrora Ministerio de Infraestructura. En la UCAB tuve la oportunidad de dirigir varios trabajos de grado de maestría y especialización sobre Evaluación de Impacto Ambiental, tema que durante aquellos años poco se estudiaba. En el año 1998 también inicié una especialización en Desarrollo Sustentable en el FLACAM en Argentina, en una época en que el trabajo en CAURA ya implicaba salir de Venezuela. En esos años iniciamos trabajos de consultoría en la República Dominicana, donde también tuvimos oportunidad de intercambiar y realizar talleres con profesionales dominicanos y de mostrar cómo abordábamos en Venezuela los retos de la Gestión Ambiental (valga el comentario en este punto, de que en aquellos años, a diferencia de estos, Venezuela podía exhibir una institucionalidad ambiental ejemplar para el contexto latinoamericano, y las experiencias que aquí se desarrollaban podían ser útiles como ejemplo en otras naciones).

Posteriormente en el 2008, la UCAB me ofreció a tiempo parcial la coordinación del Postgrado en Ingeniería Ambiental, labor que desarrollé en conjunto con el trabajo como consultor ambiental en CAURA. En el 2010 la Academia Nacional de la

Ingeniería y el Hábitat, esta Academia, nos invitó a mí y a un grupo de profesores de otras universidades en Caracas encargados de programas de postgrado en ambiente y sustentabilidad a integrar la Comisión de Ambiente de la Academia, y desde entonces y desde allí hemos venido trabajando. Allí conocimos y compartimos, entre otros, con los Individuos de Numero, Manuel Torres, Eduardo Buroz y Griselda Ferrara y con los Académicos Correspondientes Rafael Lairet, quien además es mi tutor doctoral y Loraine Giraud, recientemente aceptada. En el 2014 acepté la invitación de la UCAB para asumir la conducción de la Dirección de Sustentabilidad Ambiental y desde entonces, y aunque mantengo mi filiación jurídica con CAURA, estoy dedicado a tiempo completo a la universidad, y de pasar de ser solo un profesor con una materia de postgrado, ahora asumo responsabilidades más integrales y cónsonas con el cargo que desempeño. En resumen, desde el 2014 mi vida académica se intensificó y en parte gracias a eso es que hoy estoy asumiendo esta distinción.

En mi faceta como consultor ambiental, tuve la oportunidad de realizar numerosos estudios de impacto ambiental, para una variedad amplia de proyectos en una diversidad importante de lugares (valga decir que trabajando pude conocer casi todo el país y varios lugares interesantes en América Latina). Siendo Venezuela un país petrolero, es justo decir que la mayoría de los proyectos con los que trabajamos en el país y realizamos evaluaciones de impacto ambiental, fueron proyectos petroleros. En CAURA, hicimos la Evaluación de Impacto Ambiental de 4 de los 5 proyectos de Asociación Estratégica de la Faja Petrolífera del Orinoco impulsados por lo que se llamó a finales de los 90 “La Apertura Petrolera”. Apartando los proyectos petroleros, que fueron más y muchos, también trabajamos, durante esos años, con Evaluación de Impacto Ambiental de otros tipos de proyectos, tales como: Presas Hidroeléctricas y de almacenamiento de aguas, Líneas de Transmisión de Electricidad, Puertos, Aeropuertos, Centros Comerciales, Minas de Carbón de Oro y de Cobre, Carreteras, Autopistas, Hoteles, Instalaciones Turísticas, Plantaciones Forestales, Plantas Industriales, Centros Comerciales, Líneas de Metro, Grandes Edificios, Cementerios, Urbanizaciones, Granjas Eólicas y Centrales Termoeléctricas, entre otros.

### **Reflexiones derivadas de mi experiencia profesional**

Este periplo de más de 20 años dedicado a la Evaluación de Impacto Ambiental, como actividad profesional, implicó, entre otras cosas, una estrecha y continua interacción con ingenieros y profesionales de un conjunto amplio de especialidades, así como conllevó una revisión exhaustiva de experiencias similares a lo largo y ancho del mundo, tratando de entender cuáles impactos ambientales se asocian a determinados tipos de proyectos. De esta experiencia quisiera ofrecer algunas reflexiones y aprendizajes que me van a permitir introducir el tema de mi trabajo de incorporación. En primer lugar, entendimos que todas, absolutamente todas las actividades humanas planificadas a través de los proyectos de ingeniería tienen el potencial de generar impactos ambientales, si bien existen algunas que generan más impactos

que otras. No existen ni se han podido planificar proyectos inocuos desde el punto de vista ambiental, puesto que hasta los proyectos que se originan y justifican porque aportan beneficios ambientales, como las plantas de tratamiento de efluentes o como las granjas eólicas para generación de electricidad, tienen también el potencial de generar impactos ambientales y en consecuencia deben gestionarse ambientalmente desde su concepción. En segundo lugar, aprendimos, a través de la revisión de referencias y la interacción con colegas y académicos, que las Evaluaciones de Impacto Ambiental constituyen la herramienta de gestión ambiental más difundida en el mundo, contabilizándose en más de 180 los países en que se aplica, y que no solo existe un tipo de Evaluación de Impacto Ambiental, sino que hay muchísimas variedades y formas de aplicación. Por último, me gustaría señalar que a pesar de la larga experiencia que se tiene en Evaluación de Impacto Ambiental en el mundo, desde 1970, y en Venezuela desde mediados de los años 80, aun la ingeniería sigue proyectando para generar impactos ambientales. En efecto, a pesar de los avances en los sistemas de gestión ambiental, en el diseño proactivo, en la inclusión de contenidos ambientales en la gran mayoría de las carreras de ingeniería, urbanismo y arquitectura, en los avances de los sistemas de certificación para construcción sostenible y a pesar de todas las acciones de planificación urbana y ordenamiento del territorio, cuando los proyectos de ingeniería se someten a Evaluación de Impactos Ambientales, se identifican y pronostican impactos ambientales que de no corregirse pueden generar problemas. Lo anterior es producto, en parte, de cómo se organizan y administran los procesos de evaluación de impacto ambiental y de las exigencias que se le hacen a los promotores y proyectistas; y en parte, debido a que aún las disciplinas asociadas a los proyectos no desarrollan esa visión de largo alcance ambiental. Las discusiones sobre exigencias y alcances en esta materia son pertinentes, así como también es pertinente la recuperación de nuestra institucionalidad ambiental y la adopción de formas de Gobernanza Ambiental cónsonas con los desafíos propios de este siglo.

A propósito de lo mencionado acerca de la ingeniería y su vinculación con lo ambiental y sin dejar de reconocer que muchas de las soluciones a los problemas ambientales se logran precisamente a través de propuestas e innovaciones asociadas a la ingeniería, creo que es pertinente reflexionar sobre el papel de la ingeniería en la civilización y en la conformación del mundo actual. La ingeniería está presente y forma parte de muchos de los aspectos que conforman nuestra civilización, la ingeniería apalanca poderes transformadores muy importantes, Gagnon, Leduc y Savard<sup>3</sup> en un conocido artículo de 2008 sobre ingeniería y desarrollo sostenible mostraban que la ingeniería era la interface entre la humanidad y los sistemas físico-naturales y los sistemas sociales. Elaborando sobre esta, podemos afirmar que la ingeniería, provee la base física donde nos asentamos los humanos: las ciudades, los centros poblados y las vías de comunicación, entre otros muchos y casi que

innumerables elementos. También la ingeniería está presente en los procesos productivos, industriales, de transformación y de transporte y por último, la ingeniería está presente, en las comunicaciones, la transmisión, el manejo de datos, la informática; es decir, la base material, productiva y de comunicaciones que permite nuestro desempeño como sociedad es producto de la ingeniería, por eso hay múltiples carreras en la ingeniería y por eso esta se entrelaza con muchas otras disciplinas para poder proyectar adecuadamente.

Este poder transformador que exhibe la ingeniería conlleva una gran responsabilidad: las cosas se pueden transformar para bien, pero también para mal, de allí que por ejemplo algunas universidades aquí y en el resto del mundo están trabajando para que los profesionales que egresen asuman valores acordes con principios éticos y morales que contribuyan con la prosperidad y el bienestar y, por supuesto también, con lo ambiental y la sostenibilidad. Es por ello que seguir abogando por desarrollar y ejercer una ingeniería ambientalmente inteligente y que promueva la sostenibilidad es un imperativo que debe llamarnos a la reflexión y a la acción y por el cual pretendemos incidir y trabajar en la academia.

### **El Trabajo de Incorporación Académica**

Estas remembranzas y reflexiones me ayudan a comentarles sobre mi Trabajo de Incorporación Académica, el cual se titula: "TIPOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL. Su diversidad, evolución e importancia para el desarrollo sostenible en Venezuela". Las preocupaciones acerca de la utilidad y buen uso de las evaluaciones de impacto ambiental y el interés por comprender cuáles pueden ser sus contribuciones sustantivas al desarrollo sostenible, además de que el uso y el estudio de esta herramienta de gestión ha sido un elemento fundamental de mi experiencia, motivaron la realización de esta investigación.

El reconocimiento de la diversidad de tipos de evaluación ambiental que existen en el mundo y se aplican es muy amplia, y durante la realización de una pasantía de investigación desarrollada durante mis estudios de doctorado en la USB, pude apreciar muy preliminarmente que tal amplitud convenía estudiarla para generar unos aportes que puedan contribuir con la discusión sobre la actualización de la administración y gestión del uso de esta herramienta en el país. Por este motivo decidimos abordar el reto de generar un inventario y clasificación de los distintos tipos de evaluaciones ambientales, realizando para ello una Revisión Sistemática de Literatura y complementándola con la ubicación de experiencias similares precedentes.

El desarrollo del trabajo implicó la formulación de las siguientes preguntas de investigación: ¿Es posible reconocer cuáles son los tipos de evaluación de impacto ambiental de aplicación común y generalizada? ¿Cómo han evolucionado las EIA? y ¿Qué vínculos se reportan entre EIA y DS? El

<sup>3</sup> Gagnon, Leduc y Savard. (2008) Sustainable development in engineering: a review of principles and definition of a

conceptual framework. Environmental Engineering Science 26(10)

trabajo de revisión sistemática implicaba la definición de referencias validas cuyo análisis y sistematización permitiesen dar respuesta a estas preguntas. Con el empleo de bases de datos y palabras clave ubicamos 3246 referencias y de ellas escogimos para revisión de sus resúmenes 256, finalmente de estas, 63 fueron revisadas completamente.

Se hizo para el trabajo un metanálisis, y se agregó información sobre las evaluaciones de impacto ambiental, sus orígenes y evolución; sin embargo, y a los efectos de estas palabras, me centraré en los principales resultados. Encontramos en la RSL referencias suficientes para establecer que se aplican con alguna frecuencia y sistematización 12 tipos de evaluaciones ambientales. A estos resultados le agregamos los tipos de evaluación ambiental identificados por otros autores en trabajos similares al nuestro y elaboramos lo que constituye nuestra propuesta de tipología, para lo cual definimos los siguientes criterios de agrupación:

- Evaluaciones ambientales primarias o más comunes; con 2 tipos
- Evaluaciones ambientales que hacen énfasis en componentes parciales del ambiente; con 7 tipos
- Evaluaciones ambientales que se relacionan con el ciclo de planificación; con 6 tipos
- Evaluaciones ambientales que se relacionan con la preponderancia de temáticas asociadas a la concepción actual de la sostenibilidad; con 4 tipos
- Evaluaciones ambientales relacionadas con la corresponsabilidad; con 1 tipo
- Evaluaciones ambientales relacionadas con estrategias correctoras; con 3 tipos
- Instrumentos auxiliares; con 7 tipos

En total, la propuesta de tipología que presentamos incluye 23 tipos de evaluaciones ambientales, incluyendo las formas más comunes: la Evaluación de Impacto Ambiental y la Evaluación Ambiental Estratégica. De estos tipos encontramos 19 de aplicación preventiva y 4 de aplicación posterior.

Las reflexiones y aprendizajes que podemos ofrecer a partir de la realización de este trabajo son las siguientes:

La construcción de una tipología de Evaluaciones Ambientales, además de poder ser un aporte para la comprensión de las herramientas de evaluación y las posibilidades que estas ofrecen, puede constituir una contribución a la discusión sobre cómo organizar un mejor sistema de evaluación de impacto ambiental en Venezuela. Tal y como se trató de explicar, la situación ambiental del país hace evidente que es necesario mejorar de manera importante y sustancial la institucionalidad ambiental del país.

Se considera que existen dos formas de Evaluación Ambiental principales, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE); ambas son reconocidas en muchos países e instituciones internacionales, siendo la EIA la forma en la que existe mayor institucionalización para su aplicación.

Los hallazgos sobre la vinculación de las EA con la sostenibilidad, dan cuenta de una amplia referenciación del potencial de las EA para contribuir con el Desarrollo Sostenible. Se encontraron muchas referencias que mencionan la existencia de una relación de causalidad en las que las Evaluaciones Ambientales y de Sostenibilidad, al propiciar un desempeño más sostenible de las actuaciones evaluadas, contribuyen con el desarrollo sostenible. Sin embargo, esta relación y vinculación, aunque lógica y teóricamente evidente, pareciera adolecer de suficientes evidencias y explicaciones sobre su funcionamiento.

Por último, resulta importante considerar que las Evaluaciones Ambientales aún, a más de 50 años de su concepción y puesta en funcionamiento, siguen siendo una de las herramientas de gestión ambiental más reconocidas y fomentadas en el mundo, y que su aplicación, lejos de decaer, ha cobrado una importancia destacada por su potencial de apoyar al desarrollo sostenible y por su papel preponderante en la instrumentación de acuerdos de transparencia y protección de los derechos humanos ambientales, como el de Escasos.

A partir de los resultados de esta investigación y manteniéndonos en esta línea de trabajo, queremos seguir investigando. Particularmente nos interesa reconocer y profundizar en la comprensión de cuáles pueden ser las vinculaciones entre las Evaluaciones de Impacto Ambiental y el Desarrollo Sostenible.

### **Menciones a las organizaciones donde me desempeño profesionalmente**

Finalmente, quería ofrecer algunos comentarios y hacer menciones sobre las organizaciones donde me desempeño profesionalmente

En primer lugar, quería hablar de Ingeniería CAURA, empresa en la que trabajé durante 22 años y a la cual sigo vinculado como socio. CAURA, como la conocemos, ha sido referencia en el ejercicio de la consultoría ambiental, desde finales de los años 80 a la fecha. En ella trabajaron muchos profesionales en una cantidad y diversidad importante de proyectos y estudios de impacto ambiental. Ejerciendo en ella o a través de sus iniciativas, se formaron profesionales, se contribuyó con opiniones, estudios y participación con la concepción y formulación de estrategias y políticas ambientales nacionales y de las grandes industrias del país. También CAURA fue pionera en la exportación de servicios de ingeniería a la región, primero al Caribe y posteriormente en Centro y Sur América. Los avances que Venezuela podía exhibir en institucionalidad ambiental, en procedimientos y sistemas de gestión, en metodologías y administración del ambiente, fueron impulsos fundamentales para el desarrollo de trabajos importantes y que fueron hitos destacados. CAURA se constituyó en una escuela, en la que las discusiones técnicas, la formación y el intercambio académico fueron considerados un gran valor. En CAURA hicimos grandes amistades y conocimos gente valiosa y trabajadora. A todos mis

compañeros les doy las gracias por su amistad y los aprendizajes que juntos tuvimos, a mis socios les agradezco siempre el reconocerme como tal y valorar mis aportes a la empresa. A todos les saludo con mucho aprecio y respeto

También quiero agradecer a la universidad venezolana, tanto por las oportunidades de formación, como por ser los espacios donde hemos desarrollado parte de nuestra carrera y donde ejercemos nuestra vocación docente. A todas las universidades en las que fuimos y somos estudiantes y a todas aquellas que nos han invitado a sus aulas como profesores vaya mi agradecimiento. En este punto quiero especialmente saludar y reconocer a la Universidad Católica Andrés Bello, el haberse constituido en la institución en donde, y gracias a sus planes, retos y orientación, he podido trabajar contribuyendo a impulsar la sustentabilidad ambiental, en todas las funciones sustantivas de la universidad y en la cual hemos tenido la oportunidad de generar y ayudar a construir iniciativas de trabajo innovadoras en docencia, investigación, extensión y gestión. Gracias a toda la comunidad UCABISTA, a sus autoridades, a mis compañeros profesores y empleados, a sus relacionados y por supuesto a sus estudiantes por formar parte de esta experiencia. Especial mención quiero hacer en este punto de mis compañeros en la Dirección de Sustentabilidad Ambiental, los anteriores y los actuales, por el apoyo, el compromiso y la amistad. También quiero hacer mención de los profesores de la Catedra Institucional de Ecología, Ambiente y Sustentabilidad por haberse comprometido con esta idea, y de la Facultad de Ingeniería y sus estudios de Postgrado por todos los esfuerzos que se hacen para mantener vigentes los programas formativos en ambiente.

Quisiera, de manera especial, hacer referencia al compromiso de las autoridades de la UCAB, las actuales y las anteriores, por vislumbrar que en la orientación de la universidad debe considerarse la sustentabilidad ambiental como un valor y elemento guía fundamental y, en consecuencia, trabajar para ayudar a estructurar operativamente este principio, el convencimiento y las directrices recibidas, así como el apoyo que han brindado, han sido elementos claves para el reconocimiento de lo que la UCAB puede exhibir como trayectoria en estos temas. Por último, en todo este esfuerzo que aquí mencionamos, es importante recordar el apoyo del Grupo Orinoco, liderado en aquellos años por el también Académico Arnoldo José Gabaldón, en la construcción de la iniciativa de la Catedra Institucional: gracias al asesoramiento y al trabajo de convocatoria a expertos, pudimos concebir la orientación de la cátedra y a otorgarle contenido.

Finalmente quiero mencionar a la Comisión de Ambiente de nuestra academia, a la fecha, la instancia organizacional en la que he desarrollado casi toda mi actividad en esta institución. Para mí y para otros compañeros comisionados, la invitación que se nos hiciera ya hace 14 años para participar en la comisión, constituyó una oportunidad para el servicio profesional al país, labor y oportunidad que nos enorgullece y que agradecemos. Estos años de intercambio, discusión y difusión han sido de mucho aprendizaje y relacionamiento, así como se ha constituido en una ventana para apreciar lo que

acontece en el país y el mundo y tratar de interactuar proactiva y éticamente con esas apreciaciones parciales de la realidad.

## Despedida

Para finalizar estas palabras quiero agradecer a mis amigos y compañeros su afecto y apoyo, la existencia sin ustedes es inimaginable y quizá este discurso resultase ilegible

A mi familia, la agradezco el haberse constituido en estímulo para tratar de alcanzar cosas buenas, en ser el espacio donde siempre están los brazos abiertos y el tiempo es el mejor. A mi esposa Betina le agradezco el aliento y la compañía, ha estado a mi lado y muy cerca durante gran parte de mi carrera y nunca ha perdido la objetividad cuando se trata de ponderar mi trabajo, Le dedico este nombramiento a mis hijos Diego, Betina Alejandra y Lourdes, hoy todos en el exterior y a quienes Betina y yo extrañamos todos los días. Ha querido la providencia que Lourdes Daniela haya podido estar aquí hoy acompañándonos. Saludo desde aquí a mi hermano Juan y a mi cuñada Lourdes, también en el exterior, a mi nuera Michelle y a nuestro amigo German, a mis primos, con quienes crecimos en una Caracas un poco más amable y a mi querida prima Miroslava, quien solidaria siempre, nos acompaña hoy con su familia y su madre, mi querida tía Marisa. Le envié muchos abrazos y besos a mi madre, Mercedes Maal quien, aquejada de problemas de movilidad, no puede estar aquí a nuestro lado hoy, pero sé que está muy contenta y orgullosa.

Para todos los presentes:

Muchas gracias por su atención y por su compañía en este día tan especial.





## DISCURSO DE CONTESTACIÓN JOAQUÍN BENÍTEZ MAAL

Eduardo BUROZ CASTILLO

Distinguidas Autoridades de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat y de las Academias Nacionales y la Academia de Mérida presentes en este acto solemne.

Ilustres Autoridades de las Universidades Nacionales que nos honran con su compañía.

Señores Académicos Individuos de Numero, Miembros Correspondientes y Miembros Honorarios de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Señores Académicos de las Academias Nacionales y de la Academia de Mérida

Dignos representantes de instituciones y gremios del sector privado que nos distinguen con su asistencia.

Señores Profesores de las universidades nacionales,

Señores Comisionados de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Apreciados colegas y condiscípulos de la Promoción Álvaro Martínez Lázaro de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Central de Venezuela.

Sra. Betina Ayala de Benítez, hijos, nietos y demás familiares y amigos del Académico Joaquín Benítez Maal.

Señoras y Señores.

*Cuando se tiene un hijo,  
se tiene al hijo de la casa y al de la calle entera,*

Cuando se tiene vocación de enseñar esos hijos que deseamos tener están en la calle entera de la vida, la universidad, el trabajo, las empatías por circunstancias del azar o por el feliz suceso de sumar el deseo de enseñar con el de aprender. En ocasiones la voluntad de legar o de trascender determinan una relación de preceptor, tutor, mentor, consejero o ductor

En mi Discurso de Incorporación hice alusión a mi formación de la mano de mis preceptores, comenzando por mi padre que fue mi primer y admirado maestro en la carrera que he procurado ejercer con vocación y dignidad. Durante mis estudios y sobre todo al graduarme tuve maestros insignes y la suerte de encontrar un preceptor que desarrolló mis capacidades, en la gestión de los recursos hidráulicos y del ambiente. Además, de enseñarme a ubicarme en el futuro sin perder la noción del presente. Puedo decir con satisfacción que soy el producto profesional de una formación tutelada, y como tal considero a este proceso formativo un instrumento de enseñanza muy efectivo y poderoso.

El Académico Pedro Pablo Azpurua Quiroba fue mi maestro y consejero los largos años que compartimos hasta su fallecimiento. No fui absorbido por sus ideas, antes bien siempre estimuló mi pensamiento propio. .

Este introito tan personal se debe a que la Junta de Individuos de Número me ha concedido la oportunidad de pronunciar el discurso de contestación al Académico Joaquín Benítez Maal, a quién, por elección propia, decidí tutelar con suma prudencia y respeto. Estuve atento a sus progresos, brindando oportunidades que estuvieran en mi mano, sugiriendo lecturas y procesos formativos, compartiendo cátedra, induciéndolo a asumir retos profesionales complejos. Recordará cuantas veces lo puse en aprieto para que me sustituyese en una conferencia o un curso, o cuantas veces en la Junta Directiva de Ingeniería Caura abogué, para que se le diese la confianza de dirigir una misión internacional o tomar el compromiso de estudios ambientales de alta responsabilidad. Un examen de su hoja de vida hace evidente la experiencia de académico Benítez en estudios ambientales donde el conocimiento, ética profesional y justicia social eran requeridos en armonioso equilibrio. Son sus méritos que hoy reconozco ante la comunidad académica aquí reunida.

Con la excepción de los trabajos de grado y las tesis doctorales la tutoría, como método de enseñanza, ha quedado relegada a los arcones de donde reposan los tratados de educación a lo largo de los siglos. Sin embargo, por azar y por voluntad expresa, aún ocurre en nuestro tiempo. El investigador mexicano de la educación Pablo Latapi Sarre define "*...la enseñanza tutorial (que otros prefieren llamar tutelar) como una modalidad de instrucción en la que un maestro (tutor) proporciona educación personalizada a un alumno o a un grupo reducido*".

No es el caso abordar un tema tan complejo, sino advertir sobre la conveniencia de considerarlo, como una posibilidad, para transmitir nuevos y mas amplios conocimientos fuera de los rigurosos cánones de la educación regida por las instituciones a quienes se le ha concedido tal autoridad.

La Ilustración en España introdujo con restricción y temor las libertades educativas que habían tomado cuerpo en Francia, luego de la revolución, y esa ventana renovó los estamentos de la universidad de Caracas donde seguramente los grandes educadores Baltasar de los Reyes Marrero, Agustín de la Torre y Juan Antonio Navarrete, todos venezolanos, transmitieron muchas de las ideas renovadoras de la ilustración a los constructores civiles del estamento institucional de república y liberalismo en oposición a la monarquía absoluta.

En un sentido practico y moderno los tutelajes, para diferenciarlos de las tutorías académicas, como relación libre y voluntariamente establecida o atención prudente al desenvolvimiento, pueden contribuir al desarrollo de una carrera profesional. Frente a algunas circunstancias pueden brindar orientación para aclarar dudas o incrementar el desarrollo de conocimientos y habilidades y sin que medie interacción pueden ser una fuente de inspiración que sustenta la motivación y la pretensión de alcanzar un elevado potencial.

Nos dice el Académico Ignacio Iribarren: *Una condición indispensable, desde luego, es que el académico haya acumulado méritos científicos durante su vida, que posea una trayectoria destacada en su especialidad. Pero debe haber trascendido el **especialismo**, tiene que ser*

*una persona que está de regreso de su disciplina y que ha adquirido una visión de conjunto sobre la ciencia y sobre muchas otras cosas. 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. Ha de ser una persona, en suma y como lo expresaba Ortega, a la altura de su tiempo.*

Compartimos la visión expuesta por el Dr. Iribarren, pero debemos reconocer que el fundamental semillero de académicos es la universidad y esta tiende al **especialismo**, por supuesto, hay excepciones con conocimientos profesionales de muy alto nivel, en su especialidad de ingeniería, y también con una sólida formación en humanidades. Los hay autodidactas en cultura general e informados de los asuntos de su tiempo; pero una proporción importante están centrados en sus conocimientos de especialista.

La Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat comprendiendo este proceso ha desarrollado un modo de ir orientando y procurando formar el perfil del futuro académico. Las Comisiones y la gestión como comisionados constituyen la oportunidad para evaluar la vocación académica y para postularse como tal, el periodo de Miembro Correspondiente contribuye al proceso de ampliar su percepción a temas amplios en un espacio geográfico que aun no es el nacional.

En este proceso podría ser conveniente que un preceptor tutelara al futuro académico para contribuir a su tránsito al pensamiento transdisciplinario y al desarrollo de la amplitud de conocimiento que se ha descrito.

El desarrollo profesional del académico Benítez en el área de ingeniería ambiental ha estado estrechamente ligado a las evaluaciones de impacto ambiental. Ha sido profesor, investigador, consultor internacional, gerente, analista en temas relacionados con esta materia. De los 71 proyectos profesionales en los que ha participado 65% corresponden a estudios de impacto ambiental en los más diversos tipos de desarrollos y obras.

Que su trabajo de incorporación académica versase sobre un tema consecuente con su conocimiento y experiencia, era una consecuencia ineludible. Este representa un aporte singularmente valioso para determinar cuan alejados estamos de los avances logrados internacionalmente en el uso y mejoras introducidas en este instrumento fundamental de la gestión ambiental.

Es menester exponer porque a ese instrumento se le atribuye el carácter de fundamental a que se hizo referencia. La evaluación de impacto ambiental como parte de la gestión ambiental, quedó tácitamente instituida en la Ley Orgánica del Ambiente de 1976. Allí se estableció el control de las actividades susceptibles de degradar el ambiente. Sin embargo, la primera vez que se instauró un requerimiento explícito de ejecución de estudios de impacto ambiental, fue en 1983, en el artículo 76 de la Ley Orgánica para el Ordenamiento del Territorio.

El derecho constitucional a una evaluación previa del impacto ambiental y sociocultural de todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas, manifiesta la voluntad de dotar a la administración ambiental de un instrumento para identificar y prevenir con antelación las consecuencias de una acción de desarrollo y las restricciones que pueden significar determinadas condiciones del ambiente, solo apreciables a la escala de estudios de impacto ambiental y sociocultural.

Las normas sobre evaluación ambiental de las actividades susceptibles de degradar el ambiente datan de 1991 con la publicación del Decreto N° 1.741: Reglamento Parcial de la Ley Orgánica del Ambiente sobre Estudios de Impacto Ambiental. Instrumento que se perfecciono en 1996 mediante el Decreto 1.257 promulgado en concordancia con la Ley Orgánica del Ambiente aprobada en 1976 y con la Ley Penal del Ambiente establecida en 1992, así como en relación a lo dispuesto en el Artículo 6 de la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio.

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela de 1999, en su artículo 129 eleva a rango constitucional la obligación de ejecutar estudios previos a fin de detectar posibles efectos ambientales y socio culturales de las actividades que propendan al desarrollo.

En lo atinente a las prescripciones del Artículo 128 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la Ley Orgánica del Ambiente de 2006, establece las actividades susceptibles de degradar el ambiente e instituye que la realización de esas actividades solo será posible si es conforme a lo previsto en los planes de ordenación del territorio.

Esta relación del marco jurídico establece el carácter fundamental de los estudios de impacto ambiental y sociocultural, que además vinculan la gestión ambiental y territorial pues la primera autorización emitida en el proceso de control es la Autorización de Ocupación del Territorio.

Una confrontación necesaria con el estado del arte en tipología de las evaluaciones de impacto ambiental era una investigación necesaria para asegurar que el procedimiento aplicado en Venezuela estuviese siguiendo las corrientes internacionales producto de las investigaciones mas actualizadas.

Ese es el trabajo presentado por el académico Benítez a consideración de la Academia y que comentamos en esta Sesión Solemne. En él, se plantea como hipótesis que las evaluaciones de impacto ambiental han evolucionado significativamente desde su consenso y alcance internacionalmente aceptado y que esa evolución ha seguido derroteros diferentes que determinan hoy día la existencia de una tipología aún no formalmente organizada y que por tanto es posible y conveniente desarrollar una para Venezuela.

El resultado de su investigación demuestra que los formatos de evaluación de impacto ambiental, están mutando hacia la

demonstración de la concordancia del proyecto evaluado con el propósito del desarrollo sustentable, tal como lo establece la Constitución de 1999 tanto en su Exposición de Motivos como explícitamente en su artículo 326.

Para tal fin el Académico Benítez realizó una investigación documental del estado del arte de este tema conforme a rigurosos y modernos métodos de investigación bibliográfica en apropiados repositorios internacionales de artículos científicos. Esta rigurosidad avala sus resultados.

Sin duda alguna en la oportunidad de revisar y actualizar la institucionalidad ambiental y como parte de ella: el sistema de evaluación de impacto ambiental, la tipología que propone el académico Benítez, conforme a los resultados de su investigación, va a resultar de utilidad para la mejora y modernización del sistema actual que data de 1996.

La investigación efectuada permite agrupar las evaluaciones ambientales en cinco grandes categorías, y veinte y dos tipos, de los cuales dieciocho correspondientes a instrumentos de aplicación preventiva y cuatro a instrumentos de aplicación posterior.

Lejos de complicar los procedimientos para la instrumentación de las evaluaciones ambientales la tipología propuesta facilita la escogencia de la pauta más apropiada para establecer los alcances que conviene a cada caso particular.

La Evaluación de Impacto Ambiental y la Evaluación Ambiental Estratégica, son las Evaluaciones Ambientales más importantes y las que más difusión han logrado. Las Naciones Unidas, en una revisión global de la legislación relacionada con las Evaluaciones de Impacto Ambiental identificó a éstas como la herramienta de gestión ambiental más difundida e identificó los sistemas legales organizados que establecen la obligatoriedad de uso de la EIA para obtener autorizaciones para el desarrollo de proyectos. También de esa misma revisión, dedujo que las Evaluaciones Ambientales Estratégicas han venido registrando, en los últimos quince años, un incremento en su adopción por más países.

Como es fácilmente apreciable de la simple enumeración de las categorías es de suma importancia que, los ingenieros, arquitectos y urbanistas, responsables de transformaciones en los ambientes naturales y construidos, sepan que las evaluaciones ambientales, son objeto de investigación y evaluación que dan lugar a cambios conceptuales y procedimentales por lo que es imprescindible para quienes ejercen este campo profesional mantenerse al día y aprovechar las facilidades que, al respecto, brindan las universidades nacionales.

La gestión ambiental esta siendo objeto de una transición hacia la sostenibilidad, proceso que ocurre cuando aún muchos países, entre ellos Venezuela, aún no han podido cumplir con el control de la contaminación o el manejo de residuos o la efectiva defensa y recuperación de las cuencas degradadas y de las áreas protegidas decretadas. También en muchos de ellos

apenas están iniciando procesos de transformación energética y de gestión ambiental urbana.

En Venezuela la agenda azul o de gestión de las aguas fue prioritaria, mientras se hacían grandes esfuerzos en la agenda marrón, la de control de contaminación. En la actualidad muchos de las obras de control de contaminación de las aguas en la actualidad muestran severo proceso de deterioro o franca inoperatividad. La agenda verde orientada hacia la biodiversidad se combinó con la gestión territorial para lograr la declaratoria áreas naturales protegidas. Los estudios recientes de institucionalidad ambiental establecen la conveniencia de una reconsideración profunda del sistema de gestión ambiental acorde con las corrientes mundiales de gestión de la sostenibilidad.

El trabajo de incorporación del Académico Benítez conforme con su desempeño como investigador y docente en el tema de sostenibilidad concluye con reflexiones que vinculan las evaluaciones ambientales con la sostenibilidad y recomendaciones sobre cómo abordar esa transición.

Con base a referencias de autores reconocidos y a su propia experiencia afirma que la gestión ambiental apuntala el desarrollo sostenible. Otro aspecto que hace evidente es que la sostenibilidad es una ciencia en fase de desarrollo, es un campo emergente, pero que tiene el potencial de desempeñar un papel fundamental en la construcción de un futuro más razonable para todos.

La premisa de ciencia en desarrollo de la sostenibilidad no ha sido impedido establecer su propósito de comprender los sistemas complejos que sustentan la vida en la Tierra y desarrollar soluciones para abordar los desafíos ambientales y sociales que se integran para determinar la existencia a largo plazo de la humanidad en equilibrio con la biodiversidad y mediante su adaptación a los factores geodinámicos.

La comprensión e interpretación de los fenómenos y comportamientos propios de la ciencia de la sostenibilidad deben acometerse de modo interdisciplinario, integrando conocimientos de las ciencias naturales, las ciencias sociales, la ingeniería y las humanidades.

En concreto se espera que permita conocer los procesos ecológicos, económicos y sociales que contribuyen a la degradación ambiental, la pobreza y la desigualdad; que propicie innovaciones tecnológicas, que desarrolle políticas y prácticas que permitan a las sociedades prosperar sin agotar los recursos naturales o dañar el ambiente y que comunique sus hallazgos a los responsables de la toma de decisiones y al público en general.

Bajo esas premisas puede colegirse que la protección del ambiente en la planeación del desarrollo es fundamental para lograr la sustentabilidad y consecuentemente, el uso de las evaluaciones de impacto ambiental como una de las herramientas más destacadas para lograr este fin.

Sin embargo, se anota en el trabajo de incorporación citando a investigadores mexicanos, que la EIA si bien *“promueve la mejora en el desempeño ambiental de los proyectos de desarrollo, por sí sola no ha sido capaz de dar garantía a la sustentabilidad ambiental”* de allí que estos investigadores propongan la utilización de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) *“como mecanismo práctico para ser más operativa la sustentabilidad ambiental”*

Las Evaluaciones Ambientales Estratégicas no sustituyen la Evaluación de Impacto Ambiental, sino que la complementan permitiendo consideraciones cónsonas con la determinación de las bondades y falencias de los planes de desarrollo en su relación con el ambiente natural y construido. En la actualidad ambas son reconocidas en muchos países e instituciones mundiales, pero la EIA es la de mayor institucionalización para su aplicación.

En su síntesis de la investigación el autor arguye que: El conocimiento tanto de lo que ha sido la evolución de los tipos de las evaluaciones de impacto ambiental, como sus objetivos, áreas temáticas y aportes tanto a la gestión ambiental como a la orientación al desarrollo sostenible, resultan elementos de importancia a considerar a los efectos de poder desarrollar una iniciativa que tenga como objetivo actualizar al sistema de evaluación de impacto ambiental venezolano y de esa manera contribuir a la mejora del desempeño ambiental del país

La consideración de los aspectos sustantivos del trabajo que se comenta permite mostrar que la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat cumple con el fortalecimiento del conocimiento necesario para colaborar con los centros de educación superior en ingeniería y hábitat en la tarea de actualización de las cátedras de pregrado y postgrado sobre el tema y abrir nuevas líneas de investigación. Tarea indispensable pues la evaluación de impacto ambiental es un proceso de obligatorio cumplimiento en el desarrollo de obras de ingeniería, siendo una disposición legal de rango constitucional.

Por otra parte, es un valioso aporte a las novedades que se vienen desarrollando en la compleja tarea de conciliar opiniones e intereses en la complicada relación entre planes y proyectos de desarrollo y sus evaluaciones y consecuentes aprobaciones y en la visión de las comunidades sobre el desarrollo sustentable.

Una mención final al papel formador de una generación de relevo para la gestión ambiental que requiere Venezuela. Lo expuesto al inicio de estas palabras alude al proceso de formación de generaciones de relevo. Creo que lo mas relevante en ese proceso es la toma de conciencia del rol que corresponde desarrollar a quien asume la responsabilidad de constituirse en generación de relevo, por eso le asigno tanta importancia al preceptor.

Otra forma de crear generación de relevo es desde un centro de investigación y obviamente desde el aula. Es indispensable transmitir la conciencia que no es un simple proceso de enseñanza – aprendizaje. Es necesario mostrar los sucesos

antecedentes, quienes nos precedieron, hasta donde llegaron, pero también el futuro, qué se vislumbra qué falta por investigar, cómo se puede actuar desde distintos campos de desempeño profesional, hoy en día cómo desarrollar redes de intercambio, cómo promover lecturas y solicitar opiniones, procurar encuentros, consolidar grupos de trabajo, atreverse a dudar y preguntar, reflexionar y cuestionar, sin ofender.

Estas podrían ser pautas que ayuden a consolidar generaciones secuenciales de profesionales capaces de impulsar las transformaciones requeridas para que el conjunto de la sociedad avance a estadios superiores de bienestar, dentro de la nueva relación hombre – naturaleza propuesta por el desarrollo sustentable.

Joaquín Benítez ha desarrollado una propuesta que más allá de los temas técnicos expuestos es de un contenido profundamente humanista. Es una convocatoria a unir nuestro mejor conocimiento, nuestra mayor voluntad, nuestra mas fuerte convicción de que es posible un futuro mejor y ese futuro mejor debe constituirse bajo los postulados del desarrollo sustentable,

Concepción que todos los miembros de la corporación debemos conocer, bajo juicio de Ignacio Iribarren de la visión y comprensión de la vida en su integridad que debe poseer un académico. Porque quien se asume académico lo hace con una elección libre de regreso del **especialismo**, y al decidirlo se compromete con lo que tiene que ser y no lo que quiso ser.

Lo que tenemos que ser lo resumió el Dr. José Joaquín Cabrera Malo en el marco del Año Internacional de la Juventud, patrocinado por la UNESCO en 1984 como:

El hombre recurso y fin que reúne en sí la capacidad de formarse, superarse, producir y consumir viene a ser el arbitro supremo bajo cuyo buen criterio queda el sabio y juicioso aprovechamiento de los dones de la naturaleza y la justa y equitativa distribución de ellos entre sus semejantes.

Es momento de concluir, y lo hago alzando la cara y mirando a lo eterno, dando las gracias por la vocación que me llevo a abrir la puerta de la docencia por donde entraron en tropel tantos hijos infinitos de los cuales puedo congratularme hoy de haberles presentado con emoción sincera al académico Joaquín Benítez Maal.

Muchísimas gracias.

## **PALABRA DE BIENVENIDA AL NUEVO ACADÉMICO**

José OCHOA ITURBE

Apreciado Ing. Joaquín Benítez

Hoy cumplimos, como ocurrió con el Dr. Quevedo, con un acto de justicia, al realizar, ahora presencialmente, la juramentación ya efectuada el día 17 de octubre del año 2023 ante la junta de Individuos de número de una manera virtual, y que le daba derecho a poder acceder a una candidatura en el nuevo comité directivo para el lapso 2024-2026. Por ello el académico Benítez también nos acompañara como Bibliotecario en el Comité Directivo por el lapso de 2024-2026.

Es una feliz coincidencia de que el Académico Buroz, quien contesta al nuevo académico, fuese el primer director del posgrado de ingeniería ambiental de la UCAB; el nuevo Académico Benítez es su actual director y en mi persona recayó sustituir al Académico Buroz en dicho cargo en su momento. Este hecho ha contribuido sin duda a consolidar una amistad que nos une a los tres desde hace muchos años, amistad nutrida por esos comunes intereses de la problemática

ambiental y la educación de las nuevas generaciones en el tema del desarrollo sustentable .

Tal como ya lo ha destacado el académico Buroz la labor del Ing. Benítez en la Universidad Católica ha sido fundamental para fijar de manera definitiva la preocupación de toda esa universidad en la calidad del medio ambiente, labor que continua con mucho éxito. Igualmente, la participación del ing. Benítez en la Academia dentro de la comisión de Ambiente ha sido muy reconocida por sus pares de la comisión. Una participación muy activa y productiva.

Al darle hoy la más cordial bienvenida a nuestro nuevo académico quedo, al igual que el resto de la Academia, gratamente satisfecho por su destacada colaboración con la institución y su compromiso futuro.

Bienvenido Joaquín al sillón XXVIII de este selecto grupo de pares preocupados por contribuir a un mejor país, siempre dentro de nuestros conocimientos y posibilidades.

Muchas gracias



## INCORPORACIÓN DE LA SOCIÓLOGA YAJAIRA ELENA FREITES OCHOA COMO MIEMBRO HONORARIO ANIH<sup>1</sup>

31 de enero de 2024

### PRESENTACIÓN DEL CANDIDATO ACADÉMICO

Eduardo BUROZ CASTILLO

Distinguidas Autoridades de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat y de las Academias Nacionales presentes en este acto solemne.

Señores Académicos Individuos de Numero, Miembros Correspondientes y Miembros Honorarios de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Señores Académicos de las Academias Nacionales.

Distinguidos miembros de la Asociación Venezolana para el Avance de las Ciencias

Señores Profesores de las universidades nacionales,

Señores miembros de la Comisión de Historia de la Ingeniería de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Señores Comisionados de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat

Amables familiares y amigos de la Dra. Yajaira Freites

Señoras y Señores.

Presentar a una ilustre personalidad en el campo de la historia de las ciencias y de la ingeniería, arquitectura, urbanismo y profesiones afines es una dignidad que asumo con especial celo y deferencia, la Dra. Freites es reconocida por su trayectoria y méritos profesionales y su incorporación como miembro honorario es una contribución al prestigio de la Academia como institución valedora del legado histórico de la ingeniería en Venezuela, su actividad y disposición a contribuir con las actividades de la Academia son reconocidas por todos los miembros de la Comisión de Historia y como tal ha recibido Diploma de Reconocimiento de la Academia. Sus merecimientos son incuestionables, cumpliendo generosamente con todos los requisitos establecidos en nuestra Ley de creación.

La Junta de Individuos de Número así lo reconoció y con fecha 8 de agosto de 2023, según consta en el acta JIN N° 305/23 dictaminó la incorporación de la Dra. Yajaira Elena Freites Ochoa como Miembro Honorario de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

Yajaira Elena nació en San Felipe, estado Yaracuy, un territorio de Venezuela reconocido por sus raíces de hispanidad, asiento de experimentados soldados, transformados en mineros y más tarde de misioneros y

agricultores, insistentes en adquirir entidad propia a despecho de Nueva Segovia de Barquisimeto, tierra de recuerdos y leyendas de los convulsos sucesos de quienes se resistían a las denigrantes condiciones de esclavitud en minas de Buría y de quienes burlaban el monopolio del cacao de la Compañía Guipuzcoana, tenaces agricultores que crearon riqueza y una reconocida población que fue destruida por el terremoto de 1812 y cuya fortaleza de espíritu logró la reconstrucción y repoblamiento de la actual hermosa capital del estado Yaracuy. Rodeada de montañas donde mora la deidad que muestra su exuberante figura al costado de Ciudad Universitaria de Caracas, como para decirnos con arrogancia que la ciencia necesita de la inspiración de las ninfas. Ante un legado de historias y leyendas no es raro suponer que una joven se interesase por conocer, con certeza académica, las verdades del proceso gestor de la sociedad cercana a su cotidianidad. Nos permitimos la licencia de imaginar esta trama inspiradora de su decisión de estudiar Sociología durante el periodo 1965-1970, carrera que cursó en la Escuela de Ciencias Sociales de la Universidad Católica Andrés Bello en la ciudad de Caracas.

Luego de comprender cómo los individuos y los grupos interactúan entre sí, de conocer los fenómenos sociales como la pobreza o la discriminación, un paso consecuente fue avanzar en su educación universitaria orientándose a resolver los problemas sociales, mediante políticas públicas y estrategias de intervención social, para ello realizó estudios de Maestría en Planificación del Desarrollo en el obteniendo el título de *Magister Scientiarum* en Planificación del Desarrollo, mención Social en 1978, estudios realizados en el Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES) de Universidad Central de Venezuela.

En esta misma institución continuó sus estudios obteniendo el *Doctorado* en Estudios del Desarrollo. Su tesis doctoral *Una atalaya del saber. Historia de la Academia de Ciencias y Matemáticas (1917- 1979)* fue distinguida con Mención Honorífica, recibiendo como *Doctor en Estudios del Desarrollo* en 1991.

Realizó estudios de Postdoctorado en el Departamento de Estudio de la Ciencia del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) entre 1991 y 1994.

Fue Becaria de Investigación (*Research Fellow*) en la Oficina de Historia de la Ciencia y la Tecnología (*Office for History of Science and Technology*), de la Universidad de California, Berkeley, durante 1994.

<sup>1</sup> La Sesión Solemne puede verse en el canal de YouTube en el siguiente link: <https://youtu.be/IjESZfkpOno?si=4r0xjuETuf7Sm-F6>

Su carrera docente es muy amplia. Se destaca su labor como profesora de *Historia de la Ciencia y la Tecnología*, que es uno de los méritos que exhibe la Dra. Freites como Miembro Honorario de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat.

La Dra. Freites ha sido Profesor Invitado en la asignatura *Historia de la Nutrición en Venezuela*, en la Escuela de Historia, Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad Católica Andrés Bello; igualmente Profesor Invitado en la materia *Informática y Sociedad*, en la Escuela de Computación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, Profesor de Nuevo Orden Internacional, *Globalización, Tecnología y Sociedad*, en la Escuela de Estudios Liberales de la Universidad Metropolitana, Profesora de *Historia de la Ciencia y la Técnica*, en la Escuela de Historia de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad Central de Venezuela, labor docente que aún continúa desarrollando.

Su actividad educativa a nivel de estudios de postgrado en maestría y doctorado ha tenido un amplio desarrollo en el Centro de Estudios Avanzados del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, donde ha sido profesora de *Historia Social de la Ciencia*, de *Política de la Ciencia* y de la *Dimensión Social e Histórica de la Ciencia*.

Su labor investigadora se inició en 1976 cuando ingresó en el Departamento de Estudio de la Ciencia del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), bajo la supervisión del Dr. Marcel Roche, quien fue el tutor de su tesis de grado doctoral.

Son de especial relevancia a los efectos de los vínculos, de su extensa carrera, con las ciencias exactas y naturales propias de la ingeniería y los desarrollo tecnológicos derivados de ésta, sus cursos sobre: *Historia de la Física y la Astronomía*; *La Ciencia y la Tecnología en la Venezuela de 1870-1920: el caso de la ingeniería y la física*; *La ciencia ilustrada en España y Venezuela: el caso de la física (1700-1813)*; *Epidemias y cooperación científica internacional en América Latina*; *Ciencia Colonial y Globalización y Tecnología*. Todos ellos dictados en el Centro de Estudios Avanzados del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

Un curso de especial relevancia para la historia de la ingeniería en Venezuela fue el de *Los proyectos de Codazzi*, dictado en el Doctorado en Historia, Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad Central de Venezuela en 2018, que ojalá pudiéramos repetir como parte del programa de trabajo de la Comisión de Historia de la Ingeniería pues las propuesta Codazzi, quizás por su formación de geógrafo, resultan ser los antecedentes de la moderna concepción de ordenamiento del territorio, uno de los dos instrumentos de gestión ambiental de rango constitucional en Venezuela.

La Dra. Freites ha desempeñado importantes cargos en el ámbito de su especialidad, se destacan los de Coordinadora del Área del postgrado de Estudios de la Ciencia en el Centro de Estudios de la Ciencia; Coordinadora del Curso Humanismo de la Ciencia del Centro de Estudios Avanzados, ambos

direcciones en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).

Antes de iniciar la consideración de sus líneas de investigación, es conveniente indicar que las ciencias de la ingeniería, otras ciencias y las humanidades son disciplinas que, a menudo, se perciben como separadas y distantes. Sin embargo, su interacción es cada vez más importante para el progreso de la sociedad.

Las ciencias de la ingeniería se basan en el conocimiento de las ciencias básicas, como las matemáticas, la física, la química y la biología. Tema que la Academia ha resaltado al crear el Premio Vicente Marcano, justamente dedicado al mejor libro de texto o de investigación en ciencias básicas aplicadas a la ingeniería.

Otras ciencias, como, por ejemplo, las sociales y las ciencias de la salud, también son importantes para la ingeniería. Las ciencias sociales proporcionan información sobre las necesidades y los deseos de los usuarios de los productos y servicios de ingeniería. Las ciencias de la salud proporcionan información sobre los riesgos y los beneficios de las tecnologías de ingeniería.

Las humanidades, por su parte, aportan una perspectiva única a la ingeniería. Las humanidades estudian la cultura, la historia y la filosofía humana. Este conocimiento puede ayudar a los ingenieros a comprender el contexto en el que se utilizan sus productos y servicios. Por ejemplo, los ingenieros que diseñan sistemas de transporte deben tener en cuenta las necesidades de los usuarios, que pueden variar según la cultura y el contexto social y las ingenierías del agro su fin que es la adecuada alimentación de la población sin desmedro de considerar sus preferencias por determinados alimentos y las tradiciones gastronómicas.

En los últimos años, se ha producido un creciente interés en la interacción entre las ciencias de la ingeniería y las humanidades. Esta tendencia se refleja en el desarrollo de nuevos programas de estudio, la creación de centros de investigación interdisciplinarios y la proliferación de publicaciones sobre el tema. Las líneas de investigación de la Dra. Freites son claro ejemplo de lo expresado. Ellas son:

- Historia de la ciencia; el estudio sociohistórico de los procesos sociales e históricos vinculados a la institucionalización de la ciencia en Venezuela durante los siglos XIX y XX.
- Historia de la tecnología en Venezuela durante los siglos XVI al XX.
- Sociología de la ciencia: el estudio de las instituciones científicas y sus vinculaciones con la sociedad a través de la transferencia de conocimientos.

Su producción de investigaciones vinculadas con la historia de la ingeniería, de la tecnología y la ciencia es profusa: cinco (5) monografías, treinta y cinco (35) artículos arbitrados, treinta y cuatro (34) capítulos de libros, veintidós (22) ponencias

arbitradas presentadas en congresos, veintitrés (23) artículos divulgativos, veintisiete (27) informes técnicos; ciento cincuenta y dos (152) trabajos presentados en congresos y cincuenta y dos (52) conferencias dictadas por invitación. Además de su actividad periodística y radial concerniente a la difusión de la historia de la ingeniería, la ciencia y la tecnología.

Como se puede apreciar la lista de su producción académica es muy extensa. Escoger algunas para ilustrar su invaluable contribución al conocimiento de la historia de la ingeniería en Venezuela, no fue sencillo. Ojalá que la selección que hicimos de su significativo legajo intelectual muestre en su cabal dimensión su aporte decisivo al conocimiento y valoración de nuestro quehacer tecnológico para la construcción de un país heredero de la civilización que transformó la ingeniería del mundo con tres sencillas palabras expresadas por el ingeniero y arquitecto romano Vitruvius, en el siglo I a.C.: *firmitas, utilitas y venustas (resistencia, funcionalidad y belleza)*

Antes de ese repaso histórico es preciso referir las acertadas consideraciones de su investigación sobre la diáspora:

*Impactos de la migración de la comunidad de investigadores venezolana y sus implicaciones en políticas públicas.*

En este informe la Dra. Freites, acompañada de un distinguido grupo de científicos, plantea un problema de intensa actualidad, como lo es la importancia de diseñar una política de integración de la diáspora científica y tecnológica. Argumento que se basa en la evidencia comprobada en esa indagación que *la productividad de la investigación tiende a disminuir inicialmente cuando hay una migración reciente, mientras que la productividad de la investigación de calidad aumenta. La investigación arroja luz sobre la relevancia de las políticas basadas en datos que incentivan las conexiones profesionales entre investigadores migrados y locales.*

En relación con la síntesis que presentamos de sus investigaciones en historia de la ingeniería, referimos a:

*El problema del saber entre hacendados y comerciantes ilustrados de la Provincia de Caracas-Venezuela (1793-1810).* Hemos seleccionado este artículo de la Dra. Freites porque evidencia como cuando la élite criolla caraqueña, integrada por hacendados y comerciantes, fue forzada por las reformas borbónicas, que dieron lugar a la creación del Real Consulado en Caracas, apreció su incapacidad para enfrentar los incrementos en producción y productividad de los rubros que tradicionalmente había cultivado y que ahora se le exigían. Ante esa realidad la Real y Pontificia Universidad de Caracas reaccionó y propuso una serie de reformas tendentes a formar y capacitar a los expertos que pudiesen acometer esas tareas. El artículo describe las razones por las que no fue posible tal avance. Tarea que años más tarde acometerían venezolanos educados en Europa, como consecuencia, entre otras razones, de la diáspora generada por las condiciones terribles de la guerra. Hoy se requiere de los saberes que está adquiriendo la diáspora para seguir el ritmo de cambios de la revolución agrotecnológica en marcha.

La respuesta a si estaba capacitada la Universidad de Caracas y las incipientes academias de ingeniería militar e incluso la propia sociedad para atender las demandas de conocimientos exigidas en Hispanoamérica bajo la corriente de la Ilustración nos la ofrece la Dra. Freites en el capítulo *El conocimiento y la técnica en la Venezuela de la Ilustración: una aproximación* incluido en el libro editado por Diana Soto-Arango, Miguel Angel Pui-Samper, y Luis Carlos Arboleda denominado *La Ilustración en la América Colonial*.

Cómo intercambiaban conocimientos los ilustrados de las dos orillas, es un tema que aborda nuestra Académica en el capítulo *Ciencia e independencia: la red de ilustrados americanos y europeos (1810-1830)*, del libro editado por la Universidad del Rosario dedicado al *Bicentenario de Francisco José de Caldas, 1768-1816*,

Uno de los más relevantes ilustrados regresados a Venezuela en las postrimerías de la Gran Colombia, cuya trayectoria como héroe civil ha descollado en lo más altos niveles del intelecto nacional fue el Dr. José María Vargas, hemos tomado el artículo de la Dra. Freites *El descubrimiento científico del petróleo: José María Vargas*, para ilustrar con uno de los mas significativos impulsores del desarrollo económico de Venezuela, como aquel producto natural de extraño y de poco uso útil: el petróleo, no paso inadvertido a la acuciosa indagación del científico. Se destaca en el artículo que Vargas tenía una forma particular de elaborar sus informes sobre los minerales y sustancias que examinaba en su laboratorio: sus características, y sus posibles usos. Es sorprendente como vislumbra el modo como utilizaría la Nación la sustancia que había sido sometida a su examen, con perspicacia nos dice la Dra. Freites: *La tercera y última parte (del informe de Vargas) se refiere a lo que debe hacer el Estado para beneficiarse de esa mina, arrendarla a un particular devengando beneficios por un tiempo y que luego “vendrían a ser públicas y aun directamente útiles al erario”*

Otro de los ilustrados regresados de la diáspora revolucionaria fue Juan Manuel Cagigal, fundador de la Academia de Matemáticas y con ella de la formación de ingenieros venezolanos, tema que trata extensamente la Dra. Freites, cuando en tres artículos transita por la historia de la ingeniería en Venezuela: *Las funciones polifacéticas de una elite técnica: el caso de los ingenieros venezolanos (mediados s. XIX y principios del XX); De ilustrados a profesionales: los ingenieros venezolanos entre 1899 a 1935 y La ingeniería y la construcción de la modernidad venezolana: del siglo XIX al XX.* Esta ilustre Academia le hace público agradecimiento a estas publicaciones.

Su investigación se adentra en algunas ramas de la ingeniería y el hábitat urbano, como la ingeniería industrial y la construcción de las ciudades. Esta última la aborda de la mano de colegas arquitectas y urbanistas. Sus conclusiones en este hermoso trabajo, pues esta ilustrado con impactantes edificaciones, surgidas de ese especial vinculo de ciencia y arte que se integran en la arquitectura, a través de los materiales, la estructura, las formas, el color, la geometría, la luz, necesarias todas para la expresión creativa y la belleza.

Este último documento nos permite invitar a la Dra. Freites para que nos ayude a liderar en la Academia, la grata tarea de destacar el trabajo de nuestras colegas, a hilvanar la historia de su desempeño, de su irrupción en las ingenierías, la arquitectura, el urbanismo, la geografía física y profesiones afines.

El Académico German Pacheco Troconis en su artículo *Mujeres en contravía: pioneras de las ciencias agrícolas en Venezuela y Colombia (1914-1974)* nos da cuenta del proceso de incorporación de nuestras apreciadas colegas al mundo universitario.

Es grato recordar que las primeras mujeres egresadas con un título de la UCV lo fueron de las carreras de ingeniería de la época. En efecto, las Hermanas Duarte, se titularon como agrimensoras en 1899. Habría que esperar hasta 1944 para que Helena Quiroba y Carmen Josefina Iturbe, se graduaran en la UCV como Ingenieras Civiles y fueran las primeras inscritas en el Colegio de Ingenieros de Venezuela. En la carrera de ingeniería agrónoma, el Académico Pacheco Troconis nos informa que la primera titulada fue Dora Micheletti de Zepa, en 1950. En la década del cincuenta, en total egresaron nueve ingenieras agrónomas. En otras carreras como Geología e Ingeniería Química para 1950 habían culminado su carrera cuatro ingenieras. En 1954 se graduó la primera Ingeniera Electricista.

Cifras no se compadecen con la situación actual donde cada vez hay mayor proporción de egresadas en ingeniería y hábitat. Datos de la última década del siglo pasado proporcionados los investigadores Canino y Vessuri indican que, si bien los hombres continuaban siendo mayoría en las facultades de Agronomía e Ingeniería, su porcentaje de participación había disminuido. Los egresados de Agronomía bajaron del 71 % en el periodo 1981-1990 al 60 % en el lapso 1991-2000 y los de Ingeniería, disminuyeron del 75 % al 72 % entre las dos décadas consideradas. En Arquitectura y Urbanismo las proporciones se mantuvieron paritarias.

Es pertinente señalar que, en las investigaciones históricas sobre el desarrollo de la ingeniería, la arquitectura, el urbanismo y profesiones afines es cada vez mayor el número de artículos, libros, conferencias, ponencias y otros eventos similares, escritos o expuestos por colegas motivadas hacia esta área de conocimiento, una de las cuales es precisamente la Dra. Yajaira Freites.

Otro tema histórico tema que la Academia debe destacar por ser tan transformador como la revolución industrial, que reconocemos al mundo anglosajón, es la gran revolución geográfica y de la alimentación, que tuvo lugar con el descubrimiento de América y que ocurrió durante el siglo XVI. Las técnicas de construcción de barcos para los viajes oceánicos como la carrera de Indias o el galeón de Manila, los conocimientos oceanográficos y cartas de navegación y los equipamientos de instrumentos de posicionamiento astronómico, el mejor uso de la energía eólica y la cinética de

las corrientes marinas, los puertos y las labores de pilotaje en las cercanías de la costas, son grandes obras de ingeniería sin las cuales no hubiera podido desarrollarse este continente tal como lo conocemos. Pero es igualmente válido destacar las tareas de selección, aclimatación, cultivo, selección, mejoramiento de las especies que se trasladaron de uno a otro continente y la introducción de alimentación proteica basada en nuevas especies animales introducidas en América y otras tan comunes ahora como el pavo en Europa. Este es otro reto que la Academia asume como parte de su contribución al conocimiento de nuestra conformación como país. Son obras de ingeniería poco reconocidas como tales.

La destacada trayectoria de la Dra. Freites y la importancia de su obra le ha valido reconocimientos de sociedades científicas y académicas que la han distinguido con designaciones de honor, entre ellas:

- Mención Honorífica, recibida conjuntamente con su preceptor el Dr. Marcel Roche, del Premio Anual de Ciencias Sociales del CONICIT, por su trabajo sobre la *Producción y Flujo de Información Científica en un País Periférico Americano (Venezuela): Algunas Implicaciones para la Región*
- La designación como Socia Honoraria No. XV de la Sociedad Venezolana de Historia de la Medicina Veterinaria (SVHVM).
- La Medalla Académica de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología.
- El investidura como Miembro Correspondiente por Caracas de la Academia de Historia del estado Miranda (AHM).
- La inclusión como Miembro de la Comisión de Historia de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

La Dra. Yajaira Freites ha sido Presidente de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia (ASOVAC) por varios periodos y actualmente ostenta dicho cargo. Es miembro – fundador de la Sociedad Latinoamericana de Historiadores de la Ciencia y la Tecnología e integrante de Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología y de la Sociedad Venezolana de Historia de la Medicina Veterinaria.

En nuestra Academia es miembro activo de la Comisión de Historia de la Ingeniería Venezolana desde 2021, sin embargo, su colaboración con la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat data de 2006 cuando formó parte del equipo que concibió el proyecto de Historia de la Ingeniería en Venezuela bajo cuyo marco la Academia ha publicado obras y están en proceso editorial otras.

Su contribución al desarrollo de la historia de la ingeniería como miembro de la Comisión de Historia de la Ingeniería en Venezuela además de su asidua participación en sus reuniones, arbitraje de artículos, observaciones y comentarios a los trabajos y conferencias de los miembros de la Comisión, revisión de los programas anuales de trabajo, comprende también publicaciones en los medios de la Academia como:

- *La ingeniería en la Historia de la Ciencia y la Técnica en Venezuela*, Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, Caracas, No. 11 en 2005
- *Melchor Centeno Vallenilla* en Memoria de la Ciencia en Venezuela. Semblanza del epónimo del premio de la Academia en Ciencia, Tecnología e Innovación en 2004.
- *Presentación del texto de German Pacheco Troconis, Rostros de la ausencia. pioneros y constructores de la Facultad de Agronomía, UCV* en 2022
- *Lineamiento de la asesoría a la Comisión de Historia de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) en el proyecto Historia de la arquitectura e ingeniería en Venezuela* en 2006.

Todos los méritos expuestos ilustran el brillo que la Dra. Freites concede a nuestra Academia; sin embargo, antes de concluir una referencia más allá de sus doctos conocimientos en historia de la ciencias y la tecnología. En su artículo *Conocimiento, Expertos y Sociedad*, aborda un tema que nos atañe como institución cúpula del conocimiento y del profesionalismo en nuestra área de competencia y más allá, como exigidos polímatas en la sociedad de la especialización, que requiere del conocimiento y de la capacidad de interrogatorio y reflexión de sus intelectuales en las amplias visiones necesarias para asumir responsabilidad de servir a la sociedad y procurar su bienestar; comprender el legado histórico de las academias como instrumento de ilustración y el rol de la ciencias; capacidad para asumir con humildad lo que se ignora y convicción para elevar sus admoniciones, consejos y recomendaciones. En su pedagógica tarea considera cuatro posibilidades las cuales ilustra con casos reconocidos: ¿cómo debe comportarse un académico cuando tiene acceso o es parte del círculo de poder?; ¿cómo hacerlo cuando se es funcionario público y coliden sus obligaciones como tal con su conciencia como académico?; ¿cómo actuar frente al funcionario público que a su entender no procede conforme la convicción científica? y ¿cómo comportarse frente a los medios de comunicación de masas y particular concepción de la información a transmitir?

Su conclusión es singularmente similar a la del gran educador, héroe civil de nuestra nación, el Rector Andrés Bello, dice la Dra. Freites, en la síntesis que nos atrevemos a hacer de esta lección de academicismo que nos imparte, *la opinión experta es patrimonio de la humanidad. La institución científica tiene un papel sustancial en la conformación de la ciudadanía, al dotarla de recursos intelectuales, habilidades y conocimientos que permitan al ciudadano, ser un interlocutor válido y un demandante exigente de sus derechos para que la esfera política recurra a ellos y los utilice.*

Invirtiendo la sentencia de la Dra. Freites, Andrés Bello emite una opinión rotunda sobre el rol de la Academia.

*La Universidad (vale decir la Academia), señores, no sería digna de ocupar un lugar en nuestras instituciones sociales, si el cultivo de las ciencias y de las letras pudiese mirarse como peligroso bajo un punto de vista moral, o bajo un punto de vista político.*

Apreciados asistentes a este acto, congratulémonos de recibir como Miembro Honorario de nuestra institución a un ejemplo de academicismo en la integridad de especialización y transdisciplinariedad que nos es demandada. Dra. Freites sea usted bienvenida y reciba nuestras expresivas congratulaciones. Muchas gracias.

## DISCURSO DE INCORPORACIÓN ACADÉMICA

Yajaira Elena FREITES OCHOA

APUNTES PARA UNA HISTORIA DE LA  
TECNOLOGÍA EN VENEZUELA: reflexiones preliminares

Agradezco a la junta directiva de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat mi designación como Miembro Honorario de dicha corporación.



He escogido como tema de mi discurso de incorporación la escritura de la historia de la tecnología en Venezuela. Quiero persuadirlos que es posible acometer esta tarea, al igual que en la década de 1980 empezó hacerse para la historia de la ciencia en Venezuela. Y además mostrarle evidencias que se cuentan para hacerlo. Reconozco que el asunto es complejo, porque se trata de un elemento que está omnipresente en el día a día de nuestras vidas. Por ello, una historia de la tecnología, no puede circunscribirse al solo campo de las ingenierías, sino que debe abarcar también las tecnologías relacionadas con agricultura, alimentación, bebidas, textiles, cuero, medicamentos, armamento entre otras.

También está el asunto a partir de cuándo debiera comenzar esa historia; creo que debemos desterrar la idea que tecnología es solo aquello que es complejo, mecánico y ahora cibernético, y por tanto que, necesariamente, tiene que ver con un proceso industrial, sin considerar tecnologías relacionadas con los métodos artesanales.

Ahora, esbozare como la tecnología se ha imbricado el devenir histórico de nuestra sociedad e iré aportando evidencias.



¿Por dónde comenzar esa historia de la tecnología? Mi respuesta, es considerar el aporte de los pueblos precolombinos.

Si bien esos pueblos no han manejado la escritura, todos han acuñado una tecnología o maneado elementos técnicos que les permitía la sobrevivencia, tomando en consideración aspectos del entorno que les permitió habitar un territorio; y de ello dan conocimientos los estudios antropológicos, sobre los pueblos precolombinos de Tierra Firme. El quid del asunto que los elementos tecnológicos en ocasiones calificados como cultura material – hachas, instrumentos líticos, cestas, vasijas, canoas, curiaras, palafitos, cerbatanas, guayacanes, entre otros- son desdibujados en los textos antropológicos, no siendo considerados como respuestas tecnológicas de los habitantes precolombinos de Tierra Firme. En este sentido habría que revisar por ejemplo la colección *Los aborígenes de Venezuela* que ha publicado la Fundación La Salle (Coppens et al 1980, 1983; Wilbert, et.al.,1988; Perera y Rivas, 2018)

Al considerar las tecnologías precolombinas podemos asistir al estudio de cómo algunas de ellas fueron adoptadas por los españoles; no me referiré al ejemplo usual del maíz y la arepa, sino a la canoa; Rodríguez Velásquez,(2022) en su trabajo *Navegantes indígenas, perlas y canoas en el Caribe del siglo XVI*: trata del conocimiento indígena de la navegación y la construcción de embarcaciones y como ello contribuyó a la construcción de ese mundo en el Caribe que surge del descubrimiento de América. Ya los trabajos de María Magdalena y Andrés Antczak (2006, 2015) nos revelan como los indígenas de la región centro norte costera eran capaces de navegar y tener bases de pesca en las islas como los Roques y el archipiélago de las Aves, éste última situada a 150 Km de tierra firme.

Al arribo de los españoles, ocurrió un proceso de incorporación de las tecnologías europeas convirtiéndose en dominantes en áreas como la agricultura (Iglesia Gómez s/f), la ganadería, la construcción (Arcila Farias,1961, Tomo I; Urbina, 1961) por ejemplo; recordemos que a partir de ese contacto los wayuu en la Goajira se volvieron ganaderos (Pérez, 2014) Fueron estas tecnologías en conjunción con las indígenas que fueron asimiladas o adaptadas que sustentaron la fundación, organización y estabilización de la sociedad colonial venezolana entre 1500 a 1830.

A través de un artesanado integrado por algunos españoles y mas por indígenas y luego por pardos, los habitantes de las ciudades coloniales podían satisfacer sus necesidades inmediatas creándose un mercado de consumo de objetos como vestidos, calzado, mobiliario para las casas, aperos para montar las bestias, así como para las labores agrícolas y ganaderas; y si bien algunas de estas actividades tuvieron sus inicios con artífices europeos, ciertos grupos indígenas como los asentados en los Andes, ya tenían experiencia artesanal en el tejido de mantas de algodón, elaboración de vasijas y otros artefactos de uso doméstico (Ramírez Méndez, 2013). Así, en los pueblos de indios, como en los obrajes se organizo el trabajo artesanal indígena (Rosas González, 2015, cap. IV); en ciertas ciudades como el Tocuyo, habría dado lugar a telares,

aprovechando la existencia del algodón americano y las habilidades de las mujeres indígenas y las iniciativas de los propios conquistadores (Saldivia, 2016; Straka, 2023).

Las misiones también actuaron como correa de transferencia de conocimientos y tecnologías artesanales, no solo en algunos de los ramos que antes he indicado, sino en el metalúrgico. Ejemplo de ello es el caso estudiado por Sanoja y Vargas Arenas (2007), y Navas et. al. (2014), acerca de los capuchinos catalanes y los jesuitas en la Guayana, quienes habrían introducido la metalúrgica. Los jesuitas, además del colegio que instalaron en Mérida, tenían haciendas en el sur del lago de Maracaibo, crearon hatos de ganado en los llanos de Casanare y en sus misiones de la Amazonia venezolana (González Mora, 2019) lo cual después fue imitado por los capuchinos que estaban ubicados en la Amazonia pero en la zona más cercana al Caroní. Tales experiencias ganaderas, no solo proveía carne, sino también cueros y otros productos a ser intercambiados en los mercados regionales.

También podemos encontrar algunos estudios sobre los artesanos coloniales: Irribarren (2010) nos revela el caso de los alarifes en la Provincia de Caracas; pero carpinteros, fundidores, plateros herreros han sido dado a conocer por Carlos Federico Duarte desde la óptica del arte colonial (Duarte; 1970, 1974,1978,1988,2004,2007); Ramírez Méndez (2013) lo ha hecho con los artesanos coloniales de Mérida.

Pero en la estructura colonial, hubo una institución como el Real Consulado (1793) se interesó por recabar conocimientos sobre varios de los productos agrícolas que eran relevantes para la economía de la Capitanía. A través de las Actas se puede ver el interés por las máquinas o tecnologías que pudieran ayudar en la producción. Diversas memorias fueron encargadas a distintos integrantes de la directiva; no obstante no se tiene noticias del destino de estas; era obvio que la llegada tardía de la imprenta a Venezuela dificultaba la divulgación de esas memorias y posiblemente se quedaran como manuscritos. Es posible que algunos de ellos luego fueran impresos y eso es lo que ocurrió con la *Memoria de los abonos, cultivo y beneficios que necesitan los diversos valles de la provincia de Caracas para la plantación de café*, que habría sido presentada al Consulado en 1809; cuya reproducción que se conserva es la realizada en 1833 (Memoria, 1833).

Esa memoria dirigida al Consulado trae una pequeña sección sobre el cultivo del cacao, un producto americano, cuyo conocimiento y manipulación debía residir en las experiencias de los propios americanos. Y en el mismo sentido no debemos olvidar el trabajo de Arcila Farias (1977) sobre el Estanco del Tabaco con una sección de instrucciones de cómo debía cultivarse. En este mismo ramo se encuentra el texto de Ruiz Tirado (2000) sobre el tabaco en Barinas. Otro cultivo colonial como el añil, ha sido objeto de atención por nuestro colega el Dr. Germán Pacheco Troconis (2003). y la fallecida profesora Adelina Rodríguez (s/f) nos ilustra sobre una hacienda cañera y su ingenio, perteneciente a un destacado personaje de la clase mantuana; y sobre las haciendas cañeras en el sur del Lago de Maracaibo existe el estudio de Ramírez Méndez (2014).

Este mismo interés por la agricultura fue continuado en la época republicana, por la Sociedad Económico Amigos del País (1979). Pero ya eso ha sido estudiado en parte por Farías de Urbaneja (1979).

El legado tecnológico colonial se habría enriquecido a partir de 1830; cuando al territorio venezolano, como producto de la apertura comercial en que derivó el proceso de independencia, se introdujeron productos, que respondían a tecnologías por lo general industrial de países europeos, pero también se incorporaron diversas tecnologías que afectaron la producción y/o los productos de rubros agrícolas tradicionales como la caña de azúcar, el cacao por ejemplo.

El trabajo de Gerardo Lucas (1998) da cuenta de esa diversidad de productos y tecnologías del exterior, que habrían inundado el mercado venezolano. Por ejemplo la máquina de vapor llegó en la década de 1850, y fue usada en algunos trapiches, molinos de trigo e imprentas (Lucas, 1998:37). Y si bien quienes la introducían estas tecnologías fueron en su mayoría extranjeros, también hubo venezolanos. Lucas (1988), destaca a diferentes personajes, como ejemplos de esas iniciativas.

No obstante, Lucas reconoce que había un legado artesanal proveniente del artesanado colonial, que a pesar de los estragos de la guerra, se habría recuperado siendo la base del movimiento del movimiento gremial sindical del siglo XIX y principios del XX (Lucas, 1998, 16). Sin embargo, los estudios sobre el artesano de este periodo del siglo XIX son escasos o al menos no lo hemos ubicado, y solo tenemos el de Farfán (s/f) sobre los artesanos en Caracas;

A mediados del siglo XIX, después de la calamidad de la Guerra Federal, la facción triunfante que después liderara Antonio Guzmán Blanco, impulsó un movimiento de modernización que tiene una cristalización en diferentes logros materiales económicos y sociales. Este sería el periodo que Gerardo Lucas califica de etapa de auge de estas actividades pre industriales durante el siglo XIX.

Por una parte, el ideal del progreso se convirtió en una meta, y así fue creado un Ministerio de Fomento, para estimular todas aquellas actividades económicas en especial que tendieron a ello. Se instaura una normativa sobre las innovaciones que pudieran dar lugar a patentes (Bifano, 2011). Y por la otra, el Estado impulso un conjunto de obras públicas destinadas a moldear el entorno urbano teniendo en mente a las ciudades europeas. Estas obras han sido objeto de descripción por diversos autores (Arcila Farías, 1961 y 1974; Carabaño, 1983; Zawisza, 1983).

Y si bien se mantiene la tendencia de la importación de tecnologías y sus productos, como el tren, la electricidad, hay un despliegue de iniciativas propias que se reflejan en las edificaciones públicas, a cargo de ingenieros venezolanos, quienes empiezan a sustituir en la construcción de las obras de las ciudades como Valencia a la figura artesanal de la época

colonial como era el Alarife (Marín Castañeda, 2015). ¿Cuándo ocurrió en otras ciudades, fue un asunto que empezó a darse a la vez o fue desigual?. Recordemos que aun en la década de 1920 el Colegio de Ingenieros de Venezuela, aun alertaba a la ciudadanía y a las autoridades de la inconveniencia técnica de contratar construcciones con “empíricos”, posiblemente refiriéndose a lo que ahora conocemos como el Maestro de obra, que en tiempos pasados fue el Alarife (Freites, 1992).

A través de la literatura del siglo XIX, en parte recogida por Frydensberg (1895), se puede ver el interés al menos de la elite ilustrada por dotar al país de conocimientos técnicos en diversos campos; así sobresale en agricultura el texto de José Antonio Díaz (1872) *El Agricultor Venezolano, Lecciones de agricultura práctica*; (esta digitalizado). Y en el ramo de la ganadería está el *Manual del quesero y del criador* de Ángel María Alamo (1884). En la química están los trabajos de Vicente Marcano, sobre la transformación del azúcar bruto de caña (papelón) en azúcar cristalizada por medio de la fermentación.

Y a través de la arqueología, podemos conocer cómo funcionaban los trapiches del siglo XIX, tal como nos la da a conocer Luis Molina (1999). La evolución de los trapiches y el inicio de la industria azucarera ha sido reportada por Banko (2004).

Al final del siglo XIX, la cosecha del decreto de 1870 de gratuidad de la educación, permitirá la aparición de un segmento educado de la población, aun muy reducido, que se convertirá en un medio de transferencia de conocimientos, formas organizativas y tecnología en el campo de la medicina. Así, tenemos que la construcción y puesta en marcha del Hospital Vargas en Caracas es una conjunción de las capacidades y habilidades de la ingeniería venezolana como de los médicos venezolanos que han transferido desde Francia varias de las novedades tecnológicas, tales como las técnicas del laboratorio clínico, la elaboración de vacunas, al cual se incorporara los rayos X (Pacheco y Freites, 2012).

No era de extrañar que en el *Primer Libro Venezolano de Literatura, Ciencias y Bellas Artes* (1895), la medicina como la ingeniería tuvieran un lugar; a la segunda aun se le consideraba como parte de las ciencias matemáticas, aunque se les percibía como una aplicación de aquellas (Aguerrevere, 1895; Villanueva, 1895).

Fue a finales del siglo en que se dan diversas experiencias de empresas que masificaron definitivamente las tecnologías del tren no solo en el centro sino en los Andes, por ejemplo (Arellano Cárdenas, 2008), las relacionadas con la electricidad en algunas ciudades como Maracaibo (1888) (Figuera, 2010) y luego en Caracas, primero incorporadas por algunas industrias, para luego convertirse en un servicio público y del hogar. ¿Cómo ocurrió?; ¿Que modificaciones hubieron de hacerse en las ciudades, en las edificaciones públicas y privadas para ser incorporadas a ese servicio? Y el telégrafo pasó a convertirse en un elemento estratégico del Estado, al empezar a expandirse la red telegráfica del país. Y los gobiernos de Castro y Gómez,

lo usaron bien en sus propósitos de control del país (Herrera, 2001).

Y precisamente cuando los andinos de Castro y Gómez toman el poder en Caracas, en ese fin del siglo XIX, ellos darán un fuerte impulso a las obras públicas, especialmente las relacionadas con la comunicación, dándole prioridad a la terrestre, sin desear las férreas. Lo interesante del caso es que consideran ciertas técnicas como las de Telford Mac Adam para la construcción de las vías, la incorporación de alguna maquinaria pesada, por ejemplo la usada para compacta el lecho de piedras de las calzadas, y también el uso de materiales del ambiente que posibilitara la construcción de las mismas. Los ingenieros de la época eran conscientes de las diversidades de los espacios geográficos para los cuales debían darse soluciones técnicas pertinentes; y en ello fue vital la existencia de la Sala Técnica del MOP (Freites, 1987). En la Sala Técnica de 1911, se hallaba Manuel Felipe Herrera Tovar, quien en 1894 había construido una máquina para ensayar la resistencia de materiales de construcción del país (Martínez Espino, 1895). Era precisamente este tipo de trabajos que se hicieron en la Sala Técnica.

De esa época es también la Cartilla para puentes colgantes de Luis Vélez (1921), de absoluta pertinencia porque durante esa época se instalaron varios.

La introducción de esa maquinaria pesada rudimentaria, en la época del Gomecismo, en la construcción de vías terrestres, sería apenas el preámbulo del uso intensivo de éstas por parte del Ministerio de Obras Públicas (MOP) a partir de 1936, cuando incluso dentro del despacho hubo que adiestrar a tractoristas, manejadores de grúas, de excavadoras etc. Y otro tanto ocurrió cuando el MOP acometió la construcción de edificaciones escolares, hospitalarias, o antes como el Banco Obrero la construcción de viviendas. No solo debía contarse con ingenieros y arquitectos, sino con una mano de obra calificada para diversos aspectos de la construcción, como los acabados de puertas, ventanas, por ejemplo (Arcila Farías, 1974). Ello hizo más urgente a una instrucción más sistemáticas de las técnicas, dando lugar más tarde en 1959 al Instituto Nacional de Capacitación Educación (INCE), al inicio de la política de la Industrialización por Sustitución de Importaciones.<sup>11</sup> El INCE, en cuanto institución docente-práctica merecería también una historia.

La irrupción del petróleo en la primeras décadas del siglo XX, habría incrementado la introducción de tecnologías, obviamente en el sector de los hidrocarburo por parte de las empresas extranjeras; sin olvidar el intento pionero de Petrolia (1878), en donde la iniciativa venezolana dio lugar a la primera empresa petrolera venezolana, que destilaba y distribuía

kerosene en el área de los Andes venezolanos del sur (Martínez 1979).

La explotación del petróleo, en si requeriría un apartado; los textos de Cilento Sarli y Martín Frechilla (2022) revela como la exploración y explotación de los hidrocarburos, tuvo un impacto en diversas regiones donde ocurrió; Cilento Sarli (2004) nos muestra como a las operadoras extranjeras, requirieron respuestas tecnológicas atinadas a la especificidad local y tuvieron que crearlas *in situ*; lo cual desmiente que las transnacionales traían todas sus respuestas tecnologías del exterior. Y relacionada con el petróleo está la geología, en donde diversas tecnologías fueron relevantes en la detección del petróleo, pero también para la sismicidad; las técnicas de minería todos, temas de interés entre los integrantes de la Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias.

En los primeros treinta años del siglo XX, si bien los problemas de la primera guerra mundial y luego la crisis económica mundial de 1929, afectaron la capacidad de importar tecnologías, eso no fue óbice para que se introdujeron productos como la radio y el automóvil; así el adecuamiento de las vías tanto urbanas como las extraurbanas empezaron a ser pensadas en términos del automóvil (Olivar, 2014); pero ello también dio lugar a una serie de oficios que por lo general asociamos al mecánico automotriz, ya en la empresa ensambladora o el técnico mecánico que en ejercicio liberal nos arregla el automóvil ¿dónde o con quién aprendió ese conocimiento y destrezas técnicas, cómo se actualiza, en el INCE?

Luego de 1936, a pesar de las estrecheces de la segunda guerra, el impulso de los gobiernos que sucedieron al largo interregno de JV Gómez, impulsaron al país a una modernización, no solo de las infraestructuras físicas, sino de políticas sociales destinadas a elevar la calidad de vida del venezolano tanto de las ciudades como del campo.

La bibliografía existentes, la más visible esta relacionadas con los aportes de la medicina y la ingeniería al desarrollo del país entre 1936 al 2000; en la ingeniería podemos destacar la contribución de la ingeniería estructural, iniciada con el trabajo seminal de Arcila Farías (1961, 1974), en cuya ruta se ha desenvuelto el estudio de Grases, et al, (2016); en el sector eléctrico, contamos con el estudio sobre en el sistema eléctrico (Tellería Villapol, 2011). Pero también ese cambio se vio reflejado en la agricultura, la alimentación, las bebidas, los textiles y los cueros, los medicamentos y el armamento.

Escapa a mis posibilidades, enumerar las diversas obras a las cuales podemos empezar a recurrir para saber sobre el hecho tecnológico en la Venezuela del siglo XX y XXI. Pero agradezco este espacio que se me ha dado, para intentar

<sup>11</sup> En Argentina para la misma época se creaba “ la Comisión Nacional de Aprendizaje y Orientación Profesional (CNAOP) que, posteriormente, ante la necesidad de uniformar y agilizar lo relacionado con la enseñanza técnica y profesional, determinó que ésta se fusionara con la Dirección Nacional de Enseñanza Técnica,

dando origen al Consejo Nacional de Educación Técnica (CONET), creado como organismo autárquico mediante la Ley N° 15.240 sancionada en el año 1959. [https://www.inet.edu.ar/index.php/institucional/historia/;](https://www.inet.edu.ar/index.php/institucional/historia/) 26/01/2024

persuadirlos y mostrarles de que existen evidencias para pensar en escribir una historia de la tecnología aun antes del momento de la venida de los europeos a las Américas, como también detectarla aun en nuestro vulpulado siglo XIX.

Me excuso por la ausencia de varios autores y obras, pues un arqueólogo riguroso sería parte de las tareas de esa escritura que propongo,

Y ¿cómo puede la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) contribuir la escritura de una historia de la tecnología en nuestro medio? En parte lo ha hecho, y ejemplo de ellos son las obras de Pedro Grases, Alfredo Cilento Sarli, Pacheco Troconis; pero es obvio que se circunscriben por lo general a las ingenierías y afines.

La tarea de una historia de la tecnología requiere la confluencia de diversos campos disciplinarios que van desde la historia, la antropología, la economía a las ingenierías y sus ramas afines. Parte de ello lo hemos visto en los textos que he citado. Y si bien la escuela de Historia de la UCV cuenta con una cátedra de Historia de la Ciencia y la Técnica, han sido pocas las tesis de pregrado que se han presentado en esa área, porque a mi juicio, poco se estimula al estudiante de la licenciatura a salirse de los temas usuales relacionados con la historia política del país. Los postgrados<sup>III</sup> resultan ser espacios en donde la ciencia y la tecnología pueden ser vistas como objetos de estudio, pero aun todavía es insuficiente.

Los universitarios que se ocupan del tema por lo general son especie de lobos solitarios y están en la economía, la agronomía, la arquitectura, la antropología, la sociología, la geología, la ingeniería y no siempre cuentan con un espacio académico estimulante para su trabajo ni de recursos financieros, que por ejemplo les permita sufragar en ocasiones el desplazamiento fuera del país para consultar archivos, sin contar la dificultad para acceder al material bibliográfico.

Es obvio que Academia no puede incidir en las dificultades que someramente he descrito, pero pienso que puede ayudar con algunas medidas, que a continuación propongo.

- Crear y otorgar un premio para las tesis de pregrado, de postgrado que se escriban en la temática de historia de la tecnología.
- Crear un premio para trabajos libres, ya artículos o libros.
- Organizar y convocar un concurso de proyectos en historia de la tecnología (Tesis o Libres) y quien lo gane, otorgarle una beca o estipendio de 200 Dólares anuales por un lapso no mayor a tres años para ayudar a realizar el proyecto.
- La publicación de las tesis de pre y postgrado y textos sometidos a consideración de la academia.

- Promover entre las empresas, el empezar a resguardar la memoria histórica de la empresa, y en especial a las tecnologías que ha usado.

Dejo estas propuestas a consideración de la Academia.

Gracias por su atención

## REFERENCIAS

- Aguerreverre, Felipe, 1895, *Las Ciencias Matemáticas en Venezuela*, en *Primer Libro Venezolano de Literatura, Ciencias y Bellas Artes*, 2da edición Edición Facsimilar efectuada por el Consejo Municipal del Distrito Federal, 1974, pp. 245-252.
- Antczak, María Magdalena & Antczak, Andrzej, 2006, *Los Ídolos de las Islas Prometidas: Arqueología Prehispánica del Archipiélago Los Roques*. Caracas, Editorial Equinoccio
- Antczak, María Magdalena & Antczak, Andrzej, 2015, *Late Precolonial and Early Colonial archaeology of The Aves Archipiélagos*, Venezuela, en *Contributions in New World Archaeology, and Polish Academy of Arts and Science and Jagiellonian University and Institute of Archaeology*, Kraków, pp.7-44.
- Arcila Fariás, Eduardo, 1961, *Historia de la ingeniería en Venezuela*. Colegio de Ingenieros. Año Bicentenario 1861-1961, Colegio de Ingenieros de Venezuela, Editorial Arte, Caracas, [Venezuela].
- Arcila Fariás, Eduardo, 1974, *MOP. Centenario del Ministerio de Obras Publicas. Influencia de este ministerio en el desarrollo. 1874-1974*, Talleres de Italgráfica, S.R.L., Caracas, [Venezuela].
- Arcila Fariás, Eduardo, 1977 *Historia de un monopolio: el estanco del tabaco (1779-1883)*, Facultad de Humanidades y Educación, Instituto de Estudios Hispanoamericanos, Universidad Central de Venezuela.
- Arellano Cárdenas, Alfonso, 2008, *El ferrocarril del Táchira: ingeniería y arquitectura entre 1893 y 1926*. San Cristóbal: Universidad Nacional Experimental del Táchira
- Banko Catalina, 2004, *De la explotación tradicional a los modernos centrales azucareros en Venezuela*, II Congreso Nacional De Historia Económica, México DF, 27 al 29 de octubre 2004
- Bifano, José Luis, (2001). *Inventos, Inventores e Invenciones del siglo XIX Venezolano*. Ed. Fundación Polar
- Caraballo, Ciro, 1983, "Obras Públicas en la Venezuela del Centenario del Libertador (Primera Parte)"; Caracas, en *Congreso de la República de Venezuela, Venezuela 1883*, Caracas, Congreso de la República (Venezuela), 1983, Tomo II, pp.97-195;
- Cilento-Sarli, Alfredo, 2004, "Infraestructura petrolera en Venezuela 1917-1975 (conquista del territorio, poblamiento e innovación tecnológica)", en Juan José Martín, y Yolanda Texera, Yolanda (Compls.) *Petróleo nuestro y ajeno. La ilusión de modernidad*, Caracas, Colección Estudios, CDCH-

<sup>III</sup> Me refiero especialmente a los postgrados de Estudios Sociales de la Ciencia en el IVIC, al de Arquitectura, y el de Historia en la UCV.

- UCV, 2004, pp.109-172. Accesible en [https://www.academia.edu/37996141/INFRAESTRUCTURA\\_PETROLERA\\_EN\\_VENEZUELA\\_1917\\_1975](https://www.academia.edu/37996141/INFRAESTRUCTURA_PETROLERA_EN_VENEZUELA_1917_1975)
- Cilento Sarli, Alfredo y Martín Frechilla, JJ, 2022, Infraestructura petrolera y comunicaciones en Venezuela siglos XIX Y XX Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.
- Duarte, Carlos Federico, 1978, *Los Maestros Fundidores del Período Colonial en Venezuela*. Monte Ávila Editores, Caracas
- Duarte, Carlos Federico, 1970 *Historia de la Orfebrería en Venezuela*. Monte Ávila Editores, Caracas.
- Duarte, Carlos Federico, 1974, *El Orfebre Pedro Ignacio Ramos*. Ediciones Equinoccio, Universidad Simón Bolívar, Caracas
- Duarte, Carlos Federico, 1988, *El Arte de la Platería en Venezuela*. Período Hispánico. Fundación Pampero. Cromotip, Caracas.
- Duarte, Carlos Federico, 2004, *Grandes Carpinteros del Período Hispánico Venezolano*. CANTV. Caracas 2004. 245 páginas
- Duarte, Carlos Federico, 2007, *Historia de la Herrería en Venezuela*. Período Hispánico. SIDETUR. Caracas.
- Farfán Hilda s/f, La artesanía en la Provincia de Caracas y su importancia económico social (1750 -1850) revista FACES, Universidad de Carabobo
- Fariás de Urbaneja, Haydee, 1979. Sociedad Económica Amigos del País en la política gubernamental venezolana en la década de 1830, Politeia, 1979, pp. 87- 147. Espec 126
- Figuera, Luisa, 2010, El establecimiento del alumbrado eléctrico en Maracaibo a finales del siglo XIX, Revista de Artes y Humanidades UNICA, Volumen 11 N° 2 / Mayo-Agosto 2010, pp. 15 – 30, Universidad Católica Cecilio Acosta
- Freites, Y. (1992): De ilustrados a profesionales: los ingenieros venezolanos entre 1899 a 1935, *Dynamis, Acta Hispánica ad Medicinae Scientiarumque Historiam Illustrandam* (Universidad de Granada), Granada, Vol.12, pp. 105-129.
- Freites, Y. (1987): La ciencia en la época del Gomecismo, QUIPU, Revista de la Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, México, Vol. 4, No. 2, pp. 213-251
- Frydensberg, Adolfo, 1895, Materiales para la Bibliografía Nacional, Primer Libro Venezolano de Literatura, Ciencias y Bellas Artes, 2da edición Edición Facsimilar efectuada por el Consejo Municipal del Distrito Federal, 1974, pp. 303-336.
- González Mora, Felipe, 2019, Pueblos de doctrina jesuita en los llanos, siglo XVII-XVIII, Revista Credencial, 2022
- Grases, Pedro; Gutiérrez, Arnaldo, y Salas Jiménez, Rafael (2016) Historia de la Ingeniería Estructural en Venezuela, Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, 3 vols.
- Herrera, Bernardino, 2001, La Expansión telegráfica en Venezuela 1856-1936, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Humanidades y Educación, Comisión de Estudios de Postgrado.
- Iglesia Gómez, Laura María, La Transferencia de Tecnología agronómica de España A América De 1492 A 1598, Ministerio De Industria, Turismo Y Comercio Oficina Española De Patentes Y Marcas España
- Iribarren, Mariana, 2010, El oficio del alarife. Artesanos de la construcción en la Provincia de Caracas, Archivo General de la Nación y Centro Nacional de Historia, Caracas
- Lucas, Gerardo, 1998, la industrialización pionera en Venezuela 1820-1936 Universidad Católica Andrés Bello, Caracas
- Marín, Orlando Castañeda, 2015, Desarrollo urbano y “profesionalización” del gobierno local en Valencia a través de las actas del ayuntamiento, Mañongo, N° 45, vol. XXIII, pp. 15-41.
- Martínez Aníbal R., 1979, El Camino de de Petrolia. Fundación Bancaribe, Caracas.
- Martínez Espino, F., 1895, Experimentos sobre la flexión de la “vera”, en Ofrenda de la Sociedad Venezolana de Ingenieros Civiles al Gran Mariscal de Ayacucho en su centenario. Edición facsimilar del Colegio de Ingenieros de Venezuela en Publicaciones del Colegio de Ingenieros en el siglo XIX, Caracas, 1961, pp.11-26.
- Memoria de los abonos, cultivo y beneficios que necesitan los diversos valles de la provincia de Caracas para la plantación de café, Reproducción digital, Imprenta de Tomás Antero, 1833. Material cedido por la Biblioteca Nacional de Venezuela. Servicio de Libros Raros y Manuscritos. <[https://www.cervantesvirtual.com/portales/portal\\_nacional\\_venezuela/obra-visor/memoria-de-los-abonos-cultivo-y-beneficios-que-necesitan-los-diversos-valles-de-la-provincia-de-caracas-para-la-plantacion-de-cafe-0/html/ff5b035a-82b1-11df-acc7-002185ce6064.html](https://www.cervantesvirtual.com/portales/portal_nacional_venezuela/obra-visor/memoria-de-los-abonos-cultivo-y-beneficios-que-necesitan-los-diversos-valles-de-la-provincia-de-caracas-para-la-plantacion-de-cafe-0/html/ff5b035a-82b1-11df-acc7-002185ce6064.html)>
- Molina, Luis, 1999, De los trapiches decimonónicos a los centrales protoindustriales Aproximación histórico-arqueológica a los establecimientos cañeros de la segunda mitad del siglo XIX y primera del XX en Venezuela, Boletín Antropológico N° 45 enero – abril, pp. 48-77
- Navas, Ana María, Scaramelli, Di Prinzi, Franz, Anna and Scaramelli. Kay, 2014, Tecnologías de colonización: metalurgia en las misiones religiosas del Orinoco, siglo XVIII, Revista de Arqueología Americana, No. 32, Estudios Comparativos en la Arqueología del contacto (2014), PP. 129-150
- Olivar, José Alberto, Automovilismo, vialidad y modernización. Una aproximación a la historia de las vías de comunicación en Venezuela durante la primera mitad del siglo XX, Caracas, Academia Nacional de la Historia-Fundación Bancaribe, 2014, 170 pp.
- Pacheco Troconis, Germán, 2000, El añil. Historia de un cultivo olvidado en Venezuela. 1767-1870. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona, España, 2 tomos.
- Pacheco Troconis, Germán, 2003, Hacienda y pequeña producción de añil en la Provincia de Caracas: complementariedad y contradicciones, ss. XVIII-XIX, Historia Agraria, pp., 87-110.
- Pacheco, Lilibeth Y Freites, Yajaira, 2012, **La recepción de la radioactividad en Venezuela (1896-1934)**, BITÁCORA-E, Revista Electrónica Latinoamericana de Estudios Sociales, Históricas y Culturales de la Ciencia y la Tecnología, Venezuela, No. 1, 2012, pp. 18-39. Accesible <<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/35556/1/articulo2.pdf>>



- Pérez, Luis Adolfo, 2014, Los wayuu: tiempos, espacios y circunstancias, Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología Vol. 13 No. 4 (octubre-diciembre 2004): 607-630
- Ramírez Méndez Luis Alberto 2013, Los maestros artesanos en Mérida-Venezuela (siglos XVI-XVII), Presente y Pasado. Revista de Historia. Año 18. N° 36, pp.25-72
- Ramírez Méndez, Luis Alberto, 2014, Las haciendas cañeras en el sur del lago de Maracaibo-Venezuela (siglos XVI-XVII), Revista de Indias, 2014, vol. LXXIV, núm. 260, Págs. 9-34
- Rodríguez Mirabal, Adelina, (s/f). La Hacienda Trapiche e Ingenio “Santa Rosalía” del Marqués del Valle de Santiago: Estructura de la Hacienda Cañera Venezolana (manuscrito)
- Rodríguez Velásquez Fidel, 2022 *Navegantes indígenas, perlas y canoas en el Caribe del siglo XVI: experiencias transculturales conectadas por el mar Trabajos y Comunicaciones*, 2da. Época, N°55, e161, <https://doi.org/10.24215/23468971e161>
- Rosas González, Otilia Margarita, 2015, La población indígena en la Provincia de Venezuela, Tesis de Doctorado en Antropología de Iberoamérica, Universidad de Salamanca, 244 pp.
- Ruiz Tirado, Mercedes, 2000, Tabaco y sociedad en Barinas, siglo XVII Universidad de los Andes, Consejo de Publicaciones
- Saldivia Landaeta, Antonio J, 2016, El algodón y el Lienzo del Tocuyo. En Blog Historia del Tocuyo.
- Straka Tomas 2023, Felipa Mora, sus telares y sus mercados //Notas de historia empresarial venezolana, Prodavince, 30/10/2023 accesible en <[https://prodavinci.com/autores\\_pd/tomas-straka/](https://prodavinci.com/autores_pd/tomas-straka/)> 27/11/2023.
- Telleria Villapol, Rodolfo 2011, Historia del desarrollo del servicio eléctrico en Venezuela: 1880-1998. Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica (CAVEINEL), Caracas, Urbina Luigi, L. (1961). *Técnicas usadas para la Construcción de Edificios durante la Época Colonial de Venezuela*. Apéndice en: Arcila Farías, 1961, I, pp. 349-359.
- Vélez, Luis, 1921, Cartilla para el cálculo de puentes colgantes con cementos, estribos y anclajes de concreto. Litografía del Comercio, Caracas
- Villanueva, Laureano, 1895, Las Ciencias Médicas en Venezuela, en Primer Libro Venezolano de Literatura, Ciencias y Bellas Artes, 2da edición Edición Facsimilar efectuada por el Consejo Municipal del Distrito Federal, 1974, pp. 213- 229.
- Zawisza, Lezek, 1983, “Obras Públicas en la Venezuela del Centenario del Libertador (Segunda Parte)”; Caracas, en Congreso de la República de Venezuela, Venezuela 1883, Caracas, Congreso de la República (Venezuela), 1983, Tomo II, pp. 199-266 1983.



## PALABRAS DE BIENVENIDA AL NUEVO ACADÉMICO

Rafael Isidro QUEVEDO CAMACHO

Damos la más cordial y calurosa bienvenida a nuestra Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, a la doctora Yajaira Freites Ochoa, Socióloga, Master y Doctora especializada en los campos del estudio de la historia de la ciencia y el desarrollo. Su presencia ampliará la participación de la mujer en nuestra corporación, que en solo dos meses ha recibido también a la Doctora Sonia Cedres de Bello en el campo del diseño de construcciones sanitarias.

La Doctora Yajaira Freites Ochoa ya tiene una significativa presencia en la Academia de la Ingeniería y el Hábitat, pues ella participa desde el año 2021 en la Comisión de Historia y su amplia formación y publicaciones relacionadas con la HISTORIA DE LA CIENCIA, seguramente contribuirá a enriquecer los intercambios y trabajos que allí se vayan planteando. La Académica Freites Ochoa también podrá establecer un puente de comunicación e intercambios con los organismos científicos del país en los cuales le ha correspondido estudiar y trabajar como el Centro de Estudios del Desarrollo, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, el Centro de Estudios de la Ciencia y en otras instituciones relacionadas.

Su condición de socióloga nos ayudará a comprender mejor los conflictos, tendencias y movimientos que bullen en la sociedad de hoy y su investigación y análisis, para que podamos avanzar hacia el mañana con mayor propiedad y entender con una comprensión mas profunda, las conductas personales y las diversas posturas que surgen en las confrontaciones que vienen ocurriendo, así como la mejor manera de comunicarnos y relacionarnos con las instituciones y sus representantes.

Bienvenida, Académica Yajaira Freites Ochoa, ¡¡la recibimos con beneplácito y alegría para compartir nuestro diario quehacer!!

**COMPENDIOS DE TRABAJOS DE  
INCORPORACIÓN ACADÉMICA**

## TIPOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL. Su diversidad, evolución e importancia para el desarrollo sostenible en Venezuela

Joaquín BENÍTEZ MAAL

La evaluación ambiental, social, económica, cultural y de salud de las implicaciones de propuestas, constituyen una contribución crítica para desarrollar un proceso adecuado de toma de decisiones y para un desarrollo equitativo y sostenible.

IAIA (Asociación Internacional de Impacto Ambiental)

---

### RESUMEN

El Trabajo de Incorporación Académica, explora las diversas formas de Evaluación Ambiental (EA) que han surgido desde la creación de la herramienta en el año 1970. Se identifican no solamente los aspectos que influyeron en su difusión y diversificación sino los propósitos y funciones y su relación con el desarrollo sostenible. Se realizó una Revisión Sistemática de Literatura y se complementaron los hallazgos con la identificación de referencias relevantes. Finalmente se presenta una propuesta de tipología, la cual agrupa a las distintas formas de Evaluación Ambiental agrupadas en: Componentes principales, EA con énfasis en componentes parciales del ambiente, EA relacionadas con el ciclo de planificación, EA relacionadas con la concepción actual de sostenibilidad, EA relacionadas con la corresponsabilidad, EA relacionadas con estrategias correctoras y los Instrumentos Auxiliares. Finalmente se discuten los aportes de las EA al desarrollo sostenible, adoptando una definición de lo que se puede considerar una ciencia de la sostenibilidad y entendiendo que estos aportes son uno de los propósitos sustantivos de las EA.

---

*Palabras clave:* Evaluaciones Ambientales, Evaluación de Impacto Ambiental, Tipología de las Evaluaciones Ambientales, Desarrollo Sostenible

### 1. Introducción

La rápida y amplia difusión de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como instrumento de políticas públicas, ha sido destacada por numerosos autores a lo largo de los 53 años que tiene la Ley Nacional de Protección al Ambiente (NEPA) promulgada en los Estados Unidos en 1970. Algunos autores como, (Eriás & Álvarez, 2007) reportan para el año 2007 más de 120 países que utilizan de manera regulada la aplicación de EIA para la toma de decisiones, otros como (Sanchez, 2011) reportan más de 100 países y las Naciones Unidas (United Nations Environment Programme, 2018) menciona que las EIA “son la herramienta de planificación y gestión más comúnmente conocida, usada y globalmente esparcida” con lo cual, la persistencia de la universalidad de las EIA, durante al menos la segunda década del siglo XXI, quedaría al menos cualitativamente establecida.

Analizando tanto la emergencia y desarrollo de la EIA como elemento clave de la gestión ambiental como su evolución (Morgan, 2012 ) relaciona el recorrido histórico correlacionando la trayectoria de la EIA con el incremento del reconocimiento de los cambios generados por las actividades humanas. Adicionalmente Morgan reconoce que durante ese periodo (1970-2012) la EIA se ha desarrollado y cambiando

“influenciada por las necesidades cambiantes de los tomadores de decisión y de los procesos de toma de decisiones”.

La evolución experimentada por la EIA, ha significado el desarrollo de, como las define (Morgan, 2012 ) “formas de evaluación de impacto”, originadas, según este autor, por la “insatisfacción con la EIA en la forma como se ha practicado” es así como emergen entonces otros tipos de evaluaciones de impacto tales como; Evaluación de Impacto Social, Evaluación de Impacto sobre la Salud, Evaluación Ambiental Estratégica entre otras.

Las demandas para poder desarrollar una gestión ambiental adecuada que garantice los derechos ambientales de las personas y las garantías para el disfrute de estos derechos por las generaciones venideras, no han hecho sino incrementarse. Los acuerdos vinculantes alrededor de la temática relacionada con el Cambio Climático, la instrumentación y compromisos adquiridos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 (United Nations Environment Programme, 2018) por una parte y por la otra un importante deterioro de las condiciones socio ambientales en el país, (Clima 21 DD.HH, 2023) así como el importante deterioro de la institucionalidad ambiental (Grupo Orinoco, 2017) y la insuficiente aplicación de Evaluaciones de Impacto Ambiental, permiten establecer el interés en explorar los rasgos más notorios de la evolución de

la EIA en el mundo y la identificación de una tipología actual de las EIA, de manera de ofrecer información actualizada que pueda ser de utilidad.

### 1.1. Justificación

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental se comenzaron a practicar a comienzos de los años 70 del siglo XX, adquiriéndose a la fecha una experiencia importante en cuanto a su aplicación y efectividad. El análisis de su efectividad, utilidad y propósito ha sido considerado y analizado, al menos de manera sistemática, desde los años 90. (Sadler, 1996) desarrolló para la IAIA<sup>1</sup> un extenso estudio de análisis de la efectividad de las EIA, en el cual se concluye que efectivamente la práctica de la EIA contribuye efectivamente a una mejor toma de decisiones y que uno de los retos a lograr, en el propósito de la mejora de la aplicación de las mismas, es su vinculación con el Desarrollo Sostenible.

En Venezuela, si bien en la actualidad las Evaluaciones de Impacto Ambiental se continúan realizando, el estado de la economía y el deslave institucional permiten estimar, ante la ausencia de datos confiables, que tanto el número como la calidad de las EIA que se realizan actualmente ha disminuido. Esta situación contribuye de manera importante al déficit en el desempeño ambiental que registra el país en los años recientes.

El conocimiento tanto de lo que ha sido la evolución de los tipos de las evaluaciones de impacto ambiental, como sus objetivos, áreas temáticas y aportes tanto a la gestión ambiental como a la orientación al desarrollo sostenible, resultan elementos de importancia a considerar a los efectos de poder desarrollar una iniciativa que tenga como objetivo actualizar al sistema de evaluación de impacto ambiental venezolano y de esa manera contribuir a la mejora de algunos aspectos relacionados con el desempeño ambiental del país.

### 1.2. Motivación, preguntas de investigación

Las evaluaciones de impacto ambiental y el desarrollo sostenible han sido los temas en los que el autor ha desarrollado su experiencia y la mayoría de su trabajo de docencia e investigación

Considerando los aspectos tratados en esta sección y con la finalidad de orientar la investigación que dará soporte a este Trabajo de Incorporación Académica (TIA), se plantea la siguiente pregunta de investigación.

A los efectos de poder obtener una visión más amplia, completa y actualizada de como las evaluaciones de impacto ambiental, se aplican, utilizan y vinculan al desarrollo sostenible ¿Es posible reconocer cuales son los tipos de evaluaciones de impacto ambiental de aplicación común y generalizada?

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo General

Reconocer en el ámbito global, los distintos tipos de evaluaciones de impacto ambiental de aplicación común y generalizada

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- a) Desarrollar una investigación bibliográfica sistemática para identificar los tipos de evaluaciones de impacto ambiental de aplicación generalizada
- b) Identificar los elementos evolutivos en la metodología, propósitos y usos de las evaluaciones de impacto ambiental
- c) Identificar los elementos que vinculan a las evaluaciones de impacto ambiental con el desarrollo sostenible

### 1.4. Metodología

#### 1.4.1. Planteamiento metodológico general

Este trabajo se desarrollará principalmente con base a revisión bibliográfica y al desarrollo de una Revisión Sistemática de Literatura (RSL) realizada en dos tiempos, una primera búsqueda de referencias hasta 2020 y una segunda búsqueda entre 2020 y 2023

Una RSL es, de acuerdo a (Monterola, Astudillo, Arias, & Claros, 2013) “un artículo de síntesis de la evidencia disponible, en el que se realiza una revisión de aspectos cuantitativos y cualitativos de estudios primarios, con el objetivo de resumir información existente respecto de un tema particular”. Existen varias formas y áreas de trabajo que abordan las RSL su uso en temas ambientales es más bien reciente, pero es posible encontrar trabajos que responden a los lineamientos y características de esta metodología.

El desarrollo del trabajo siguió las orientaciones básicas para el desarrollo de las revisiones sistemáticas de literatura rápidas, detalladas por (Gannan, Ciliska, & Thomas, 2010) en las que se incluyen pasos secuenciales, los cuales se presentan en la Tabla 1 a continuación:

<sup>1</sup> IAIA siglas en inglés que identifican a la International Association of Impact Assessment (Asociación Internacional de Evaluación de Impactos) [www.iaia.org](http://www.iaia.org)

Tabla 1. Actividades desarrolladas durante la investigación.

| Actividades esta investigación   | Pasos Secuenciales RSL rápida (Gannan. 2010)     |
|--|--|
| Definición de áreas temáticas de exploración para la revisión documental   | Definir la pregunta de investigación             |
| Caracterización, para la búsqueda, de los parámetros y descriptores del conocimiento comunicado con relación a la Tipología de las Evaluaciones de Impacto Ambiental | Elaborar un protocolo de investigación           |
| Definición de la estrategia de búsqueda de información para la revisión documental   | Definir una estrategia de búsqueda bibliográfica |
| Revisión documental aplicando la herramienta “Revisión Sistemática de Literatura”  | Extracción de datos                              |
| Identificación, valoración y resumen de los resultados de la RSL   | Estudio de la calidad metodológica               |
| Caracterización y análisis de los tipos de Evaluación de Impacto Ambiental   | Análisis de datos y resultados                   |
| Planteamiento de temas y recomendaciones que contribuyan la consolidación de la investigación en Evaluación de Impacto Ambiental                                     | Interpretación de los resultados                 |

Fuente: Elaboración propia con base a Gannan 2010

#### 1.4.2. Etapas previstas

Uno de los aspectos fundamentales y que constituye el eje principal sobre el cual se desarrolló esta RSL rápida, es la definición de las preguntas de investigación a partir de los objetivos planteados por el trabajo. La pregunta de investigación expresada anteriormente; ¿Es posible reconocer cuales son los tipos de evaluaciones de impacto ambiental de aplicación común y generalizada? Se constituye en la guía

fundamental para la búsqueda de información y a partir de ella se definen: Los términos de búsqueda, es decir las palabras que se van a utilizar en los buscadores de bases de datos y otras herramientas de búsqueda, y la definición del instrumento de recolección de datos provenientes de la búsqueda. El instrumento utilizado en esta RSL se presenta a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Campos del instrumento de recolección de datos y respuesta a la pregunta de investigación

| Características de la publicación |                     |                    |        |   | Respuesta de la referencia a las preguntas de investigación   |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------|--------|---|---|
| Numero en base de datos de la RSL | Nombre Primer Autor | Año de Publicación | Título | Institución (1)<br>Universidad (2)<br>Organismo Internacional (3)<br>Individual (4)<br>Otro | ¿Es posible reconocer cuales son los tipos de evaluaciones de impacto ambiental de aplicación común y generalizada?<br>¿Cómo han evolucionado las EIA?<br>¿Qué vínculos se reportan entre la EIA y el DS? |

Fuente: Elaboración propia. 2022

El uso de la matriz permitió definir los atributos y características de la publicación y el análisis y resumen de la relación de cada publicación (cada evidencia) con las preguntas de investigación

Finalmente, el análisis de la matriz, tanto el tipo de referencia caracterizada como la proporción de respuestas a las preguntas permitieron elaborar la sección de discusión de resultados.

## 2. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA PARA EXPLORAR LA TIPOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL

En esta sección se presentan los aspectos metodológicos básicos, la ficha técnica de la Revisión Sistemática de Literatura y los resultados derivados del instrumento de recolección de datos, en las secciones a continuación, se presentan los aspectos temáticos desarrollados y construidos a partir de los hallazgos y la información obtenida por la referencia,



## 2.1. Aspectos metodológicos

Siguiendo, como ya se mencionó, la metodología y lineamientos desarrollador por Gannan, se muestran a continuación los aspectos metodológicos fundamentales.

En la Figura 1 se presenta el flujograma de las actividades de la RSL. En ella se puede apreciar, como, a partir de la definición de las preguntas de investigación, se organiza la búsqueda, se identifican y se van seleccionando referencias hasta llegar al análisis de resultados.

Es importante destacar dos elementos relacionados con las actividades de la RSL, el primero está relacionado con la definición de lo que se ha denominado “búsqueda” lo cual constituye uno de los elementos centrales de las revisiones sistemáticas. La búsqueda consiste en la exploración y recuperación de referencias, e implica la definición de los siguientes aspectos:

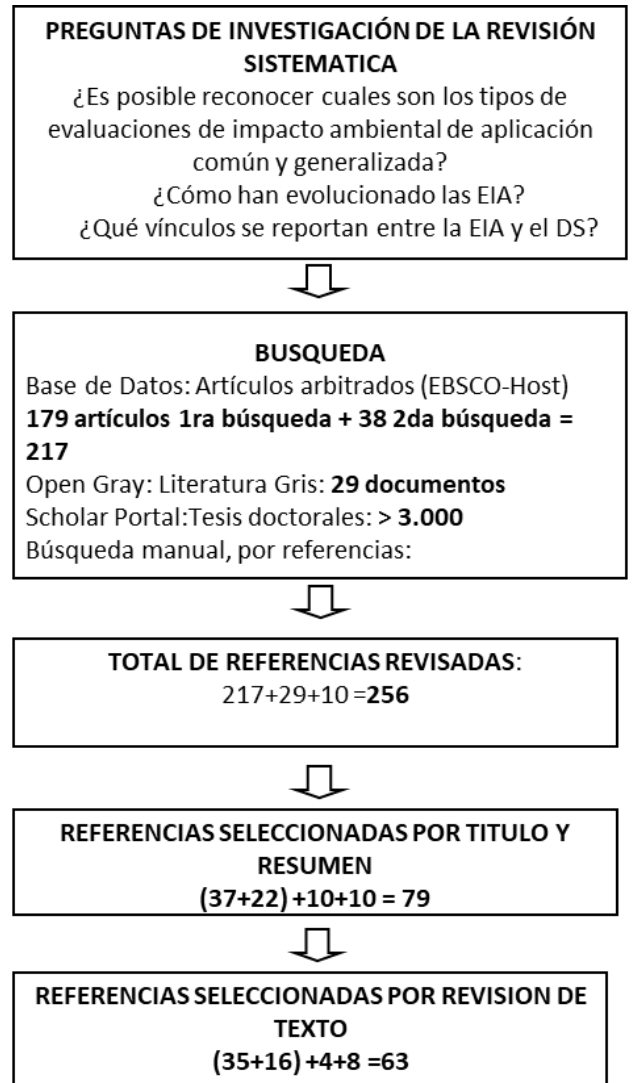
- Términos de búsqueda (descriptores); a ser usados como expresiones clave que permitan la recuperación de las referencias que respondan a los términos

- Estrategia de búsqueda; que se corresponde tanto con las fuentes de información a consultar para recuperar las referencias, como con la definición de atributos que deben tener las referencias a ubicar

En la RSL efectuada, se definieron estos aspectos y presentaron en una ficha técnica. La cual se presenta a continuación en la Figura 2.

Con relación a la estrategia de búsqueda es importante señalar, además, que se decidió como estrategia el uso del idioma inglés, debido a la preponderancia de este idioma en las publicaciones. En cuanto a las bases de datos a consultar, se escogió GREEN FILE debido a que esta base contiene artículos y referencias relacionadas con ambiente y desarrollo sostenible y es accesible a través de EBSCO-HOST que es el buscador de bases de datos a la cual se tuvo acceso durante el desarrollo de la investigación

Figura 1. Flujograma de las actividades de la RSL.



Fuente: Elaboración propia con base a Gannan (2010)2022

Figura 2. Ficha técnica RSL desarrollada

|   |
|---|
| <p><b>FICHA TÉCNICA - REVISIÓN SISTEMÁTICA</b></p> <p><b>TÍTULO:</b> TIPOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL. Su diversidad, evolución e importancia para el desarrollo sostenible en Venezuela</p> <p><b>PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>¿Es posible reconocer cuales son los tipos de evaluaciones de impacto ambiental de aplicación común y generalizada?</p> <p>¿Cómo han evolucionado las EIA?</p> <p>¿Qué vínculos se reportan entre la EIA y el DS?</p> <p><b>TÉRMINOS DE BÚSQUEDA:</b></p> <p>Types of Environmental Impact Assessment<br/>                 Sustainability and Environmental Impact Assessment,<br/>                 Sustainability Assessment</p> <p><b>BÚSQUEDA EN:</b></p> <p>Artículos arbitrados, Base de Datos (EBSCO HOST – Green File)<br/>                 Literatura gris. Tesis doctorales. Open Gray<br/>                 Varios tipos de referencias. Google Academic</p> <p><b>TRATAMIENTO DE RESULTADOS DE BÚSQUEDA:</b></p> <p>Eliminación de resultados duplicados, ajuste de número de referencias</p> <p><b>CRITERIOS DE SELECCIÓN:</b></p> <p>1ra. Revisión: Título y resumen;<br/>                 Alta coincidencia de título con términos de búsqueda, o<br/>                 Contenido del resumen evidencia relación con respuestas a preguntas de investigación</p> <p>2da. Revisión: Artículo y textos;<br/>                 Contenido del texto evidencia relación con respuestas a preguntas de investigación</p> <p><b>CARACTERIZACIÓN DE CONTENIDOS ANALIZADOS:</b></p> <p>Por contenido, por tipo de evaluación ambiental, por tipo de vínculo</p> <p><b>ANÁLISIS DE FRECUENCIA:</b></p> <p>Por año de publicación, por proporción de respuestas “Si” o “No” a preguntas de matriz de análisis</p> |
|---|

El análisis en esta sección incluye los resultados de las búsquedas, el número de artículos encontrados y seleccionados, la caracterización general de los hallazgos en cuanto a las referencias encontradas y los resultados en cuanto a las preguntas de investigación.

2.1.1. Referencias identificadas, fuentes de búsqueda y datos básicos

La búsqueda realizada en el marco de esta revisión sistemática permitió identificar 256 referencias potencialmente relevantes. Después de revisar título y resumen se seleccionaron 79 referencias. Luego del análisis del texto completo de los artículos arbitrados recuperados, la selección de referencias válidas a los objetos de esta investigación se redujo a 63, discriminados de la siguiente manera: 51 artículos arbitrados, 4 referencias de literatura gris y 8 referencias de Google Academic (Ver Figura 1 previamente citada). Todas las referencias seleccionadas se resumen en la Tabla 3 a continuación en el cual se identifica el autor principal, el año y en cual búsqueda fue encontrada.

Tabla 3. Referencias seleccionadas para el análisis de la RSL

| Autor Principal                              | Año  |
|--|------|
| <i>Encontrado en Green File – Ebsco Host</i> |      |
| AHUMADA, BRENDA                              | 2012 |
| AMIRAHMADI, ELNAZ                            | 2023 |
| BORELLA, ILDE LUIZ                           | 2016 |
| BURNSIDE, NEIL                               | 2020 |
| CAMPBELL, MAC                                | 2020 |
| CIESLAK, IWONA                               | 2019 |
| DECANO-VALENTIN, CRISTINA                    | 2021 |
| DE MULDER, JAN                               | 2011 |
| DEVUYST, DIMITRI                             | 2000 |
| FRAME, BOB                                   | 2006 |
| GLASSON, JOHN                                | 2009 |
| GSSCHOSSE, FLORIAN                           | 2012 |
| HAYATINA, ISYE                               | 2023 |
| HERNANDEZ, ELIZABETH                         | 2015 |
| IGNAT, GABRIELA                              | 2016 |
| KOO, DAE-HYUN                                | 2009 |

| Autor Principal                       | Año  |
|---------------------------------------|------|
| KOO, DAE-HYUN                         | 2008 |
| KWIATKOWSKI, ROY                      | 2003 |
| KONECNY, VLADIMIR                     | 2020 |
| LABUSCHAGNE, CARIN                    | 2005 |
| LIU, HUI                              | 2022 |
| LATIMER, WILLIAM                      | 2009 |
| MAKSIN, MARIJA                        | 2017 |
| MEE KAM, NG                           | 2007 |
| MOSCHETTI, ROBERTA                    | 2017 |
| MUTERI, VINCENZO                      | 2020 |
| NAADEM, O                             | 2013 |
| NAKAMURA, NAOHIRO                     | 2013 |
| NAN, MARIN SILVIU                     | 2011 |
| NENKOVIC-RIZNIC, MARINA               | 2016 |
| NESS, BARRY                           | 2011 |
| NIU, ANYI                             | 2022 |
| PANTELIC, BRANA                       | 2023 |
| PIKON, KRZYSZTOF                      | 2010 |
| PRIARONE, PAOLO                       | 2016 |
| RAMASWANI, ANU                        | 2012 |
| RASHEDI, AHMAD                        | 2022 |
| ROHACS, JOZSEF                        | 2019 |
| ROSTRON, J                            | 2008 |
| SAFAIAN, N                            | 2003 |
| SEPPALA, JYRI                         | 2005 |
| SIRAGUSA, CHIARA                      | 2022 |
| SKOBALJ, PREDRAG                      | 2017 |
| SYMEONIDOU, MARIA                     | 2021 |
| STAN, MARI-ISABELLA                   | 2013 |
| SUBRAMANIAN, KARPAGAN                 | 2021 |
| WANG, XIAO                            | 2022 |
| WELL-DANG, ANDREW                     | 2015 |
| YAN, JIHONG                           | 2014 |
| YAO, YUAN                             | 2017 |
| ZHU, Y                                | 2014 |
| <b>Encontrado en Google-Académico</b> |      |
| DEVUYST, DIMITRI                      | 2000 |
| ANAGO, IFEANYI                        | 2002 |
| BOND, ALAN                            | 2011 |
| BOND, RICHARD                         | 2001 |
| BRUHN-TYSK, SARA                      | 2002 |

| Autor Principal                | Año  |
|--------------------------------|------|
| CASHMORE, MATHEW               | 2007 |
| CASHMORE, MATHEW               | 2004 |
| CHANG, DANNI                   | 2014 |
| DE RIDDER, W                   | 2010 |
| HACKING, THEO                  | 2008 |
| HUGE, JEAN                     | 2013 |
| KRANJC, DAMJAN                 | 2005 |
| MORGAN, RICHARD                | 2012 |
| MORRISON-SAUNDERS              | 2012 |
| NOTEBOOM, SIBOUT               | 2007 |
| NYKVIST, BJOR                  | 2009 |
| WEAVER, ALEX                   | 2008 |
| WILKINS, HUGH                  | 2003 |
| <b>Encontrado en Open Gray</b> |      |
| DAS, PRABIR KUMAR              | 2006 |
| GILLANI, SAYEZ TAMIZ UD DIN    | 2013 |
| MA, YU                         | 2011 |
| ORSATTI, CRISTINA CHIARA       | 2006 |

Fuente Elaboración propia 2022

El 41% de las referencias se publicaron en la década comprendida entre los años 2006 y 2015, lo que corresponde a lustros intermedios de los años de búsqueda establecidos (2000-2023) y 51% de las referencias se publicaron entre 2016 y 2023 y pudiese constituir un primer indicio del interés creciente sobre el tema a partir del año 2000. En ese orden de ideas, el artículo que Google Academic presenta como más relevante en cuanto a los términos de búsqueda y con relación al número de menciones por otros autores, fue publicado en el año 2012 (Morgan, 2012) el cual resulta relevante a los efectos de esta investigación, debido a que presenta un esquema muy práctico para comprender las formas de evaluación de impactos surgidas a la fecha. El 100% los artículos arbitrados y de las referencias de Google Academic son artículos publicados en revistas.

En los anexos se presentan las referencias analizadas conforme a los campos de análisis presentados en la Tabla 1, los cuales resumen las características fundamentales de las referencias y sus aportes a las preguntas de investigación.

### 3. LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental son una herramienta de gestión ambiental ampliamente difundida y conocida, y también muy estudiada, incluso existen numerosas definiciones en los distintos instrumentos legales que regulan su realización y los procesos asociados. A los efectos de este trabajo luce pertinente la definición ofrecida por (Rostron & Parry, 2008) quienes explican a las EIA como “una evaluación sistemática y exhaustiva de los impactos significativos, que involucra la participación del promotor del proyecto, las autoridades y otras fuentes de información relevante, y el público” esta definición hace énfasis más que en los aspectos técnicos, sobre el cómo se realiza una EIA, en los actores involucrados en su realización, Otro aporte a la comprensión de las EIA la ofrece (Stan, 2013) quien establece que las EIA son una herramienta de políticas públicas, que obliga a la integración del ambiente en el proceso de toma de decisiones intersectorial y la define como un proceso diseñado para asegurar que los impactos ambientales significativos son evaluados de manera satisfactoria y considerados en el diseño, aprobación e implementación de todos los tipos de acciones relevantes. Otra definición importante la ofrecen (Partidario, Den Broeder, Croal, Fuggle, & Ross, 2012) estos definen a la EIA “como un instrumento predictivo capaz de asesorar proactivamente a los responsables de tomar decisiones sobre lo que podría pasar si una propuesta se lleva a cabo” También especifican que las EIA ayudan a “diseñar e implementar mejores políticas, planes, programas y proyectos” y que “contribuyen a fomentar un futuro equilibrado y sostenible” también destacan estos autores que la EIA “tiene una naturaleza dual, es a la vez técnica y de procedimiento”. En Venezuela la definición de EIA está contenida en Las Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente (Republica de Venezuela, 1996) la cual define a los estudios de impacto ambiental, como un “estudio orientado a predecir y evaluar los efectos del desarrollo de una actividad sobre los componentes del ambiente natural y social y proponer las correspondientes medidas”.

#### 3.1. Origen

En cuanto a sus orígenes (Ahumada, Pelayo, & Arano, 2012) identifica como principal antecedente de la evaluación de impacto ambiental, al hito de promulgación de la Ley Nacional de Protección al Ambiente (NEPA) de los Estados Unidos de América, señalan que “esta fue la primera legislación que incluyó la solicitud de evaluación previa de la autorización de determinadas actividades humanas que podrían tener impactos significativos sobre el ambiente”. Al respecto (Benítez J., 2021) señala que la promulgación de la (NEPA) es un hecho histórico que es importante reconocerlo “debido a que se establece una fecha a partir de la cual estudiar la evolución de las EIA tanto en aspectos metodológicos y su alcance, como en la difusión de su práctica en gran parte del mundo.”

En Venezuela conforme a las Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el

Ambiente (Republica de Venezuela, 1996) se concibe a las evaluaciones ambientales como parte del proceso de “toma de decisiones para la formulación de políticas. planes, programas y proyectos de desarrollo, a los fines de la incorporación de la variable ambiental en todas sus etapas”. Si bien este decreto no ha sido derogado, a partir de la promulgación de la constitución en 1999 la cual incluye la incorporación de un artículo, el 129, el cual establece que “Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de un Estudio de Impacto Ambiental y Sociocultural” la aplicación de las normas se ha visto impactada por la diferente denominación con que se denomina a la evaluación ambiental en los dos instrumentos legales, generando algunas dificultades en su aplicación. (Benítez J., 2017).

#### 3.1.1. Proceso de difusión

Un recuento importante del proceso de difusión temprana (1969-1998) de las Evaluaciones de Impacto Ambiental lo ofrece Arts (Arts, 1998), el recuento esquematiza el proceso en:

- **Nacimiento y clarificación del proceso y contenido de la NEPA;** entre 1969 y finales de los años 80, durante el cual las experiencias y sucesivas resoluciones de aplicación de las EIA en los Estados Unidos permitieron, identificar elementos comunes en la aplicación de la herramienta, entre los cuales estarían:
  - Decisión de hacer la EIA
  - Definición de alcances
  - Realización del estudio
  - Reporte del EIA
  - Revisión
  - Decisión
  - Evaluación ex post
- **Difusión mundial de la EIA;** adoptándose a mediados de los años 70 en varios países industrializados como en Canadá (1973), Australia y Nueva Zelanda (1974) Alemania Occidental y Francia en (1976), en otros países europeos en la segunda mitad de los años 70 y principios de los 80. Algunos países no desarrollados adoptaron también la EIA como Colombia (1974) Tailandia (1975) y Filipinas en 1977. Arts incluye en este punto, y como una contribución a la difusión, la inclusión de guías y principios de operación de actividades financiadas o promovidas por organismos multilaterales, como el Banco Mundial (BM), la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD), y la Organización Mundial de la Salud (OMS) entre otros. También destaca como un hito relevante y de gran impacto regulatorio por su alcance continental, a la Directiva de la Unión Europea (85/337/EEC) de 1997 la cual introduce requerimientos uniformes sobre EIA para los países de la unión.

En Venezuela, de acuerdo a (Buroz, 1997) las evaluaciones de impacto ambiental se comenzaron a implementarse como herramientas de toma de decisiones y con fines administrativos en los años 80, de la mano de un convenio entre el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables y la

industria petrolera nacional, para desarrollar las actividades de esta industria condicionadas por las EIA.

Posteriormente en el año 1992 el decreto 2213, constituyó el primer instrumento legal para la realización de EIA, el cual fue derogado por el decreto 1257, ya mencionado. Desde los años 80 hasta la primera década del siglo XXI la aplicación de Estudios de Impacto Ambiental en Venezuela fue adquiriendo mayor relevancia, abarcando más actividades, no solo las petroleras y de las industrias básicas de Guayana, sino que se hicieron evaluaciones ambientales de proyectos de vialidad, líneas de transmisión, de puertos, aeropuertos, de Centros Comerciales, de Desarrollos Habitacionales, de Sistemas de Transporte, de desarrollos industriales y de Camaroneras, por mencionar los más conspicuos. Adicionalmente y con el reconocimiento de las distintas formas de Evaluación Ambiental que establecía el 1257, se amplió la cobertura de las evaluaciones a más actividades dentro de las ciudades. En los años 90 estos procesos de difusión de la práctica de las Evaluaciones Ambientales registraron la realización de las primeras Evaluaciones Ambientales Estratégicas para propuestas de desarrollo de gran envergadura. La organización e institucionalización de las EIA en el país, implicó la aparición y participación de actores capacitados tanto para la realización de los estudios (los consultores ambientales) como para la revisión y toma de decisiones (instancias y funcionarios adscritos a la autoridad ambiental) lo cual permitía reconocer a un Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de alguna robustez.

### 3.2. La EIA como instrumento de políticas ambientales

Como ya se ha mencionado, la EIA es uno de los instrumentos de Políticas Públicas Ambientales más difundidos, y estas se definen, de acuerdo a (Martínez, 2017) como “todas aquellas acciones que el gobierno aplica para el cuidado del medio ambiente”. Las Políticas Públicas Ambientales, conforme a (Eriás & Álvarez, 2007) deben concebirse apegadas a tres principios básicos: el de corrección, el de prevención y el de precaución, y aunque los tres pueden conectarse con la práctica e institucionalización de las EIA, es el principio de prevención el que se relaciona directamente con ellas, es según (Loparena, 1998) citado por (Eriás & Álvarez, 2007) “es en el fondo la razón de ser de la evaluación de impacto ambiental”. Este principio responde a la idea de que es preferible evitar o minimizar los problemas ambientales antes de tener que solucionarlos.

Como elementos de políticas públicas que, además de los principios básicos, se relacionan a su vez con las EIA, (Eriás & Álvarez, 2007) vinculan a los principios de equidad y de información y participación pública. Según estos autores, el principio de equidad, el cual responde al derecho que cada grupo social tiene derecho a la distribución equitativa de costos y beneficios de una actividad, y el de información y participación pública, en el que el público tiene derecho a “poseer la información necesaria sobre la calidad ambiental de su entorno y la repercusión de actividades y proyectos sobre su

medio ambiente”, así como el derecho a participar en los procesos de toma de decisiones, son principios que configuran la organización de los sistemas de evaluación y los procesos técnicos y administrativos asociados a ellos.

Por último, en este aparte, es conveniente destacar el papel de los instrumentos de evaluación ambiental, como factor que contribuye a armonizar al sistema productivo con el ambiente, entendiendo esta armonización como uno de los principios fundamentales de política ambiental (Gabaldon, 1986) en tal sentido (Eriás & Álvarez, 2007) presentan a las evaluaciones ambientales como “instrumentos que tienen ya un recorrido histórico” y que producto de esa evolución, han desarrollado un conjunto de técnicas de evaluación *ex ante* que “cubren todas las fases del ciclo político (agenda política, formulación, implementación, y evaluación de políticas) y todos los niveles del proceso de implantación (políticas, planes, programas y proyectos)” aunque reconocen que en algunos niveles del ciclo político y fases del proyecto de implantación no están suficientemente cubiertas por procesos administrativos y técnicos, se destaca y resulta obvia la importancia de las consideraciones ambientales y la aplicación de instrumentos de evaluación, en particular se destaca la formalización en muchos ámbitos de lo que se conoce como Evaluación Ambiental Estratégica, dirigida a la evaluación ambiental de políticas, planes y programas.

### 3.3. Fundamentos metodológicos

En el ámbito internacional, y respondiendo a los principios de políticas públicas previamente señalados y a los que las evaluaciones ambientales se vinculan como instrumentos, se reconoce la existencia de un modelo “clásico” de EIA el cual es resumido por (Morgan, 2012) en las siguientes etapas:

- **Decisión de elaborar un EIA;** conocida en inglés como **Screening**, y consiste en el análisis de la actuación propuesta y objeto de la evaluación ambiental, para decidir si es aplicable o no una EIA para apoyar la toma de decisiones.
- **Definición de alcances de la EIA;** conocida en inglés como **Scoping** y se basa en definir los alcances de la EIA conforme al análisis e implicaciones derivadas del tipo de actuación y/o de su ubicación propuesta.
- **Previsión o predicción de impactos;** lo cual consiste en estimar cuales serían los posibles impactos que pudiesen ser generados por la implementación del proyecto, para lo cual existen diversas técnicas y metodologías.
- **Determinación de la significancia, o evaluación de los impactos;** actividad conocida comúnmente como Evaluación de Impactos, en la cual se valora, con la aplicación de diversas metodologías, al grupo de impactos ambientales previstos en una EIA para una actuación, de manera de jerarquizarlos conforme a su importancia y establecer prioridades de estrategias de manejo
- **Seguimiento y monitoreo y otras actividades;** grupo de actividades que tienen como objetivo el delinear y establecer áreas de actuación durante la implementación del proyecto para asegurar tanto el seguimiento de lo que se estableció y decidió sobre la ejecución del proyecto conforme



a la EIA, como al monitoreo de las condiciones ambientales de los componentes ambientales influenciados por las actividades del proyecto

Este modelo, si bien es bastante universal, algunas referencias lo combinan con actividades o etapas más vinculadas con procedimientos administrativos y/o con etapas propias de las actividades relacionadas con la realización de estudios o levantamientos.

Otras referencias, respondiendo a la aseveración anterior muestran igualmente que la estructura general de las EIA es similar en todos los ámbitos en que se desarrollan, y responden a un esquema que pudiese resumirse en tres grandes etapas: Diagnóstico y conocimiento (de la propuesta a evaluar y de su área de influencia) Predicción y evaluación (de los posibles impactos) y, Manejo y comunicación (medidas, planes y reporte). Al respecto (Sanchez, 2011) identifica para el estado de San Pablo en Brasil, las siguientes: Identificación preliminar de los impactos probables, Focalización, Estudios de base, Identificación y previsión de los impactos, Evaluación de los impactos, y Plan de gestión. En España (Erías & Álvarez, 2007) resumen los contenidos de los EIA en: Descripción del proyecto, exposición de alternativas, Evaluación de efectos previsibles, Propuesta de medidas protectoras y correctoras, Programa de vigilancia ambiental, y Documento de síntesis. En Venezuela el decreto 1257 (Republica de Venezuela, 1996) establece que deben considerarse en los contenidos de los EIA lo siguientes elementos principales: La descripción del proyecto y del ambiente, la definición de su área de influencia, la identificación de los impactos potenciales, la descripción de las medidas preventivas, mitigantes y correctivas, el análisis de las opciones relativas al diseño, localización y tecnología, el programa de seguimiento y los lineamientos del plan de supervisión ambiental, y los documentos síntesis del EIA.

### 3.4. La “ciencia de las Evaluaciones de Impacto Ambiental”

La revisión de referencias asociadas al progreso del uso de las EIA permite identificar algunos aspectos claves para entender en qué medida ha evolucionado lo que se pudiese denominar la ciencia de las evaluaciones de impacto ambiental.

En ese sentido es importante entender que aspectos sobre Evaluaciones de Impacto Ambiental han venido siendo identificados como problemas que deben ser analizados en el marco de investigaciones y del surgimiento de un cuerpo de conocimiento científico asociado a las EIA. Entre otros autores (Arts, 1998) cita al trabajo de (Ortolano & Shepherd, 1995) quienes identificaron, a más de 25 años de promulgada

la NEPA, lo que denominaron “problemas perennes en la implementación de la EIA”, estos problemas los resumen en:

- **Cobertura de las EIA;** relacionado con las fallas en las decisiones sobre si determinadas actuaciones deben ser o no, objetos de EIA (fallas de screening) incluyendo las fallas en la cobertura de temas que deben ser evaluados también como ambientales (salud, genero, culturas y socioeconómicos) y también en fallas al no considerarse suficientemente los efectos acumulativos, trasfronterizos y los riesgos.
- **Calidad de las EIA;** en donde los autores reportan fallas en el manejo de datos, la preeminencia de la subjetividad en la evaluación (sesgos), manejo de la incertidumbre en la predicción y fallas en el control de calidad de las evaluaciones
- **Integración de las EIA en la toma de decisiones;** fallas en la armonización de procedimientos y procesos, aplicación tardía y reactiva de las EIA, dificultades para adaptar a las actuaciones evaluadas a las condicionantes derivadas de las EIA. Problemas en la implementación y fallas en el uso de la EIA en seguimiento y monitoreo de las actuaciones.
- **Participación pública en EIA;** si bien se reconoce que la participación pública es importante, su aplicación resultaba frecuentemente inadecuada, además en estas reuniones afloraban problemas NIMBY y LULU<sup>2</sup>
- **Evaluación ambiental estratégica;** no frecuentemente aplicada<sup>3</sup>, muchos elementos del ciclo de planificación (políticas, planes y programas) se conciben e implementan sin considerar suficientemente sus implicaciones ambientales y generando condicionamientos y esfuerzos mayores de adaptación a los proyectos resultantes.
- **Evaluación *ex post* de EIA,** este tipo de evaluación ha resultado poco aplicada a pesar de que se reconoce la necesidad de aplicar evaluaciones luego de haberse tomado las decisiones pertinentes. El monitoreo y auditoria de los impactos que se generan cuando los proyectos se desarrollan y el consecuente reforzamiento de las medidas de mitigación, son temas no suficientemente abordados
- **EIA y Desarrollo Sostenible;** incorporar las metas de sostenibilidad, es una herramienta para el manejo ambiental enfocado en el desarrollo sostenible.

Reconociendo que en algunos de los puntos señalados por Arts han evolucionado y mejorado de manera importante en algunas áreas, no hay duda de que muchos de los aspectos señalados han constituido fuentes para preguntas de investigación asociadas al avance de la ciencia de las EIA. En un trabajo que define los propósitos sustantivos de las EIA (Cashmore, Gwilliam, Morgan, Cobb, & Bond, 2004) definen dos grandes áreas de trabajo en las cuales se pueden agrupar las contribuciones de los investigadores, la agenda de investigación de los procesos y procedimientos asociados a los

<sup>2</sup> Acrónimos por sus siglas en inglés; NIMBY de “Not in my back yard” equivalente a “No en mi patio trasero” como actitud frente a decisiones sobre uso del territorio que implican afectaciones al ambiente o instalación de equipos o infraestructura para resolver problemas ambientales. LULU de “Locally unwanted land uses” equivalente a “Uso de la tierra localmente no deseado” usado de igual manera y sentido que NIMBY. (nota del autor)

<sup>3</sup> Considerar para esta aseveración la fecha de la referencia que se analiza, 1995. Desde esa fecha en la Unión Europea y en los Estados Unidos y otros países desarrollados se ha venido mejorando la cobertura y aplicación de las Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE) (Nota del autor)

aspectos técnicos y administrativos de la práctica de los EIA y otra agenda, que ha recibido mucho menos atención que es la que reúne los trabajos de investigación sobre lo que estos autores denominan los propósitos sustantivos de las EIA, los cuales resumen en las contribuciones de las Evaluaciones de Impacto Ambiental al Desarrollo Sostenible y a la Equidad.

Posteriormente (Morgan, 2012) en una revisión exhaustiva de literatura, establece el “estado del arte” de las EIA, e identifica “tres aspectos” en los que agrupa los hallazgos de su investigación. Estos aspectos serían:

– **Teoría;** aspecto que agrupa las discusiones sobre los fundamentos teóricos de las EIA, entre los que ha predominado lo que se ha denominado el “modelo tecnocrático” el cual se asocia a un esquema en el que ha privado el procesamiento de información y la toma de decisiones por acuerdos entre técnicos. Recientemente (téngase en cuenta la fecha de la referencia) Morgan identifica un creciente interés de los investigadores relacionado con aspectos más “políticos” en los fundamentos teóricos, los que han dado pie a la consideración de opciones donde las decisiones a tomar con base a EIA son más consensuadas y son consistentes con la participación pública en estos procesos.

– **Practica;** aspecto en donde los investigadores han trabajado en el análisis de los procesos asociados a las EIA. Morgan menciona que una cantidad de trabajos de investigación han reportado mejoras en los procesos del modelo clásico de EIA, por ejemplo: determinación del alcance del EIA, métodos de evaluación, revisión de EIA y seguimiento y monitoreo.

– **Efectividad;** área de investigación que evalúa en qué medida los EIA contribuyen a lograr los propósitos sustantivos de su uso, entre los que se ha destacado sus contribuciones al desarrollo sustentable. En este punto reafirma lo mencionado por Cashmore, ya citado, en cuanto a que es uno de los aspectos más atención debe merecer por parte de los investigadores.

Al asumir que los aspectos señalados por Arts op cit, Morgan op cit y coincidentes con los trabajos de (Cashmore M. , 2004) y (Cashmore, Gwilliam, Morgan, Cobb, & Bond, 2004) constituyen las áreas básicas de investigación en EIA, y permiten esquematizar un cuerpo temático relacionado con la ciencia de las EIA, la cual se resume en la Tabla 4 que se detalla a continuación:

Tabla 4. Áreas, temas y problemas asociados a la investigación en EIA

| Áreas (Cashmore, Gwilliam, Morgan, Cobb, & Bond, 2004)   | Temas (Morgan, 2012)                             | Problemas (Arts, 1998) citando a (Ortolano & Shepherd, 1995)   |
|--|--|--|
| <p><b>Procesos y procedimientos (Prácticas técnico-administrativas relacionadas a las EIA)</b></p> <p><b>Propósitos Sustantivos de las EIA (Contribuciones de las EIA Desarrollo Sostenible y Equidad)</b></p> | <p>Teoría</p> <p>Practica</p> <p>Efectividad</p> | <p>Cobertura de las EIA</p> <p>Calidad de las EIA</p> <p>Integración de las EIA en la toma de decisiones</p> <p>Participación pública en EIA</p> <p>Evaluación Ambiental Estratégica</p> <p>Evaluación ex post de EIA</p> <p>EIA y Desarrollo Sostenible</p> |

Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias señaladas.

El ejercicio de asociar áreas, temas y problemas arrojaría una coincidencia casi homogénea entre las tres columnas por lo que se obvia, sin embargo, resulta de interés la correlación transversal, si por ejemplo se entiende que las funciones sustantivas de las EIA, a la vez que son calificadas como área, resultan transversales a los temas y problemas.

#### 4. TIPOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES AMBIENTALES

Cuando se revisa la literatura relacionada con las Evaluaciones de Impacto Ambiental, y se tratan de identificar los diferentes tipos de evaluaciones que existen y han emergido, es frecuente también encontrar explicaciones acerca de las razones por las cuales han surgido. Entre estas razones, algunas de las cuales son calificadas como “presiones” y otras

como producto de las “insatisfacciones” que ha generado el uso y de la EIA tal y como se concibió en sus orígenes, también surgen como razones para modificar o incluir nuevas formas de evaluación; las ideas, las revisiones de conceptos o las grandes orientaciones al desarrollo. Si bien en esta sección se van a identificar diversas tipologías de EIA, en esta introducción, se pretende revisar cuales fueron, a juicio de algunos autores, algunas razones que han impulsado el surgimiento de nuevas formas de Evaluación de Impacto Ambiental, (Arts, 1998) describe en su recuento de la evolución de las nuevas formas de EIA la influencia que la concepción revisada del concepto de lo que se entiende por ambiente, a los efectos de las Evaluaciones de Impacto Ambiental, genera cambios en la medida en que se precisen y amplíen a los componentes ambientales que forman parte de ese ambiente, es así como surgen matices sobre lo que se incluye en una Evaluación de Impacto Ambiental de concepto ampliado. Conforme a esto y por citar solo un ejemplo de lo mencionado,

es el surgimiento de lo que en su momento se concibió como la Evaluación de Impacto Social.

También Arts menciona como razones para la modificación de las formas de EIA, la ampliación de lo que, hoy en día es posible entender como rango de responsabilidad, producto de lo cual, comienzan a incorporarse en las evaluaciones ambientales los impactos acumulados (como contribuye una actuación particular a un impacto ya existente y originado por actuaciones previas y confluentes en el área de influencia), los impactos transfronterizos (impactos acumulados o no que ocurren más allá de las fronteras que albergan a las entidades que los producen).

Otros autores como (Morgan, 2012 ) mencionan a la insatisfacción con la práctica tradicional, es decir la presión para proponer la variación de la forma de evaluación tradicional proviene de la no conformidad con los resultados y/o cobertura adecuada de las formas con las que se aplica la EIA, en tal sentido menciona como surgimiento de la Evaluación de Impacto Social, el fuerte énfasis que en los Estados Unidos tenían los aspectos biofísicos en el concepto de ambiente, de allí la necesidad, y sobre todo en ciertos ámbitos, de considerar los impactos sobre lo social como elementos preponderantes.

Por último entre otra de las consideraciones preliminares asociadas a las tipologías de las EIA es importante destacar lo descrito tanto por (Eriás & Álvarez, 2007) y por (Morgan, 2012 ) en cuanto a que las distintas formas de Evaluación Ambiental que han surgido y producto de las interacciones de lo que en esta introducción se han calificado como razones, lo han hecho a partir del concepto y “bajo el paraguas” de la EIA originalmente establecida y cuyos objetivos fundamentales son (Eriás & Álvarez, 2007) “anticipar los resultados posibles derivados de las acciones previstas y tomar las mejores decisiones posibles.

En este punto es importante destacar que, como producto de la evolución y la consecuente aparición de nuevas formas de evaluación de impactos, surge el concepto de “Evaluación Ambiental” el cual es definido por (Eriás & Álvarez, 2007) como “un conjunto de instrumentos de las políticas públicas ambientales de tipo preventivo” con la finalidad de identificar los impactos previsible de la actividad humana sobre el ambiente, valorar la incidencia de esos impactos y permitir la toma de decisiones. Este concepto es el que permite agrupar a un conjunto de instrumentos o familia de evaluaciones y caracterizarlos como una tipología:

En esta sección se presentan, aparte de estas consideraciones iniciales, los resultados de la RSL en cuanto a la identificación de diferentes tipos de Evaluaciones Ambientales, su descripción y clasificación, esto se complementa con la presentación de tipos identificados en otras referencias, para

finalmente presentar y caracterizar una propuesta de tipología, la pretende consolidar a los tipos encontrados en la RSL, con los descritos en otras referencias.

#### 4.1. Tipos identificados en la Revisión Sistemática de Literatura

Como producto del análisis de las referencias ubicadas en la RSL se logró identificar a 12 tipos de evaluación ambiental, 8 evaluaciones “ex ante”<sup>4</sup> y 4 “ex post”, también se destacan los hallazgos con relación a que en la mayoría de las referencias consultadas se asocian a estas evaluaciones ambientales por su potencial de contribuir con el desarrollo sostenible.

En la Figura 3 se presenta a los tipos de evaluaciones ambientales identificadas en esta revisión y su relacionamiento tanto con su oportunidad de aplicación (antes o después del desarrollo de la actividad, proceso o proyecto a evaluar) como con el desarrollo sostenible.

En cuanto a los tipos de evaluaciones ambientales y sin repetir las definiciones de EIA descritas anteriormente en este trabajo, producto de la RSL se identificaron las siguientes:

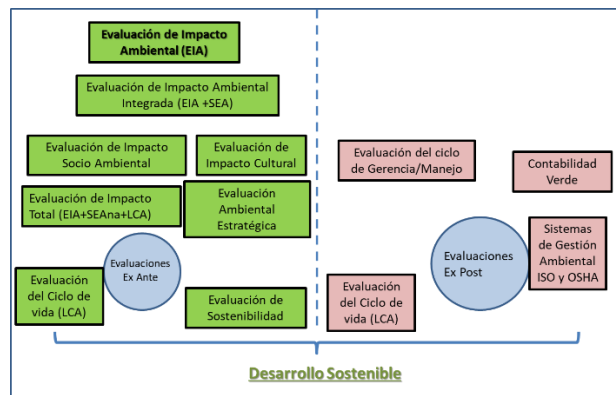
##### Evaluaciones Ambientales *ex ante*:

- **Evaluación de Impacto Ambiental**, definido ya ampliamente en este trabajo
- **Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)**, definida como la integración de consideraciones ambientales y de sostenibilidad de políticas, programas y planes, (Naadem, 2013). También destaca la definición de lo que en Canadá se denomina como Evaluación de Impacto Ambiental Integrada, la cual combina la consideración de impactos sobre la salud, los aspectos sociales, económicos, culturales y bienestar psicológico, conjuntamente con la consideración de impactos sobre los ambientes físicos, biológicos y geoquímicos “proveyendo, una comprensión holística de las complejas interrelaciones entre los ambientes humanos y naturales, que son claves para la salud humana” (Kwiatkowski & OOI, 2003).

<sup>4</sup> El término, Ex Ante, se usa en evaluación de impacto ambiental para referirse a evaluaciones de carácter previo y preventivo, para evaluar impactos de acciones y proyectos que se realizarán a futuro y Ex

Post para evaluar impactos de acciones o eventos pasados. Sánchez (2011). La mayoría de las EIA que se realizan tienen aplicación Ex Ante (nota del autor)

Figura 3. Tipos de evaluaciones ambientales identificadas en la RSL y su relacionamiento tanto con su oportunidad de aplicación como con el desarrollo sostenible



– **Evaluación del Ciclo de Vida (LCA)**, definida por (Priarone, 2016) como una metodología de aplicación y uso extendido usada para “calcular los impactos ambientales de un producto, un proceso o un servicio”. Otros autores, como (Gschosser, 2012), (Moschetti & Bratelbo, 2017), (Pikon & Gaska, 2010) y (Yuan, 2017), también señalan y caracterizan de manera similar a la Evaluación del Ciclo de Vida.

– **Evaluación de Sostenibilidad**, son aquellas que directamente evalúan la sustentabilidad, es decir no se aproximan a la sustentabilidad por medio de una EIA, sino que utilizan directamente criterios de sustentabilidad para hacer la evaluación, dentro de estas, en la RSL destaca el modelo de evaluación de la sostenibilidad propuesto por y (Koo & Ariaratnam, 2008), y (Koo, 2009) este modelo, propuesto para evaluar la sostenibilidad de proyectos se basa en evaluar alternativas de proyectos usando criterios de sustentabilidad y operacionalizados por medio de indicadores y seleccionando aquella alternativa que mejores indicadores de sustentabilidad presenten en la evaluación.

– **Evaluación de Impacto Cultural**, destacada por (Nakamura, 2012) quien describe lo que se denomina como Evaluación de Impacto Cultural, de acuerdo a las “Kon guidelines”, un conjunto de guías desarrolladas por la Secretaría de la Convención de Diversidad Biológica en 2004, para realizar evaluaciones de impacto cultural, ambiental y social “en aquellos desarrollos propuestos para ser desarrollados en, o que pueden impactar, sitios sagrados y tierras y aguas tradicionalmente ocupadas o utilizadas por indígenas y comunidades locales”. Este autor aboga y propone porque las evaluaciones de impacto cultural se integren a las EIA.

– **Evaluación de Impacto Socio Ambiental**. El uso combinado de la evaluación de impacto socio ambiental y la evaluación ambiental estratégica para la planificación espacial, es reportado por (Nenkovic-Riznic, 2016) , como una aproximación para lograr propuestas de uso del territorio sostenibles.

– **Evaluación de Impacto Ambiental Integrada**. (Maskin & Otros, 2017) presentan el análisis de la aplicación de métodos integrados de evaluación (ambiental y social),

evaluación ambiental estratégica y métodos de evaluación ambiental estratégica para identificar y evaluar los impactos de la planificación espacial en la futura sostenibilidad del territorio.

– **Evaluación de Impacto Total**. (Rohács & Rohács, 2019) lo definen como un indicador para la evaluación de impactos de los sistemas de transporte, el cual considera: los impactos en seguridad, los impactos ambientales sobre la gente, la naturaleza y el mundo viviente en general, los impactos del uso de recursos y los impactos del ciclo de vida y los derivados de las características del transporte

### Evaluaciones Ambientales *ex post*:

– **Evaluación del Ciclo de Gerencia**. (Labuschagne & Otros, 2005) proponen la consideración de factores ambientales en la Evaluación del Ciclo de Gerencia en la industria de procesos, presentando así un esquema de trabajo que permite la aproximación al desempeño sustentable de actividades industriales evaluadas de esta manera.

– **Sistemas de Gestión Ambiental ISO y OSHA**. (Borella & Rodrigues, 2016) presentan una aproximación de evaluación *ex - post*, basándose en la revisión de los estándares ISO 9001, 14001 y OSHAS 18001 aplicadas a empresas tanto para verificar la reducción de impactos como para verificar su aproximación al desarrollo sustentable.

– **Contabilidad Verde**. Otra propuesta de evaluación *ex -post*, es la que presentan (Ignat & Otros, 2016) la cual se basa en el uso de la denominada “contabilidad verde” para evaluar y contabilizar tanto los costos asociados a la degradación ambiental, como por el uso de los recursos y las acciones para mejorar los desempeños ambientales, relacionan los autores a la contabilidad verde con el desarrollo “viable”.

– **Evaluación del Ciclo de Vida (Ex post)**. Otra de las formas de evaluación de la sostenibilidad encontrada en la RSL, es la que proponen (Yan & Otros, 2014) en la que plantean el desarrollo de una evaluación de la sostenibilidad para el diseño y manufactura de procesos de mecanizado, basada en el uso de criterios ambientales, sociales y económicos. Un método similar presenta (Ness, 2011), en lo que denominó como, Evaluación Integrada de Sostenibilidad, basada en el ciclo de vida, donde se evalúa el periodo 2003 – 2015 del Sistema Sueco de Producción de Azúcar, el método propone el uso de un conjunto de indicadores ambientales y socio-económicos para evaluar y analizar la sostenibilidad del sistema.

La diversidad de formas, ámbitos, metodologías, procesos y oportunidad de aplicación de las EIA es considerada con bastante amplitud en las referencias estudiadas permitiendo construir un mapa amplio, sin embargo, esta diversidad y amplitud se registra enmarcada dentro de las definiciones y propósitos de las evaluaciones ambientales analizadas previamente.

A pesar de que en el concepto de Evaluación Ambiental se ha descrito que el carácter de estas es de naturaleza preventiva, se ha decidido reflejar en la tipología que se deriva de la RSL a

las evaluaciones ex post, debido a dos razones; la primera de ellas, es que en todas las evaluaciones ambientales ex ante se incluyen lineamientos y consideraciones sobre el seguimiento de las actividades a desarrollarse durante las fases de implantaciones de las actuaciones evaluadas, en donde la consideración de los impactos que pueden estar ocurriendo (ex post) son fundamentales para la gestión ambiental de estas actuaciones. La segunda, porque el volumen de referencias que describían a las evaluaciones ex post ubicadas en la RSL era relativamente importante. En general las evaluaciones ex post, producen información basadas en la confirmación de hechos ocurridos y tienen valor como datos para futuras evaluaciones y predicciones.

#### 4.2. Clasificación de hallazgos

La gran mayoría de las referencias seleccionadas, el 76 % identifica formas o métodos de evaluación de la sostenibilidad, en respuesta a la pregunta ¿Cuáles formas de evaluación de la sostenibilidad basados en EIA existen?, en la mayoría de los casos se identifican a tipos de evaluaciones de impacto ambiental, usadas y valoradas como fundamentales para lograr la orientación al desarrollo sustentable.

De 72 referencias analizadas, 55 informaban sobre tipos de evaluación ambiental conectadas con sostenibilidad. La evaluación ambiental más asociada a la sostenibilidad es la Evaluación de Impacto Ambiental con 32% de referencias que hacen mención a este tipo de evaluación, seguida de la Evaluación del Ciclo de Vida (20%) y de la Evaluación de Sostenibilidad (14%). Si a la Evaluación de Impacto Ambiental se agregan tipos de evaluación similares o específicos derivados de ella el porcentaje sube a 53%. Todo lo anterior indica la preponderancia que le dan los autores a las evaluaciones ex ante y en particular a los Estudios de Impacto Ambiental y formas de evaluación similares, como instrumento para evaluar sostenibilidad. Incluso más relevancia que a las propias evaluaciones de sostenibilidad. Con relación a la preponderancia de referencias que se relacionan con evaluaciones ex ante, (92%) los autores coinciden en que una de las mejores opciones de actuación para lograr la orientación al desarrollo sustentable se relaciona con la planificación y adecuación de las actividades antes de su implementación.

#### 4.3. Tipos identificados en otras referencias

Desde que las Evaluaciones de Impacto Ambiental se comenzaron a aplicar a principios de los años 70 del siglo XX a la fecha, tanto su metodología de aplicación, como los objetivos y propósitos y los temas que abarca y trata, han evolucionado de manera importante. Se han generado “familias” de evaluaciones ambientales, útiles para una diversidad de fines y propósitos entre los que destacan las contribuciones de las evaluaciones de impacto ambiental al desarrollo sostenible.

Una referencia significativa sobre formas de evaluación ambiental la presentan (Buroz & García, La Dimensión Ambiental en la Ingeniería de Proyectos, 1992) en un trabajo

donde específicamente tratan el tema de la “incorporación de la variable ambiental a la ingeniería de proyectos” y proponen un esquema de actuaciones asociadas al desarrollo de la ingeniería, desde sus fases iniciales a su construcción y operación. En este trabajo, Buroz y García identifican a varias actuaciones que se pueden considerar, aparte de la Evaluación de Impacto Ambiental, como Evaluaciones Ambientales. Estas serían: el estudio de factibilidad ambiental asociada a lo que se denomina Ingeniería Conceptual, el Estudio de Impacto Ambiental, asociado a una etapa intermedia entre la Ingeniería Básica y la Ingeniería de Detalle, y algo que denominan Funcionamiento y Evaluación de Medidas Ambientales, durante la operación y mantenimiento. Esta tipología, la cual incluye otras actuaciones que no responden exactamente a los principios y esquemas de funcionamiento de las Evaluaciones Ambientales, difiere de las otras tipologías revisadas en este trabajo en cuanto al ámbito y la amplitud, en este caso el enfoque fundamental era identificar a un conjunto de herramientas y estrategias para desarrollar una adecuada formulación de proyectos incluyendo la variable ambiental.

A continuación, se presentan las diversas tipologías que sirvieron de referencia y al final la tipología propuesta producto de la RSL y las referencias analizadas

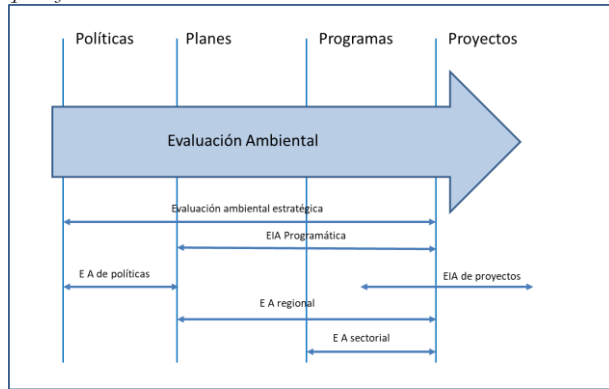
##### 4.3.1. Tipología de Evaluaciones Ambientales según Partidario y Clark

En un trabajo realizado por (Partidario & Clark, Perspectives on Strategic Environmental Assessment, 2000) citado por (Eriás & Álvarez, 2007) se presentan a un conjunto de instrumentos de evaluación ambiental a lo largo de los procesos de decisión e identifican al menos a 6 grupos principales. Ver Figura 4 a continuación.

- Evaluación Ambiental Estratégica (EAE). Para Políticas, planes y programas Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Programáticas Para planes y programas
- Evaluación Ambiental (EA) de políticas. Para políticas
- EA de regional. Dirigido a considerar planes y programas a nivel de regiones
- EA sectorial. Evaluación de programas sectoriales
- EIA. Para proyectos



Figura 4. Instrumentos de evaluación ambiental relacionados con el ciclo de planificación



Fuente: Erías y Álvarez, 2007, basados en Partidario y Clark, 2000

En esta propuesta de tipología se puede observar que las distinciones no son temáticas, que lo que diferencia a los tipos no es lo temático, o el énfasis en el tratamiento de determinado tipo de impactos, como es evidente cuando por ejemplo se habla de Evaluación de Impactos sobre la Salud, en este caso lo que diferencia a las evaluaciones ambientales es el ámbito y oportunidad de aplicación de la evaluación, en cuanto al ciclo de toma de decisiones, es decir al considerar políticas, planes y programas se habla de Evaluaciones Ambientales Estratégicas y al considerar proyectos se habla de Evaluación de Impactos Ambientales.

#### 4.3.2. Tipología de Evaluaciones Ambientales según Erías y Álvarez

Otra taxonomía de Evaluaciones Ambientales la presentan (Erías & Álvarez, 2007) quienes incluyen la distinción entre elementos primarios de las evaluaciones ambientales y elementos secundarios, los cuales son considerados auxiliares de las evaluaciones ambientales. Una síntesis de esta taxonomía se presenta en la Tabla 5 a continuación.

Esta identificación y clasificación de instrumentos reconoce que los componentes fundamentales de la familia metodológica correspondiente a la evaluación ambiental son la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) debido a su concepción amplia del concepto ambiente y que se diferencian entre sí por su ubicación en el ciclo de planificación. Seguidamente Erías y Álvarez presentan a un conjunto de componentes

secundarios cuya aparición responde a la necesidad de desarrollar evaluaciones que o bien hagan énfasis en determinados componentes del ambiente (salud, aspectos sociales) o bien que incorporen concepciones de impactos diferentes de las usuales. En esta sección se presentará una breve síntesis de cada uno de estos tipos, siempre según Erías y Álvarez.

Evaluación de impacto social. Entendida como el proceso de evaluación y gestión de las consecuencias que tiene el

desarrollo de proyectos, políticas y decisiones sobre las personas. Su inclusión responde a lo que algunos grupos interpretaron como fallas en la aplicación de la EIA, las cuales se enfocaban más sustancialmente en los aspectos biofísicos y no existía un consenso sobre el tipo y el abordaje de las consecuencias en lo socioeconómico de los EIA. Durante muchos años (Erías & Álvarez, 2007) reportan la convivencia de dos corrientes de trabajo en cuanto a esta forma de evaluación, la que establecía la necesidad de conducir la Evaluación de Impacto Social en paralelo o complementaria e la EIA y la que concebía que los aspectos sociales debían manejarse integralmente y con suficiente capacidad y cobertura en las EIA.

Tabla 5. Instrumentos de la familia metodológica de la evaluación ambiental

| Familia metodológica              | Componentes/instrumentos  |   |
|-----------------------------------|---|---|
| Evaluación (evaluación ambiental) | Componentes primarios   | Evaluación de impacto ambiental (EIA)<br>Evaluación ambiental estratégica (EAE)   |
|                                   | Componentes secundarios   | Evaluación de impacto social (EISo)<br>Evaluación de impactos acumulativos (EIAc)<br>Evaluación de impactos sobre la salud (EISa)<br>Evaluación de Impacto Integrada (EII)<br>Evaluación integrada (EI) |
| Análitica (auxiliar a la EIA)     | Análisis coste-beneficio (ACB)<br>Análisis multicriterio (AM)<br>Análisis de cadena de causalidad (ACC)<br>Valoración de daños ambientales (VDA)<br>Análisis de riesgos (AR)<br>Análisis de ciclo de vida (ACV)<br>Análisis de impacto económico (AIE)<br>Análisis de vulnerabilidad (AV) |   |

Fuente: Erías y Álvarez, 2007.

Evaluación de Impactos Acumulativos. Este instrumento surge como respuesta a la necesidad de reconocer la resultante de la acumulación de efectos en diversas situaciones, como por ejemplo impactos derivados de actuaciones asociadas a un proyecto que pueden no ser significativos evaluados desde el caso de un causante, pero cuyas consecuencias se suman y son significativas.

Evaluación de Impactos sobre la salud. Entendida como un proceso para identificar, predecir, y evaluar los impactos sobre la salud humana de una propuesta de actuación. Este instrumento ha evolucionado y apartándose de su aplicación en procesos relacionados con las EIA y siendo muy valorado como instrumento de evaluación de políticas públicas

Evaluación de Impactos Integrada. Este tipo de evaluación integra las diversas formas de evaluación ambiental en una sola, es decir manejar en conjunto y entrelazadamente lo ambiental, lo económico y lo social y se relaciona con la creciente preponderancia del desarrollo sostenible como objetivo transversal

Evaluación Integrada. Concebida como un tipo más evolucionado que el anterior, integra en una sola evaluación no solo las evaluaciones ambientales, sociales y económicas sino que también integra los distintos niveles de planificación en el ciclo de decisiones.

Instrumentos Analíticos Auxiliares. (Erías & Álvarez, 2007) incorporan aquí a un conjunto de instrumentos analíticos que

son herramientas que aportan su metodología para realizar análisis que son usados por las distintas formas de Evaluación Ambiental.

#### 4.3.3. Tipología de Evaluaciones Ambientales según Morgan

En su trabajo sobre el “Estado del Arte” de las Evaluaciones de Impacto Ambiental (Morgan, 2012) identifica, “bajo el paraguas” de la EIA y desde los años 70 del siglo XX, a un grupo de formas específicas de Evaluación Ambiental las cuales surgen, de acuerdo a su explicación, por insatisfacción con la cobertura de aspectos específicos por parte de las EIA aplicadas en su forma original. Estas formas emergentes son:

**Evaluación de Impacto Social.** La cual surge por considerarse que en algunos casos lo social no resultaba lo suficientemente tratado en los EIA

**Evaluación de Impactos sobre la Salud.** Emerge con fuerza en el escenario de las Evaluaciones Ambientales debido a las consideraciones de profesionales de la salud, quienes observan un tratamiento inadecuado e insuficiente del tema en las EIA

**Evaluación Ambiental Estratégica.** La cual constituye una forma vigorosa de ampliar la evaluación de impactos a niveles mas altos en el esquema de toma de decisiones, incorporando estos criterios y formas de evaluación a las políticas, planes y programas.

**Evaluación de Sostenibilidad.** Forma de evaluación que hace énfasis en el uso de criterios de sostenibilidad para la evaluación de políticas, planes, programas y proyectos

Con relación a estos dos últimos tipos (Morgan, 2012) discute y argumenta que la Evaluación Ambiental Estratégica incorpora a su vez elementos de sostenibilidad y que de alguna manera solapa y no permite un espacio claro para la aplicación de la Evaluación de Sostenibilidad. Igualmente reconoce límites poco claros en la diferenciación de estos tipos de Evaluación Ambiental

Adicionalmente (Morgan, 2012) presenta una lista de otras formas las cuales nombra como:

- Evaluación de Impacto Regulatorio,
- Evaluación de Impactos sobre los Derechos Humanos,
- Evaluación de Impactos Post Desastres
- Evaluación de Impactos de Cambio Climático

Finalmente (Morgan, 2012) plantea como un reto fundamental para la comunidad de practicantes de las Evaluaciones Ambientales, el asegurar que todas las formas de Impacto Ambiental contribuyen con la evaluación efectiva de propuestas basados en principios bien entendidos y compartidos en el campo de las EIA.

#### 4.3.4. Tipología de Evaluaciones Ambientales según Glasson et al

En su conocido libro “Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental” (Glasson, Therivel, & Chadwick, 2012) presentan, en su análisis sobre la evolución de las EIA su compendio de formas de Evaluación Ambiental agrupadas en terminos de su Alcance, Escala e Integración. En la Tabla 6 se presentan las formas de evaluaciones ambientales presentadas

Tabla 6. Tipología de evaluaciones ambientales según Glasson et al

| Criterios de Agrupación | Tipos de Evaluaciones Ambientales Identificadas   |
|-------------------------|---|
| Alcance                 | Evaluación de impacto social<br>Evaluación de Impacto sobre la salud<br>Evaluación de impacto sobre la equidad<br>Evaluación de Impacto sobre el transporte<br>Evaluación de impacto sobre la demografía<br>Evaluación de impacto sobre el clima<br>Evaluación de impacto sobre el genero<br>Evaluación de impactos psicológicos<br>Evaluación de impactos de ruido<br>Evaluación de impactos económicos<br>Evaluación de impactos acumulados |
| Escala                  | Evaluación Ambiental Estratégica  |
| Integración             | Evaluación de Sostenibilidad  |

Fuente: Glasson, Therivel y Chadwick 2012

Estos autores establecen una tipología, la cual presenta la mayor diversidad de formas de evaluación, agrupadas en el criterio que identifican como alcance, en donde se presentan algunas formas ya identificadas por otros autores y otras que solo son identifican por ellos.

#### 4.4. Una propuesta de tipología

La estructuración de una propuesta de tipología que responda a los objetivos de este trabajo se basa tanto en los hallazgos de la RSL como en los aportes de las tipologías identificadas a partir del estudio de las referencias relevantes ya expuestas. Esta propuesta se basa en el establecimiento de unas premisas las cuales se discuten a continuación.

##### 4.4.1. Premisas para el establecimiento de una tipología de Evaluaciones Ambientales

Las premisas a considerar, incluyen el establecimiento de las Evaluaciones de Impacto Ambiental, como el punto de origen y a la vez como el tipo de instrumento de gestión ambiental a partir del cual, y debido a sus alcances y limitaciones se definen al resto de los instrumentos que conforman la tipología.

##### 4.4.1.1. Denominación.

Al identificarse y definirse otros tipos de instrumentos y siendo las Evaluaciones de Impacto Ambiental, solamente un tipo, al conjunto de tipos se les denomina “Evaluaciones Ambientales”, por ejemplo (Erias & Álvarez, 2007) denominan a su tipología como la “Familia de las Evaluaciones Ambientales”. Esto puede dar lugar a algunas interpretaciones limitantes sobre la amplitud y alcances de la “familia” ya que el término “ambientales” pudiese significar la restricción y

exclusión de algunas formas de evaluación que abarquen otros aparentemente temas distintos a lo que comúnmente se entiende por “ambiental”. Al respecto conviene destacar que tanto el concepto de lo ambiental, como el de desarrollo sostenible, han evolucionado en su entendimiento y diversificación de manera importante, imbricando a una amplísima diversidad de temas en su operacionalización y manejo. De manera tal que es posible ya, no solo entender que la consecuencia de una actuación sobre los aspectos sanitarios de una comunidad puede considerarse un tema “ambiental” sobre todo al momento de efectuar su evaluación con carácter preventivo, sino que también elementos como el transporte, y las evaluaciones sobre el impacto en el transporte, tienen hoy en día un importante significado ambiental y de sostenibilidad.

#### 4.4.1.2. Características definitorias de los instrumentos de la tipología

Existen algunos elementos básicos que ayudan a caracterizar a los instrumentos de la familia de evaluaciones ambientales, estos elementos están presentes en la gran cantidad de tipos analizados y constituyen elementos definitorios y comunes en la gran mayoría de los casos. Estos son:

Instrumentos de aplicación preventiva; en la mayoría de los casos, estos instrumentos se aplican para anticipar consecuencias y desarrollar acciones que contemplen el manejo de esas consecuencias, en los casos en que los instrumentos se apliquen cuando las actuaciones están en desarrollo o posteriormente, funcionan como elementos que sirven para la corrección de desviaciones y para la sistematización de experiencias que pueden apoyar mejores predicciones en aplicaciones preventivas y/o mejores diseños basados en las experiencias.

Se aplican en distintos niveles del ciclo de toma de decisiones y son fundamentales para ello; son instrumentos concebidos para que la toma de decisiones sobre actuaciones se fundamente en estos instrumentos y constituyan el cuerpo de condicionantes y lineamientos que garanticen que el desarrollo de estas actuaciones considere y se adecuen a las limitaciones y oportunidades que ofrece el ambiente. El ciclo de toma de decisiones incluye políticas, planes, programas y proyectos en el ámbito ex ante, y las estrategias correctoras en el ámbito ex post.

En el uso y aplicación de estos instrumentos se concibe al ambiente de la manera más amplia posible; incluyendo lo biofísico, social, económico y cultural, y dando espacio a la vinculación y valoración de lo ambiental en el desarrollo sostenible.

Los instrumentos de evaluación ambiental, incluyen estrategias y metodologías de valoración de los impactos que potencialmente se pueden generar por las actuaciones, estas incluyen métodos cuantitativos que permiten la jerarquización y priorización de las afectaciones, así como escalas que se vinculan a la gravedad con la que se estima puedan ocurrir.

#### 4.4.1.3. Campos para la estructuración de la tipología

Se identifican a un conjunto de aspectos que permiten agrupar al grupo de Evaluaciones Ambientales a configurar en esta tipología, estos serían:

Evaluaciones ambientales que hacen énfasis en componentes parciales del ambiente; se incluyen aquí a algunas de aquellas evaluaciones que surgen como consecuencia de lo que (Morgan, 2012 ) identifica como “insatisfacciones” en la aplicación temprana de la EIA, pero que hoy día se entienden como instrumentos que permiten atender con más detalle y en un marco institucional adecuado, los requerimientos de evaluación de las consecuencias de actuaciones sobre determinados componentes ambientales. Estos instrumentos por lo general no sustituyen a las EIA si no que la complementan o responden a requerimientos administrativos y de toma de decisiones apartados de la competencia de la autoridad ambiental.

Evaluaciones ambientales que se relacionan con el ciclo de planificación; incluyendo a las estrategias de evaluación en todos los niveles de toma de decisiones, tal cual lo explican (Partidario & Clark , Perspectives on Strategic Environmental Assessment, 2000)

Evaluaciones ambientales que se relacionan con la preponderancia de temáticas asociadas a la concepción actual de la sostenibilidad; tomando en cuenta aspectos y factores asociados al carácter multidimensional del desarrollo sostenible y en correspondencia con la universalización de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2030) y aspectos hoy transversales como el Cambio Climático

Relacionadas con la corresponsabilidad; instrumentos que consideran tanto la responsabilidad individual de una actividad en la generación de afectaciones al ambiente, como la conjunción de afectaciones a un mismo ambiente por parte de varias actuaciones.

Relacionadas con estrategias correctoras; aquellos instrumentos analizados cuya aplicación para evaluar impactos, ocurre analizando el desempeño de la actuación ya en funcionamiento

Instrumentos auxiliares; se corresponden con la definición de (Erias & Álvarez, 2007) en la cual estos son auxiliares a las distintas formas de evaluación.

#### 4.4.2. Presentación de la tipología propuesta

Con base a las definiciones de los campos de agrupación de los tipos de Evaluaciones Ambientales, en la Tabla 7 a continuación se presenta la propuesta de tipología

Esta propuesta reconoce la preponderancia de la Evaluación de Impacto Ambiental y de la Evaluación Ambiental Estratégica como elementos fundamentales que responden a los criterios reconocidos de lo que son las Evaluaciones

Ambientales y a partir de las cuales se desarrollaron metodologías, análisis de efectividad, procesos y procedimientos y que constituyen la base de lo que en el mundo se relaciona con las evaluaciones ambientales.

Tabla 7. Presentación de la tipología propuesta, tipos de evaluaciones ambientales

| Componentes primarios                                      | Evaluación de impacto ambiental (EIA)<br>Evaluación ambiental estratégica (EAE)   |
|--|---|
| Campos de Agrupación                                       | Tipos de Evaluaciones Ambientales   |
| EA con énfasis en componentes parciales del ambiente       | Evaluación de impacto social<br>Evaluación de Impacto sobre la salud<br>Evaluación de Impacto sobre el transporte<br>Evaluación de impacto sobre la demografía<br>Evaluación de Impactos psicológicos<br>Evaluación de impactos de ruido<br>Evaluación de impactos económicos |
| EA relacionadas con el ciclo de planificación              | Evaluación de impacto ambiental (EIA)<br>Evaluación ambiental estratégica (EAE)<br>Evaluación ambiental de políticas<br>Evaluación de impacto ambiental programática<br>Evaluación ambiental regional<br>Evaluación ambiental sectorial                                       |
| EA relacionadas con concepción actual de la sostenibilidad | Evaluación de Sostenibilidad<br>Evaluación de Impacto sobre el clima<br>Evaluación de impacto sobre la equidad<br>Evaluación de impacto sobre el género   |
| EA relacionadas con la corresponsabilidad                  | Evaluación de Impactos acumulados   |
| EA relacionadas con estrategias correctoras                | Evaluación del ciclo de gerencia<br>Contabilidad verde<br>Aspectos e impactos en el marco de Sistemas de gestión ambiental  |
| Instrumentos auxiliares                                    | Análisis coste-beneficio (ACB)<br>Análisis multicriterio (AM)<br>Análisis de cadena de causalidad (ACC)<br>Valoración de daños ambientales (VDA)<br>Análisis de riesgos (AR)<br>Análisis de ciclo de vida (ACV)<br>Análisis de vulnerabilidad (AV)                            |

Fuente: Elaboración propia con base a Partidario y Clark 2000, Erias y Alvarez 2007, Morgan 2012 y Glasson 2012 y a la Revisión de Literatura desarrollada en este trabajo

Seguidamente se presentan agrupados conforme a las categorías definidas por los campos al conjunto de instrumentos que han sido reconocidos tanto en la RSL desarrollada para esta investigación, como los elementos aportados por las referencias consultadas y citadas.

En total se presentan agrupados en 5 categorías 22 tipos de Evaluaciones Ambientales, 18 correspondientes a instrumentos de aplicación preventiva y 4 instrumentos de aplicación posterior.

A continuación, se presenta una breve caracterización de cada una de ellas, conforme a las referencias y al entendimiento del alcance por parte del autor.

### Componentes primarios

- **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA);** aunque ya se ha definido con anterioridad en este trabajo, la caracterización de la EIA que ofrece (IAIA, 2009), es bastante universal y amplia a la vez que delimitativa. “El proceso de identificación, predicción, evaluación y mitigación de los efectos biofísicos, sociales y otros relevantes, de propuestas de desarrollo, previo a que se

tomen las decisiones sobre su desarrollo y se generen compromisos”.

- **Evaluación Ambiental Estratégica (EAS);** ya definida también, se destaca su caracterización por (Naadem, 2013) como la integración de consideraciones ambientales y de sostenibilidad de políticas, programas y planes

### EA con énfasis en componentes parciales del ambiente

- **Evaluación de impacto social;** definida por la (IAIA, 2003) como el análisis, monitoreo y gestión de las consecuencias sociales del desarrollo. Hay acepciones y alcances que lo refieren a nivel estratégico como lo expresan (Nenkovic-Riznic, 2016) y otros que focalizan el análisis a niveles de proyecto.
- **Evaluación de Impacto sobre la salud;** definido como el procedimiento que ayuda a evaluar los efectos potenciales sobre la salud de un plan, proyecto o política antes de su construcción o implementación (CDC, 2023) entendiéndose por salud, principalmente a las condiciones sanitarias de la población.
- **Evaluación de impactos sobre el transporte;** instrumento para apoyar a la toma de decisiones de planificación urbana para evaluar las consecuencias de las propuestas de uso de la tierra sobre los sistemas de transporte (Western Australia Government, 2023)
- **Evaluación de impacto sobre la demografía;** caracterizada como la evaluación de la atracción de la población al área de desarrollo de las propuestas evaluadas, se relaciona con el número y características de la población atraída (Leistriz & Murdock, 1981)
- **Evaluación de impactos psicológicos;** similar a la definición de Evaluación de Impactos sobre la Salud. Entendiendo que las alteraciones psicológicas potencialmente generadas por una propuesta de actuación son parte de lo que se entiende por salud
- **Evaluación de Impactos de ruido;** trata de la predicción y evaluación de los potenciales impactos generados por el ruido y asociados a una propuesta de actuación, en su área de influencia.
- **Evaluación de Impactos Económicos;** de acuerdo a (Erias & Álvarez, 2007) es aquel centrado en el estudio de los efectos que puede tener una actuación de carácter inmaterial (ley, avance tecnológico o apertura de mercados) sobre el conjunto o sobre una parte de la economía.

### EA relacionadas con el ciclo de planificación

- **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA);** ya definida
- **Evaluación Ambiental Estratégica (EAS);** ya definida
- **Evaluación Ambiental de Políticas;** parafraseando a la definición de la EAS, sería la integración de consideraciones ambientales y de sostenibilidad en las políticas, a través del ejercicio de evaluación.

- **Evaluación de impacto ambiental programática;** de manera similar, se puede definir como la integración de consideraciones ambientales y de sostenibilidad en los programas, a través del ejercicio de evaluación
- **Evaluación ambiental regional;** se podría entender como la integración de consideraciones ambientales y de sostenibilidad en las políticas, planes y programas concebidos para una región incluyendo el análisis, la estimación de consecuencias y los lineamientos de implantación del elemento de planificación
- **Evaluación ambiental sectorial;** de igual manera que la anterior, se puede definir a este tipo de evaluación como la integración de consideraciones ambientales y de sostenibilidad en las políticas, planes y programas y su potencial impacto sobre un sector económicos, incluyendo el análisis, la estimación de consecuencias y los lineamientos de implantación del elemento de planificación

#### **EA relacionadas con la concepción actual de sostenibilidad**

- **Evaluación de sostenibilidad;** ya definida en este trabajo como las evaluaciones de actuaciones usando criterios de sostenibilidad (Koo, Development of sustainability assessment model for underground infrastructure projects, 2009)
- **Evaluación de impactos sobre el clima;** se refiere a la integración en las EIA de los aspectos relacionados con el cambio climático en las dimensiones de mitigación y adaptación, analizando como la actuación evaluada incide sobre ambas dimensiones
- **Evaluación de impacto sobre la equidad;** se puede entender a esta forma como el análisis de las consecuencias de las actuaciones propuestas (principalmente, políticas, planes y programas) sobre la equidad
- **Evaluación de impacto sobre el género;** similar a la forma anterior, el análisis de las consecuencias de las actuaciones propuestas (principalmente, políticas, planes y programas) sobre la equidad de género

#### **EA Relacionadas con la corresponsabilidad**

- **Evaluación de Impactos Acumulados;** surge para estudiar y conocer la resultante de la acumulación de efectos sobre componentes ambientales (Erías & Álvarez, 2007) como, por ejemplo, analizar el resultado de los pequeños impactos generados por distintas actuaciones sobre un mismo elemento ambiental.

#### **EA relacionadas con estrategias correctoras**

- **Evaluación del ciclo de gerencia;** ya definida en este trabajo como la consideración de factores ambientales en la Evaluación del Ciclo de Gerencia en la industria de procesos, presentando así un esquema de trabajo que

permite la aproximación al desempeño sustentable de actividades industriales evaluadas de esta manera.

- **Contabilidad verde;** también definida en este trabajo y similar al análisis coste-beneficio, consiste en la evaluación y contabilizar los costos asociados a la degradación ambiental, los costos asociados al uso de recursos y los costos asociados a la mejora de los desempeños ambientales
- **Aspectos e impactos en el marco de Sistemas de Gestión Ambiental;** se refiere a la aplicación de metodologías de predicción y evaluación de impactos ambientales, en el marco de la implantación de sistemas de gestión ambiental

#### **Instrumentos auxiliares**

- **Análisis coste-beneficio;** consiste en la comparación de costos y beneficios que se generan a lo largo de vida útil de un proyecto, contemplando tanto los costos asociados a las actuaciones evaluadas como a los costos externos de otro origen asociados a la actividad. (Erías & Álvarez, 2007)
- **Análisis multicriterio;** según (Erías & Álvarez, 2007) consiste en una toma de decisiones multiobjetiva de una manera óptima, se basa en el análisis de opciones aplicando criterios seleccionados con esa finalidad.
- **Análisis de cadena de causalidad;** se basa en redes analíticas de causa-efecto, la cual permite relacionar actuaciones con consecuencias (Erías & Álvarez, 2007)
- **Valoración de daños ambientales;** Según (Erías & Álvarez, 2007) consiste en la valoración de daños ambientales y permite dimensionar los daños (asociados a los impactos ambientales) y jerarquizarlos para tomar decisiones
- **Análisis de riesgos;** permiten abordar las relaciones de las actuaciones evaluadas con los riesgos y definir estrategias para apoyar la toma de decisiones (Erías & Álvarez, 2007)
- **Análisis del ciclo de vida;** Definido en este trabajo como herramienta para analizar los impactos ambientales de los procesos bajo este enfoque, el cual consiste en considerar los impactos ambientales en los ciclos de manufactura, procesamiento y construcción, analizando entre otras cosas, su huella energética, su huella hídrica, y la huella ecológica de sus insumos, productos y desechos.
- **Análisis de vulnerabilidad;** herramienta desarrollada para identificar los puntos de conflicto entre los sistemas naturales y sociales (Erías & Álvarez, 2007)

##### **4.4.2.1. Consideraciones sobre la tipología presentada**

Sobre esta tipología, su organización esquemática y otros aspectos se presentan algunas reflexiones.

Como ya se mencionó la Evaluación de Impacto Ambiental y la Evaluación Ambiental Estratégica, son las Evaluaciones Ambientales más importantes y las que más difusión han



logrado. Las Naciones Unidas, en una revisión global de la legislación relacionadas con las Evaluaciones de Impacto Ambiental (United Nations Environment Programme, 2018) identifican a las Evaluaciones de Impacto Ambiental como la herramienta de gestión ambiental más difundida e identifica sistemas legales organizados que establecen la obligatoriedad de uso de la EIA para obtener autorizaciones para el desarrollo de proyectos. También en esa misma revisión, se explica que las Evaluaciones Ambientales Estratégicas han venido registrando, en los últimos 15 años, un incremento en su adopción por más países. También señala que usualmente las EIA se regulan y administran por autoridades vinculadas al tema ambiental y que la administración y manejo de las EAE se ubican de manera menos homogénea en los distintos países, y que, en muchos de ellos, si bien se utilizan su manejo y relación con la toma de decisiones no siempre es claro y vinculante.

Las otras formas identificadas de Evaluaciones Ambientales, se aplican de múltiples maneras, algunas asociadas a la misma EIA (United Nations Environment Programme, 2018) y otras veces como parte de subsistemas administrativos específicos. También se refiere que las instituciones multilaterales y los distintos sectores o niveles de gobierno pueden y hacen uso de evaluaciones con alcances más específicos de acuerdo a sus prioridades y objetivos y casi siempre complementariamente a las EIA.

Una observación a partir de las formas identificadas permite identificar que muchas veces los límites y diferencias entre distintos tipos de Evaluaciones Ambientales, no son claros ni están bien definidos. Las revisiones de contenidos y casos de Evaluaciones de Impacto Ambiental contrastados por ejemplo con las Evaluaciones de Impacto Ambiental y Sociocultural, en su aplicación en Venezuela, no permiten identificar grandes diferencias y matices.

Por último, en el marco de estas consideraciones, es importante señalar que las EA identificadas como herramientas correctoras y los denominados instrumentos auxiliares, cumplen un papel importante en la sistematización de experiencias para el diseño de futuras actuaciones, así como en el análisis de alternativas, tanto para el diseño como para la actuación, y aunque no constituyen una Evaluación Ambiental de carácter predictivo, tal y como se concibe originalmente a la herramienta, aportan elementos fundamentales para la corrección de actuaciones en curso y la planificación de futuras intervenciones.

## **5. IMPORTANCIA DE LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

Entendiendo que, por muchos autores, y ente otros (Cashmore, Gwilliam, Morgan, Cobb, & Bond, 2004) identifican que uno de los propósitos sustantivos de las Evaluaciones de Impacto Ambiental es apuntalar al Desarrollo Sostenible, y como consecuencia de algunos hallazgos en la

RSL, se presentan algunas consideraciones sobre estos aspectos.

### **5.1. La “ciencia de la Sostenibilidad”**

La ciencia de la sostenibilidad se relacionan con lo que se han denominado ciencias en fase de desarrollo (Salas - Zapata, 2015), este mismo autor en (Salas & Rios , 2013) define que la ciencia de la sostenibilidad surge como respuesta al entendimiento de que existen problemas de "insostenibilidad" entendidos como "situaciones específicas que afectan el bienestar humano y los ecosistemas, y que resultan de actividades humanas que no tienen la capacidad de adaptarse a las dinámicas del entorno social y ecológico dentro del cual se desarrollan tales actividades", con lo cual se establece un sentido y un campo de estudio a trabajar con relación a la ciencia de la sostenibilidad.

Si bien, en la sección anterior, se identificó la orientación general de lo que puede abordar la ciencia de la sostenibilidad como un propósito o campo de estudio, el calificativo de ciencia inmadura, responde a la ausencia de un consenso acerca del campo de estudio de esta ciencia. Una de las razones esgrimidas por (Salas - Zapata, 2015) es el hecho de que, en la ciencia de la sostenibilidad, hay disenso sobre lo que se entiende por sostenibilidad y explica que se identifican al menos 3 perspectivas para definirla:

- Perspectiva del desarrollo sostenible; desde la cual los autores asumen sostenibilidad y desarrollo sostenible como sinónimos y presenta, según el autor, limitaciones para ser una perspectiva válida para generar un consenso sobre el objeto de estudio de esta ciencia, entre otras limitaciones, el diverso origen semántico de los términos y el hecho de que el DS no explica una "porción" de la realidad, sino que refleja una aspiración política.
- Perspectiva de la integración equilibrada; la cual analizan los equilibrios entre las dimensiones de la sostenibilidad (en sus diversas versiones) y la cual presenta la limitación de que la búsqueda de equilibrio no es intrínseca a los sistemas ecológicos y socio-ecológicos, y que bajo este enfoque se disminuye la importancia de la conformación de los sistemas y se privilegian las interacciones.
- Perspectiva de la resiliencia; particularmente resulta muy asimilable la idea de que la sostenibilidad responde a la resiliencia socioecológica, descartando, para este propósito la resiliencia técnica o a la resiliencia ecológica.

Esta última perspectiva es la que propone Salas-Zapata como objeto de estudio y concepto científico asociado a la ciencia de la sostenibilidad

### **5.2. Aportes al Desarrollo Sostenible, un propósito sustantivo de las Evaluaciones de Impacto Ambiental**

Una de las referencias más citadas en cuanto a Evaluación de la Sostenibilidad es la de (Devuyst, 2000) la cual señala que “el interés actual en el concepto de sustentabilidad, eleva la interrogante acerca de si las EIA y más particularmente las Evaluaciones Ambientales Estratégicas pueden contribuir al logro de sociedades más sustentables”. También, Devuyst, hace un recuento de distintas discusiones y consensos alcanzados en la década de los años 90 y concluye que “los profesionales en evaluaciones de impacto, los expertos en desarrollo sustentable y organizaciones internacionales están de acuerdo que la evaluación de impactos tiene un papel destacado en la introducción del desarrollo sustentable en nuestras sociedades.

Sobre este punto es importante destacar lo que (Ahumada, Pelayo, & Arano, 2012) mencionan en cuanto a que en “la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, Brasil, en 1992, en donde se convino que la protección del ambiente en la planeación del desarrollo era fundamental para lograr la sustentabilidad” estableciéndose la necesidad de vincular la protección ambiental, y el uso de la EIA como una de las herramientas más destacadas para lograr este fin, con la sustentabilidad. En ese mismo orden de ideas (Nam & Otros, 2011) establecen que lograr de manera simultánea apoyar al desarrollo económico junto con el desarrollo ambiental, implica el uso de EIA durante las fases iniciales de todos los planes y programas. Una propuesta similar en cuanto a la necesidad de realizar evaluaciones ambientales para apoyar la integración entre ambiente y desarrollo la ofrece (De Mulder, 2011), pero apoyando y reforzando la importancia de lograrlo a través de la aplicación de Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE) debido a la “limitada efectividad de las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) de proyectos dada que algunas veces los resultados de esta aproximación de abajo hacia arriba resultan insatisfactorios”. Asegura, De Mulder, que la “EAE es también un elemento, en la evolución internacional de políticas orientadas en un marco de arriba hacia abajo de instituciones y herramientas de desarrollo sostenible”. (Devuyst, 2000) desarrolla un esquema de introducción de la evaluación de sostenibilidad a nivel local, destacando que la Agenda 21 refleja la importancia de actuar localmente de manera de atender a ese nivel las causas de los problemas. Esta aproximación de abajo hacia arriba, es coincidente con el modo de actuación de las EIA con relación al desarrollo sustentable y deja ver que existe una necesidad importante de manejar un instrumento de evaluación de la sustentabilidad de iniciativas y proyectos. Una visión, de orden aspiraciones la presentan (Cieslak & Otros, 2019) cuando mencionan que “en el mundo moderno, una de las ideas de desarrollo más deseadas, es el desarrollo sustentable, como un proceso para mejorar la calidad de vida y el bienestar a un nivel permitido por el nivel actual de civilización” y por ello establecen la necesidad de desarrollar herramientas de evaluación que permitan evaluar cuanto se ha avanzado en esta aspiración.

### **5.3. Vínculos encontrados entre Evaluación de Impacto Ambiental y Desarrollo Sostenible**

Tal y como se mencionó en la sección anterior, la mayoría de las referencias analizadas en la RSL destacan que los vínculos entre EIA y Desarrollo Sostenible establecen que la EIA (y sus distintas formas) constituyen una suerte de paso previo fundamental para lograr la sostenibilidad. (Naadem, 2013) señala, haciendo referencia, al énfasis que la Política Ambiental de Pakistán hace sobre este tema, asegurando que, la “integración de consideraciones ambientales en la definición de políticas y procesos de planificación” contribuyen al “desarrollo sostenible y la mejora en la eficiencia en el uso y gestión de los recursos”. (Ahumada, Pelayo, & Arano, 2012) si bien reconocen la importancia dada en México en cuanto a “incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social para alcanzar un desarrollo sustentable” reconocen que la EIA si bien “promueve la mejora en el desempeño ambiental de los proyectos de desarrollo en lo individual, este instrumento por sí solo no ha sido capaz de dar garantía a la sustentabilidad ambiental” de allí que propongan la utilización de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) “como mecanismo práctico para ser más operativa la sustentabilidad ambiental” reconociendo que la adopción del desarrollo sustentable como objetivo representa una temática global para los países en desarrollo, y consideran “indispensable que las consideraciones ambientales se tengan en cuenta en la planeación del desarrollo”. Otros autores como (Safaian & otros, 2003) definen a la EIA como “herramienta para obtener el desarrollo sustentable”. La Evaluación del Ciclo de Vida, uno de los tipos de evaluación ambiental identificados en la RSL se relaciona con el desarrollo sustentable, según (Priarone, 2016), al incorporar como criterios de evaluación a indicadores de sustentabilidad, es decir la propia evaluación ambiental, al utilizar estos criterios se convierte en una evaluación parcial de como los productos, procesos y servicios evaluados pueden contribuir en mayor o en menor medida con la sustentabilidad. (Gschosser, 2012) mencionan simplemente que la utilización de una herramienta de EIA contribuye al desarrollo sustentable. Un esquema de vinculación diferente lo presenta (Devuyst, 2000) quien plantea desarrollar el vínculo entre EIA y desarrollo sustentable a través de implantar una evaluación de sustentabilidad a nivel local, utilizando para ello los sistemas de evaluación de impacto (entendidos estos sistemas, como la institucionalidad local para el desarrollo de evaluaciones ambientales). Esta evaluación se puede lograr, según Devuyst, de una de dos maneras: Introduciendo principios de sustentabilidad en las normas y guías existentes relacionadas con la realización de EIA y EAE o, desarrollar un sistema y procedimiento separado para la evaluación de la sostenibilidad. (Nakamura, 2012) propone una aproximación diferente, en su estudio de caso en el que integra una Evaluación de Impacto Cultural a una EIA de una presa en un sitio de especial valor cultural, plantea que el estudio y evaluación de los impactos sobre los aspectos culturales y los habitantes del lugar, garantiza la sustentabilidad cultural local. El trabajo de (Mee & Lai) presenta las relaciones entre las evaluaciones ambientales de diverso tipo y la institucionalidad asociada a ellas y el alcance espacial y transfronterizo como aspectos claves para el logro de la sustentabilidad. (Ramaswani & otros, 2012) vinculan a la

sustentabilidad de las ciudades con la evaluación integrada de sus componentes e interacciones.

Es posible entonces intentar establecer unas consideraciones acerca de los vínculos entre EIA y Desarrollo Sostenible, la RSL permite identificar que el vínculo se evidencia una vez que los proyectos, procesos y actividades objeto de evaluación ambiental en cualquiera de sus formas, se desarrolla incorporando las recomendaciones y medidas y manejando los impactos ambientales y sociales y logrando que estos tengan mejor desempeño en estas dos dimensiones, contribuyendo así a la sostenibilidad, es decir en la medida en la que los proyectos, actividades y procesos realicen EIA, una vez que se desarrollen tendrán desempeños sostenibles y de esa manera se apuntala a la concreción del desarrollo sostenible. Otros autores permiten delinear que hay una relación causal entre las EIA y el desarrollo sostenible. Por ejemplo, (De Mulder, 2011) claramente establece que los protocolos de la Unión Europea para la Evaluación Ambiental Estratégica (un tipo de evaluación ambiental) forman parte de las políticas para el desarrollo sostenible de infraestructura.

De igual manera en la RSL se encuentran referencias que describen al vínculo entre EIA y DS usando expresiones como: proceso, Instrumento y herramienta, es decir lo que caracteriza al vínculo entre EIA y DS es que se entiende que la EIA es un proceso, un instrumento o una herramienta para contribuir al logro del DS.

#### **5.4. Reflexiones sobre la importancia de las Evaluaciones de Impacto Ambiental al Desarrollo Sostenible en Venezuela**

En Venezuela se experimenta un acusado deterioro de la Institucionalidad Ambiental, desde las consideraciones expresadas por el Grupo Orinoco (Grupo Orinoco, 2017), hasta los más recientes informes sobre la situación ambiental del país (Observatorio de Ecología Política, 2023) y (Clima 21 DD.HH, 2023) dan cuenta de graves problemas ambientales en el país, como contaminación, el uso no sostenible de recursos naturales, accidentes y derrames petroleros, vulneración de derechos humanos ambientales y afectaciones severas a la biodiversidad y áreas protegidas, entre otros. Esto se relaciona en casi todos los casos con una acusada debilidad institucional caracterizada por una muy precaria capacidad regulatoria, de vigilancia y control, de observancia de las normas, leyes y acuerdos y de la promoción de una adecuada gestión ambiental.

Entre otros aspectos, entre los elementos de gestión ambiental que se percibe, no se aplican adecuadamente y de cobertura muy limitada están las Evaluaciones de Impacto Ambiental, cabe decir que la disponibilidad de información pública relacionada con las evaluaciones ambientales efectuadas en el país es muy limitada y no se cuenta con suficiente información para calibrar la importancia e idoneidad de la aplicación de esta herramienta, por lo que y a la luz de las evidencias públicas que se reportan, por organizaciones y medios como los citados es que se puede establecer que en

alguna proporción el deterioro ambiental registrado en el país, pueden estar relacionados con deficiencias y ausencias en la aplicación de las EIA. Adicionalmente la escasa institucionalidad alrededor del desarrollo sostenible, impide establecer en qué medida los aportes de las EIA al DS están presentes o son importantes en cuanto al logro de los objetivos y metas del desarrollo sostenible en el país.

## **6. REFLEXIONES FINALES**

Existe un conjunto amplio de formas de Evaluación Ambiental referenciado en la literatura consultada, esta amplitud se relaciona tanto con la evolución del uso de la herramienta, el aprendizaje y reflexión sobre las experiencias en su aplicación, como por hacerse evidente la importancia de abarcar con mayor detalle y profundidad algunos aspectos considerados críticos en algunos casos y ámbitos particulares.

Se reconocen que existen dos formas de Evaluación Ambiental principales, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), ambas son reconocidas en muchos países e instituciones mundiales, siendo la EIA la forma donde existe mayor institucionalización para su aplicación.

La Revisión Sistemática de Literatura (RSL) realizada, bajo el esquema establecido por (Gannan, Ciliska, & Thomas, 2010) para desarrollo de RSL “rápidas” constituye una herramienta que permite identificar y procesar sistemáticamente un volumen importante y probablemente representativo de la información sobre tipos de evaluación ambiental existentes. Sin desmedro de lo anterior, fue importante complementar la RSL realizada con la búsqueda y el uso de otras referencias conocidas que permitieron identificar un conjunto un poco más amplio y completo de formas de Evaluación Ambiental.

Resaltan como elementos clasificadores de las formas de evaluación ambiental, los denominados campos para la estructuración de la tipología, ya que gracias a su identificación fue posible organizar las tipologías presentadas, estos son: EA con énfasis en componentes parciales del ambiente, EA relacionadas con el ciclo de planificación, EA relacionadas con la concepción actual de la sostenibilidad, EA relacionadas con la corresponsabilidad, EA relacionadas con estrategias correctoras, y finalmente, Instrumentos auxiliares.

Los hallazgos sobre la vinculación de las EA con la sostenibilidad, dan cuenta de una amplia referenciación del potencial de las EA de contribuir con el Desarrollo Sostenible, de una relación de causalidad en los que las EA y las Evaluaciones de Sostenibilidad al contribuir con un desempeño más sostenible de las actuaciones evaluadas, contribuyen con el desarrollo sostenible. Sin embargo, esta relación y vinculación, aunque lógica y teóricamente evidente, pareciera adolecer de suficientes evidencias y explicaciones sobre su funcionamiento.

La construcción de una tipología de Evaluaciones Ambientales además de poder ser un aporte para la

comprensión de las herramientas de evaluación y las posibilidades que estas ofrecen, puede constituir un aporte la discusión sobre cómo organizar un mejor sistema de evaluación de impacto ambiental en Venezuela. Tal y como se trató de explicar, la situación ambiental del país hace evidente que es necesario mejorar de manera importante y sustancial la institucionalidad ambiental del país.

Un elemento que destaca dentro de la tipología presentada y que se basa en las consideraciones de (Partidario & Clark, Perspectives on Strategic Environmental Assessment, 2000) y luego analizadas por (Eriás & Álvarez, 2007) son las relacionadas con la importancia de incorporar a las EA relacionadas con el ciclo de planificación en la organización de los sistemas de evaluación de impactos ambientales nacionales. La adopción entre otras pertenecientes a este grupo, de las Evaluaciones Ambientales Estratégicas y su correcta inserción institucional, es fundamental para armonizar las decisiones de políticas, planes y programas con las limitaciones y potencialidades que ofrece el ambiente y así garantizar un desarrollo más armónico y coherente.

Por último, resulta importante considerar que las Evaluaciones Ambientales aún, a más de 50 años de su concepción y puesta en funcionamiento, siguen siendo una de las herramientas de gestión ambiental más reconocidas y fomentadas en el mundo, y que su aplicación lejos de decaer, ha cobrado una importancia destacada por su potencial de apoyar al desarrollo sostenible y por su papel preponderante en la instrumentación de acuerdos de transparencia y protección de los derechos humanos ambientales, como el de Escazú.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada, B., Pelayo, M., & Arano, A. (2012). Sustentabilidad ambiental, del concepto a la práctica. *Gestión y Política Pública*, 291-332.
- Arts, J. (1998). *ELA Follow - up. On the role of the Ex Post Evaluation in Environmental Impact Assessment*. Groningen: Geo Press.
- Benítez, J. (2017). Relaciones entre los Sistemas de Evaluación de Impacto Ambiental, el Desarrollo Sustentable y los aspectos bioéticos. *tekné Vol 20 N° 2*, 75-77.
- Benítez, J. (2021). *Interacción entre los componentes de las Evaluaciones de Impacto Ambiental y las Dimensiones de la Sostenibilidad. Una Revisión Sistemática de Literatura*. Obtenido de Saber UCAB: <https://saber.ucab.edu.ve/xmlui/handle/123456789/20565>
- Borella, I., & Rodrigues, M. (2016). Environmental Impact and Sustainable Development: An Analysis in the Context of Standards ISO 9001, ISO 14001 and OSHAS 18001. *Environmental Quality Management*.
- Buroz, E. (1997). *La Gestión Ambiental, marco de referencia para las Evaluación de Impacto Ambiental*. Caracas: Fundación Polar.
- Buroz, E., & Garcia, M. (1992). La Dimensión Ambiental en la Ingeniería de Proyectos. En C. OEA, *Seminario Interamericano sobre Evaluación Económica, Social y Ambiental de Proyectos* (págs. 67-97). Merida: CIDIAT - OEA-DDRMA.
- Cashmore, M. (2004). The role of science in environmental impact assessment: process and procedure versus purpose in the development of theory. *Environmental Impact Assessment Review*, 403-426.
- Cashmore, M., Gwilliam, R., Morgan, R., Cobb, D., & Bond, A. (2004). The interminable issue of effectiveness: substantive purposes, outcomes and research challenges in the advancement of environmental impact assessment theory. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 295-310.
- CDC. (2023). *Centers for Disease Control and Prevention*. Obtenido de What is HIA: <https://www.cdc.gov/healthyplaces/hia.htm#:~:text=What%20is%20HIA%3F,it%20is%20built%20or%20implemented>.
- Cieslak, I., & Otros. (2019). Sustainable Development in Polish Regions: a Shift-Share Analysis. *Polish Journal of Environmental Studies*, 82(2).
- Clima 21 DD.HH. (Junio de 2023). *Clima 21 Observatorio de Venezolano de Derechos Humanos Ambientales*. Obtenido de <https://clima21.net/secciones/informes/>
- De Mulder, J. (2011). The Protocol on Strategic Environmental Assessment: a Matter of Good Governance. *Review of European Community & International Law*, 20(3).
- Devuyst, D. (2000). Linking Impact Assessment and Sustainable Development at The Local Level: Introduction of Sustainability Assessment Systems. *Sustainable Development*, 67-78.
- Dunn, W. (2014). *Public Policy Analysis*. Edinburgh: Pearson.
- Eriás, A., & Álvarez, J. (2007). *Evaluación de Impacto Ambiental y Desarrollo Sostenible*. Madrid: Piramide.
- Gabaldon, A. (1986). *Política Ambiental y Sociedad*. Caracas: Monte Avila Editores.
- Gannan, R., Ciliska, D., & Thomas, H. (2010). Expediting systematic reviews: methods and implications of rapid reviews. *Implementation Science*, 1-10.
- Glasson, J., Therivel, R., & Chadwick, A. (2012). *Introduction to Environmental Impact Assessment*. London: Routledge.
- Grupo Orinoco. (2017). *Hacia una nueva institucionalidad ambiental*. Caracas.
- Gschosser, F. (2012). Hidden Ecological Potentials in the Production of Materials for Swiss Road Pavements. *Journal of Management in Engineering*.
- IAIA. (2003). *International Association of Impact Assessment*. Obtenido de <https://www.iaia.org/uploads/pdf/IAIA-SIA-International-Principles.pdf>
- IAIA. (2009). *¿Que es la evaluación de impactos*. Obtenido de IAIA: IAIA\Publications\What Is IA\_spa.indd
- Ignat, G., & Otros. (2016). Green Accounting vs Sustainable Development. *Agronomy Series of Scientific Research*, 59(1).
- Koo, D. (2009). Development of sustainability assessment model for underground infrastructure projects. *Canadian Journal of Civil Engineering*(36).

- Koo, D., & Ariaratnam, S. (2008). Application of a Sustainability Model for Assessing Water Main Replacement Options. *Journal for construction engineering and management*.
- Kwiatkowski, R., & OOI, M. (2003). Integrated environmental impact assessment: A Canadian experience. *Bulletin of the World Health Organization*, 81(6).
- Labuschagne, C., & Otros. (2005). Environmental and social impact considerations for sustainable projects life cycle management in the process industry. *Corporate Social Responsibility & Environmental Management*(12).
- Leistritz, L., & Murdock, S. (1981). Demographic Impact Assessment. En *The Socioeconomic Impact of Resource Development*. Routledge.
- Loparena, D. (1998). *Los Principios del Derecho Ambiental*. Madrid: Civitas.
- Martínez, M. (2017). *Políticas Públicas Ambientales*. Mexico: Colofón.
- Maskin, M., & Otros. (2017). The impacts of spatial planning on the sustainable territorial development of the Rhine-Danube Trans-European Transport Corridor through Serbia. *European Planning Studies*, 25(2).
- Mee, N., & Lai, D. (s.f.). Practice report: Sustainability Impact Assessment in Hong Kong and the Pearl River Delta: "both necessary and impossible"? *Impact Assessment & Project Appraisal*, 25(3).
- Monterola, C., Astudillo, P., Arias, E., & Claros, N. (2013). Revisiones sistematicas de literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. *Cirugía Española*, 149-155.
- Morgan, R. (2012 ). Environmental Impact Assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 5-14.
- Moschetti, R., & Bratelbo, H. (2017). Combining Life Cycle Environmental and Economic Assessment in Building Energy Renovation Projects. *Energies*, 10(1851).
- Naadem, O. (2013). Consideration of Environmental Impacts in the Integrated Master Plan of Lahore 2021. *Pakistan Journal of Science*, 65(3).
- Naciones Unidas. (2019). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Nakamura, N. (2012). Towards Culturally Sustainable Environmental Impact Assessment: The Protection of Ainu Cultural Heritage in the Saru River Cultural Impact Assessment Japan. *Geographical Research*, 51(1).
- Nam, M., & Otros. (2011). Researchs regarding environmental impact of open pit mines. *Annals of the university of Petrosani, Mechanical Engineering*(3).
- Nenkovic-Riznic, M. (2016). Integration of Strategic Environmental Assessment and Environmental Social Impact Assessment into Strategic Territorial Planning: Lesson Learned from two Cases of Tourism Destinations in Protected Areas. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(3).
- Ness, B. (2011). An integrated sustainability assessment of the swedish sugar protection system from a life-cycle perspective: 2003-2015. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 9(1).
- Observatorio de Ecología Política. (6 de Junio de 2023). *Informe OEP: Situación Socioambiental de Venezuela*. Obtenido de Observatorio de Ecología Política de Venezuela: <https://ecopoliticavenezuela.org/2023/06/06/informe-oep-situacion-socioambiental-de-venezuela-2022/>
- Ortolano, L., & Shepherd, A. (1995). Environmental Impact Assessment. *Environmental and Social Impact Assessment* , 3-31.
- Partidario, M., & Clark, R. (2000). *Perspectives on Strategic Environmental Assessment*. Lewis Publishers/CRC Press LLC.
- Partidario, M., Den Broeder, L., Croal, P., Fuggle, R., & Ross, W. (2012). Evaluación de Impactos. *FASTIPS LALA*, 2.
- Pikon, K., & Gaska, K. (2010). Greenhouse Gas Emission Mitigation Relevant to Changes in Municipal Solid Waste Management System. *Journal of Air & Waste Management Association*(60).
- Priarone, P. (2016). A Quality-conscious optimization of energy consumption in a grinding process applying sustainability indicators. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*(86).
- Ramaswani, A., & otros. (2012). A Social-Ecological-Infrastructural Systems Framework for Interdisciplinary Study of Sustainable City Systems. *Industrial Ecology*, 16(6).
- Republica de Venezuela. (1996). Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente. *Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela* N° 35.946.
- Rivera, G., & Martin, J. (2006). Medición del impacto económico de una empresa minera en su entorno como herramienta de gestión. *Gestión y Ambiente*.
- Rohács, J., & Rohács, D. (2019). Total Impact Evaluation of Transportation Systems. *Transport*, 35(2).
- Rostron, J., & Parry, J. (2008). The law and technique of environmental impact assessment in the United Kingdom. *Environmental Quality Management*, 11-29.
- Sadler, B. (1996). *Environmental Assessment in a Changing World. Evaluating Practice to Improve Performance*. Ottawa: Canadian Environmental Assessment Agency.
- Safaian, N., & otros. (2003). Environmental Impact Assessment of Development in the Southern Coast of the Caspian Sea (Northern Iran). *Polish Journal of Environmental Studies*, 13(3).
- Salas - Zapata, W. (2015). La Ciencia de la Sostenibilidad. Una propuesta de objeto de estudio. En F. Carreño, & R. Carrasco, *Epistemología de la Sustentabilidad* (págs. 19-50). Mexico: UNAM.
- Salas, W., & Rios, L. (2013). Ciencia de la sostenibilidad, sus características metodológicas y alcances en procesos de toma de decisiones. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 101-111.
- Sanchez, L. (2011). *Evaluación de Impacto Ambiental. Conceptos y Métodos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.



- Stan, M. (2013). European and international legal regulation of Environmental Impact Assessment in the Coastal Area of Romania. *Juridical Current*, 111-118.
- United Nations Environment Programme. (2018). *Assessing Environmental Impacts. A Global Review of Legislation*. Nairobi: UN Environment.
- Western Australia Government. (2023). *Planning Guidelines - Transport Impact Assessment*. Obtenido de <https://www.wa.gov.au/government/publications/planning-guidelines-transport-impact-assessment>
- Yan, J., & Otros. (2014). Sustainability assessment of machining process based on extension theory and entropy weight approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*(71).
- Yuan, Y. (2017). Models for Sustainability. *Bioresources*, 12(1).

**8. ANEXOS**

1.- INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESPUESTAS A PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN. VERSIÓN RESUMIDA. ARTÍCULOS ARBITRADOS.

2.- INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESPUESTAS A PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN. VERSIÓN RESUMIDA. GOOGLE ACADÉMICO

3.- INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESPUESTAS A PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN. VERSIÓN RESUMIDA. LITERATURA GRIS

| Numero | Primer autor         | Año de publicación | Título  | Idioma  | Nombre de la revista   | Número de páginas | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DS? | ¿Presenta uno o varios tipos de evaluación de impactos ambientales? |
|--------|----------------------|--------------------|---|---------|--|-------------------|--|---|
| 1      | WELL-DANG, ANDREW    | 2015               | Prospects for Regional Cooperation on Environmental Impact Assessment in Mainland Southeast Asia              | Inglés  | Contemporary Southeast Asia                                  | 26                | No   | No  |
| 2      | HERNANDEZ, ELIZABETH | 2015               | Ambiente, gestión ambiental. Avances y retrocesos del ambiente y desarrollo sustentable en Venezuela          | Español | Provincia  | 20                | No   | No  |
| 3      | ZHU, Y               | 2014               | A method of environmental impact assessment for high-speed rail development: a case study in China            | Inglés  | Advances in Transportation Studies                           | 10                | No   | No  |
| 4      | NAADEM, O            | 2013               | Consideration of Environmental Impacts in the Integrated Master Plan for Lahore-2021                          | Inglés  | Pakistan Journal of Science                                  | 8                 | No   | Si  |
| 5      | STAN, MARI-ISABELLA  | 2013               | European and international legal regulation of Environmental Impact Assessment in the Coastal Area of Romania | inglés  | Juridical Current  | 8                 | No   | No  |
| 6      | AHUMADA, BRENDA      | 2012               | Sustentabilidad ambiental, del concepto a la práctica   | Español | Gestión y Política Pública                                   | 42                | No   | Si  |
| 7      | NAN, SILVIU MARIN    | 2011               | Researches regarding environmental impact of open pit mines   | Inglés  | Annals of the University of Petrosani Mechanical Engineering | 8                 | No   | No  |

| Numero | Primer autor       | Año de publicación | Título  | Idioma | Nombre de la revista   | Número de páginas | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DS? | ¿Presenta uno o varios tipos de evaluación de impactos ambientales? |
|--------|--------------------|--------------------|---|--------|--|-------------------|--|---|
| 8      | DE MULDER, JAN     | 2011               | The Protocol on Strategic Environmental Assessment: a Matter of Good Governance   | Ingles | Review of European Community & International Environmental Law | 16                | Si   | Si  |
| 9      | SAFAIAN, N         | 2003               | Environmental Impact Assessment of Development in the Southern Coast of the Caspian Sea (Northern Iran)                         | Ingles | Polish Journal of Environmental Studies                        | 5                 | No   | No  |
| 10     | LATIMER, WILLIAM   | 2009               | Assessment of Biodiversity at the Local Scale for Environmental Impact Assessment and Land Use Planning                         | Ingles | Planning, Practice & Research                                  | 20                | No   | No  |
| 11     | KWIATKOWSKI, ROY   | 2003               | Integrated environmental impact assessment: a Canadian Example  | Ingles | World Health Organization                                      | 5                 | No   | No  |
| 12     | PRIARONE, PAOLO    | 2016               | Quality -conscious optimization of energy consumption in a grinding process applying sustainability indicators                  | Ingles | International Journal of Advanced Manufacturing Technology     | 11                | No   | Si  |
| 13     | KOO, DAE-HYUN      | 2009               | Development of a sustainability assessment model for underground infrastructure projects  | Ingles | Canadian Journal of Civil Engineering                          | 12                | Si   | Si  |
| 14     | GSCHOSSER, FLORIAN | 2012               | Hidden Ecological Potentials in the Production of Materials for Swiss Road Pavements  | Ingles | Journal of Management in Engineering                           | 9                 | No   | No  |
| 15     | DEVUYST, DIMITRI   | 2000               | Linking Impact Assessment and Sustainable Development at The Local Level: The Introduction of Sustainability Assessment Systems | Ingles | Sustainable Development  | 12                | Si   | Si  |

TIPOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL.

*Joaquín Benítez Maal*

| Numero | Primer autor       | Año de publicación | Título   | Idioma | Nombre de la revista                                       | Número de páginas | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DS? | ¿Presenta uno o varios tipos de evaluación de impactos ambientales? |
|--------|--------------------|--------------------|--|--------|--|-------------------|--|---|
| 16     | FRAME, BOB         | 2006               | Increasing uptake of low impact urban design and development: The role of sustainability assessment systems  | Ingles | Local Environment  | 20                | No   | No  |
| 17     | SEPPALA, JYRI      | 2005               | How Can the Eco-Efficiency of a Region be Measured and Monitored?  | Ingles | Journal of Industrial Ecology                              | 14                | No   | Si  |
| 18     | KOO, DAE-HYUN      | 2008               | Application of a Sustainability Model for Assessing Water Main Replacement Options   | Ingles | Journal of construction engineering and management         | 12                | Si   | Si  |
| 19     | ROSTRON, J         | 2008               | The law and technique of environmental impact assessment in the United Kingdom   | Ingles | Environmental Quality Management                           | 19                | Si   | No  |
| 20     | NAKAMURA, NAOHIRO  | 2013               | Towards a Culturally Sustainable Environmental Impact Assessment: The Protection of Ainu Cultural Heritage in the Saru River Cultural Impact Assessment, Japan | Ingles | Geographical Research                                      | 11                | No   | Si  |
| 21     | CIESLAK, IWONA     | 2019               | Sustainable Development in Polish Regions: a Shift-Share Analysis  | Ingles | Polish Journal of Environmental Studies                    | 11                | No   | Si  |
| 22     | MOSCHETTI, ROBERTA | 2017               | Combining Life Cycle Environmental and Economic Assessment in Building Energy Renovation Projects  | Ingles | Energies   | 23                | No   | No  |
| 23     | LABUSCHAGNE, CARIN | 2005               | Environmental and social impact considerations for sustainable project life cycle management in the process industry   | Ingles | Corporate Social Responsibility & Environmental Management | 17                | Si   | Si  |
| 24     | SKOBALJ, PREDRAG   | 2017               | Energy Indicators Impact in Multi-Criteria Sustainability Analyze of Thermal Power Plant Unit  | Ingles | Thermal Science  | 9                 | Si   | Si  |

| Numero | Primer autor            | Año de publicación | Título  | Idioma | Nombre de la revista                                       | Número de páginas | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DS? | ¿Presenta uno o varios tipos de evaluación de impactos ambientales? |
|--------|-------------------------|--------------------|---|--------|--|-------------------|--|---|
| 25     | NENKOVIC-RIZNIC, MARINA | 2016               | Integration of Strategic Environmental Assessment and Environmental Social Impact Assessment into Strategic Territorial Planning: Lessons Learned from Two Cases of Tourism Destinations In Protected Areas | Inglés | Polish Journal of Environmental Studies                    | 14                | No   | Si  |
| 26     | BORELLA, ILDE LUIZ      | 2016               | Environmental Impact and Sustainable Development: An Analysis in the Context of Standards ISO 9001, ISO 14001, and OHSAS 18001  | Inglés | Environmental Quality Management                           | 17                | Si   | No  |
| 27     | IGNAT, GABRIELA         | 2016               | Green Accounting vs Sustainable Development   | Inglés | Agronomy Series of Scientific Research                     | 4                 | No   | No  |
| 28     | PIKON, KRZYSZTOF        | 2010               | Greenhouse Gas Emission Mitigation Relevant to Changes in Municipal Solid Waste Management System   | Inglés | Journal of Air & Waste Management Association              | 7                 | No   | Si  |
| 29     | GLASSON, JOHN           | 2009               | Urban regeneration and impact assessment for social sustainability  | Inglés | Impact Assessment & Project Appraisal                      | 8                 | No   | Si  |
| 30     | MEE KAM, NG             | 2007               | Practice report: Sustainability impact assessment in Hong Kong and the Pearl River Delta: "both necessary and impossible"?  | Inglés | Impact Assessment & Project Appraisal                      | 6                 | No   | Si  |
| 31     | YAN, JIHONG             | 2014               | Sustainability assessment of machining process based on extension theory and entropy weight approach  | Inglés | International Journal of Advanced Manufacturing Technology | 13                | Si   | No  |
| 32     | YAO, YUAN               | 2017               | Models for Sustainability   | Inglés | Bio-Resources  | 1                 | No   | Si  |



| Numero | Primer autor              | Año de publicación | Título   | Idioma | Nombre de la revista                             | Número de páginas | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DS? | ¿Presenta uno o varios tipos de evaluación de impactos ambientales? |
|--------|---------------------------|--------------------|--|--------|--|-------------------|--|---|
| 33     | NESS, BARRY               | 2011               | An integrated sustainability assessment of the Swedish sugar protection system from a life-cycle perspective: 2003-2015  | Ingles | Interdisciplinary Description of Complex Systems | 16                | Si   | Si  |
| 34     | MAKSIN, MARIJA            | 2017               | The impacts of spatial planning on the sustainable territorial development of the Rhine-Danube Trans-European Transport Corridor through Serbia  | Ingles | European Planning Studies                        | 20                | No   | Si  |
| 35     | RAMASWANI, ANU            | 2012               | A Social-Ecological-Infrastructural Systems Framework for Interdisciplinary Study of Sustainable City Systems.   | Ingles | Industrial Ecology                               | 13                | No   | Si  |
| 36     | AMIRAHMADI, ELNAZ         | 2023               | Impacts of Environmental Factors and Nutrients Management on Tomato Grown under Controlled and Open Field Conditions   | Ingles | Agronomy   | 16                | No   | Si  |
| 37     | BURNSIDE, NEIL            | 2020               | Geothermal energy resources in Ethiopia: Status review and insights from hydrochemistry of surface and groundwaters  | Ingles | Wires  | 27                | Si   | No  |
| 38     | CAMPBELL, MAC             | 2020               | Quantifying the impacts of oil sands development on wildlife: perspectives from impact assessments   | Ingles | Environmental Reviews                            | 9                 | No   | Si  |
| 39     | DECANO-VALENTIN, CRISTINA | 2021               | Integrated Building Energy Simulation–Life Cycle Assessment (BES–LCA) Approach for Environmental Assessment of Agricultural Building: A Review and Application to Greenhouse Heating Systems | Ingles | Agronomy   | 20                | No   | Si  |

| Numero | Primer autor      | Año de publicación | Título   | Idioma | Nombre de la revista | Número de páginas | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DS? | ¿Presenta uno o varios tipos de evaluación de impactos ambientales? |
|--------|-------------------|--------------------|--|--------|----------------------|-------------------|--|---|
| 40     | HAYATINA, ISYE    | 2023               | Review on the Life Cycle Assessment of Thermal Energy Storage Used in Building Applications  | Ingles | Energies             | 17                | Si   | Si  |
| 41     | KONECNY, VLADIMIR | 2020               | Environmental Sustainability of the Vehicle Fleet Change in Public City Transport of Selected City in Central Europe                 | Ingles | Energies             | 23                | Si   | Si  |
| 42     | LIU, HUI          | 2022               | Investigating Biochar-Derived Dissolved Organic Carbon (DOC) Components Extracted Using a Sequential Extraction Protocol             | Ingles | Materials            | 14                | No   | No  |
| 43     | MUTERI, VINCENZO  | 2020               | Review on Life Cycle Assessment of Solar Photovoltaic Panels   | Ingles | Energies             | 38                | No   | Si  |
| 44     | NIU, ANYI         | 2022               | Trend in Research on Characterization, Environmental Impacts and Treatment of Oily Sludge: A Systematic Review                       | Ingles | Molecules            | 23                | No   | Si  |
| 45     | PANTELIC, BRANA   | 2023               | Set of Small Molecule Polyurethane (PU) Model Substrates: Ecotoxicity Evaluation and Identification of PU Degrading Biocatalysts     | Ingles | Catalyst             | 20                | No   | No  |
| 46     | RASHEDI, AHMAD    | 2022               | Life cycle environmental sustainability and cumulative energy assessment of biomass pellets biofuel derived from agroforest residues | Ingles | Plos One             | 18                | Si   | Si  |

TIPOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL.

*Joaquín Benítez Maal*

| Numero | Primer autor          | Año de publicación | Título  | Idioma | Nombre de la revista                                | Número de páginas | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DS? | ¿Presenta uno o varios tipos de evaluación de impactos ambientales? |
|--------|-----------------------|--------------------|---|--------|---|-------------------|--|---|
| 47     | ROHACS, JOZSEF        | 2019               | Total impact evaluation of transportation systems   | Ingles | Transport   | 10                | No   | Si  |
| 48     | SIRAGUSA, CHIARA      | 2022               | Electric vehicles performing last-mile delivery in B2C e-commerce: An economic and environmental assessment           | Ingles | International Journal of Sustainable Transportation | 12                | Si   | Si  |
| 49     | SYMEONIDOU, MARIA     | 2021               | Life Cycle Assessment for Supporting Dimensioning Battery Storage Systems in Micro-Grids for Residential Applications | Ingles | Energies  | 16                | No   | No  |
| 50     | SUBRAMANIAN, KARPAGAN | 2021               | Capital-based life cycle sustainability assessment  | Ingles | Journal of Industrial Ecology                       | 16                | Si   | Si  |
| 51     | WANG, XIAO            | 2022               | Energy Efficient Utilization toward Rural Biomass Waste by Straw Biogas Engineering                                   | Ingles | Advances in Materials Science & Engineering         | 6                 | No   | Si  |

| Numero | Primer autor     | Año de publicación | Título  | Idioma | Nombre de la revista                              | Número de páginas | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DS? | ¿Presenta formas de evaluación de sostenibilidad basadas en EIA? |
|--------|------------------|--------------------|---|--------|---|-------------------|--|--|
| 1      | DEVUYST, DIMITRI | 2000               | Linking impact assessment and sustainable development at the local level: the introduction of sustainability assessment systems | Ingles | Sustainable Development                           | 11                | Si   | Si   |
| 2      | BOND, RICHARD    | 2001               | Integrated Impact Assessment for Sustainable Development: A Case Study Approach   | Ingles | World Development                                 | 13                | No   | No   |
| 3      | BRUHN-TYSK, SARA | 2002               | Environmental impact assessment—a tool for sustainable development? A case study of biofueled energy plants in Sweden           | Ingles | Environmental Impact Assessment Review            | 15                | Si   | Si   |
| 4      | DE RIDDER, W     | 2010               | A framework for tool selection and use in integrated assessment for sustainable development                                     | Ingles | Tools, Techniques & Approaches for Sustainability | 18                | Si   | Si   |
| 5      | WILKINS, HUGH    | 2003               | The need for subjectivity in EIA: discourse as a tool for sustainable development   | Ingles | Environmental Impact Assessment Review            | 13                | Si   | Si   |
| 6      | KRANJC, DAMJAN   | 2005               | A model for integrated assessment of sustainable development  | Ingles | Resources, Conservation and Recycling             | 19                | No   | Si   |

TIPOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL.

*Joaquín Benítez Maal*

| Numero | Primer autor      | Año de publicación | Título  | Idioma | Nombre de la revista                    | Número de páginas | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DS? | ¿Presenta formas de evaluación de sostenibilidad basadas en EIA? |
|--------|-------------------|--------------------|---|--------|---|-------------------|--|--|
| 7      | NOTEBOOM, SIBOUT  | 2007               | Impact assessment procedures for sustainable development: A complexity theory perspective   | Ingles | Environmental Impact Assessment Review  | 20                | Si   | Si   |
| 8      | CHANG, DANNI      | 2014               | Review of life cycle assessment towards sustainable product development   | Ingles | Journal of Cleaner Production           | 12                | Si   | Si   |
| 9      | WEAVER, ALEX      | 2008               | Contributing to sustainability as an environmental impact assessment practitioner   | Ingles | Impact Assessment and Project Appraisal | 7                 | Si   | Si   |
| 10     | MORRISON-SAUNDERS | 2012               | Walking the sustainability assessment talk — Progressing the practice of environmental impact assessment (EIA)  | Ingles | Environmental Impact Assessment Review  | 7                 | Si   | Si   |
| 11     | CASHMORE, MATHEW  | 2007               | The Contribution of Environmental Assessment to Sustainable Development: Toward a Richer Empirical Understanding  | Ingles | Environmental Management                | 14                | Si   | Si   |
| 12     | CASHMORE, MATHEW  | 2004               | The interminable issue of effectiveness: substantive purposes, outcomes and research challenges in the advancement of environmental impact assessment theory                | Ingles | Impact Assessment and Project Appraisal | 15                | Si   | Si   |
| 13     | NYKVIST, BJOR     | 2009               | Are impact assessment procedures actually promoting sustainable development? Institutional perspectives on barriers and opportunities found in the Swedish committee system | Ingles | Environmental Impact Assessment Review  | 8                 | Si   | Si   |
| 14     | BOND, ALAN        | 2011               | Re-evaluating Sustainability Assessment: Aligning the vision and the practice   | Ingles | Environmental Impact Assessment Review  | 6                 | No   | Si   |



| Numero | Primer autor   | Año de publicación | Título  | Idioma | Nombre de la revista  | Número de páginas | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DS? | ¿Presenta formas de evaluación de sostenibilidad basadas en EIA? |
|--------|----------------|--------------------|---|--------|---|-------------------|--|--|
| 15     | HACKING, THEO  | 2008               | A framework for clarifying the meaning of Triple Bottom-Line, Integrated, and Sustainability Assessment           | Inglés | Environmental Impact Assessment Review                                  | 16                | Si   | Si   |
| 16     | ANAGO, IFEANYI | 2002               | Environmental Impact Assessment as a Tool for Sustainable Development: The Nigerian Experience (2002)             | Inglés | FIG XXII International Congress (international Federation of Surveyors) | 13                | Si   | No   |
| 17     | HUGE, JEAN     | 2013               | A discourse-analytical perspective on sustainability assessment: interpreting sustainable development in practice | Inglés | Sustainability Science  | 13                | No   | Si   |

| Numero | Primer autor                | Año de publicación | Título  | Idioma | Tipo de documento | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DS? | ¿Presenta formas de evaluación de sostenibilidad basadas en EIA? |
|--------|-----------------------------|--------------------|---|--------|-------------------|--|--|
| 1      | Das, Prabir Kumar           | 2006               | A sustainability impact-assessment tool for selected building technologies in rural India: the case of the Andhra Pradesh primary education project | Inglés | Tesis doctoral    | No lo indica                                   | Si   |
| 2      | Ma, Yu                      | 2011               | A semiotic framework for buildings performance assessment   | Inglés | Tesis doctoral    | No lo indica                                   | Si   |
| 3      | Orsatti, Chiara<br>Cristina | 2006               | The 'Dwelling perspective' in the built and human environment and its impact on sustainable development   | Inglés | Tesis doctoral    | Si   | Si   |

TIPOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL.

*Joaquín Benítez Maal*

| Número | Primer autor               | Año de publicación | Titulo  | Idioma | Tipo de documento | ¿Identifica y enumera vínculos entre EIA y DSP? | ¿Presenta formas de evaluación de sostenibilidad basadas en EIA? |
|--------|----------------------------|--------------------|---|--------|-------------------|---|--|
| 4      | Gillani, Sayez Tamizud din | 2013               | A life cycle assessment and process system engineering integrated approach for sustainability | Ingles | Tesis doctoral    | No lo indica                                    | Sí   |

## **EL FRADIEAR, UN MECANISMO INTERNACIONAL DE LAS FACULTADES DE CIENCIAS AGRARIAS Y AFINES DE LA REGIÓN ANDINA**

### **En el marco de la cooperación e integración**

Rafael Isidro QUEVEDO CAMACHO<sup>1</sup>

---

#### **RESUMEN**

El presente trabajo constituye una caracterización, memoria histórica y avances de un mecanismo internacional, el Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural, FRADIEAR, el cual fue creado con el apoyo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA

Para ubicar el contexto de la cooperación e integración en el área educativa se hace un perfil de la Organización Convenio Andrés Bello, CAB, del Instituto de Educación Superior para América Latina y el Caribe, IESALC, de la UNESCO, y del propio Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA.

Se hace una revisión histórica de tal Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA desde su creación. En ese marco se ubica la cooperación técnica del IICA, con los países de América, en el tema de Educación y Capacitación y las iniciativas desarrolladas a mediados de la década de los años noventa con las Conferencias Regionales sobre Educación Superior en Ciencias Agrícolas, que dieron paso a la creación del FRADIEAR y su evolución hasta la constitución de las Asociaciones Nacionales de Facultades de Ciencias Agrícolas y la creación de la Federación Andina de Educación Superior en Ciencias Agrarias y Afines, FAESCA, con el FRADIEAR como órgano técnico y asesor de esta.

Se intenta hacer una relación de las catorce reuniones internacionales realizadas por este mecanismo de cooperación e integración internacional, los temas tratados, recomendaciones formuladas y demás aspectos de los encuentros y diálogos que en el marco de tales actividades han tenido lugar, desde la conferencia inicial realizada en el año 1997 hasta la XIV Reunión Internacional del FRADIEAR, ocurrida en el año 2018, a fin de preservar su memoria histórica.

Finalmente se formula un conjunto de consideraciones sobre los impactos, fortalezas y logros alcanzados, así como de los problemas y limitaciones más relevantes y se plantean algunas conclusiones y recomendaciones relacionadas con la estrategia de desarrollo de la FAESCA y el FRADIEAR, con miras a su mejoramiento y evolución en los años por venir.

#### **ABSTRACT**

This study constitutes a characterization, historical memory and progress of an international mechanism, the Andean Regional Forum for Dialogue and Integration of Agricultural and Rural Education, FRADIEAR, which was created with the support of the Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, IICA.

To locate the context of cooperation and integration in the educational area, a profile of the Andrés Bello Agreement Organization, CAB, the Institute of Higher Education for Latin America and the Caribbean, IESALC, of UNESCO, and the Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, IICA is made, in order to illustrate the frame of reference in which these activities are developed, with which FRADIEAR could establish a strategic alliance and strengthen its ventures in the future activities.

A historical review of such Institute of Inter-American Cooperation, IICA, is made since its creation. In this work are revised the IICA's technical cooperation with the countries of the Americas, on the subject of Education and Training, and the initiatives developed in the mid-1990s with the Regional Conferences on Higher Education in Agricultural Sciences, that gave way to the creation of FRADIEAR, and its evolution until the constitution of the National Associations of Faculties of Agricultural Sciences and the creation of the Andean Federation of Higher Education in Agricultural and Related Sciences, FAESCA, with FRADIEAR as its advisory body.

A detailed list of the fourteen international meetings held by this international cooperation and integration mechanism is made, the issues discussed, recommendations formulated and other aspects of the meetings and dialogues that have taken place, within the framework of such meetings, since the initial Conference held in Maracay, Venezuela, the year 1997 until the XIV International Meeting of FRADIEAR, which took place at Cucuta city, in 2018, in order to preserve its historical memory.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, Magister en Economía Agraria, Doctorado en Ciencias Agrícolas, Profesor Titular (J) de la Universidad Central de Venezuela, Individuo de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela. Correo-e: rafaelisidroquevedoc@hotmail.com

Finally, a set of considerations on the impacts, limitations, strengths and achievements are formulated and some conclusions and recommendations related to the development strategy of the FAESCA-FRADIEAR, with a view to their improvement and evolution in the years to come are made.

---

## INTRODUCCIÓN

La Integración y la Cooperación entre los países constituyen un avance en el desarrollo de los pueblos. La colonización española integró las diversas regiones de América en grandes virreinos, algunos de los cuales conservaron el territorio que en la época precolombina constituían imperios nativos como el de los Incas o el de los Aztecas. Con la emancipación de la Corona Española, los países de América Latina constituyeron regiones separadas. Simón Bolívar con su genio político y su visión de gran estadista, intentó convertir su sueño en realidad al convocar el Congreso Anfitrónico de Panamá de 1826. Tal como lo expresara; YANEZ y MENDOZA, 1833, en su Carta de Jamaica: *“Es una idea grandiosa pretender formar de todo el Nuevo Mundo en una sola nación con un solo vínculo que ligue sus partes entre sí y con el todo. Ya que tiene su origen, una lengua común, unas costumbres y una religión, debería, por consiguiente, tener un solo gobierno que confederase los diferentes estados que hayen de formarse...”* y tal como lo dice DE LA REZA, GERMAN, 2006; la convocatoria hecha por su Ministro de Relaciones Exteriores del Perú, Faustino Sánchez Carrión: *“Cuando después de cien siglos, la posteridad busque el origen de nuestro derecho público, y recuerden los pactos que consolidaron su destino, registrarán con respeto los protocolos del Itsmo.”*, de cuya ambiciosa agenda solo se logró redactar y aprobar el *“Tratado magnífico titulado de la Unión, de la Liga, y de la Confederación perpetua”*, que solo la Gran Colombia, por iniciativa del propio Libertador, llegó a ratificar. Allí, sin embargo, quedó sembrada la doctrina integracionista que muchos años después recogerían otros ilustres americanos para impulsar, de manera más modesta pero efectiva, ensayos y acuerdos integracionistas que se han ido perfeccionando con el tiempo.

A mediados del siglo XX los grandes líderes de América Latina, como Eduardo Frei Montalva, Víctor Raúl Haya de la Torre, Rómulo Betancourt, Rafael Caldera, Andrés Franco Montoro, Radomiro Tomic, Salvador Allende, Carlos Lleras Restrepo y otros, tal como se ilustra en la FUNDACIÓN RAFAEL CALDERA, 2023; REVISTA NUEVA SOCIEDAD, NUSO. 1979; pregonaron en sus elocuentes discursos, la necesidad de una América Latina más unida e integrada para mejorar su posición en el mundo. Estas iniciativas fueron madurando y culminaron con la firma del Acuerdo de Cartagena, en el 26 de mayo del año 1969, por los países de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, hasta culminar con la adhesión de Venezuela en el año 1973, durante la gestión del Presidente Rafael Caldera.

Este Acuerdo, el del Pacto Andino, según la COMUNIDAD ANDINA DE NACIONES, CAN, 2023, con sus modificaciones, hoy constituye el Tratado Constitutivo de la Comunidad Andina de Naciones, que establece los objetivos de la integración andina, tales como: el desarrollo equilibrado

y armónico de los Países Miembros en condiciones de equidad, mediante la integración y la cooperación económica y social; para acelerar el crecimiento y la generación de empleo productivo, facilitar la participación de los países miembros en el proceso de integración regional para ir gradualmente formando un mercado común latinoamericano, disminuir la vulnerabilidad externa, mejorando la posición de los países miembros en el contexto económico mundial, fortalecer la solidaridad regional y reducir las diferencias en el desarrollo y procurar el mejoramiento del nivel de vida de sus habitantes. Define su sistema institucional y establece mecanismos y políticas; pasando a denominarse como El Pacto Andino.

Sus Países Miembros se redujeron, cuando en 1976 se retiró Chile, al adoptar una política de libre comercio, bajo la gestión presidencial del General Augusto Pinochet y Venezuela en el año 2006, bajo la gestión del Teniente Coronel Hugo Chaves. Sin embargo los otros cuatro países han mantenido y fortalecido tal Acuerdo bajo la denominación de la Comunidad Andina de Naciones, la cual se ha consolidado con la modificación del original Acuerdo de Cartagena, con el llamado Acuerdo de Trujillo, de 1996, con el cual se logró un fortalecimiento institucional de la integración andina con las reformas introducidas en el Acuerdo de Cartagena, a partir de cuya fecha toma el nombre de Comunidad Andina de Naciones, CAN.

A lo largo de su existencia, muchas y significativas iniciativas se han alcanzado en este proceso de integración, tales como la creación el año 1970, de la Corporación Andina de Fomento, CAF, que ha jugado un papel estratégico en el financiamiento de proyectos de desarrollo para la región; la anulación de la doble tributación entre los países miembros en 1971; la creación en 1978, del Fondo Andino de Reservas, para apoyar las balanzas de pago; la creación en 1979 del Tribunal Andino de Justicia, del Parlamento Andino y del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores; en 1989, el Diseño Estratégico para la Orientación del Grupo Andino, que globaliza el proceso subregional; en 1990, el sistema de coordinación de las instituciones de integración andina en la Reunión del Consejo Presidencial de los países miembros; en 1993, la Zona Andina de Libre Comercio; en 1993, la posibilidad de viajar por la región sin pasaporte y sin visa, en el año 2001; el Consejo Consultivo de Pueblos Indígenas en 2007; en 2011, la Mesa de Pueblos Afrodescendientes; en 2015, la entrada en vigencia del Protocolo Sustitutorio del Convenio socio laboral de la Comunidad Andina “Simón Rodríguez”; en el 2016 los países de la CAN aprueban el uso electrónico de la Tarjeta Andina de Migraciones (TAM); en 2017 se realiza el lanzamiento del SES-10 en la red satelital de la Comunidad Andina; y en el año 2019 se produce la reactivación del Sistema Andino de Integración (S2019), de las relaciones institucionales

con el Tribunal de Justicia CAN, la Universidad Andina Simón Bolívar y el Parlamento Andino; y en el año siguiente la aprobación de la Carta Ambiental Andina. En el año 2021 se aprueba el Régimen Común Específico de Protección de las Marcas País y se pone en vigencia el Estatuto Migratorio Andino. Estos protocolos, resoluciones y acuerdos pueden consultarse en la página web de la Comunidad Andina de Naciones, CAN.

El panorama mundial inmerso en el fenómeno de la globalización, tal como lo indica ALEGRETT, 1998; a través de la apertura económica que ha significado la Organización Mundial de Comercio, OMC, la movilización de mercancías, de personas, de información y comunicaciones, de circulación e intercambio de monedas, de migraciones, de culturas, de transportes y en general de la vida en el mundo; provocan efectos al interior de los países que obligan e inducen a fortalecer la integración andina y sudamericana para enfrentar en mejores condiciones el proceso mayor de la integración hemisférica.

En esta perspectiva de globalización, tal como lo señala MORALES, 2020; si bien existen riesgos e incertidumbres asociados a la sostenibilidad del desarrollo, la pobreza, la guerra y la inequidad, *“un nuevo y más sutil reto aguarda a la humanidad en este siglo XXI: el de crear una civilización global sostenible... y donde ... muchos convendrían en que nos gustaría que nuestros nietos y biznietos heredaran un mundo, dentro de medio siglo, en el cual (se transcribe del SEI): la pobreza absoluta, la malnutrición y el hambre estén erradicadas, y el acceso a un sistema de salud básico y a las oportunidades en expansión para el bienestar de todos, la inequidad entre el rico y el pobre haya disminuido, la calidad ambiental esté en incremento, con los recursos críticos biológicos en recuperación, contaminación bajo control y estabilidad climática a la vista, la violencia y el conflicto armado infrecuentes, la solidaridad humana esté fortalecida en la familia, en la comunidad y en niveles globales, el crecimiento incontrolado de la población haya cesado... y donde se logre regularizar una economía mundial en la cual el acceso a la habitación, alimentos, cuidado de la salud, seguridad y educación sean universales.”*

Tal como lo indica TORRES PARRA, 2022; la cooperación internacional comprende el conjunto de acciones con la finalidad de contribuir a la solución de problemas entre los países, de naturaleza política, económica, social, cultural, científica, técnica, militar o de otras naturalezas. Estos procesos de apoyo entre los países se han visto fortalecidos particularmente, después de la Segunda Guerra Mundial, con la creación de las Naciones Unidas y sus distintas ramas especializadas, como la UNESCO, para la educación, la ciencia y la cultura; la FAO, para la agricultura y la alimentación, la OMS, Organización Mundial de la Salud, la OIT, Organización Mundial del Trabajo, el PNUD, como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; y otros entes dedicados a enfrentar calamidades y catástrofes, al apoyo a los pueblos indígenas, etc. y complementariamente con estas organizaciones mundiales, han surgido muchos entes de cooperación regional para el África, Asia, América Latina, Europa, y diversas subregiones. Es así como en América Latina funciona la Comisión Económica para América Latina,

CEPAL, que se dedica al abordaje de los temas económicos; el SELA, como el Sistema Económico Latinoamericano, la ALADI, o Asociación Latinoamericana de Libre Comercio, la OLADE, que es la Organización Latinoamericana de Energía, la OEA, la Organización de Estados Americanos. como el ente político de integración y cooperación por excelencia y muchas otras, dentro de las cuales cabe destacar especialmente, por tratarse de aquellas a las cuales hace referencia el presente trabajo, al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA; el Instituto de Educación Superior para América Latina y el Caribe, IESALC de la UNESCO y la Organización Convenio Andrés Bello, CAB.

En este contexto, las facultades de ciencias agropecuarias iniciaron en la década de los noventa un proceso de encuentros, conferencias y foros que han permitido establecer el Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural, FRADIEAR y la Federación de Asociaciones de Educación Superior en Ciencias Agrarias y Afines de la Región Andina, FAESCA, organizaciones vinculadas la una con la otra, que han permitido acercar en un lugar de encuentro, a los líderes académicos, rectores, vicerrectores, decanos, directores de programa y profesores junto con representantes del mundo productivo y del sector público, y de los organismos internacionales, para pasar revista a la situación de la Educación Superior en Ciencias Agrícolas y Afines, para profundizar en los procesos académicos asociados con el desarrollo curricular, la formación de posgrado, los procesos de investigación, de extensión y proyección social, de educación a distancia, de evaluación y acreditación, de cooperación e integración y de todos aquellos asuntos que permitan el mejoramiento de la calidad académica y la acreditación tanto institucional como profesional.

La FAESCA y el FRADIEAR, como mecanismos internacionales de cooperación e integración de las facultades de ciencias agrícolas de la Región Andina, han permitido no solo el acercamiento de sus actores, sino también el conocimiento común de la situación de la educación superior agropecuaria en los países, sus experiencias exitosas, sus problemas, dificultades, debilidades y fortalezas, así como la posibilidad de acceder a las innovaciones, avances y nuevas experiencias que con el desarrollo del conocimiento y la modernización de la educación superior en el mundo, permiten la incorporación de tales iniciativas mediante reformas universitarias, sobre cuya metodología y estrategias también se suele discutir en tales encuentros.

Similarmente se hace un perfil de la organización internacional CONVENIO ANDRES BELLO, CAB, cuya dimensión, visión, misión y objetivos, así como sus programas en el campo de la educación preescolar, primaria y secundaria, en la investigación de los temas educativos, culturales, científicos y tecnológicos en la Región Andina, son relevantes. Así mismo, los mecanismos y convenios aprobados a nivel ministerial para garantizar la equivalencia de estudios y la inserción de los niños y jóvenes estudiantes de un país a otro, mediante las normativas establecidas entre los países miembros de esta organización internacional, permiten mejorar el

fundamento de apoyo a la educación superior agropecuaria de la región y abren también posibilidades para el reconocimiento de títulos, diplomas y grados.

La existencia de este entramado institucional internacional que incluye a los países de la Región Andina crea las condiciones apropiadas para potenciar en este segundo cuarto de siglo de su existencia, a la FAESCA y el FRADIEAR, mediante la posibilidad de su inserción como ramas especializadas de estos o bien como aliados estratégicos para el mejor logro de su visión y misión en el campo de las ciencias agrarias y afines, permitiendo que este instrumento internacional, cuya potencialidad está demostrada en sus catorce encuentros internacionales, gestión del conocimiento, logros y alcances, pueda en una segunda etapa de largo plazo, insertarse institucionalmente a esta institucionalidad bajo la sombrilla de la Comunidad Andina de Naciones, CAN, del CONVENIO ANDRES BELLO, del Instituto de Educación Superior para América Latina y el Caribe, IESALC-UNESCO y del propio INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA, del cual surgió hace más de veinticinco años.

Como surgió a mediados de la década de los noventa este mecanismo por iniciativa del IICA? Como evolucionó el IICA en sus ochenta años de vida institucional y como apoyó el fortalecimiento de la educación superior agropecuaria y la investigación para mejorar la agricultura y la vida rural? Como ha funcionado el IESALC-UNESCO y el CONVENIO ANDRES BELLO y en que campos está trabajando que pueden contribuir a fortalecer la agricultura, la vida rural y la educación superior agropecuaria? Cuales fortalezas, logros y aportes vienen realizando en la Región Andina? Cuales debilidades y limitaciones pueden mejorarse? En cuales áreas, la FAESCA y el FRADIEAR pueden contribuir como socios o aliados estratégicos con estos organismos? Que pueden hacer para la sostenibilidad y modernización de la Educación Superior Agropecuaria?

Al presentar la caracterización, evolución y actividades que viene realizando el FRADIEAR y su organización estructural, la FAESCA, así como la presentación del abundante y riquísimo contenido en gestión del conocimiento de la educación superior agropecuaria, que mediante más de quinientas conferencias y presentaciones, así como contenido de los foros de decanos, debates, acuerdos, declaraciones, conclusiones y recomendaciones, se espera que el presente trabajo contribuya a la comprensión de las iniciativas para promover el fortalecimiento de la educación superior en el campo de las ciencias agrícolas y afines, el mejoramiento permanente de su calidad, la posibilidad de asegurar los procesos de evaluación y acreditación institucional y la de alcanzar, como está en las políticas y normas de los organismos internacionales para la región, de una acreditación de los títulos, diplomas y grados y del ejercicio profesional en el territorio de la región.

## **CAPÍTULO I**

### **LA COOPERACIÓN Y LA INTEGRACIÓN Y ALGUNOS ACUERDOS Y CONVENIOS**

#### **EL IESALC DE LA UNESCO**

El IESALC de la UNESCO, según Medina-Prezi (2014) , tiene su origen en el CRESALC, el Centro Regional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe, creado por la Conferencia General de la UNESCO en el año 1974, con base en la recomendación de la Reunión de los Ministros con Programas de Ciencia y Tecnología de América Latina, celebrada en Caracas el año 1971. Se puso en vigor el año de 1976.

En la 29ª Reunión de la UNESCO; UNESCO, 1998, la Conferencia General aprobó el proyecto de Resolución DR. 125 Rev., con la proposición presentada por Venezuela y apoyada por 12 países de la Región, para convertir el CRESALC en el Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe, IESALC y acordó asignarle además de lo estipulado para costos directos e indirectos, un presupuesto de 500.000 dólares de USA para el desarrollo de sus funciones, el 17 de septiembre de 1998.

Para impulsar estos objetivos, la UNESCO le asigna al IESALC un conjunto de responsabilidades relacionadas con las tareas de organizar cada dos años, una Reunión del Consejo de Administración, fomentar la difusión y aplicaciones de sus recomendaciones, motivar la realización de conferencias y reuniones sobre educación superior en la Región, como foros de cooperación y debate entre las instituciones de dicho nivel del sistema educativo, realizar estudios, análisis y proyectos de investigación, brindar espacio para la discusión de los problemas, desafíos y posibilidades en este campo, promover programas de capacitación, fortalecer su centro de información y documentación y la unidad de publicaciones, brindar asistencia técnica para lograr impactos favorables en la calidad de la educación superior y actuar como centro de apoyo para facilitar los procedimientos de acreditación, evaluación y el establecimiento de bancos de datos sobre temas de educación superior y apoyar a sus actores, gerentes, administradores, profesores, conferencistas, investigadores, estudiantes y funcionarios públicos vinculados al sistema de educación superior, apoyar la realización de eventos en este nivel y reforzar la gestión y objetivos de la UNESCO.

En estas líneas de trabajo, el IESALC desarrolla un conjunto de actividades dirigidas a facilitar el uso de los créditos para favorecer la movilidad de los estudiantes, el establecimiento de criterios de calidad en las instituciones, fomento de las becas, prestamos educativos y otros mecanismos que coadyuven a la gratuidad de la Educación Superior y su acceso universal, el fomento de universidades indígenas, estudios sobre el estado de la educación técnica y profesional, la participación de la mujer en los procesos educativos y las medidas para facilitar el acceso a la educación en tiempos de pandemia, como ha sido el caso del COVID-19, así como la elaboración de estudios



para apoyar el Informe de la UNESCO sobre el Estado de la Educación Superior en América Latina y el Caribe.

El IESALC es administrado por un Consejo integrado por trece miembros designados por el Director General de la UNESCO, quienes ejercerán sus funciones ad honorem y a título personal teniendo en cuenta méritos, experiencia y contribuciones intelectuales y asegurando la presencia de especialistas en las diversas áreas de la educación superior.

La gestión ejecutiva recae en la figura de un Director, el cual es designado por el Director General de la UNESCO y quién ejercerá su autoridad por delegación de éste, podrá designar los miembros del personal y será responsable del funcionamiento técnico, institucional, presupuestario, financiero y administrativo del Instituto.

Su primer Director fue el Doctor Luis Alberto Yarzabal Terra, quién se venía desempeñando como Director del CRESALC, médico y educador uruguayo, de meritoria trayectoria, quién previamente había sido el Director de la Oficina de la UNESCO en Venezuela desde el año 1.994, y quién participó en la organización de la Conferencia Mundial de la UNESCO, celebrada en París en 1.998 y a quién le correspondió dar los pasos iniciales en la transformación de aquel Centro en el IESALC.

En el año 2001 y hasta el 2006 asume la Dirección por concurso internacional el Dr. Claudio Rama Vitale, también de nacionalidad uruguaya, según la Wikipedia (2023) es un educador y economista, quién residió en Venezuela y fue profesor investigador del CENDES, hasta 1985, cuando regresó a su país para trabajar como profesor en la Universidad de la República del Uruguay, un intelectual destacado en su país, donde recibió el Premio Anual de Literatura 1999, por su obra *Las industrias culturales en la globalización digital* y también en 2008, por la obra *Ensayo de Filosofía, Lingüística y Ciencias de la Educación*.

El Dr. Claudio Rama Vitale, RAMA, (2006), inició el programa del "Observatorio de la Educación Superior en América Latina y el Caribe", a fin de poner a disposición del mundo de la Educación Superior los más amplios conocimientos sobre los sistemas de educación superior en América Latina y el Caribe, mejorar las condiciones para la cooperación interinstitucional y crear condiciones para el mejoramiento y la transformación de la educación superior.

Durante la gestión de Rama Vitale, se crearon redes de intercambio inter instituciones, se identificaron los temas clave para el mejoramiento de la Educación Superior, sus tendencias y propuestas y se orientaron acciones de cooperación técnica para facilitar a los actores la formulación de políticas y la realización de reformas universitarias, así como la configuración de una visión de futuro para el desarrollo de las universidades y el mundo académico. Del mismo modo en su gestión impulsó la realización de investigaciones sobre los temas estratégicos para el desarrollo de la educación superior.

En esta gestión se impulsó y apoyó la creación de la Red de Educación Superior de América Latina y del Caribe, la cual se convirtió en un instrumento de integración y cooperación mediante el cual se pudieron presentar y difundir los materiales e informaciones del IESALC. Esta Red alcanzó los 114.000 contactos para el 2006 con un Boletín informativo quincenal y 357 estudios e informes, estadísticas y marcos normativos, así como 71 guías de evaluación y acreditación y la realización de 117 eventos sobre temas de educación superior en la Región de América Latina y el Caribe.

Durante su gestión apoyó con su participación como conferencista la V Reunión del Foro Regional Andino para el diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural, FRADIEAR celebrada en la ciudad de Quito, Bolivia, donde expuso su conferencia sobre el tema: *LA SITUACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN AMERICA LATINA* así como también coauspició la publicación de las Memorias de esta reunión internacional y de la siguiente, celebrada en la ciudad de Cochabamba, Bolivia, según UTRERAS, 2005. El Dr. Claudio Rama contribuyó de manera significativa a consolidar el IESALC - UNESCO y marcó su camino estratégico.

Al Dr. Claudio Rama lo sucedió la Dra. Ana Lucía Gozzola, el 2006, según la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA, 2023, es Diplomada en Letras, con Maestría en Literatura Luso-Brasileña y Latinoamericana, y Doctorado en Literatura Comparada por la Universidad de Carolina del Norte, en Chapel Hill, Estados Unidos

La Dra. Gozzola concentró sus esfuerzos en la organización de la Conferencia Regional sobre Educación Superior celebrada el año 2008 en la ciudad de Cartagena de Indias, Colombia, en la cual presentó un documento que ofrece una visión situacional para tal fecha de la Educación Superior en América Latina y el Caribe, GOZZOLA, 2008, e impulsó publicaciones relacionadas con la búsqueda de la calidad en la educación superior, GOZZOLA y otros, 2008.

Es interesante destacar que durante el lapso 2010-2011, el IESALC, pasó por un período de Directores interinos, durante el cual se desempeñaron sucesivamente, los señores José Renato de Carvlho, hasta octubre del 2010, el Sr. Jorge Sequeira hasta noviembre de 2010, y el Sr. Pedro Henríquez Guajardo hasta febrero de 2011, quienes trataron de armonizar sus gestiones con los mandatos institucionales, los objetivos y prioridades estratégicas que había establecido la UNESCO, así como las prioridades sectoriales de la Estrategia a Mediano Plazo, en cuyo lapso se realizó una reunión del Consejo de Administración en abril del 2010, para supervisar sus actividades y orientar la gestión del Instituto en tal periodo de transición; según el CONSJO DE ADMINISTRACIÓN IESALC-UNESCO, 2011. En el mencionado informe, destaca que en ese lapso se realizó la Conferencia Caribeña de Educación Superior (Surinam, 11-13 de abril de 2010); el Foro de Financiación de la Educación Superior (marzo de 2010): organizada por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia; se dio respaldo a redes e instituciones de

educación superior de la región y se patrocinaron debates públicos en toda la región sobre la nueva dinámica de la educación superior; se dio asesoramiento para el proceso de “*evaluación y acreditación de la educación superior*” en Venezuela, en el marco de su ingreso al MERCOSUR; apoyo institucional a redes universitarias, actuando en este ámbito mediante la prestación de respaldo institucional y financiero, la presentación de documentos y la promoción de manifestaciones en algunos países de la región y se crearon tres observatorios regionales: el “*Observatorio sobre Movilidades Académicas y Científicas*”, el “*Observatorio de Diversidad Cultural e Interculturalidad en Educación Superior de América Latina*”, y el “*Observatorio de la Cátedra UNESCO Pensamiento Universitario Latinoamericano*”, así mismo, se continuó con la labor editorial que se venía realizando, con la publicación de nueve libros y cinco números de la revista institucional “*Educación Superior y Sociedad*”. Este Consejo, terminó concluyendo que hasta la fecha se habían obtenido excepcionales logros, sin embargo deja constancia “*de que algunas iniciativas alcanzarán su punto de madurez y culminación hacia finales del bienio actual, teniendo en cuenta las evoluciones institucionales actuales*”, con lo cual pareciera indicar que para tal fecha es tiempo de emprender nuevos proyectos..

A partir del 2011 y hasta el 2018, asumió el Dr. Pedro Henríquez Guajardo, chileno, según HENRIQUEZ, 2018, quién se desempeñó interinamente primero y luego como titular, entre 2011 y 2018. Este profesional, fue Decano de la Facultad de Ciencias Políticas y Administración Pública de la Universidad Central de Chile y Director de la Organización de Estudios Iberoamericanos, OIE, para Chile, funcionario del BID y del MERCOSUR-Educativo.

La gestión del Dr. Henríquez se orientó hacia la internacionalización de la Educación Superior en América Latina y el Caribe, para favorecer las tendencias que prevalecen, como concepto nodal, adelantando actividades en la formulación de políticas así como en la gestión y producción de conocimientos en el tema de la educación superior y el fortalecimiento de temáticas emergentes para la formulación de políticas públicas en este campo; la organización de reuniones y encuentros internacionales tales como el VII Encuentro de Redes de Rectores de América Latina y el Caribe, así como el fomento de las Redes Universitarias y Consejos de Rectores de América Latina y el Caribe.

Desde el 20 de mayo de 2019, el IESALC está dirigido por el Dr. Francisco Pedró, quien asume como su nuevo director. Según el IESALC - UNESCO, 2023, Pedró se desempeñaba, desde el año 2011, como jefe de la Sección de Políticas Educativas en la División de Políticas y Sistemas de Aprendizaje Permanente del Sector de Educación de la UNESCO, en París y es quién en la actualidad viene dirigiendo al IESALC. Pedró es Licenciado en Educación de la Universidad de Barcelona en 1.960, se doctoró en la UNED, de Madrid con una tesis sobre Educación Comparada y se desempeñó como catedrático en la Universidad de Pompeu Fabra, en la ciudad de Barcelona donde también actuó como Vicerrector.

El IESALC, según su PORTAL WEB, 2023, desarrolla en la actualidad un conjunto de investigaciones relacionadas con temas como: Los créditos académicos y su papel en la movilidad estudiantil; Criterios de Calidad en la acreditación de instituciones de educación superior; Gratuidad de la Educación Superior, becas y préstamos; Universidades indígenas; Estado actual de la Educación Técnica y Profesional Superior; Programas Nacionales y Regionales de movilidad internacional de docentes e investigadores; Los efectos del COVID-19 en la Educación Superior; Acceso universal a la Educación Superior; Participación de la mujer y Futuros de la Educación Superior.

Complementariamente con esta labor de investigación en los diversos aspectos y componentes relacionados con la Educación Superior, el IESALC trabaja en la actualización del Informe sobre la Educación Superior en América Latina y el Caribe asociado a su vinculación con los lineamientos de la III Conferencia Regional de Educación Superior, celebrada en el año 2018 y realiza los trabajos preparatorios para la elaboración del Índice UNESCO-IESALC de sostenibilidad de las instituciones de Educación Superior.

Junto con sus tareas de investigación, el IESALC realiza un programa de desarrollo de capacidades orientado a la formación para el análisis y puesta en marcha de políticas públicas e institucionales así como el desarrollo de redes de intercambio de conocimiento y buenas prácticas a través del Campus IESALC en ambientes digitales, para fortalecer programas y prioridades, contribuir al desarrollo de capacidades en los actores “*de todo el ecosistema de educación superior*” y crear un espacio de conocimiento donde intercambiar buenas prácticas a través del trabajo colaborativo y el desarrollo de políticas públicas e institucionales.

También el IESALC realiza cooperación técnica directa a determinados países e instituciones que solicitan apoyo técnico especializado, acciones de intervención directa como agencia de cooperación técnica y programas para la formación de rectores; proyectos de mejoramiento académico en determinadas instituciones; evaluación de capacidades digitales y programas de formación híbrida, entre otros.

Por otra parte IESALC adelanta un conjunto de iniciativas de promoción y *abogacía* de mecanismos, como una campaña para promover la ratificación del *Convenio Regional de Reconocimiento de Estudios, Títulos y Diplomas de América Latina y el Caribe*; la Convocatoria del Foro Regional de Políticas de Educación Superior; la creación de Redes de Educación Superior en los países; apoyo a la Revista de Educación Superior y Sociedad y particularmente, en el caso venezolano, el apoyo a la creación de la Red de Universidades por los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en alianza con la iniciativa global de Naciones Unidas de Impacto Académico.

## EL CONVENIO DE RECONOCIMIENTO DE ESTUDIOS, TÍTULO Y DIPLOMAS DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Un paso significativo del IESALC-UNESCO para fortalecer la integración entre los países de América Latina y el Caribe, se refiere a la negociación, aprobación y promulgación del *Convenio de Reconocimiento de Estudios, Título y Diplomas de Educación Superior en América Latina y el Caribe*.

## PUBLICACIONES, CONFERENCIAS, REDES Y OTROS LOGROS

Finalmente, cabe destacar el numeroso conjunto de libros y documentos técnicos que sobre los diversos temas asociados con la Educación Superior viene publicando y los cuales están disponibles para todos los usuarios en su repositorio, vía internet.

En el marco de sus numerosas publicaciones sobre los diversos temas asociados con la Educación Superior, es destacable el documento *“Mas allá de los Límites”*, IESALC-UNESCO, 2022, elaborado para concurrir a la Tercera Conferencia Mundial de Educación Superior, WHEC2022 de la UNESCO celebrada entre el 18 y el 20 de mayo, con el ambicioso objetivo de mejorar la contribución a las instituciones y los sistemas de educación superior del mundo.

En esta perspectiva, se plantea que es fundamental el papel del estudiante de tal manera que este pueda disfrutar de experiencias de aprendizaje diversas con el fomento de los valores democráticos y del respeto a la condición del ser humano. Un enfoque de aprendizaje que le permita continuar aprendiendo durante toda la vida y *“pasar de la formación tradicional a un sistema integrado, con diversidad de programas y vías de aprendizaje flexibles para ampliar oportunidades educativas y evitar los callejones sin salida...en los que los alumnos gestionen sus propios itinerarios de aprendizaje... y donde la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, la analítica de datos, las plataformas colaborativas, la realidad virtual, el internet de las cosas y las tecnologías de registro distribuido de datos, ofrecen formas prometedoras de mejorar y enriquecer la enseñanza.”* En esta línea, es necesario superar el concepto de formación profesional como si fuera un silo de conocimientos sin vínculos con otros campos y ramas profesionales y privilegiar el reconocimiento de conjuntos armónicos de contenidos, tanto formales como informales, que reflejen determinadas competencias y que sean valoradas mediante marcos y normas evaluativas calificadas.

Estos enfoques requieren de un contexto institucional orientado a la producción de conocimientos, la búsqueda de solución a los problemas del entorno y la responsabilidad social, con el apoyo de la investigación científica, donde se respete la libertad y autonomía académicas y una atmósfera de indagación, de pensamiento crítico, de creatividad y de integridad ética en un ambiente caracterizado por la calidad, la eficiencia y la productividad del sistema educativo.

## CONCLUSIONES

1. De este perfil, histórico y cualitativo, del devenir del IESALC se puede concluir que esta es una institución tan pertinente como la propia existencia de la Educación Superior para el desarrollo humano. Desde su transformación institucional, ha jugado un papel estratégico en los procesos de cooperación técnica y de integración en la búsqueda de la calidad y pertinencia de este nivel de formación del ser humano.
2. Los aportes del IESALC son significativos, tanto en el mejoramiento institucional, en la producción de conocimientos y desarrollo conceptual de la Educación Superior, como también en la integración y cooperación interinstitucional a través de la formación de Redes de información, comunicación, colaboración y constitución de bases de datos; la promoción y organización de encuentros entre los actores y líderes institucionales y gubernamentales en Conferencias, Foros, Talleres y Seminarios, para el análisis de la temática y situación de las IES, así como la gestión del conocimiento mediante la producción de documentos y libros que han enriquecido las teorías educativas y aportado luces para la incorporación de nuevas metodologías tanto de enseñanza, como de aprendizaje, investigación y proyección social.
3. En el devenir de sus gestiones han ocurrido períodos de intensa actividad, que han logrado posicionar su proyección institucional y a la vez algunos giros y discontinuidades con algunos programas cuya implantación resultaron exitosos en su aplicación y útiles para las instituciones que constituyen su clientela, en los cambios de gestión periódicamente ocurridos. Cabría hacer notar la necesidad de una mayor apertura de su personal a extramuros de su sede principal para facilitar un mayor acceso al diálogo con sus miembros y un acercamiento más frecuente hacia el interior de las instituciones del país sede, para enriquecer el diálogo directo y favorecer una mayor interacción con los actores de las comunidades académicas y programas de capacitación en temas estratégicos.
4. Un especial mención cabe realizar a la conveniencia de que el IESALC, y junto con él la UNESCO, profundice la mirada hacia las instituciones de Educación en el campo de las Ciencias Agrícolas y Afines y de la Vida Rural, en cuyos escenarios se desenvuelven los actores que pueden realizar el liderazgo del desarrollo rural, campo dentro del cual América Latina y el Caribe realizan importantes actividades económicas productivas, asociadas a la agricultura y a todas las actividades y bienes que se generan en las cadenas agro productivas. En este sentido, un mayor acercamiento con las Universidades Agrarias y con las Facultades, Escuelas y Programas de Ciencias Agrícolas y Afines, así como sus organizaciones asociativas sería de gran apoyo para fortalecer y mejorar la Educación Superior en este campo.

## EL CONVENIO ANDRÉS BELLO

El Convenio Andrés Bello, es un Acuerdo suscrito por un conjunto de países de América Latina; CONVENIO ANDRES BELLO, CAB, 2023, para establecer una Organización Intergubernamental de Integración Educativa, Científica, Tecnológica y Cultural. Tiene personería jurídica propia como Tratado de Derecho Público Internacional, suscrito en la ciudad de Bogotá, Colombia, el 31 de enero de 1970 en una reunión especial del Concejo Interamericano de Educación, Ciencia y Cultura, CIECC, del 27 al 31 de enero de ese año y fue ampliado y sustituido por las partes acordantes, en la ciudad de Madrid el 27 de noviembre del año 1990.

El Acuerdo de Madrid, como veremos más adelante, fue nuevamente ampliado y convertido en Estatutos de la Organización Convenio Andrés Bello, según Resolución No. 6, de la Reunión de Ministros del Convenio Andrés Bello, celebrada en Santo Domingo, República Dominicana, el 23 de agosto de 2019.

Los países signatarios establecen la creación de este Tratado con el nombre de Andrés Bello en homenaje y reconocimiento de la obra de este ilustre americano, de nacionalidad venezolana. En su artículo 2, los países signatarios establecen, que esta organización de integración, tiene por finalidad “*estimular el conocimiento recíproco y la fraternidad “ entre los Estados Miembros; “contribuir al logro de un equilibrio en el desarrollo educativo, científico, tecnológico y cultural...realizar esfuerzos conjuntos en estos campos, para lograr el desarrollo integral de sus naciones y aplicar la ciencia y la tecnología para elevar el nivel de vida de sus respectivos pueblos”.*

Luego de la enumeración de objetivos-acciones que constituyen mandatos encaminados a la integración educacional, cultural, científica y tecnológica, en su artículo cuarto establece un acuerdo trascendental al determinar que: “*Los Estados Miembros reconocerán los estudios primarios y de enseñanza general básica y de educación media o secundaria, mediante tablas de equivalencia que permitan la continuidad de los mismos o la obtención de los certificados correspondientes a cursos, niveles, modalidades o grados en cualquiera de aquellos.*” Con cuya disposición queda consagrada entre los Estados firmantes del Convenio Andrés Bello la integración educativa, sin otras limitaciones que el establecimiento de una “*tabla de equivalencias*” elaborada con la información detallada de los países signatarios, la cual permite ubicar con relativa precisión al niño o joven en el grado correspondiente al del país de origen.

En su artículo quinto, continúa perfeccionando el acuerdo de integración al establecer que “*Los Estados Miembros reconocerán los Diplomas, Grados o Títulos de los estudios académicos o profesionales expedidos por las instituciones de educación superior de cada uno de ellos a los solos efectos del ingreso a los estudios de posgrado*” y de

seguidas acotan que “*estos últimos no implican derecho al ejercicio profesional en los países donde estos se realicen*”. No obstante la coetilla limitativa, si posibilita el acceso de cualquier nacional con títulos académicos o profesionales a cursos de postgrado en otros países del Convenio, con lo cual facilita enormemente la movilidad para seguir cursos en estos niveles.

El propio Acuerdo establece las atribuciones y funciones de cada uno de los niveles organizativos, sus campos de acción, jerarquías y condiciones para su funcionamiento, dotándolo de disposiciones suficientes para que pueda operar de manera amplia y bastante, tal como ha sucedido en la práctica desde entonces, con su ampliación a otros Estados Miembros, a la constitución de Centros Representativos del Convenio en cada país miembro y a un conjunto amplio de normas y disposiciones para la realización de equivalencia de estudios, reconocimiento de grados, títulos y diplomas, así como de programas en el campo educativo, científico, tecnológico y cultural.

De la Reunión de Ministros dependen; CONVENIO ANDRES BELLO, 2023, la Secretaría Ejecutiva, las Secretarías Nacionales, la Comisión Asesora, las Comisiones Técnicas y los Institutos Especializados, las cuales gozan de personería jurídica propia y tiene fines específicos. Por su parte, en cada país miembro funciona una Comisión Nacional del Convenio Andrés Bello, encargada del enlace, y vinculación del país con la Secretaría Ejecutiva del Convenio y garantizar la articulación y coordinación de actividades, así como su seguimiento y acompañamiento a fin de armonizar políticas, programas, acciones y actividades.

La Secretaría Ejecutiva por intermedio de su Titular, ejerce la representación legal del organismo y es la más alta autoridad ejecutiva y administrativa del mismo, quién reporta a la Reunión de Ministros de los Estados Miembros.

El Convenio Andrés Bello constituye un paso gigantesco en la integración y el desarrollo de la educación, la ciencia, la tecnología y la cultura, así como un avance en la cooperación tanto técnica, como institucional, política y social entre los países miembros. A la fecha, además de los países signatarios originales de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, se han adherido al Convenio en los mismos términos y condiciones los países, de Chile, el cual se adhirió de inmediato, según Decreto No. 902, de fecha 16 de diciembre de 1970<sup>2</sup>; Cuba, en 1998; España, en 1982, México, en 2004; Panamá, en 1980, Paraguay acercándose al MERCOSUR, en 2001; y República Dominicana, en el año 2006.

### REFORMA DEL CAB: RESOLUCIÓN No. 6

El Convenio se perfeccionó en el año 2019, mediante la Resolución No. 6, por medio de la cual se reforman y aprueban

<sup>2</sup> Es interesante destacar que Chile suscribió también el Acuerdo del 31 de Enero de 1970, lo cual destaca en los considerandos de su Decreto 902, promulgado por el Presidente Salvador Allende y aprobado por el Congreso nacional de entonces, según oficio No.

876 del 26 de noviembre de 1970. Tómese en cuenta que para tal fecha Chile también formaba parte del entonces llamado “Pacto Andino”.

los Estatutos de la Organización Convenio Andrés Bello, en la Reunión Extraordinaria de Ministros de Educación, celebrada en Santo Domingo, República Dominicana, el 23 de agosto del 2019, mediante la cual los ministros suscriben el texto reformado de los Estatutos de la Organización.

Es así como los propios Estatutos indican que estos fueron modificados por resoluciones en los años 2004, 2006, 2009 y 2014; y la Reunión de Ministros del Convenio Andrés Bello, REMECAB; en el año 2019 se vio la necesidad de realizar una amplia reforma estatutaria *“en virtud de los nuevos retos, contextos, escenarios y dinámicas nacionales e internacionales que exigen la revisión y actualización de las disposiciones de esta normativa”*.

## EL CONVENIO ANDRES BELLO EN LA ACTUALIDAD

El Convenio Andrés Bello en la actualidad, por intermedio de esta organización tan bien estructurada, adelanta *“planes, programas y proyectos orientados al fortalecimiento, diseño, formulación y desarrollo de políticas educativas, el mejoramiento de la planificación y administración de la educación, la transformación de la escuela; la consolidación de la comunidad educativa; el acompañamiento e investigación en el aula, la utilización pedagógica de textos escolares y materiales educativos, así como la educación para la paz; la incorporación de las tecnologías de información y comunicación, el fortalecimiento de la Gestión Escolar, la construcción y formulación en ciudadanía y la resolución pacífica de conflictos para la convivencia escolar.”*

Su plan estratégico ha concentrado esfuerzos en los procesos de integración curricular, de recursos educativos y de formación docente. Se han establecido *“Marcos Comunes de Integración Educativa, ESINED”*, así como *“Marcos Comunes de Criterios de Calidad, MCCC”* como instrumentos de integración para ser aplicados en los doce países actualmente miembros del Acuerdo. Hacia el período 2022-2025 el *“Plan de Actividades Priorizadas, PAP”*, da continuación a los anteriores planes estratégicos y tiene por finalidad seguir construyendo herramientas de integración que profundicen en la armonización de los sistemas educativos de los países miembros.

En complemento con el PAP, un instrumento de importancia estratégica que ya ha establecido el Convenio Andrés Bello es la *“Tabla de equivalencias de la educación primaria o básica y media o secundaria de los países del Convenio.”*, para una educación sin fronteras, que garantiza el derecho a la educación universal de los niños y adolescentes y la cual puede consultarse en su dimensión y complejidad, en la propia página web del Convenio, ya citada y con la cual se garantiza a cada individuo, sea niño o adolescente, su inserción en el Sistema Educativo de un país, cuando provenga de otro de los doce países miembros.

Este instrumento ha sido el principal mecanismo de integración por más de cincuenta años y ha facilitado la incorporación de alumnos a los sistemas educativos en los doce países miembros de la organización y a la vez sirve de marco de referencia para otros países no signatarios que la suelen utilizar como documento de referencia. Esta Tabla permite el

reconocimiento de estudios en los niveles de educación primaria o básica y de secundaria no técnica, que los alumnos hayan cursado en cualquiera de los países miembros. Mediante la misma, los funcionarios designados para tal fin por los respectivos ministerios de educación pueden atender y ubicar a los estudiantes que así lo soliciten. La misma incluye el análisis transversal y entre los distintos niveles de los doce países signatarios en los diferentes cursos, grados, niveles o ciclos. Esta *Tabla* es actualizada periódicamente bajo la coordinación del área de Educación de la SECAB. Este organismo convoca a la Comisión de Expertos integrada por delegados de los ministerios de educación de los países para hacer las adecuaciones a que hubiere lugar, incluyendo los estudios exploratorios de la modalidad no presencial y semipresencial para su incorporación a la mencionada *Tabla*.

Se establece que el reconocimiento del último grado, curso o año aprobado y promovido, implica el reconocimiento de todos los grados, cursos o años anteriores..

Este basto esfuerzo en el campo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación tiene su fundamento en las bases programáticas del texto mismo del Convenio Andrés Bello y se ha venido fortaleciendo con las iniciativas conjuntas de los países; según GÓMEZ y otros, 2004

Ya en el VI Encuentro Ministerial de Ciencia y Tecnología, realizado en Macuto, Estado Vargas, Venezuela, del 30 al 31 de julio en 2003, se sometió a consideración el *“Plan de Acción Conjunta en Ciencia y tecnología de los Países del Convenio Andrés Bello 2003-2010”* que contiene iniciativas concretas: programas con líneas y áreas de acción para promover el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología de los estados miembros, que constituye un compromiso no solo por su aprobación, sino por su ejecución como un esfuerzo conjunto.

Junto con este Plan y fruto de reuniones técnicas posteriores, realizadas del 19 al 21 de noviembre de 2003 en Bogotá, se incorporó el *“Portafolio Programado de Proyectos de Ciencia y Tecnología 2005-2008 del CAB, para integrarse en el “Sistema Regional de Innovación, Ciencia y Tecnología del CAB, SRI-CAB”*, con todo lo cual se consolidaron los esfuerzos y acciones de los países y se otorgó a esta organización en el tema de Ciencia y Tecnología una jerarquía y alcances estratégicos, al igual que en el campo de la Educación y de la Cultura, todo lo cual constituye el compromiso esencial de la *“Declaración de Macuto”*.

Cabe destacar que la Organización del Convenio Andrés Bello ha publicado un conjunto de documentos sobre Educación Superior, relacionados con los temas de evaluación, el aseguramiento de la calidad, el registro calificado de pregrado y posgrado, calidad de los programas virtuales de educación superior, lineamientos para la selección y evaluación de docentes, la experiencia internacional en la transformación de la educación superior, estructuración de indicadores para la perfilación y caracterización de las instituciones de educación superior, el Estado del Arte en el Sistema de Acreditación Nacional; así como las memorias de diversos eventos

internacionales relacionados con los temas del CAB, todo lo cual puede consultarse en detalle en la página web del CAB, ya citada.

## CONCLUSIONES

1. El Convenio Andrés Bello es una organización de integración estructurada y consolidada entre doce países de América Latina y España, que de manera viva y activa garantiza la equivalencia de estudios primarios o básicos y medios o secundarios entre los países signatarios, logrando durante sus más de cincuenta años de vigencia resolver la integración en estos estudios, de millones de niños y jóvenes. Igualmente el CAB como institución de integración en Ciencia, Tecnología y Cultura, viene realizando una importante labor de investigación en los temas relacionados con su misión y un esfuerzo significativo en el campo de la Educación y de la Conservación del Patrimonio Cultural de los países Iberoamericanos vinculados con la Organización del CAB.
2. El Convenio Andrés Bello es quizás la más dinámica experiencia de integración de doce países de Iberoamérica que al priorizar la Educación, Ciencia y Tecnología y Cultura, aborda la integración internacional por el campo del Talento Humano, cuyo crecimiento es la base para el desarrollo de los pueblos.
3. El Convenio Andrés Bello ha permitido a la Diáspora Venezolana insertar a su niñez y juventud en más de un millón de casos en los sistemas educativos de los otros once países signatarios de este Tratado, si se toma en cuenta que de los casi ocho millones de venezolanos que han emigrado del país, según los cálculos realizados por la ONU, muchos de ellos son niños y jóvenes en edad escolar.
4. La continuidad y estabilidad en la gestión de esta Organización de Integración, más allá de los cambios de gobierno y de las coyunturas económicas y sociales ha garantizado que, casi sin notarlo por los respectivos nacionales, esta integración sea visualizada por la población como un hecho normal y un beneficio fundamental en la movilidad poblacional, que se ha ampliado con el crecimiento de la migración en los años recientes.
5. La Organización del Convenio Andrés Bello puede constituir un punto de apoyo muy importante para la inserción de otras organizaciones sectoriales como lo es la Federación de Asociaciones de Facultades de Ciencias Agrarias y Afines en la Región Andina, FAESCA, y el Foro Regional para la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural, FRADIEAR.
6. La Organización del Convenio Andrés Bello puede constituir, igualmente, un punto de apoyo fundamental para el desarrollo de las actividades académicas universitarias, especialmente en cuanto a Investigación, Desarrollo Tecnológico y Cultura y desde luego en el campo de la Educación.

## CAPÍTULO II EL INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA

El actual Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, es un organismo de cooperación técnica para las Américas en el campo de la agricultura. Es el organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano que apoya los esfuerzos de los Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural, en cierto modo, es un brazo autónomo del Sistema Institucional Interamericano junto con la Organización de Estados Americanos, OEA y otros organismos como la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, la Organización Panamericana de la Salud y otros mecanismos de cooperación internacional del Hemisferio Americano.

Se ocupa de realizar cooperación técnica a los países del Hemisferio tanto de América como de las islas que componen los países del Caribe y tiene oficinas de representación en todos estos países. Tal como este instrumento de cooperación internacional la concibe, según IICA; PORTAL WEB, 2023, la cooperación técnica es “*el conjunto de acciones orientadas a aportar soluciones contextualizadas e innovadoras ante los principales desafíos que plantea el desarrollo agropecuario y rural de las Américas. Nuestra cooperación, además de ser de excelencia y agregación de valor, busca generar transformaciones significativas a través de responsabilidades compartidas y colaborativas con aliados estratégicos, con los que el IICA actúa como catalizador y articulador*”. En este contexto su misión está orientada; según el INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA, 2023, hacia “*estimular, promover y apoyar los esfuerzos de los Estados Miembros para lograr su desarrollo agrícola y el bienestar rural por medio de la cooperación técnica internacional de excelencia*”. Esa cooperación técnica tiene un puente establecido con los ministerios de Agricultura, Ganadería, Pesca, Ambientales, Forestales y afines de los países; pero también con las instituciones públicas y privadas vinculadas a la agricultura y el medio rural, entre ellas a las universidades e institutos de investigación agropecuaria.

### CREACIÓN DEL IICA

El IICA; según el IICA, 2012, nace en pleno desarrollo de la II Guerra Mundial. Los países de América y del Caribe que apoyaban a las potencias occidentales que libraban la lucha mundial contra los países del eje, integrado principalmente por Alemania, Italia y Japón, tomaron conciencia de la importancia estratégica que el suministro de productos y materias primas de origen agropecuario tenían tanto para garantizar la seguridad agroalimentaria del hemisferio como para abastecer las necesidades que aquella guerra planteaba. Es en este contexto, que en el año de 1.942, se considera la creación de un instituto interamericano para las ciencias agrícolas a fin de promover la investigación en el área de los cultivos tropicales, estratégicos para la alimentación de la creciente población y también para el abastecimiento de los ejércitos.

El IICA, así conocido hoy en día en todos los países, que desde su creación hasta 1979 se identificaba como Instituto



Interamericano de Ciencias Agrícolas y partir de tal fecha como Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, con un mandato, misión y visión ampliado. Se creó bajo el liderazgo e impulso de un destacado científico de los Estados Unidos de América, el Dr. Henry Wallace; según INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA, 2012, quién se desempeñó como Secretario de Agricultura de los Estados Unidos de América y posteriormente como Vicepresidente de esa nación, planteó en el VIII Congreso Científico Americano realizado en el mes de mayo del año 1.940 la posible creación de un Instituto de Agricultura Tropical dirigido a *“desarrollar la agricultura continental, conseguir un mejor balance en la economía agrícola, construir una estadística confiable, ampliar los conocimientos de plagas y enfermedades tropicales, desarrollar investigación cooperativa para resolver los principales problemas sanitarios, reunir estudiantes de las ciencias agrícolas y promover una construcción mutua entre los futuros líderes de la agricultura”*

El Dr. Henry Wallace, según el INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA, 1993, en la oportunidad del VIII Congreso Científico Americano, celebrado en Washington, D.C. el año 1940, destacó que *“es nuestra sincera creencia que el establecimiento de un Instituto de Agricultura Tropical es vital, si deseamos que la agricultura del Hemisferio Occidental se desarrolle como debe”*

### PRIMEROS DIRECTORES DEL IICA

El 7 de Octubre de 1942, la Junta de Gobernadores de la Unión, integrada por los representantes diplomáticos de los países americanos aprobó la Convención de creación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, IICA, su Estatuto Orgánico y su Reglamento, eligió a su primer Director General en la persona del Earl Bressman y determinó que su Junta Directiva estaría compuesta por los embajadores de los países americanos. Inició sus labores con un aporte de medio millón de dólares donados por los Estados Unidos de América y se aprobó una cuota equivalente a un dólar por cada mil habitantes de cada uno de los países. La sede de Turrialba fue inaugurada un año después, el día de San José, el 19 de marzo de 1.943. Mientras esto se lograba, tanto el Director General como la Junta de Directores funcionó en la ciudad de Washington, DC.

Con la decisión de establecer al IICA en Turrialba, se firmó un convenio con el Gobierno de Costa Rica en diciembre de 1942, mediante el cual, este país donó a perpetuidad una extensión de quinientas hectáreas que componían las fincas denominadas Cabiria, Florencia y Aragón y en el día de San José de 1943, el Presidente de Costa Rica, Rafael Ángel Calderón Guardia y el Vicepresidente de los Estados Unidos de América, Henry Wallace, acompañados del primer Director General *Dr Earl Bressman* y representantes diplomáticos de los países, procedieron a inaugurar la Sede Central del IICA, donde funcionó hasta cuando el Director General Armando Samper mudó la sede administrativa para Coronado en las afueras de San José de Costa Rica, cuya consolidación como

una nueva Sede Central en modernos y amplios edificios se fortalecieron durante la gestión de José Emilio Araujo y donde funciona actualmente.

Según anota el INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA, 1993, a raíz de la constitución de la Organización de los Estados Americanos, OEA, con motivo de la reunión de los países de América en 1.948, en la ciudad de Bogotá, Colombia, se aprobó la carta que dio origen a tal organización, en la cual se dejó establecido en su artículo IV, el propósito esencial de *“promover por medio de la acción cooperativa el desarrollo económico, social y cultural”* .... Y en el artículo 49, que *“los Estados Miembros fomentarán la ciencia, y la tecnología mediante instituciones de investigación y enseñanza, así como de programas ampliados de divulgación, concertarán eficazmente además su cooperación en estas materias y extenderán sustancialmente el intercambio de conocimientos de acuerdo con los objetivos y leyes nacionales y tratados vigentes.”* Es en estas disposiciones que se fundamentó la vinculación del IICA con el Sistema Interamericano alrededor de la OEA, y la Junta Directiva del IICA pasó a estar constituida por los representantes de los países ante el Consejo de la OEA.

En 1.946, toma posesión como nuevo Director General el Dr. Ralph H. Allee, también de nacionalidad estadounidense, quién continuó la labor de consolidación de la sede de Turrialba, centrada en la investigación y enseñanza de la agricultura tropical y quien dirigió al IICA entre 1946 y 1960. A partir de tal fecha, tomó posesión el colombiano Ernesto Samper, durante los periodos 1960-1966, primero, para encargarse del ministerio de agricultura de Colombia y luego entre 1968 hasta 1969. Desde entonces todos los Directores Generales han sido ciudadanos de América Latina o el Caribe, sucediéndose en ese liderazgo Carlos Madrid (1966-67; 1969-70); el brasileño ya mencionado José Emilio Araujo (1970-1982), el venezolano Francisco Morillo (1982-86); el argentino Martín Piñeiro (1986-94); el dominicano Carlos Aquino González (1.994-2002); el Barbadosense *Chelston W.D. Brathwaite* (2002-2010), el mexicano Víctor M. Villalobos (2010-2018) y actualmente dirige al IICA el argentino Manuel Otero desde el 2018 y ya va corriendo por su segundo periodo 2022-2026). Con cada Director General se impulsó un Plan de Mediano Plazo, generalmente propuesto con los lineamientos planteados por el candidato electo, quién le ha ido otorgando su sello y orientación al Instituto con cierta continuidad administrativa garantizada por el aparato burocrático de la institución que ha ido creciendo progresivamente.

El núcleo inicial del IICA logró su consolidación en el Centro de Investigación de Turrialba, un creciente prestigio a través de sus programas de alto nivel en investigación y enseñanza y la integración al sistema interamericano de la OEA, sin embargo no fue sino a partir del llamado Proyecto 39 o Programa de Cooperación Técnica de la OEA, PCT; tal como lo indica el propio INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA, 1993, que gozó del financiamiento de un programa muy amplio de ayuda y estímulo a la economía de Occidente, lanzado por el Presidente Harry S. Truman; que el IICA asumió parte

significativa de ese programa, PCT de la OEA y logró para tal fin, establecer oficinas en las distintas regiones y países de América.

A medida que el IICA avanzó en su consolidación fue estableciendo convenios interinstitucionales que fortalecieron sus programas y actividades, desde el firmado con el *International Foundation Administration, AIC*, con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, FAO, con los ministerios de agricultura de los países, con la propia Organización de Estados Americanos y con otros entes, para establecer alianzas estratégicas que permitieron consolidar muchos de sus programas.

A partir de estos importantes logros y desde la administración del colombiano Armando Samper, se produce un cambio cualitativo con el enfoque de una *Nueva Dimensión*, mediante el cual la Dirección General se muda para Coronado, al lado de la ciudad de San José, mejor posicionada para las relaciones interinstitucionales y en Turrialba se continúan las actividades de investigación y educación con el *Centro Tropical de Investigación y Enseñanza*, que dio origen al actual Centro Agrícola Tropical de Investigación y Enseñanza, el cual se mantiene como un Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, el CATIE, una institución de muy alto nivel en materia de investigación y postgrados.

Ya para la década 1960 - 1970, el IICA desarrollaba su gestión hemisférica para cubrir los objetivos de *Desarrollo Rural, Fortalecimiento Institucional, Aprovechamiento de los Trópicos Americanos, Desarrollo de la Agricultura en Regiones Áridas, Cooperación Regional en Enseñanza de las Ciencias Agrícolas y Comunicación e Información*; todo lo cual se materializaba en 22 programas técnicos de acción al interior de los países. Este enfoque fue modificado en la Reunión Anual de la Junta Directiva del IICA, celebrada en Río de Janeiro, en 1967, mediante la cual se concentró la actividad del instituto en tres grandes líneas: el Programa 1, de *Educación Agrícola Superior*, para mejorar los programas educativos de ciencias agrícolas; el Programa 2, de *Investigación Agrícola*, para mejorar las instituciones nacionales de investigación agropecuaria y el Programa 3, de *Desarrollo Rural y Reforma Agraria*, para fortalecer las instituciones nacionales dedicadas a estas actividades como mecanismo para el desarrollo y modernización del campo con justicia y equidad.

## LA REFORMA Y TRANSFORMACIÓN DEL IICA

El IICA recibe un nuevo impulso y un cambio significativo en sus enfoques a partir de la Reunión Anual de su Junta Directiva de 1.969, celebrada en Quito, Ecuador, en la cual según la Resolución 658-30 designa una Comisión Asesora integrada por personalidades sin ninguna vinculación con el IICA que elabora un pormenorizado informe evaluativo presentado el 18 de septiembre de 1970, replanteando la misión, visión y objetivos del IICA en términos multidimensionales, señalando que el instituto debe ser multinacional, centrando sus programas a nivel hemisférico,

complementario, apoyando a los países en cuanto lo que estos deberían realizar.

A partir de los años setenta con los tres periodos de gestión del brasileño José Emilio Araujo, el IICA impulsó una visión humanista del desarrollo rural centrado en el hombre del campo y orientado a colocar las acciones y programas de cooperación técnica en función del mejoramiento de las condiciones de vida y el desarrollo rural integral.

Ya no será un organismo solamente para apoyar la enseñanza y la investigación en ciencias agrícolas. Sus nuevas líneas prioritarias abarcan una dimensión en todos los campos de la agricultura y el desarrollo rural: 1. *Análisis de información para el desarrollo rural*. 2. *Educación. Investigación*. 3. *Fomento de la Producción y Productividad*. 4. *Integración Regional*. 5. *Reforma Agraria y Organización Campesina*. 6. *Administración de Políticas Agrícolas*.

Si bien el IICA ya tenía una vocación hemisférica y estaba plenamente consolidado en los países y su institucionalidad ligada a la Junta Directiva ejercida por los países, vinculadas a las Conferencias Interamericanas de Agricultura que sin periodicidad alguna había realizado cinco reuniones desde 1930, en la Sexta Conferencia Interamericana de Agricultura realizada en la ciudad de Lima, Perú, del 27 de mayo al 2 de Junio de 1971 conjuntamente con la Reunión Anual de la Junta Directiva del IICA, se aprueban trece recomendaciones, en una de las cuales se declara *"I.13 Que el IICA sea real y efectivamente el organismo especializado interamericano para la agricultura y por tanto ejecute las recomendaciones de los países miembros en la Asamblea de Consulta de los Ministros de Relaciones Exteriores y /o los Consejos de conformidad con lo dispuesto al efecto en la Carta de la OEA...e igualmente que el IICA coordine con otros organismos mundiales de la misma índole que operen en el ámbito americano, todas las medidas de política así recomendadas, estableciendo las relaciones de cooperación con dichos organismos mundiales"*. Con esta Resolución logra el IICA un claro y definitivo mandato de liderizar el desarrollo de la agricultura y la vida rural de las Américas, la cual fue complementada con la Resolución *"13c. Que de acuerdo con el Artículo 129 de la Carta de la OEA, le dé al IICA la responsabilidad de preparar el temario y el reglamento de las Conferencias Interamericanas de Agricultura, a fin de ser sometidas a la consideración de los gobiernos de los Estados Miembros y...se insta para que las conferencias sean realizadas en lo posible cada dos o tres años"*. Con esta segunda disposición el IICA se convierte también en el organismo destinado a ejercer un liderazgo de coordinación y asesoría a nivel hemisférico de los Ministerios de Agricultura y Cría y recibe el mandato de organizar tales reuniones y preparar la Agenda de las mismas. Este mandato se vio materializado en la Séptima Conferencia Internacional de Agricultura, celebrada de Tegucigalpa, Honduras, en el año 1977 y desde entonces así ha sido con las subsiguientes Conferencias y reuniones de Ministros que se han convertido en las llamadas Juntas Interamericanas de Agricultura, JIAs, estableciendo su periodicidad cuatrienal y la elaboración de los Planes de Mediano Plazo, PMP, que vienen constituyendo la brújula orientadora de las acciones del IICA para cada período, fuertemente influenciadas por las orientaciones del Director

General que resulta electo para ejecutarlo durante el respectivo período.

Un cambio significativo, asociado a la transformación de Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas por el de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, que si bien mantiene las siglas y logos del IICA, supuso una transformación cualitativa para abordar en sus múltiples dimensiones la agricultura y la vida rural. Es así como se modifica la Convención que crea el IICA y se aprueba una nueva que se firmó el 6 de marzo de 1979<sup>3</sup>. Este nuevo tratado fue ratificado por todos los países miembros al año siguiente de 1980, habiendo logrado igualmente la incorporación de los países del hemisferio que faltaban, entre ellos los angloparlantes del Caribe y Canadá.

Este nuevo Tratado o Convención, cuyo texto se sustituyó al anterior, de 1944, con sus once capítulos y 39 artículos, establece los objetivos, estructura y alcances de la organización, define como máxima autoridad a la Junta Interamericana de Agricultura, JIA, crea el Comité Ejecutivo como una delegación de aquella, integrado por doce países en forma rotativa, el papel del Director General del IICA, recursos, personería jurídica, privilegios e inmunidades diplomáticas, la sede en Costa Rica, los cuatro idiomas oficiales, Español, Inglés, Francés y Portugués, entró en vigencia con la ratificación de las dos terceras partes de los países miembros, hecho que se completó en 1.980 y mantenía convenios con los organismos multilaterales más importantes del mundo occidental, incluyendo la OEA, la FAO, SIECA, CSUCA, CEPAL, ALADI, ALIDE, CIESPAL, BID, BM, CIID, AID, fundaciones como la *ROCKEFELLER*, *FORD*, *KELLOG*, *GTZ*, *ODA*, universidades como la de Michigan, Cornell, Iowa, Wisconsin, etc. con un impacto significativo en todos los países y el reconocimiento internacional.

En este nuevo IICA surgieron iniciativas concertadas con los organismos internacionales en alianzas estratégicas FAO, BID, NACIONES UNIDAS, CEPAL y otros entes, así como acuerdos bilaterales con países para garantizar el impulso de rubros estratégicos, como PROMECAFE, acuerdos con los países como el logrado con el de Venezuela para crear el FONDO SIMÓN BOLÍVAR, establecido a proposición del Presidente Carlos Andrés Pérez en mayo de 1974, con motivo de la Décimo Tercer Reunión Anual de la Junta Directiva del IICA, en la ciudad de Caracas. Este Fondo con aportes de los países, tendría el propósito de impulsar programas para el desarrollo rural y fomentar la agricultura de las Américas. Se inició con un monto de cinco millones de dólares donados por el Gobierno Venezolano, sin embargo los aportes complementarios fueron menos abundantes y el fondo,

iniciado en 1976, se agotó en 1.984, etc<sup>4</sup>. En este marco, el fondo llegó a financiar decenas de proyectos en diecinueve países.

Por otra parte la creación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, que surgió de las entrañas del anterior IICA en Turrialba, creado por convenio entre el IICA y el gobierno de Costa Rica, permitió la incorporación de catorce países que se adhirieron al mismo, concitó el apoyo para proyectos de países como Holanda, Alemania, Canadá, Suiza, Reino Unido y otros; dotándolo de autonomía frente al IICA y los países, con estabilidad y sostenibilidad financiera y que ha permitido trascender por más de cincuenta años, como una institución de muy alto nivel en el campo de la investigación y la enseñanza a nivel de maestrías y doctorados.

### FRANCISCO MORILLO Y MARTIN PIÑEIRO

En la primera Reunión Ordinaria de la Junta Interamericana de Agricultura, JIA, en el contexto de la nueva Convención celebrada en Argentina del 7 al 13 de Agosto de 1.981, se eligió al venezolano Francisco Morillo, quién tuvo el honor de preparar el primer documento del Plan de Mediano Plazo 1983-1.987, que con base en el nuevo Tratado del IICA, definió un conjunto de programas; I. Educación Agrícola Formal, II. Apoyo a las Instituciones de Generación y Transferencia de Tecnologías Agropecuarias (Temas heredados de la visión y misión anterior, que significaban una continuidad y aprovechaban los especialistas en estos temas que el IICA ya tenía). III. Conservación y Manejo de Recursos Naturales Renovables. IV. Sanidad Animal. V. Sanidad Vegetal VI. Estimulo a la producción agropecuaria y forestal. VII. Comercialización VIII. Desarrollo Rural Integral. IX. Planificación y Administración del Desarrollo Agrícola y Bienestar Rural X. Información para el Desarrollo Agrícola y el Bienestar Rural.

Estos diez programas, fueron reducidos o simplificados por la administración siguiente de Martín Piñeiro, en I. Análisis y Planificación de Política Agraria. II. Generación y Transferencia de Tecnología. III. Organización y Administración para el Desarrollo Rural. IV. Comercialización y Agroindustria. Y V. Sanidad Animal y Vegetal. Todo ello orientado hacia el lema de *“La modernización de la agricultura como eje de la reactivación económica de América Latina y el Caribe..”*

En este contexto, las gestiones del venezolano Francisco Morillo y del argentino Martín Piñeiro después, se orientaron a realizar iniciativas para fortalecer la institucionalidad del sector rural, a buscar mecanismos para mejorar la calidad de la

<sup>3</sup> Al respecto puede verse el texto de la referida Convención: INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. 1980

<sup>4</sup> En este orden de ideas, siendo el autor Viceministro de Agricultura durante los años 1.969-81. pude negociar con el Director General del IICA José Emilio Araujo un apoyo del Fondo Simón Bolívar y del equipo de especialistas del IICA para apoyar el Proyecto de

Desarrollo Integral del Valle del Río Aroa, en el Estado Yaracuy, de Venezuela, tal como se expone en mi libro que los lectores pueden ver la web RESEARCHEGATE: QUEVEDO CAMACHO, RAFAEL ISIDRO. 2021. HECHOS, RELATOS Y PALABRAS. Cabalgando sobre dos siglos. Ediciones Digitales López & Quevedo. Caracas, Venezuela. Páginas 170-174, en donde se destaca “Un enfoque de Desarrollo Rural Integral”.

educación tanto media como superior en ciencias agrícolas, como mecanismo para la formación de talento humano, aprovechando la cobertura hemisférica de su personal calificado, que en mayor proporción se ubicaba en las oficinas nacionales del IICA en los países, logrando establecer una cooperación técnica participativa mediante convenios con las contrapartes nacionales y otros organismos internacionales.

La última década del siglo XX, según el propio Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, 2012, estuvo caracterizada por “*por un desempeño favorable del sector agropecuario de la región. El valor agregado aumentó a una tasa media del 2,6 %. En el nuevo modelo productivo, la competitividad de los sectores productivos se basaba en la inversión, la innovación tecnológica, la adopción de nuevas formas de organización y de gestión, la articulación de cadenas agroalimentarias, el uso de la informática, la diversificación productiva y el cumplimiento de los requisitos de calidad e inocuidad, la trazabilidad y la información al consumidor*”. En efecto, el desempeño del sector es recogido en un amplio informe donde destaca que el IICA asumió el reto de insertarse en este proceso con el *Plan de Acción Conjunta para la Reactivación Agropecuaria en América Latina y el Caribe, PLANALC*, aprobado por la JIN en 1989.

### CARLOS AQUINO GONZÁLEZ

Es en este contexto que surge la nueva gestión del dominicano Carlos Aquino González, quién enfoca su gestión, tal como lo indica en su informe del año 1999; IICA, 1999, en el cual destaca que los retos a enfrentar se refieren a construir una visión del futuro compartida, global, integral e integrante, que acelere las transformaciones necesarias para que la agricultura y el medio rural se alineen a una realidad cambiante y exigente; diseñar una estrategia de desarrollo coherente y operativa que pueda ser difundida y asimilada por toda la sociedad y construir un nuevo enfoque holístico y sistémico que tome en cuenta la nueva realidad interdependiente, multidimensional y dinámica.

Con este enfoque, el IICA impulsó un conjunto de acciones hemisféricas, asociadas con las líneas temáticas de:

- 1) Formulación de políticas y comercio, asociadas a fortalecer las negociaciones comerciales, desarrollar técnicas de información, el fomento de acuerdos entre los actores.
- 2) Promoción de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.
- 3) Apoyo a la conformación de un sistema interamericano de innovación tecnológica mediante el desarrollo de un Foro Regional de Innovación y Desarrollo Tecnológico, FORAGRO, en el cual participen los Proyectos Cooperativos de Innovación y Transferencia de Ciencia y Tecnología como PROCITRÓPICOS, PROCIANDINO, PROCICARIBE, PROCISUR, EL SICTA, EL CATIE, EL CARDI, PROMECAFE, FONTAGRO y otros entes de cooperación en este campo, en alianza con organismos internacionales de cooperación e integración como la FAO, el CATIE, el IPGRI, el CIAT, la OEA, la GTZ, etc.

- 4) Un programa de Sanidad Agropecuaria e inocuidad de los alimentos orientado a la modernización de los sistemas de sanidad agropecuaria e inocuidad de los alimentos establecidos o por crearse en los países, fomentando la Red Interamericana de AGROSLAUD XXI, así como mecanismos de coordinación y articulación con otros entes como FAO, COSAVE, OIRSA, NAPPO, OIE, LA OPS, EL USDA-APHIS y el propio IICA, para potenciar los esfuerzos interinstitucionales.
- 5) El Desarrollo Rural Sostenible, enfocado como una vía para focalizar acciones territorialmente localizadas para mejorar la competitividad y las capacidades humanas.
- 6) Apoyo a la equidad de género y desarrollo de la mujer rural.
- 7) Información y Comunicaciones para el Desarrollo.
- 8) Educación y Capacitación. Esta línea de cooperación técnica se orientó a la promoción de los Foros Regionales de Universidades, Facultades y Carreras Agropecuarias, como encuentros de sus rectores, decanos, directores y líderes,

Del mismo modo el IICA promovió la creación de mecanismos internacionales para facilitar el intercambio de información y promover las relaciones entre las instituciones de educación agrícola superior, tales como el Sistema Hemisférico de Capacitación para el Desarrollo Agrícola, SIHCA, el Sistema Hemisférico de Educación Agropecuaria, SIHDEA y un amplio programa de cerca de cien cursos de capacitación en temas estratégicos del desarrollo agropecuario, que beneficiaron a más de 1.500 profesores y actores del Desarrollo Rural.

Justo es reconocer y dejar constancia de que, durante la Gestión del Director Carlos Aquino González, que se inició a la mitad de los años noventa y llegó hasta principios del 2003 se hizo un significativo esfuerzo por fortalecer tanto el tema de la Innovación Tecnológica, dando apoyo a los institutos de investigación agropecuaria de los países y otros centros de innovación por un lado y por el otro a la línea de Educación y Capacitación asociada con la formación del talento humano en las Américas.

### LOS PROGRAMAS COOPERATIVOS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. EL CASO DE PROCIANDINO

Tal como se mencionó, para el apoyo de las actividades de investigación, ciencia, tecnología e innovación, el IICA impulsó alianzas estratégicas entre los países, por regiones dentro del hemisferio americano. Esta metodología en el accionar, permitía potenciar la capacidad de los países junto con las del IICA para abordar tareas de apoyo a los rubros prioritarios, para el desarrollo de cada región, generando un círculo virtuoso de acciones en el campo de la ciencia, la técnica y la innovación, mediante el esfuerzo combinado de las instituciones de investigación agropecuaria de los países, las universidades, organismos internacionales y otros entes vinculados.

Este es un ejemplo de como funcionan las alianzas estratégicas, donde el IICA ha actuado como socio facilitador y articulador de la Cooperación Técnica, ha logrado extender esta experiencia a todo el hemisferio con programas análogos como PROCANDINO, PROCITROPICOS, PROCISUR, PROCICARIBE Y PROCINORTE, con excelente, fruto de la sinergia generada, la concentración de recursos, la coordinación y articulación de programas y proyectos, la recaudación de financiamiento internacional, la capacitación del talento humano y la motivación y orientación al logro de los equipos humanos.

## EL PROGRAMA DE DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE

Este programa, fue concebido para focalizar acciones territorialmente localizadas para mejorar la competitividad y las capacidades humanas e ir balanceando los desequilibrios y debilidades locales, mejorar la capacidad para el diseño de políticas públicas en el tema y ejecutar programas y proyectos territorialmente localizados.

Con base en los enfoques de descentralización, tuvo un énfasis y un impacto diferenciado de uno a otro país, y a nivel hemisférico la creación de un Centro de Desarrollo Rural en la ciudad del Saber, en Panamá. Este programa, cuya duración fue más bien efímera, tuvo la pretensión de coordinar los esfuerzos hemisféricos en el tema, el cual de todos modos tuvo impactos variados de uno a otro país. En el caso de Venezuela, la primera gestión del Dr. Carlos Aquino González coincidió con la segunda del Presidente Rafael Caldera Rodríguez, y con el ingreso del autor al IICA<sup>5</sup>

Es igualmente importante destacar que el *Programa Cooperativo de Desarrollo de la Agroindustria Rural*, PRODAR, tuvo un impacto significativo en la Región Andina, logrando financiamiento tanto del IICA, de los países de la Región,

<sup>5</sup> Cuando el Dr. Rafael Caldera tomó posesión de su segundo período como Presidente de la República de Venezuela, el 12 de febrero de 1994, el Dr. Víctor Manuel Giménez Landínez, quién como Ministro de Agricultura del Presidente Rómulo Betancourt había liderado con gran éxito el proceso de Reforma Agraria en Venezuela y posteriormente como Presidente del Fondo de Crédito Agropecuario en el Gobierno del Presidente Luis Herrera Campíns, organizó un ambicioso programa de crédito agrícola para los pequeños y medianos productores del campo, el programa del Seguro Agrícola y otras iniciativas de apoyo a la gestión que en el Instituto Agrario Nacional realizaba Raúl Alegrett impulsando los Proyectos de Desarrollo Rural Integral en zonas campesinas de Reforma Agraria, que complementaron la iniciativa realizada en el Ministerio de Agricultura y Cría bajo la Gestión de Luciano Valero como Ministro (1979-1981) y del autor como Viceministro, impulsando un Decreto sobre la Creación de las Áreas de Desarrollo Rural Integral, ARDIs, con una Autoridad Única de Área, para coordinar todos los programas e iniciativas de desarrollo, a los fines de armonizar todos los programas, concentrando funciones que eran de la competencia de ministerios, gobernaciones e incluso Concejos Municipales, El decreto, tal como lo comento en mi libro autobiográfico (QUEVEDO CAMACHO, RAFAEL

como del CIID de Canadá y se orientó<sup>6</sup> a fortalecer la estructura y los mecanismos organizativos, de gestión y servicios; asegurar su sostenibilidad financiera; consolidar mecanismos de difusión; fortalecer mecanismos de comercialización de las agroindustrias rurales, AIRs, y el fortalecimiento de las REDAR en los países; consolidar mecanismos de investigación en agroindustria rural; formación de recursos humanos; cursos internacionales sobre sobre Promoción de la Agro empresa Rural.

En el campo de la capacitación<sup>7</sup> se impulsó el ciclo de seminarios y talleres sobre “*La agricultura en Venezuela como elemento clave para el desarrollo*”, “*Identificación de mercados para frutas y hortalizas*”, “*La biodiversidad, una estrategia para su aprovechamiento*”, “*Simulación de la Bolsa Agropecuaria*”, “*La matriz de análisis de políticas y la formulación de políticas agroalimentarias*”, el “*Fortalecimiento institucional para el Cambio*”, así como los ciclos de cursos promovidos por el Sistema Hemisférico de Capacitación para el Desarrollo Agrícola en las universidades nacionales y los cursos de fortalecimiento de la agroindustria rural.

En síntesis, el Director General ya en su informe a la Junta Interamericana de Agricultura celebrada en la ciudad de Santiago de Chile en octubre de 1997 destaca; AQUINO, 1997, logros en materia de Desarrollo Rural Sostenible como la puesta en marcha de 69 proyectos en veinte países; la conformación de la Red Hemisférica de Agroindustria Rural, PRODAR, tres redes regionales y quince nacionales REDARs; el Programa de análisis de políticas del sector rural; la Consulta Interamericana sobre Juventud Rural; tres redes de cooperación regionales en el Caribe, PROCODER, y Centroamérica; la coordinación con Naciones Unidas y apoyo e inversión en los países por 86 millones de dólares en asociación con FAO, BIRF, FAO, OEA, CIID, CIRAD Y CIM y los proyectos de descentralización con el SIHCA, SIHDEA y CDRS así como la conversión de las oficinas nacionales en Agencias de Cooperación Técnica, ACTs.

ISIDRO. 2021. HECHOS, RELATOS Y PALABRAS. Ediciones Digitales López & Quevedo. Caracas, Venezuela. 535 páginas), con el número 723 el 28 de Agosto de 1980, según el cual se establecieron las normas y acciones en ámbitos geográficos definidos, bajo la utoridad de un Jefe del ARDI, con rango de Director General de Ministerio, con un Plan Integral de Desarrollo, bajo la coordinación de los diferentes organismos vinculados al desarrollo rural, con planes operativos anuales y proyectos específicos que lo tradujeran en acciones concretas para la población y los territorios rurales. El primero de ellos fue el Área de Desarrollo Rural del Valle del Río Aroa, el cual fue creado por el Decreto del Presidente Luis Herrera Campíns, bajo el número 723, y se inició bajo la Jefatura del Ingeniero Agrónomo Fernando Ajmad. El Dr. Víctor Giménez Landínez también le propuso al Presidente Caldera relanzar el Programa de Reforma Agraria y otra iniciativa de desarrollo rural integral.

<sup>6</sup> IICA. 2000. CENTRO REGIONAL ANDINO. Informe Anual. Lima, Perú. 66 páginas.

<sup>7</sup> IICA. 1998. SINTESIS DE LA COOPERACIÓN TECNICA DEL IICA EN VENEZUELA. 1997-98. Ediciones de la Oficina del IICA en Venezuela. Caracas, Venezuela 19 páginas.

## LOS PROYECTOS DESCENTRALIZADOS PARA EL APOYO DE LA EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN

Este programa o línea temática prioritaria, pasa a constituir el basamento del Sistema Hemisférico de Capacitación Agrícola, SIHCA, del Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural, FRADIEAR, y del Sistema Hemisférico de Educación Agrícola, SIHDEA.

El SISTEMA HEMISFÉRICO DE EDUCACIÓN AGRÍCOLA, SIHDEA tuvo una vida muy efímera. El Director General impulsó este mecanismo, fundamentado en una Resolución promulgada por la Junta Interamericana de Agricultura celebrada en la ciudad de Santiago de Chile, el año 1998. Fue designado como su Secretario Ejecutivo el venezolano Luis Arias, un ingeniero agrónomo graduado en la Universidad Central de Venezuela, con doctorado en una universidad francesa, quien inició sus actividades en la ciudad de Panamá, en un local vinculado a la Agencia de Cooperación Técnica de ese país en la nueva Ciudad del Saber, durante la gestión como Representante del IICA en ese país del chileno Dr. Arnaldo Quíbaro, quien le dio apoyo.

En igual sentido el Director Aquino González impulsó un Centro de Desarrollo Rural, el *CENTRO INTERNACIONAL DE DESARROLLO RURAL PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CIDER)*.

El propio Director Aquino González, 1997, resume en su primer período de mandato acciones de liderazgo en la educación agrícola superior como el fortalecimiento de las capacidades técnicas y gerenciales en las Facultades de Ciencias Agrícolas; Alianzas estratégicas como ALEAS, ABEAS Y AMEAS, creación y puesta en marcha del Sistema Hemisférico de Capacitación Agrícola, SIHCA, la vinculación con 187 decanos de 102 universidades en 28 países para iniciar procesos de modernización de la educación agrícola superior; la capacitación de 1.937 profesionales, según Aquino González, 1997 del sector agrícola de los países; el Programa Interuniversitario de Modernización de la Enseñanza Agropecuaria Superior; la puesta en marcha de procesos de modernización curricular; la creación y puesta en marcha del Sistema Hemisférico para el Desarrollo de la Educación Agrícola Superior, SIHDEA; así como el Consejo de Educación Superior del Caribe, CACHE, entre otras acciones; de las cuales en el capítulo siguiente desarrollaremos en detalle las correspondientes al SIHCA, SIHDEA y particularmente el FRADIEAR.

### CHELSTON W. BRARHWAITE

Ya sobre el año 2000 y avanzando hacia la gestión del Dr. Chelston W. Brarhwaite, quien procedente de Barbados, se graduó en ciencias agrícolas en la West Indies University de Trinidad y Tobago, con un *Master of Science* y *PhD* en *Cornell University*, antes de ingresar al IICA como especialista. Con el advenimiento del nuevo milenio el IICA hace un acercamiento a los nuevos retos planteados en el marco de un mundo en

plena globalización, el INSTITUTO INTEERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA, 2015, con una creciente demanda de productos frescos e industrializados que respondan a los cambios en los gustos de los consumidores, de nuevos requisitos de sanidad e inocuidad de los alimentos, la competitividad asociada a la reducción de los costos de producción y el incrementos de los rendimientos y productividad de los factores de producción; el uso de energías alternativas; la aparición de los bio agrocombustibles; las nuevas tecnologías asociadas a la informática, la robotización, la agricultura de precisión, la biotecnología y la búsqueda de líneas de cultivos resistentes a plagas, enfermedades y a la competencia de las malezas; el control biológico de plagas; la internet, la revolución comunicacional y del transporte y los flujos en tiempo real de las finanzas e intercambios bancarios, así como un crecimiento sostenido de la población, que para entonces se estimaba que llegaría a ocho mil millones en el 2025.

Todo lo cual se consolidó con los mandatos de la Cuarta Cumbre realizada en Mar del Plata, Argentina donde se aprobó un marco global de desarrollo agrícola y rural y un Plan 2003-2015, llamado PLANAGRO, fruto de la Primera Reunión Ministerial simultánea de Mar del Plata; y el PLANAGRO 2003-2015 para la Agricultura y la Vida Rural de las Américas de Panamá en la segunda reunión Ministerial; así como el PLANAGRO 2003-2015 ajustado en el Acuerdo de Guayaquil para la Agricultura y la Vida Rural de las Américas en la Tercera Reunión Ministerial allí celebrada. Este documento sintetizó los acuerdos ministeriales en doce acciones estratégicas complementarias a los once puntos anteriores: 1. Fomento de empresas rurales competitivas 2. Integración de las cadenas agro productivas y fortalecimiento de la competitividad 3. Crear un entorno favorable para la agricultura competitiva 4. Responsabilidad ambiental 5. Gestión ambiental integral de la finca a la mesa. 6. Construcción de la institucionalidad ambiental. 7. Crear calidad de vida en las comunidades rurales. 8. Fortalecer el aprendizaje y conocimiento de las cadenas agro productivas. 9. Fomento de políticas de creación de capacidades y oportunidades para las comunidades rurales. 10. Participación y acción coordinada público-privada. 11. Fortalecer el diálogo y los compromisos entre los actores de las cadenas. 12. Fomentar políticas de Estado y cooperación regional y hemisférica para la agricultura y la vida rural.

Este nuevo enfoque; del IICA, 2006, en el cual el señor Chelston W.D. Brathwaite planteó: *“un nuevo estilo de cooperación técnica caracterizado por la eficiencia operativa, la prudencia financiera, el mejor uso de los recursos humanos, la ampliación de las relaciones con socios estratégicos internacionales y el establecimiento de una nueva relación con los Estados Miembros y una nueva rendición de cuentas.”*

Con tres líneas maestras de esta gestión: el desarrollo sostenible, la seguridad alimentaria y la promoción de la prosperidad rural; que se hizo un especial énfasis en un nuevo concepto de desarrollo rural, considerado bajo el enfoque de *“desarrollo territorial”*; de RODRÍGUEZ, ECHEVERRI, SEPULVEDA Y PORTILLA, 2003, con el propósito de



potenciar la diversidad de recursos de las superficies rurales, tanto naturales, como sociales, económicos y culturales, otorgándole al territorio el criterio de ser la base de los recursos naturales, determinadas formas de producción, consumo e intercambio, así como una red de instituciones y organizaciones que le dan cohesión al resto de los elementos que lo componen, conformando en su conjunto un sistema de producción complejo e integral.

El IICA continuó con el programa de educación a distancia iniciado en la década de los noventa, mediante el *Centro de Educación a Distancia de la Sede Central*, convenios con la *Global Development Learning Network, GDLN* del Banco Mundial, con la Universidad de *Texas A&M*, con la Fundación CIARA de Venezuela y otros entes y el fomento de algunos diálogos globales como la V Conferencia Global *del Global Consortium in Higher Education and Research for Agriculture*, la GCHERA, sobre Innovación y Liderazgo para los cambios relevantes en la agricultura, celebrada en la ciudad de Panamá con el apoyo de la Universidad EARTH y el IICA. Sin embargo, el IICA fue dejando un vacío en el tema de educación y capacitación, que se empezó a notar progresivamente mientras intentaba fortalecer las demás áreas diversificadas, en las cuales había comprometido su accionar con la agenda marcada por las Cumbres y Reuniones Ministeriales.<sup>8</sup>

En el segundo período del Director General; IICA, 2005, en una reflexión, *“Hacia el Futuro”*, el Señor Chelston W. Bradthwaite señala que, según los mandatos de las Cumbres Ministeriales y de Ministros de Agricultura de Quebec, Bávaro, Panamá y Monterrey, que el Instituto no puede disociarse de los problemas sociales como el desempleo, la falta de albergues, la educación, salud, pobreza e injusticia social, razón por la cual asumirá una mayor responsabilidad social para llevar al IICA más allá *“del apoyo que tradicionalmente se ha brindado a la producción agrícola y lo convierte en un socio del proceso de desarrollo, orientando acciones para aumentar la competitividad en toda la cadena agroalimentaria y fomentar vínculos entre esta cadena y los demás sectores de la economía”*...

En la última Convención del IICA o Reunión de Representantes a la cual el autor asistió, celebrada en la Sede Central, cuando ya se avizoraba la terminación del Proyecto del SIHCA, y otras actividades que tradicionalmente venía cumpliendo el IICA en la llamada área prioritaria de educación y capacitación, se declaró culminado el programa de educación y capacitación.

La alianza estratégica con las universidades, fue quedando en su memoria histórica, significaría si se renovara, el aprovechamiento de una fortaleza del IICA en el

relacionamiento que tuvo por más de sesenta años con estas instituciones, en las cuales había dejado una profunda huella, ascendencia, poder de convocatoria y credibilidad; todo lo cual le permitía una entrada segura para constituir alianzas, formular proyectos conjuntos, programas cooperativos como los realizados en años anteriores con gran éxito, constituir redes tanto de información, comunicaciones como de acción y gestión en temas estratégicos y lograr la potenciación de los resultados e impactos esperados por los diversos proyectos; pero este planteamiento al parecer cayó en el desierto y aun está a la espera de que tales semillas puedan germinar en un nuevo contexto.

## VÍCTOR M. VILLALOBOS

Para entrar a la segunda década del siglo XXI, la Junta Interamericana de Agricultura, JIA escogió como Director General al mexicano Víctor M. Villalobos, quien tomó posesión el 15 de enero de 2010, se desempeñó en este cargo hasta el 20018, fecha en la cual fue sustituido por el argentino Manuel Otero.

Esta designación fue seguida en el 2012 por la celebración de la VI Cumbre de las Américas, celebrada en Cartagena, Colombia y en la cual los países expresaron su compromiso publicado por el IICA en su Informe Anual, 2012, con la innovación tecnológica como fuente de progreso y área vital para potenciar la productividad, la sostenibilidad y la competitividad en el sector agroalimentario; a lo cual se agregó el tema de la seguridad agroalimentaria destacada en la 42ava Asamblea General de la Organización de Estados Americanos (OEA) celebrada en Cochabamba, Bolivia y en la cual se dejó constancia de que *“la alimentación es un derecho de todas las personas que debe cumplirse”*. Con esta orientación, el IICA se propuso promover la innovación agrícola.

Para impulsar estos objetivos de la gestión, el Plan de Mediano Plazo estableció seis áreas prioritarias de trabajo, de las cuales cuatro líneas de acción general y dos que transversalizan a las primeras. 1. Innovación para la productividad y la competitividad. 2. Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos. 3. Agronegocios y Comercialización. 4. Agricultura, Territorios y Bienestar Rural. Y las dos transversales a las anteriores: 5. Agricultura, Manejo de Recursos Naturales y Cambio Climático. 6. Agricultura y Seguridad Alimentaria.

## MANUEL OTERO

Esta es, en términos generales, la visión y misión del IICA que recibe el nuevo Director General, Manuel Otero en el año

Andina, FAESCA, mediante una disposición del Director General del IICA Chelston W. Bradthwaite y la aceptación por la Asamblea de FAESCA, lo cual permitió su continuidad bajo la iniciativa de las Facultades de Ciencias Agrícolas de la Región Andina y de cuya Federación el autor ejerce la Presidencia Honoraria, desde su constitución, todo lo cual puede verse en detalle en el próximo capítulo.

<sup>8</sup> Por iniciativa personal del autor, estos dos programas, cuya titularidad la gestionaba como Secretario Ejecutivo del Sistema Hemisférico de Capacitación Agrícola, SIHCA, y como Especialista Internacional en Educación y Capacitación, el Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural, FRADIEAR, fueron negociados para evitar su extinción definitiva, mediante la transferencia de los mismos a la Federación de Asociaciones de Educación Superior para la Región

2018; según la página web del IICA, 2023; es un argentino, quien es Médico Veterinario, graduado en la Universidad de Buenos Aires, UBA, con Master en Ciencias del Desarrollo Agrícola, egresado del *Wye College of London University* y *Master en Producción Animal por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE*, con una larga carrera como funcionario del propio Instituto, en el cual ejerció, entre otros, el cargo de Representante del IICA en Brasil y en Uruguay, Director del IICA para la Región Andina y Asesor de la Dirección General, un profesional de carrera en el propio Instituto.

La nueva gestión, tal como se acordó en la Junta Interamericana de Agricultura desde 1981, presentó su Plan de Mediano Plazo 2018-2022, teniendo en cuenta las llamadas “nuevas oportunidades y desafíos” tales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, que fueron adoptados por las Naciones Unidas en septiembre del 2015; el debilitamiento del multilateralismo en el ámbito comercial con asomo de corrientes proteccionistas; una caída en los recursos destinados al desarrollo y una economía global tímidamente reactivada.

Luego de un amplio análisis de la visión, misión y naturaleza del IICA y del entorno, define cinco áreas prioritarias de cooperación técnica y gestión, algunas que son continuidad de las anteriores y otros como nuevos retos y desafíos y donde muchas de ellas agrupan varios temas complementarios: 1. Bioeconomía y Desarrollo Productivo. 2. Desarrollo Territorial y Agricultura Familiar. 3. Comercio Internacional e Integración Regional. 4. Cambio Climático, Recursos Naturales y Gestión de Riesgos Productivos. 5. Sanidad Agropecuaria, Inocuidad y Calidad de los Alimentos.

Con el advenimiento del segundo mandato, 1922-26, aun en plena vigencia, el nuevo PMP; publicado por el IICA, 2022, se refleja una cierta continuidad de gestión del anterior, con la introducción de algunos nuevos elementos que en esencia no modifican la orientación general, que en los últimos años viene desempeñando el IICA. b

Así pues el IICA se plantea un nuevo escenario mas allá de las reuniones ministeriales de la Junta Interamericana de Agricultura, JIA, en cuya reunión de septiembre del año 2021 los ministros de agricultura: *“resaltan la integralidad de los sistemas agroalimentarios y la necesidad de su plena consideración en el diseño de las estrategias de cooperación. Todos estos aspectos definen un marco más amplio para el accionar del IICA, que debe ser considerado en su estrategia para el periodo 2022-2026”*

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París adoptado en 2015 destacan *“el logro de la seguridad alimentaria, la erradicación del hambre y la atención de las vulnerabilidades particulares de los sistemas de producción de alimentos ante los impactos adversos del cambio climático constituyen prioridades fundamentales”* y debe ser considerado cuando menos en seis temas relacionados con los suelos, el uso de nutrientes, el agua, la ganadería, los métodos para evaluar la adaptación y las dimensiones socioeconómicas.

Para dar cumplimiento a este ambicioso enfoque, el IICA en su PMP vigente, 2022-2026, mantiene las cinco áreas prioritarias ya definidas en el PMP anterior.

La explicación conceptual y epistemológica de estas líneas así como los proyectos en los cuales se desglosa con el elemento central del PMP, cuyo documento ya se citó, reflejan como ha cambiado el enfoque de la cooperación técnica del IICA, en relación a los anteriores períodos administrativos, décadas y tendencias.

## EL PRESUPUESTO DEL IICA

En cuanto a los recursos financieros de los cuales el IICA dispone para realizar su misión, es interesante pasar revista al presupuesto 2021-2022; publicado por el IICA, 2021, al respecto puede leerse el **ANEXO VI**, sobre el Presupuesto del IICA. El monto estimado de las cuotas de los países, es de unos 29.574100 de dólares de USA, que sumado a otros ingresos misceláneos de 2.500.000 dólares USA, totalizan 32.074.200 dólares de USA, de los cuales el 65% son gastos de personal y un 35 % para financiar su funcionamiento anual, en total. De estos fondos, USA aporta el 53%, Brasil el 14% Canadá el 11%, México el 7,5%, Argentina el 3,5%; Venezuela el 2,2%, Colombia el 1,8% , Chile 1,6% y Perú 1,2%, mientras que el resto aporta cantidades inferiores en el rango de menos de 1% a 0,1% lo cual con la devaluación progresiva de la moneda y el incremento en los alcances de la cooperación técnica, hacen inviables muchas de las metas del PMP y obligan al IICA a buscar los llamados *“recursos externos”* para lo cual tiene que negociar con agencias internacionales o comprometerse en temas a ejecutar que no siempre están correctamente alineados con la agenda y el mandato de la Junta Interamericana de Agricultura y en algunos casos, para acceder a ellos, realizar tareas de consultoría que no se corresponden con el papel y misión del IICA y condicionan su accionar.

Para el presupuesto mencionado los *recursos externos o fondos externos* alcanzaron 129.760.661,00 dólares de USA, con lo cual el presupuesto alcanzó la cifra de 163.402.427, que representa el 79,41% del presupuesto total del IICA y dimensiona su atadura a proyectos negociados por IICA para complementar su funcionamiento. En muchos casos estos fondos son aportes de contrapartes para proyectos de cooperación técnica del IICA y en otros, fondos asociados a estudios y proyectos contratados para su ejecución.

Todo ello determina limitaciones financieras importantes que obligan al IICA a buscar recursos mas allá de los aportes de los países y a realizar un sinnúmero de negociaciones y gestiones que llevan a sus oficinas a establecer compromisos, firmar contratos y establecer convenios para asegurar determinados financiamientos o bien a administrar recursos de los ministerios de agricultura de los países o de otras instituciones, que le permiten cobrar una comisión por administración que generalmente está establecida en el 4% del fondo administrado, con respecto al cual la Oficina del IICA respectiva se convierte en un pagador de cheques y asignaciones, cuyo respaldo y justificación no depende de está,

sino del organismo dueño de los fondos y ejecutor del programa respectivo. Cuando estas órdenes de pago no tienen el respaldo y justificación apropiadas pueden ocurrir graves problemas, que si bien no son de responsabilidad del propio IICA, su imagen corporativa se puede ver comprometida.

En la perspectiva de la administración del Director General Manuel Otero, según su informe; IICA, 2022, destaca logros como: el *Programa Iniciativa Suelos Vivos de las Américas, USAM*, en alianza con la Universidad Estatal de Ohio; la *Misión Agricultura Digital en Acción, ADA*, con acciones en asistencia técnica digital que, junto con la organización no gubernamental *Precision for Development (PxD)*, se han iniciado en Brasil y Colombia; el *Laboratorio de Innovación Digital para la Agricultura*, en alianza con el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Costa Rica; en el marco de la pandemia, puso en marcha iniciativas como: *Conformación del Consejo Asesor de Seguridad Alimentaria*; herramientas técnicas de cooperación e información para los países, tales como el índice de vulnerabilidad alimentaria; el *Blog IICA*, para tratar la situación de la pandemia; y las herramientas y aplicativos de comunicación, comercio y extensión agraria de apoyo a los gobiernos y agricultores, especialmente para Centroamérica y el Caribe. un nutrido diálogo sobre los sistemas agroalimentarios y la agricultura y cambio climático.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la revisión histórica y conceptual de la evolución del IICA en sus ochenta años de accionar, se podrían hacer algunas consideraciones finales:

1. El IICA fue creado por la iniciativa de la Secretaría de Agricultura de USA, en acuerdo con la Unión Panamericana de Naciones, para promover un incremento de la oferta agroalimentaria en un período de crisis como lo fue la II Guerra Mundial, partiendo de la base de que tal propósito era posible con el impulso de la Educación y Capacitación de personal y la innovación e investigación para modernizar los procesos productivos en la agricultura
2. Su Convención y evolución durante los primeros cuarenta años estuvo centrada en un esfuerzo sostenido por fortalecer la educación superior agropecuaria, la investigación agrícola, especialmente en cultivos tropicales y asociado a ello una labor de extensión y comunicaciones para divulgar los conocimientos generados y modernizar las instituciones agrícolas, mediante la incorporación de los nuevos profesionales y técnicos formados en las ciencias agrícolas.
3. En la realización de su misión y objetivos logró consolidar el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, fortalecer todo el sistema de investigación agropecuaria de los países, impulsar iniciativas para mejorar la calidad de la educación en ciencias agrícolas, técnicas medias y superior y crear redes de intercambio interinstitucionales así como una amplia divulgación de

la información y el conocimiento generados en estos procesos.

4. Las demandas crecientes de los gobiernos de los países, especialmente de los ministerios de agricultura que constituían su Junta Directiva, así como el interés de su propia Dirección General, en ampliar su radio de acción, provocó el cambio estructural y estratégico del IICA a uno distinto de Cooperación para la Agricultura, con nuevos objetivos y roles.
5. Se ve claramente que algunas de las nuevas líneas prioritarias de han mantenido una cierta continuidad, especialmente en el tema de la Sanidad e Inocuidad de los alimentos, la cual pasó a constituirse en una fortaleza del IICA y un tema cuya importancia no se discute pues constituye la exigencia básica de los países que mas aportan financieramente a la institución.
6. Algunas otras líneas prioritarias y temas, con variaciones de enfoque y tratamiento han mantenido su accionar como las de desarrollo rural, con las orientaciones que las distintas épocas le han otorgado al tema, desde el desarrollo rural integral, la llamada nueva ruralidad, el desarrollo territorial y su vinculación con los conceptos de igualdad de género, juventud, mujer rural, recursos naturales y sostenibilidad y la búsqueda de la prosperidad y el mejoramiento de la vida rural.
7. En igual sentido el tema de Comercio, Negociaciones Agrícolas Internacionales e Integración con la búsqueda de Acuerdos y Asociaciones entre los países para fortalecer sus estrategias negociadoras e impulsar la producción y la productividad.
8. Se ha mantenido con variados enfoques lo relacionado con el mejoramiento de la agricultura, su modernización, el tratamiento mediante el concepto de cadenas agro productivas, que asocian la producción primaria, los servicios a esta como la limpieza, la clasificación, secado, almacenamiento, transporte, transformación agroindustrial, empackado, presentación, hasta su colocación en los consumidores finales.
9. A través de su historia, el IICA ha logrado avances significados en el tratamiento de sus apoyos a la agricultura y la vida rural y ha logrado consolidar muchos proyectos y experiencias exitosas, algunas de las cuales han sido adoptadas por los países en su desarrollo y otras lamentablemente han ido quedando en la memoria histórica de la institución como proyectos cumplidos, cuya experiencia no ha sido aprovechada sinérgicamente para potenciar la propia acción de la institución.
10. No cabe duda de que la alternabilidad de los Directores Generales, y con ellos la incorporación de personal a ellos vinculados, ha significado un proceso de cambios y de renovaciones periódicas de la institución, con reformas estructurales y nuevos enfoques y líneas de acción que han dinamizado la gestión; pero también ello ha significado la dejación de programas y proyectos que en muchos casos estaban ofreciendo excelentes resultados.

11. Tal como el autor lo destaca en uno de sus libros, HECHOS, RELATOS Y PALABRAS<sup>9</sup>, el IICA se ve afectado por varias fuerzas tanto internas como externas. Por un lado su creciente burocracia, especialmente en la Sede Central, donde se concentra buena parte de su personal y también del gasto interno. Esta macrocefalia debilita la gestión de cooperación técnica al interior de los países, que es en definitiva donde están los escenarios de la agricultura y la vida rural y donde por tal razón, se requiere la potenciación de las acciones y esfuerzos en asociación con las políticas públicas y las iniciativas del sector privado de los países.
12. Por otro lado, es notoria la tendencia de esta frondosa burocracia central a dirigir la institución en función de sus propios objetivos, sindicatos de poder y roscas al interior que se van consolidando para controlar la toma de decisiones, imponer las agendas en las reuniones ministeriales a propósito del ejercicio de la Secretaría de cumbres y reuniones ministeriales y el apoyo a las mismas; así como liderizar indirectamente las candidaturas al cargo de Director General y con él a los puestos estratégicos de la organización. Esta tendencia endogámica es una especie de *inbreeding* que limita las posibilidades de refrescamiento y autonomía entre la Junta Directiva ministerial (Comité Ejecutivo y JIA) ejercida por los países y la gerencia interior que determina su propia agenda, marcada en el nuevo PMP de cada período, presentado por el nuevo Director General. En tal sentido debería existir alguna disposición que prohíba la participación como candidatos a la Dirección General de quienes han hecho carrera dentro de la propia institución.
13. Es indispensable, igualmente, una política de reclutamiento de los recursos y talentos humanos profesionales, con normas que garanticen la selección de personas con el mayor nivel de educación, capacitación, experiencia profesional en los temas del IICA y garantía de buen desempeño. Estos procesos de incorporación de personal deben ser independientes de las recomendaciones de los propios ministerios de agricultura, cuya tendencia, observada con el tiempo, está asociada a reclutar para el personal de más alto nivel, a funcionarios provenientes de los propios ministerios o que por razones de los cambios de gobierno, han dejado de desempeñarse en los mismos.
14. A fin de realizar un proceso de evaluación, seguimiento y control de la gestión del IICA, mas allá de la Contraloría Interna de la Institución, generalmente muy vinculada a la propia administración del Instituto, la Junta Interamericana de Agricultura debe crear una Contraloría General autónoma, que rinda cuenta directamente a esta instancia de los países, no solo para garantizar la razonabilidad de la gestión administrativa, la ejecución presupuestaria mas eficiente y la optimización en las inversiones de los recursos financieros escasos que maneja la institución; sino también para ejercer una supervisión en la ejecución del Plan de Mediano Plazo a fin de que se cumplan los objetivos y metas propuestos en el mismo. Esta instancia es de vital importancia no solo para ejercer evaluación y control de la gestión de la Sede Central sino también de las oficinas, programas y proyectos regionales y nacionales.
15. En la primera etapa del IICA se estableció una carrera funcionaria con una gran estabilidad, que llevó a tener especialistas con mas de treinta años en la institución; este estatuto, para corregir tal estatus de recursos humanos fue sustituido por el de contratos bianuales, renovables de acuerdo con los resultados de la evaluación o las necesidades internas de trabajo; pero esta práctica se tradujo en muchos casos en una renovación indefinida de los mismos.
16. Una limitación fundamental que está afectando el alcance en el logro de los objetivos del IICA está asociada con la congelación de los aportes de los países para la elaboración del presupuesto anual. Inicialmente se estableció un criterio que parecía justo, asociado con la determinación de un dólar por cada mil habitantes, posteriormente se asoció el monto del aporte con el PIB del respectivo país, esa cuota no se ha respetado, algunos países presentan deudas acumuladas y el monto llevaba muchos años congelados.
17. Los países deberían aumentar significativamente sus aportes para garantizar la fiel ejecución de los programas consensuados alrededor de los Planes de Mediano Plazo aprobados por la Junta Interamericana de Agricultura, JIA y un nuevo acuerdo sobre el monto de las cuotas debe ocurrir, para poder financiar los cada vez más amplias demandas de apoyo de los países; pero también nuevas estrategias de *fundraising* y negociaciones internacionales y nacionales para la realización de programas con fondos compartidos y programas cooperativos que tengan un efecto multiplicador en el financiamiento del Instituto.
18. El IICA debe igualmente elevar el nivel en el reclutamiento de su personal profesional en términos no solo de incorporar profesionales con doctorado de universidades con reconocido prestigio, sino también con experiencia y capacidad de desempeño demostrado en otras instituciones de nivel equivalente, mediante concursos públicos, para que tal proceso independiente de las presiones y recomendaciones ministeriales, práctica que viene ocurriendo para ubicar a exfuncionarios de tales organismos cuando estos suelen hacer dejación de sus cargos por cambios al interior de los países.
19. Existe un desbalance en la ponderación del peso que tienen los países en las decisiones fundamentales del IICA, ya que de acuerdo con el derecho internacional,

<sup>9</sup> QUEVEDO CAMACHO, RAFAEL ISIDRO. 2021. HECHOS, RELATOS Y PALABRAS. Ediciones Digitales López & Quevedo. Caracas, Venezuela. 535 páginas.

- un país significa un voto. En las decisiones de la Junta Interamericana de Agricultura, que en definitiva no solo aprueba las resoluciones y planes del IICA sino también elige al Director General encargado de ejecutarlas, el voto de países tan grandes como USA, Brasil, México, Canadá, Argentina, Colombia o Venezuela, valen lo mismo que aquellos países islas cuyo tamaño es inferior en territorio y población a muchos municipios de cualquiera de aquellos.
20. A través de su ya larga trayectoria de ochenta años de cooperación técnica, el IICA ha alcanzado importantes logros e impactos tanto en el mejoramiento de la agricultura de las Américas, su modernización, eficiencia, productividad, sanidad e inocuidad de los alimentos, así como en la vida rural, a través de iniciativas a tono con los tiempos y coyunturas de cada época.
  21. El IICA ha impactado en la formación del talento humano, en la formación de capacidades, en su relación con las universidades y escuelas técnicas agrícolas, para su mejoramiento curricular y de la calidad y pertinencia de la educación impartida; así como en los programas de investigación e innovación a los cuales ha estado ligado por diversos mecanismos cooperativos. Del mismo modo su acercamiento a la población rural, a la mujer, a la juventud, la población indígena y a las organizaciones de productores y comunidades, con programas que en cada época han tenido sellos distintivos y que han logrado impactos importantes.
  22. El IICA, por encima de todo, ha sido un lugar de encuentro de los altos funcionarios vinculados a la agricultura y el medio rural, ministros, viceministros, directores generales y directores especializados, así como presidentes o directores de institutos autónomos, especialmente en el campo de la investigación e igualmente de rectores, decanos y directores académicos universitarios ( estos últimos, más en el pasado que en el presente) todo lo cual ha permitido un intercambio de visiones y experiencias.
  23. En la ruta de los escenarios futuros será necesario bosquejar las perspectivas del mundo porvenir y tener en cuenta los acelerados cambios que están sucediendo en la ciencia, la técnica, la geopolítica y la vida cultural y social de la humanidad, para diseñar con propiedad el papel no solo del IICA sino también las demandas que los países pueden hacerle para esperar de él respuestas pertinentes para la vida y la producción rural. El IICA tiene que volver sus ojos hacia las universidades
  24. Es oportuno, que la propia JIA designe, como lo hizo en el pasado, una Comisión Especial de muy alto nivel de experticia, independencia y ascendencia, para que formule un diseño de largo plazo y proponga recomendaciones estratégicas para insertar al IICA en los escenarios del futuro y mecanismos que le permitan

ajustarse a los cambios e incertidumbres del porvenir, ya que así como el cambio climático afectará la agricultura y la vida rural de la humanidad y a redefinir la misión y visión estratégica institucional y a transformaciones estructurales, y programáticas muy profundas para continuar su vigencia, como la incorporación exitosa para promover el mejoramiento de la agricultura y la vida rural de las Américas.

### **CAPÍTULO III**

#### **EL FORO REGIONAL ANDINO PARA EL DIÁLOGO Y LA INTEGRACIÓN DE LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA Y RURAL, FRADIEAR**

En el capítulo anterior se hizo una caracterización histórica, conceptual y de gestión del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, el IICA, a través de sus ochenta años de actividades. Se pudo observar cómo en la primera etapa su quehacer se concentró en la cooperación y el fortalecimiento de las actividades de educación, investigación y comunicaciones en ciencias agrícolas, con miras a fortalecer la formación del talento humano y las innovaciones que pudieran incidir en el mejoramiento de la agricultura.

El IICA desde iniciado el período del Director General Carlos Aquino González, quien contó con el apoyo del Ex Rector de la Universidad Henríquez Ureña, de República Dominicana, el Dr. Jaime A. Viñas Román como Director del Centro de Educación y Capacitación del IICA, el cual posteriormente dio origen a la Dirección de Educación y Capacitación, inició el impulso de un conjunto de *"Jornadas Regionales de Modernización de las Facultades de Agronomía"*, con tres grandes eventos uno celebrado en Algarrobo, Chile, otro en Maracay, en la Facultad de Agronomía de la UCV, en Venezuela y el tercero en la ciudad de Costa Rica, en la propia sede central del IICA.

La primera Jornada Regional o Conferencia Regional para la Integración de la Educación Agrícola Superior para la Región Andina, celebrada en la ciudad de Maracay, Venezuela, en la sede de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, UCV, tuvo lugar el año 1997, con la Presidencia del Decano Franklin Chacín Lugo y del Dr. Jaime Viñas Román Director del CECAP-IICA<sup>10</sup>, al respecto QUEVEDO, 2008, anota que estas jornadas fueron precedidas de un trabajo de coordinación y contactos con las diversas facultades de agronomía de los países y el propio IICA financió el traslado de los decanos de estas instituciones por país, para su participación en lo que fueron los primeros diálogos que tuvieron lugar en 1997.

<sup>10</sup> El autor, ya como profesor titular jubilado de la UCV y actuando como especialista en educación y capacitación del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, actuó

como coordinador de la reunión y tuvo a su cargo la organización del evento.

## MARACAY: PRIMERA CONFERENCIA INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS PARA LA REGIÓN ANDINA

La primera Conferencia Regional para la Región Andina, celebrada en Venezuela se realizó con un temario mediante el cual se hizo un análisis de la situación de las instituciones de educación agrícola superior en la región andina, un intercambio entre los decanos de los países, llamado *Foro de Decanos*, para recabar sus opiniones y planteamientos y discutirlos con los participantes, se formaron grupos de trabajo para revisar los diferentes temas y muy especialmente se desmenuzó el modelo de la Universidad de Loja en Ecuador, que a principios de la década de los ochenta era fruto de una reforma universitaria.

La reforma de la Universidad de Loja, tuvo lugar unos cinco años después de la realizada y en plena y exitosa vigencia en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, cuyas características básicas fueron presentadas igualmente y en cuyo proceso se pudieron observar un conjunto de similitudes asociadas con la metodología y estrategia utilizada en ambos casos para alcanzarla.

Es interesante destacar que en el caso de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, esta reforma dio lugar a un nuevo plan de estudios y a un conjunto significativo de cambios, así como la modernización de los métodos de evaluación, pedagógicos, flexibilidad curricular y mejoramiento de la calidad de la educación, cambios en la atención al estudiante y al profesor, convirtiéndose en un proceso sostenible que estuvo vigente hasta el año 2008. Esta reforma se prolongó por treinta y tres años, con ciertas modificaciones, adaptaciones y es responsable por la graduación de más de cuatro mil profesionales en cinco

menciones específicas: Producción Vegetal o Agronomía, Producción Animal, Ingeniería Agrícola, Ingeniería Agroindustrial y Desarrollo Rural<sup>11</sup>.

Estas primeras tres conferencias regionales en el Sur, Los Andes y Centroamérica, tuvieron la virtud de lograr un encuentro entre los líderes académicos, rectores de universidades agrarias, y fundamentalmente decanos, directores de programas y especialistas, así como algunos otros actores de figuración relevante en los procesos académicos de modernización que estaban ocurriendo en algunas instituciones universitarias del hemisferio y a la vez sirvieron como factor motivador para inducir el fortalecimiento institucional hacia el cambio en muchas otras.

De estas reuniones, surgieron un conjunto de recomendaciones estratégicas basadas en el modelo de Desarrollo Curricular en la reforma del Plan de Estudios de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela<sup>12</sup> y en el de la Universidad de Loja, así como del intercambio realizado tanto en el foro de decanos como en los grupos de trabajo que enriquecieron las conclusiones y recomendaciones.

Tal como lo señala el autor; QUEVEDO, 2008, que estas tres primeras conferencias sirvieron para detectar *“una situación en la cual la matrícula tendía a disminuir (en las ciencias agrícolas), existía una gran resistencia al cambio por parte de las propias comunidades universitarias, una falta de claridad en los objetivos a lograr, una gran complejidad reglamentaria, burocrática y lentitud e indiferencia al cambio, una educación basada en paradigmas tradicionales, aislamiento de las universidades frente al entorno, limitaciones en la formación de los profesores, en la dotación de las bibliotecas y falta de conectividad con los grandes centros de información y documentación del mundo, así como un cierto aislamiento de estas facultades al interior de sus propias*

<sup>11</sup> Para una visión más detallada de esta reforma y de la Facultad de Agronomía como un todo pueden consultarse las publicaciones: QUEVEDO C. RAFAEL I. 2021. La Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, UCV. Edición conjunta de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat y de la Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 435 páginas; y **Mora Contreras, Luis, Quevedo C., Rafael I, Mayorca Antonio, Lugo Blanco, J.J., Fernández Antonio, Paredes, Luis y Gámez, Clemente César. 1975. Informe de la Comisión de Reestructuración Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, UCV. Maracay, Venezuela. Cinco Tomos.**

<sup>12</sup> Esta Reforma Integral en el Desarrollo Curricular de la Facultad de Agronomía de la UCV fue coordinada por el autor en su condición de Director de Docencia en la Facultad de Agronomía de la UCV y tuvo la visión, en primer lugar de organizar grupos interdisciplinarios para promover el cambio, realizar una multiplicidad de seminarios y talleres de inducción de la reforma, la capacitación en fortalecimiento institucional para motivar hacia la reforma, fundamentar las reformas de manera racional en una visión holística del diseño curricular, mediante un diagnóstico nacional de la situación del país, de su educación, de la universidad y la propia facultad, así como la discusión de una visión estratégica que permitió identificar la pertinencia de la educación superior, realizar

intercambios con el sector productivo para evaluar las demandas y requerimientos de este, con los egresados y su experiencia profesional, vincular la reforma con los procesos de cambio institucional requeridos, garantizar la participación plena de profesores y estudiantes en todas las fases del proceso, lograr un compromiso para adelantar los cambios por parte de toda la comunidad universitaria, una campaña de información, divulgación y comunicación para hacer transparente toda la documentación y resultados, así como los acuerdos de todo el proceso de discusión y negociación de los cambios y en fin, la conformación de un equipo de especialistas en educación que asesoró todas las actividades del proceso y luego se consolidó para efectuar un seguimiento y evaluación de su ejecución. Todo fue hecho por equipos de profesores y estudiantes, en la integralidad, abarcando no solo nuevos enfoques y contenidos del plan de estudios, sino también las actividades pedagógicas teórico prácticas, los enfoques y métodos pedagógicos, los procesos de evaluación tanto del estudiante, como de los profesores y de las actividades docentes, la incorporación de contenidos de formación humanística y deportiva como complemento a la formación científica básica y profesional, la organización de la actividad docente, la capacitación del profesorado, una nueva visión del estudiante, el trabajo de grado y otras actividades.



*universidades e interinstitucionalmente con las otras del país y más aún del resto de América y del Mundo.”*

Este desafío liderado por un equipo<sup>13</sup> dirigido por el Director del Centro de Educación y Capacitación del IICA, CECAP, realizó un rol de motivación, facilitación, coordinación y apoyo financiero y técnico para reunir los líderes estratégicos de las Facultades de Agronomía, inicialmente y luego rectores, vicerrectores, decanos, directores y especialistas de las facultades de ciencias agrícolas de manera más amplia, para el intercambio de experiencias, conocimiento y encuentro mutuo, revisando modelos de reforma ocurridos, experiencias exitosas, problemas y limitaciones que enfrentaban las diversas realidades nacionales, la búsqueda de respuestas en los liderazgos del mundo productivo, empresarial, agrario y gubernamental, de los profesionales egresados y el establecimiento de mecanismos de capacitación en temas estratégicos de la educación en ciencias agrícolas y la cooperación horizontal interinstitucional.

### **LIMA: SEGUNDA CONFERENCIA INTERNACIONAL EN EDUCACIÓN SUPERIOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS PARA LA REGIÓN ANDINA**

En esta perspectiva se promovió un segundo ciclo de estas jornadas regionales. En el caso de la Región Andina, reseñada en el BOLETIN SIHCA, 1998, tuvo lugar en la ciudad de Lima, Perú, bajo el título de *“Conferencia Regional para la Integración de la Educación Agropecuaria Superior de la Región Andina”*. Este evento se efectuó en las instalaciones de la *Universidad Nacional Agraria La Molina, UNALM*, con la participación de decanos de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Uruguay, al cual asistieron también algunos rectores, vicerrectores de universidades agrarias, así como los especialistas del Centro de Educación y Capacitación, CECAP, del IICA, personal de la Oficina del IICA en Perú y algunos agro empresarios y senadores peruanos invitados para exponer los puntos de vista del sector externo a las universidades.

Dentro de las recomendaciones de esta Conferencia Regional, se incluyó la de crear un Foro Regional Permanente de Facultades de Ciencias Agropecuarias y Afines de la Región Andina, así como la constitución de Foros Nacionales equivalentes sobre los temas de interés de estas instituciones, dando prioridad y relevancia a los procesos de Evaluación y Acreditación Institucional, para fomentar una cultura de la evaluación como un instrumento fundamental para la transformación académica. Todo ello con miras a mejorar la calidad y pertinencia de la educación agrícola superior.

En este evento se recomendó fortalecer los vínculos y lazos de cooperación con el sector productivo, especialmente de los agro empresarios y asociaciones de campesinos, los actores del sector político, parlamentarios, el Estado, el Parlamento y la Comunidad Andina de Naciones, CAN. Finalmente se expresó un voto de reconocimiento a la Universidad Nacional Agraria de la Molina, UNALM, sede del evento a cuya hospitalidad estuvo la Conferencia, bajo la gestión del Rector Francisco Delgado de La Flor<sup>14</sup>.

### **SAN CRISTOBAL: III CONFERENCIA INTERNACIONAL EN EDUCACIÓN SUPERIOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS PARA LA REGIÓN ANDINA**

La tercera reunión regional andina de este género tuvo lugar el año 1999 en la ciudad de San Cristóbal, Venezuela, en el Salón Ramón J. Velásquez de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, UNET, para entonces bajo la rectoría del Ingeniero Agrónomo Humberto Acosta Rivas. Este evento tuvo lugar entre el 24 y el 26 de Noviembre de 1.999, auspiciada por el IICA, quién financió el traslado de tres decanos por cada uno de los cinco países de la Región Andina y al cual adicionalmente asistieron los decanos de las facultades de Agronomía de Venezuela, al igual que algunos agro empresarios invitados, representantes de colegios profesionales, rectores y vicerrectores de universidades agrarias, y funcionarios del IICA, como el Dr. José Luis Parisí y el autor, quienes hicieron presentaciones relacionadas con la modernización de la educación superior y los procesos de evaluación y acreditación

Uno de las decisiones más relevantes de esta Tercera Conferencia Regional de Educación Agrícola Superior para la Región Andina se refiere al Acuerdo unánime sobre la creación del Foro Regional Andino Permanente para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural de la Región Andina, reportado en el BOLETIN SIHCA, 1999, *“a fin de promover la inserción del tema de integración de la educación y la capacitación agropecuaria y rural en la agenda de trabajo de las entidades y eventos internacionales, facilitar los procesos de integración de la educación y capacitación agropecuaria y propiciar la actualización curricular, el diseño y la ejecución de métodos de desarrollo de la capacidad de evaluación y acreditación y el establecimiento de mecanismos de integración cooperación recíproca entre sus miembros”*.

Esta Tercera Conferencia, se adoptaron un conjunto de acuerdos para orientar el trabajo a realizar en el marco de este nuevo instrumento de cooperación internacional naciente.

<sup>13</sup> El Director, Ex Rector Jaime Viñas Román y en el cual se encontraba el Ex Rector argentino Dr. José Luis Parisí Varas, el Dr. Juan Calivá Ezqivel, el Dr. José Ramírez Alfaro, Jorge Sariego Mc Ginty y el autor Rafael Isidro Quevedo Camacho.

<sup>14</sup> En este evento estuvo presente el Director del Centro de Educación y Capacitación del IICA en Perú, Economista Martín Ramírez Blanco, quien dio el apoyo de la Oficina del IICA en Perú o Agencia de Cooperación Técnica, ACT como se bautizaron durante la

gestión del Director General Carlos Aquino González y el autor quien para entonces Secretario Ejecutivo del Sistema Hemisférico de Capacitación para el Desarrollo Agrícola, SIHCA.IICA, asistió en compañía de una calificada delegación venezolana presidida por el Rector Humberto Acosta de la UNET, el Director del CECAP, Dr. Jaime Viñas-Román y otros asesores de éste como el Dr. José Luis Parisí Varas.

Este conjunto de conferencias internacionales, permitió consolidar en todo el hemisferio una atmósfera de renovación y modernización ya no solo en las facultades de agronomía, sino más ampliamente, con la incorporación progresiva de otras profesiones de las ciencias agrícolas, como las ciencias veterinarias y la zootecnia y ampliar la base de participación en una nueva plataforma con la incorporación ya no solo de los actores promovidos por el IICA sino también por quienes en conocimiento de estos procesos de encuentro se interesaron en participar.

La Conferencia de San Cristóbal fue bautizada como el “*Primer Foro Regional sobre Educación para la Integración y el Desarrollo Rural*”. Se aprobó el llamado “*Acuerdo de San Cristóbal*”, en el cual se formalizó la creación del “*Foro Permanente Ampliado para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural de la Región Andina*”. Este evento, tuvo lugar del 24 al 26 de noviembre de 1999. Esta reunión, que culminó con la “*Declaración de San Cristóbal*”, que incluye cuatro considerandos y ocho acuerdos, referidos a la constitución del foro, sus objetivos, la membresía, los mecanismos e instrumentos de trabajo, la necesidad de una Secretaría Técnica inicialmente ejercida por el IICA, su misión como mecanismo de diálogo e integración de la educación agropecuaria y rural, la constitución de un Consejo Consultivo como cuerpo directivo internacional, la conveniencia de que este Foro realice reuniones anuales o bianuales rotativas entre los países y la sugerencia de una amplia divulgación y comunicación de los temas tratados, tal como lo registra el BOLETIN SIHCA, 1.999.

Luego de estos tres ciclos de conferencias regionales que impactaron en casi todas las facultades de agronomía del hemisferio y crearon una nueva atmósfera de motivación a los cambios y la modernización institucional, el mundo se preparaba con muchas expectativas al año 2.000

En la X Reunión de la Junta Interamericana de Agricultura, entre el 26 y 29 de octubre de 1.999, en Salvador de Bahía, Brasil, fue ratificado el Director General Carlos Aquino González, luego de presentar su informe de gestión ya comentado. En ella igualmente se aprobó una resolución que consolidó el programa de Educación y Capacitación, luego de que se discutiera una Resolución, que inicialmente tenía el propósito de despojar al Sistema Hemisférico de Capacitación Agrícola, SIHCA, del manejo de un presupuesto autónomo, hecho nacido en algunos sectores internos del propio IICA; pero que resultaron derrotados en las sesiones de la X JIA<sup>15</sup>, lográndose la aprobación unánime de un texto de esta resolución en apoyo a los programas de educación y

capacitación como se puede leer en la Resolución 329, publicada en el BOLETIN SIHCA, 1999, según la cual la JIA, considera:

*“La indispensable necesidad y urgencia de formar y capacitar recursos humanos para desarrollar una agricultura competitiva y el consenso existente a nivel de las instituciones nacionales, regionales y hemisféricas de orden político, científico, financiero y técnico... así como la alta demanda de cooperación de los Países Miembros provenientes de centros académicos y de entidades públicas y privadas de formación y de capacitación de recursos humanos para la agricultura...Resuelve:*

1. *Subrayar la importancia estratégica de profundizar la labor de cooperación que el Instituto viene desarrollando en la materia al nivel de los países, de las regiones y del hemisferio, y de fortalecer las alianzas estratégicas y los trabajos conjuntos sobre el tema que se encuentran en ejecución con la Organización de Estados Americanos, OEA, con la FAO, con el Banco Mundial, y con el Banco Interamericano de Desarrollo.*
2. *Instruir al Director General para fortalecer las actividades institucionales de educación y capacitación de recursos humanos para la agricultura competitiva y un medio rural desarrollado, en un programa de educación y capacitación en temas estratégicos de alta demanda en los países, que coordinen recursos técnicos, financieros regulares y externos que se obtengan, de tal forma de lograr optimizar su uso e impacto.*
3. *Establecer mecanismos de consulta e interlocución permanente con los Gobiernos, para analizar el avance y orientar a las reales necesidades, regionales y hemisféricas.”*

En este nuevo escenario, con el Director General ratificado y su mandato bien definido en el tema de Educación y Capacitación, el autor como especialista en educación y capacitación para la región andina, basado en la anterior Resolución 329, la cual era un mandato inobjetable, inició gestiones en coordinación con el CECAP, para continuar con la Agenda de Cooperación Técnica en el tema, especialmente con el fortalecimiento del programa de cursos de capacitación promovidos por el Sistema Hemisférico de Capacitación para el Desarrollo Agrícola; SIHCA-IICA, 2007, y a la espera de que, con la iniciativa del CECAP y de las facultades de ciencias agrícolas de la Región Andina se reiniciara la agenda de cooperación técnica en el tema de las Conferencias Regionales de Educación Superior en Ciencias Agrícolas, ahora en el marco del nuevo mandato surgido en el “*Acuerdo de San Cristóbal*” de crear el Foro Permanente para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural.

Ejecutiva era desempeñada por el autor y el cual tenía un presupuesto propio y autónomo y gozaba de fondos adicionales de donaciones y actividades que generaban ingresos propios. Tal proyecto, cuando se presentó, fue modificado con la intervención del Embajador de Venezuela en Brasil, con mi asesoría, quien representó al país en la segunda parte de las deliberaciones y logró modificar el sentido de la misma hacia el fortalecimiento de los programas en el tema, tal como se puede leer en el texto aprobado.

<sup>15</sup> Al respecto puede leerse en el libro del autor, ya citado, HECHOS, RELATOS Y PALABRAS, las incidencias un tanto interesadas de un personaje que al interior de la Dirección de Educación y Capacitación del IICA logró a través de la Secretaría de la X Reunión de la JIA, manejada por el Director de Planificación del IICA, de un proyecto de resolución, que establecía la administración centralizada en el CECAP de todos los fondos de los proyectos de educación y capacitación, incluyendo los del Sistema Hemisférico de Capacitación para el Desarrollo Agrícola, cuya Secretaría

El autor<sup>16</sup> como especialista en educación y capacitación para la región andina, basado en la anterior Resolución 329, estableció conversaciones con el nuevo Director designado *Francois Dagenais*, y este nuevo titular solicitó al Secretario Ejecutivo del SIHCA, bajo la titularidad del autor, para que se encargara de la organización del evento y reiniciar la agenda de cooperación técnica en el tema de Educación y Capacitación para la Región Andina. Ante la pasividad de los países para adelantar la reunión del nuevo mecanismo, es decir del Foro Regional Andino Permanente para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural, FRADIEAR, creado en San Cristóbal el año 1999, se decidió por considerarlo más viable, iniciar negociaciones con la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, para celebrar en su sede este evento, que sería la Cuarta Reunión.

## BAJO SECO

Convocada la reunión y como se trataba de un compromiso internacional, se negoció con el decano un Plan de Adecuación y Equipamiento de tales instalaciones con una inversión compartida 50% por el IICA y 50% por la Facultad. Era lo que el decano aspiraba y lo logró<sup>17</sup>.

En este proceso de convocatoria se introdujeron algunas innovaciones en la organización que resultaron en el aseguramiento de la sostenibilidad de las reuniones futuras, ya no con el exclusivo financiamiento del IICA, sino también con la participación de las instituciones anfitrionas y el apoyo de organismos públicos y privados del país sede.

Se logró que en la Estación Experimental remodelada se pudieran alojar los delegados, que el servicio de comedor universitario instalado en la Estación para estudiantes y profesores, pudiera servir a todos los asistentes una comida de excelente preparación y calidad; que algunas instituciones hicieran aportes monetarios o de servicios y productos para complementar los gastos del evento, se incorporó por primera vez en la agenda un último día, luego de la clausura de la reunión, para una gira ecoturística por varias unidades de explotación tanto agrícolas como ganaderas y agroindustriales que podían ser de interés para los delegados visitantes y que servían para que éstos, venidos de los cinco países, se formaran

una imagen al menos aproximada del entorno agropecuario del lugar de la reunión.

Por otra parte, se logró el compromiso de auspicio y participación del Ministerio de Agricultura y Cría del país anfitrión y la presencia del propio Titular del Despacho el profesor Efrén Andrade, en la inauguración del Foro, con el discurso de apertura, conjuntamente con un delegado de la Oficina del IICA, el Ingeniero Miguel Ángel Arvelo, el Alcalde de la Colonia Tovar, Señor Alfredo Dürr, el Vicerrector Académico de la Universidad Central de Venezuela, Dr. Ernesto González, y de la Facultad de Agronomía de la UCV, en la persona del decano profesor Franklin Chacín Lugo; con lo cual el evento logró un reconocimiento y compromiso institucional del país anfitrión. Las innovaciones en este evento sirvieron como experiencia para replicarlas en reuniones futuras.

En esta perspectiva los objetivos para esta Cuarta Conferencia Regional, ya bajo la denominación de *Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural, FRADIEAR*, se incluyen en QUEVEDO, 2003, se realizó entre el 10 y 13 de junio de 2003, con los objetivos de: 1. Conocer y analizar las experiencias de evaluación, acreditación e integración. 2. Conocer y evaluar las experiencias en el tema en la Región Andina, 3. Fomentar el diálogo entre académicos y actores externos. 4. Fomentar mecanismos de intercambio, información y comunicación.

Con estos objetivos se organizó una agenda intensiva en presentaciones, intercambios en grupos de trabajo, centrada en los temas de evaluación, acreditación, educación a distancia, relación con el sector productivo y la visión prospectiva para la región andina; así como discusiones plenarias y giras, cuyos temas centrales se concentraron en trece conferencias sobre los temas relacionados con los objetivos y que pueden consultarse en el trabajo original y en las respectivas memorias.

En el segundo bloque de actividades se realizaban también actividades de intercambio entre los participantes, tales como en el primer día: *“Foro de Decanos”* con un representante de cada país en el tema de Misión, Visión, Objetivos y Orientaciones para la modernización institucional;

<sup>16</sup> Para la fecha, el autor venía desempeñándose como Secretario Ejecutivo del Sistema Hemisférico de Capacitación para el Desarrollo Agrícola, con sede en Caracas, a cuya responsabilidad estaba a cargo la ejecución de un amplio programa de capacitación en temas estratégicos de la agricultura y la vida rural en las Américas; sin embargo progresivamente también asumió la coordinación del programa de educación y capacitación para la región andina, en base a lo cual actuó en la ejecución de este programa de cooperación técnica del IICA en esa región y fue transferido de Caracas para Bogotá, después de organizar la IV Reunión del Foro Regional Andino para el diálogo y la integración de la educación agropecuaria y rural, FRADIEAR, donde se desempeñó con ambas responsabilidades desde el año 2003 al año 2007

<sup>17</sup> A partir del mes de enero y hasta el mes de junio, cuando se inauguró la reunión internacional, un conjunto numeroso de empresas de albañilería, plomería, electricidad, pintura, carpintería,

electrónica, refrigeración, decoración y mantenimiento de equipos, trabajó sin descanso y más allá de los horarios regulares para acondicionar aquellas edificaciones, que luego de una inversión que sobrepasó los cien mil dólares y requirió de un esfuerzo extraordinario en nada relacionado con la agenda y la organización misma del evento, hubo que cumplir para poner a tono aquella sede con las facilidades, comodidades y requisitos de un evento internacional. El decano logró el objetivo que se había propuesto, en el sentido de alcanzar la remodelación integral de aquellas instalaciones con apoyo de financiamiento externo, motivado por la urgencia y el compromiso adquirido y el IICA y las instituciones involucradas en la organización de aquella reunión cumplieron en ofrecer a los delegados un sitio adecuado para su alojamiento y deliberaciones en un lugar tranquilo y apartado del “mundanal ruido”, con una logística de transporte y apoyo desde el aeropuerto de Maiquetía a la Colonia Tovar y de allí al lugar del evento.

El segundo día: Plenaria para un proyecto de creación de un Sistema de Evaluación, Acreditación e Integración de la Educación Superior Agropecuaria.

El tercer día: 1. Plenaria para informes sobre las discusiones en las mesas de trabajo sobre cada uno de los temas discutidos. 2. Plenaria para discutir sobre el Capítulo Andino de la Asociación Latinoamericana de Instituciones de Educación Agrícola Superior, ALEAS. 3. Plenaria para la consideración de Acuerdos, Resoluciones y Declaración de “Bajo Seco” y la elección del Consejo Directivo del nuevo FRADIEAR.

Entre los múltiples acuerdos, unos de reconocimiento a los organizadores, de agradecimiento a los benefactores que aportaron recursos para su realización, de vinculación institucional con los organismos que sirvieron de anfitriones, y que se recogen al final de las Memorias, estuvo uno que por su importancia para el futuro del FRADIEAR merece mención especial: “*La Declaración de Bajo Seco*”. Su texto completo puede leerse en las memorias respectivas.

En este contexto, se “*ratifican los acuerdos de San Cristóbal, en el sentido de que el FRADIEAR aborda el tema de la Agricultura en su visión sistémica y más amplia posible, incluyendo el ámbito de las ciencias agrícolas, veterinarias, forestales, alimentarias, agroindustriales, pesqueras, ambientales y afines. Poniendo énfasis en las ciencias y técnicas de la educación, extensión, comunicación y acción social, de cara a los grandes desafíos del desarrollo de talentos humanos, para la investigación, transferencia de tecnología, docencia, producción, transformación, comercialización y consumo, en perspectiva de futuro y en un marco ético rector de toda esta concepción*”.

Adopta como principios rectores: 1. *La participación voluntaria, solidaria, cooperativa, de excelencia y efectiva.* 2. *La sostenibilidad integral, tanto en lo relativo a permanencia como a la continuidad de sus actividades, resultados y el uso apropiado que de ellos hagan nuestras instituciones.* 3. *La agilidad de funcionamiento y toma de decisiones.* 4. *La estructura de Red de Redes, asegurando el trabajo integrado e integrador, sin jerarquías, con racionalidad de realizaciones compartidas, aprovechando las capacidades establecidas, los recursos disponibles, las relaciones existentes, y las relaciones institucionales en todo el globo terráqueo.* 5. *La constitución de instrumentos jurídicos específicamente establecidos para proyectos particulares que así lo demanden.*

Igualmente, las relatorías de las distintas mesas de trabajo presentaron un conjunto de conclusiones y recomendación, cuyo texto puede consultarse en las memorias del evento.

La primera Comisión o Consejo Directivo quedó constituido por un representante de cada país:

1. Por Bolivia: Iván Jorge Arciniega Collazos, Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor, Real y Pontificia Universidad de San Francisco Javier de Chuquisaca.
2. Colombia: David Cuellar, Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia
3. Ecuador: Vicente Gabriel León, Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Ecuador
4. Perú: Manuel Canto, Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de La Molina
5. Venezuela: Franklin Chacín Lugo, Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, quien por ser el anfitrión, será el Presidente.
6. Secretaría Ejecutiva: Rafael Isidro Quevedo Camacho, especialista en educación y capacitación del IICA y Secretario Ejecutivo del Sistema Hemisférico de Capacitación para el Desarrollo Agrícola., SIHCA.
7. Dos decanos del país anfitrión, Venezuela, designados por el Presidente, para darle apoyo en la coordinación de actividades.

Es así como nació el FRADIEAR ya como un instrumento internacional de cooperación e integración de la Educación Superior Agropecuaria, con un cuerpo de documentos, una MEMORIA, un conjunto de acuerdos y resoluciones y un instrumento de dirección y coordinación, el Consejo Directivo, comprometido en la tarea de dar continuidad al proceso con el acompañamiento del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA y las propias universidades participantes.

## QUITO

En la Sesión Plenaria de Clausura, de la reunión de Bajo Seco, Colonia Tovar, el Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central (o Nacional) de Ecuador, Vicente Gabriel León, propuso su país y su institución como sede de la V Reunión Internacional del FRADIEAR, para realizarla al año siguiente, el 2004, en la ciudad de Quito. A tal fin se iniciaron los contactos con dicha institución, en donde había habido elecciones de decano y un cambio en la conducción de la Facultad; QUEVEDO, 2008. Sin embargo, el nuevo decano de la institución profesor César Viteri y el Consejo de Facultad se mostró desinteresado en comprometerse a organizar el evento<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> El autor viajó a Quito para entrevistarse con las autoridades tanto de la Facultad como con el Rector de la Universidad. Después de varias reuniones y el intercambio de comunicaciones solicitando el cumplimiento del compromiso contraído, quedó en evidencia que las nuevas autoridades a todos los niveles consideraban improcedente la realización del mencionado evento. El argumento formal consistió en que la Universidad carecía de recursos presupuestarios para organizarlo; sin embargo se pudo constatar en conversaciones con el anterior decano y profesores de la institución que se trataba de una actitud de aprehensión con la naturaleza de la

reunión y al hecho de que estaba patrocinada también por un organismo internacional como el IICA, al cual consideraban vinculado al “imperialismo norteamericano” y tal actitud un tanto errónea pero ideológicamente sesgada en estos actores, influyó en su negativa, por lo cual se recurrió a la Escuela Politécnica del Ejército, ESPE, cuyas excelentes instalaciones y alto nivel académico garantizaban el éxito de la reunión. Al respecto pueden leerse los detalles de este proceso en mi libro autobiográfico ya citado, HECHOS, RELATOS Y PALABRAS, páginas 367 y siguientes.

Con la formalización de la aceptación de una nueva sede, en la Escuela Politécnica del Ejército, mediante el compromiso de las autoridades rectorales de la ESPE, por intermedio de su Rector, Coronel E.M. Marco Vera Ríos y una Comisión Organizadora Nacional con amplio respaldo de las instituciones ecuatorianas y del IICA, se inició la preparación de esta nueva reunión internacional del FRADIEAR, la V. La convocatoria a este evento fue tan exitosa que contó con la participación de 175 delegados, tanto internacionales como nacionales y con la presencia de representantes de organismos internacionales como la FAO, la UNESCO, el BANCO MUNDIAL, el propio IICA, el CONSORCIO AMERICANO DE EDUCACIÓN A DISTANCIA, ADEC, la AGENCIA DE COOPERACIÓN BELGA, organismos nacionales de Ecuador como el CONSEJO NACIONAL DE FACULTADES DE CIENCIAS AGRARIAS, CONFCA, el CONSEJO NACIONAL DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN, CONEA, el CONSEJO NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR, CONESUP, el sector privado representado en PRONACA, y rectores, vicerrectores y decanos de universidades nacionales y de la Región Andina.

El evento, celebrado entre el 27 y 29 de octubre del año 2004, contó con un apoyo logístico pleno por parte de la ESPE, institución que recibió en su seno, alojó y sirvió refrigerios y alimentación a todos los delegados e igualmente ofreció todo el apoyo secretarial, de reproducción de documentos, locales, equipos apoyo a las reuniones y las presentaciones, transporte y actividades culturales complementarias y el compromiso institucional de sus autoridades, cuyo rector así lo expresó en su discurso inaugural<sup>19</sup>.

En esta V Reunión del FRADIEAR, UTRERAS, 2994, se avanzó significativamente tanto en la capacidad de convocatoria a los actores de la educación en ciencias agrícolas, a la presencia de organismos internacionales vinculados a la región andina, como la FAO, la UNESCO a través del IESALC, el BANCO MUNDIAL, la ADEC, agencias de cooperación de países como la Belga, y las principales instituciones ecuatorianas vinculadas a la Educación Superior Agropecuaria como el CONFCA, el CONEA y el CONESUP, el Ministerio de Agricultura y organismos del sector privado como PROANCA.

Los temas tratados en las presentaciones tuvieron relacionados con los objetivos del evento que se detallan en el trabajo original y en las memorias respectivas.

Acompañaron a estas exposiciones, las discusiones en plenarios, el Foro de Decanos, compuesto por un panel

<sup>19</sup> “La clave para erradicar la pobreza de nuestros países andinos, está en el desarrollo agrícola y rural, eso lo venimos manifestando permanentemente. Sin embargo, la solución no consiste en disponer de alta tecnología, infraestructura sofisticada, o de ingentes cantidades de dinero que bien nos hace falta; la verdadera esperanza de un mejor amanecer para nuestros países es el desarrollo del talento humano, que tienda a cambiar de actitud a las autoridades y gobiernos, así como a todos los involucrados en el sector agropecuario y agroalimentario. (UTRERAS, JOSE y QUEVEDO

integrado por los Jefes de las delegaciones de los países y su posterior discusión en plenaria, y muy especialmente las mesas de trabajo reunidas por las tardes para intercambiar opiniones sobre los temas de la agenda, divididos en temas especializados por grupo: Evaluación y Acreditación, Diseño Curricular, Internacionalización, Educación a Distancia, Desarrollo Rural, y Organización y Funcionamiento del FRADIEAR.

En relación a estos temas se formuló un conjunto de recomendaciones recogidas en la “*Declaración de Quito*” y en las conclusiones indicadas en las MEMORIAS, libro que se distribuyó a los participantes y que queda como testimonio del evento, para consulta de profesores y estudiantes. Estas MEMORIAS se publicaron tanto en forma digital como en un libro, como un aporte a la gestión del conocimiento en el referido tema, con el auspicio tanto del IICA-SIHCA, como del IESALC-UNESCO, que para entonces era dirigido por el Dr. Claudio Rama Vitale.

En el proceso para elegir el Consejo Directivo surgieron discrepancias entre los delegados de los países visitantes y los del propio país anfitrión, cuyas delegaciones eran más numerosas, por lo cual se produjo un debate sobre la necesidad de considerar el criterio del derecho internacional de un voto por país, independientemente del número de delegados asistentes, y se convocó una reunión especial de los jefes de delegación, de la Comisión Organizadora y el Consejo Directivo saliente, que se reunió posteriormente en la Universidad Técnica de Cotopaxi, en Ecuador para revisar los aspectos organizativos y constituir y juramentar el nuevo Consejo Directivo donde se rotaba alternativamente el Presidente y los Vicepresidentes, con aquel en cabeza del país anfitrión, en este caso el Ecuador y así se hizo.<sup>20</sup>

En esta reunión se acordó que los cargos directivos tendrían carácter rotativo con la Presidencia del país anfitrión, y que los Vice presidentes tendrían también funciones ejecutivas en la coordinación de determinados programas.

Esta V Reunión del FRADIEAR de Quito, Ecuador tuvo la virtud de avanzar en la consolidación conceptual y organizativa del mecanismo internacional. Al respecto se emitió la Declaración de Quito, **ANEXO VIII**.

## COCHABAMBA

RAFAEL I. 2005. Memorias de la V Reunión del FRADIEAR. Quito, Ecuador.)

<sup>20</sup> Los aspectos más relevantes de este debate se comentan en el libro del autor, HECHOS, RELATOS Y PALABRAS y los detalles del programa de trabajo que surgió como consecuencia de la posterior reunión de Latacunga, donde se instaló y juramento en nuevo Consejo Directivo del FRADIEAR se presentan en detalle en las MEMORIAS ya citadas.

La VI Reunión Internacional del FRADIEAR<sup>21</sup>, se realizó como estaba previsto, en la ciudad de Cochabamba, Bolivia y tuvo la anfitriónía de la Universidad Mayor de San Simón, con su facultad de Ciencias Agropecuarias, entre los días 9 al 11 de noviembre del año 2005.. Entre los 111 participantes, además de los delegados de los cinco países andinos, se contó con la presencia de representantes de Argentina, Estados Unidos de América y Costa Rica.

La agenda de presentaciones y temas tratados comprendió cuatro días, en los cuales se abordaron los temas relacionados con el diseño curricular, los posgrados, la investigación, la extensión, la educación a distancia, la integración y la cooperación interinstitucional. El detalle sobre todas estas conferencias y ponencias pueden consultarse en el texto original.

Simultáneamente con las exposiciones en plenarias, se realizaron sesiones conjuntas para oír y debatir el *“Foro de Decanos”*, discutir los informes de relatoría de las mesas de trabajo por temas centrales y para la discusión y aprobación de la *“Declaración de Cochabamba”*. **ANEXO IX**. Tal como se indicó, la toma de posesión del nuevo Consejo Directivo y su juramentación en una Sesión de Clausura muy lucida, con un acto cultural donde se expresaron diversas manifestaciones del folklore Boliviano.

De la presentación, discusión y aprobación de los informes de las mesas de diálogo surgió un conjunto de recomendaciones discutidas en la plenaria final y recogidas en las Memorias, que constituyen un cuerpo de orientaciones para las instituciones.

Finalmente, en materia de Integración y Cooperación Internacional, se destacó que se debe tener en cuenta el proceso de globalización como una realidad y en ese marco aprender a compartir experiencias exitosas, superar las limitaciones locales que presentan las instituciones, tanto en lo académico, como financiero, buscando relaciones de complementación. Dotar de personería jurídica propia al FRADIEAR, como mecanismo internacional de relacionamiento, ampliar el marco de relacionamiento con los organismos internacionales, la elaboración de una base de datos académica regional, la necesidad imperiosa de crear, o fortalecer donde ya exista, una Asociación de Ciencias Agrarias y Ambientales con un marco de acuerdos con base en las reuniones del FRADIEAR, elaborar un proyecto de estatutos para el FRADIEAR y someterlo a consideración de los foros nacionales de facultades, así como identificar fuentes de financiamiento y apoyo financiero, técnico e institucional para el fortalecimiento de las actividades internacionales de las instituciones.

En este orden de ideas, se consideró un primer borrador de Estatutos para ser sometido a consulta de las Asociaciones y Foros Nacionales, a fin de dotar al FRADIEAR de fundamentación y representatividad jurídica para que pueda negociar acuerdos, convenios y financiamientos a igualmente con el conjunto de conclusiones acordadas se redactó la *“Declaración de Cochabamba”*, y un conjunto de Acuerdos<sup>22</sup> y se decidió, igualmente que el borrador de los Estatutos, tendría su segunda discusión y aprobación en la siguiente reunión del FRADIEAR, cuya sede, a proposición de la delegación de Colombia, se acordó celebrar en la ciudad de Bogotá, en la sede de la Universidad Nacional de Colombia, UNAL.

El Consejo Directivo, quedó automáticamente constituido en base al criterio sustentado en la reunión anterior de Quito, por lo cual no hubo discusión alguna al respecto y fue aprobado por consenso.

A partir de esta VI Reunión, el IICA continuó apoyando este proceso de integración a través de la DECAP y por intermedio del especialista regional en la Región Andina, quién a su vez se desempeñó simultáneamente como Secretario Ejecutivo del SIHCA, con un programa de cursos QUEVEDO, 2007, y el manejo de una Red de Instituciones de Capacitación en las Américas, entre las cuales se encontraban universidades agrarias, facultades de ciencias agrícolas y afines y centros e institutos de capacitación, cuya expresión era un portal web en el cual se publicaba la oferta de capacitación de dichas instituciones, así como documentos e información sobre el tema de la capacitación en temas estratégicos de la agricultura y el desarrollo rural.

## BOGOTÁ

A este evento, QUEVEDO, 2006, asistieron 135 delegados de la Región Andina, incluyendo decanos de casi todas las facultades de ciencias agrícolas de Colombia y participaron cuarenta y un conferencistas tanto de la Región Andina como de la Sede Central del IICA en Costa Rica y de la Universidad EARTH. Se presentaron cincuenta conferencias, todas de muy alto nivel, sobre los temas de la agenda. En esta reunión además se logró discutir y aprobar la creación de la Federación Andina de Asociaciones de Ciencias Agrarias y Afines, FAESCA, se aprobaron los estatutos para su funcionamiento, con lo cual se proponía darle un piso jurídico tanto a la vinculación de las Asociaciones y Núcleos de Decanos de Ciencias Agropecuarias de los países de la Región Andina, que progresivamente se habían constituido, a través de una Federación que los agrupara y a la vez se reconocía al FRADIEAR como el mecanismo regional para la integración y el diálogo en la educación agropecuaria y rural. De tal manera que en esta reunión, se hizo simultáneamente la VII Reunión Internacional del FRADIEAR y la Primera Asamblea de

<sup>21</sup> Al respecto puede leerse: QUEVEDO C. RAFAEL I. 2006. MEMORAS. VI REUNION DEL FORO REGIONAL ANDINO PARA EL DIALOGO Y LA INTEGRACION DE LA EDUCACION AGROPECUARIA Y RURAL. Ediciones del

IICA -IESALC UNESCO- UMSAA. Cochabamba, Bolivia. 257 páginas.

<sup>22</sup> Tanto el texto de la Declaración de Cochabamba como el proyecto de Estatutos para el FRADIEAR se incluyeron en las MEMORIAS de esta reunión ya citadas.



FAESCA, compuesta por una representación de cinco decanos por cada país que deliberaron paralelamente en una sesión de constitución en la tarde del segundo día y decidieron crear la FAESCA y aprobar el proyecto de Estatutos que regiría su funcionamiento,

Esta versión de los Estatutos, sin embargo, fue sometida a una tercera discusión, revisión por un equipo de abogados y ampliada para incorporar un conjunto de requisitos de carácter legal, e igualmente para insertar de manera precisa dentro de la misma, el papel estratégico del FRADIEAR, dados los acontecimientos que surgieron al año siguiente.

En sus objetivos<sup>23</sup>, estableció una amplia gama de propósitos desde asesorar a los Estados a través de sus gobiernos, sus instituciones de Educación Superior, y el sector productivo en lo relacionado con políticas, planes de desarrollo y programas del sector educativo, promover la cooperación interinstitucional, las actividades de integración, incentivar los principios y valores de la cooperación, solidaridad, económicos, culturales, educacionales, y políticos, promover la movilidad de estudiantes, profesores y administrativos, elevar el nivel académico, fomentar los procesos de enseñanza, investigación, extensión y proyección social, servir como medio de comunicación entre los afiliados o con otras organizaciones nacionales y extranjeras, para facilitar la asistencia técnica, pedagógica, curricular, socioeconómica, en programas de becas, bibliotecas, publicaciones, centros de información sobre estudios relacionados, coadyubar en la homologación de los estudiantes de los estudios superiores en cuanto a ciclos, créditos y titulaciones, fomentar programas académicos, cooperar en el diseño de metodologías para el aseguramiento de la calidad de la Educación Superior Agropecuaria y velar por la integridad ambiental y estabilidad de los ecosistemas, entre otros objetivos.

El listado completo de temas y autores de las cincuenta conferencias y presentaciones, puede consultarse en el texto original y los textos y presentaciones completas en las respectivas MEMORIAS DE LA VII REUNION DEL FRADIEAR; QUEVEDO 2006, Tales exposiciones abarcaron aspectos asociados con los objetivos de la agenda y algunos abiertos que al final se aceptaron en el concepto de un foro abierto al conocimiento.

Pero ya en este evento, se constituyeron un conjunto de equipos permanentes de trabajo vía redes por correo electrónico y otros medios, por cada tema significativo, es decir: desarrollo curricular, posgrados, investigación, extensión, educación a distancia, cooperación e integración, a fin de que tales temas pudieran ser objeto de intercambio permanente entre las instituciones que ahora funcionaban bajo el paraguas de la FAESCA y las Asociaciones Nacionales de Facultades de Ciencias Agrarias y Afines, las cuales ya estaban constituidas en los cinco países. Se aprobaron un conjunto de Acuerdo y la *Declaración de Bogotá*,

La realización de esta VII Reunión en la Universidad Nacional de Bogotá, tuvo la significación de la institucionalización del FRADIEAR y la creación de un mecanismo de integración entre las instituciones de ciencias agrarias y afines de la Región Andina, al constituirse la FAESCA, iniciativa que se venía madurando desde la reunión anterior en Cochabamba, Bolivia. Se avanzó en la segunda discusión y aprobación de los Estatutos, con base en un proyecto presentado por el Secretario Técnico, teniendo en cuenta que ya estaban constituidas asociaciones nacionales en los cinco países andinos y se comprometió al Consejo Directivo y a la Secretaría Técnica representado por el especialista en educación y capacitación del IICA para su proceso de legalización<sup>24</sup>

<sup>23</sup> El texto completo de estos Estatutos Constitutivos fue objeto de una tercera discusión y revisión en la VIII Reunión del FRADIEAR y II Asamblea de la FAESCA, celebrada en Lima, Perú el año 2007. En esa oportunidad se contó con la asesoría de un equipo de abogados bajo la coordinación de la Dra. Rosario Chávez y el Dr. Mario Liendo Seminario, para ajustarlo a las exigencias de la legislación peruana y dar cumplimiento a los requisitos legales de contenido y tramitación para la Notaría Pública y posterior registro de los mismos. De este modo se corrigió y redactó el texto legal definitivo, el cual fue debidamente firmado por los delegados de los cinco países que aparecen en el mencionado texto y así se anotó en la Notaría de la ciudad de Lima a cargo de Ramón Espinosa – Carreta bajo la denominación: Escritura de: CONSTITUCION DE ASOCIACION DENOMINADA FEDERACION ANDINA DE EDUCACION SUPERIOR EN CIENCIAS AGRARIAS Y AFINES (FAESCA). Fecha: San Isidro, 05 de noviembre de 2008, KARDEX No. 126397.

<sup>24</sup> En esta iniciativa surgieron algunas dificultades, en primer lugar, relacionadas con la posición del IICA por intermedio de su Director de Operaciones, Mariano Olazábal y de su Director Regional para la zona andina, Roberto González, en el sentido de que el IICA no podía comprometerse a formar parte de otro organismo internacional o nacional de acuerdo con sus propios estatutos, tal como se había contemplado en los de la FAESCA, en los cuales se

establecía que la Secretaría Técnica de la FAESCA la desempeñaría el IICA. El criterio de este organismo era el de que podría constituir convenios o acuerdos con el organismo constituido como FAESCA, pero en ningún caso formar parte de él. En segundo lugar, dado que se había establecido que el domicilio de FAESCA estaría en la ciudad de Lima, por ser esta ciudad también capital donde estaba la Comunidad Andina de Naciones, al iniciar el proceso de registro, estas oficinas exigieron un conjunto de requisitos tales como, que los decanos y participantes en la representación de cada asociación nacional para constituir la FAESCA deberían soportar sus credenciales con copia notariada de sus respectivos nombramientos al cargo desempeñado, un poder facultativo para representar al respectivo Rector universitario, quien era el representante legal de cada universidad, el documento que otorgaba personalidad jurídica a la respectiva universidad, y el original debidamente certificado, con todos los datos identificatorios de los delegados, debidamente firmada por ellos. Estos requisitos obligaron a prolongar el proceso de notaría y registro hasta la realización de la siguiente reunión del FRADIEAR y la II Asamblea de la FAESCA, en la ciudad de Lima, para someter a consideración la modificación de los Estatutos en tercera discusión, sacar al IICA como miembro, incorporar un capítulo especial para darle fundamento legal al FRADIEAR y dar cumplimiento a todos los aspectos tanto formales, como legales y

Es así como con este nuevo Consejo Directivo y el conjunto de mandatos surgidos de este encuentro, continuó su devenir el FRADIEAR, ya bajo el paraguas de una Federación de facultades de ciencias agrarias y afines, cuya vigencia acababa de comenzar y en cuyo lapso de un año se realizaron las gestiones para completar los documentos requeridos para la legalización de la FAESCA y las iniciativas del Secretario Técnico y del Ejecutivo, en coordinación con la Oficina del IICA en Perú, a cargo del Dr. Freddy Martín Rojas Pérez y del Rector de la Universidad Nacional Agraria de la Molina a cargo de Luis Maesono Yamachita, para realizar todos los contactos institucionales en Perú a los fines de organizar la VIII Reunión Internacional del FRADIEAR y II Asamblea de la FAESCA.

## LIMA II

En este escenario, en la ciudad de Lima, del 27 al 30 de Noviembre del año 2007, y en la sede de la Universidad Nacional Agraria “La Molina”, de Perú, se organizó y realizó la VIII Reunión Internacional del FRADIEAR y la II Asamblea de la FAESCA; MORAN, 2007, La organización de esta reunión tuvo un excelente apoyo, al igual que las anteriores, por parte de la Oficina del IICA en Perú, de su Representante Freddy Martín Rojas Pérez, del especialista local en educación y capacitación Lic. Luis Morán y de todo el personal de apoyo al igual que de la Universidad Nacional Agraria de “La Molina”, en la persona de su Rector Luis Maesono Yamachita, del Decano Jorge Luis Aliaga Gutiérrez y profesores de la Facultad de Agronomía de esa institución así como del propio Ministerio de Agricultura, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y de una diversidad de organismos nacionales e internacionales como la FAO, el IESALC, CEPAL, fundaciones y la *Association of Satate Universities and Land Grant Colleges de USA* ( hoy conocida como *Association of Public and Land Grant Universities* (APLU) que agrupa a numerosas universidades y colegios universitarios de Estados Unidos; así como empresas del Sector Privado Peruano.

Este evento marcó el final de la participación del IICA como organismo “tutor” del FRADIEAR, puesto que al año siguiente se produjo la virtual desaparición de la Dirección de Educación y Capacitación, DECAP del IICA, la eliminación del tema de educación y capacitación como línea prioritaria y la salida del organismo del último de sus especialistas internacionales en este tema, el autor de este trabajo, quien pasó a retiro de acuerdo con los Estatutos del IICA.

Del mismo modo en la II Asamblea de FAESCA aquí celebrada, se aprobó en tercera y última discusión, el texto definitivo de los Estatutos de la FAESCA, que como se ha comentado, dieron un estatus como Federación de Asociaciones a esta entidad, incorporó un Capítulo sobre el FRADIEAR, dio cumplimiento a los requisitos exigidos por el Registrador de Lima y formato de acuerdo con la legislación de ese país, debidamente firmado por los delegados acreditados en la II Asamblea de FAESCA que lo suscribieron para

otorgarle una fundamentación jurídica formal a estos mecanismos internacionales en ciencias agrarias y afines.

Esta reunión fue precedida de un trabajo diplomático y de relacionamiento interinstitucional muy amplio, tanto en Perú como en los demás países del área andina, con el Consejo de Facultades de Agronomía de Chile, considerado igualmente como del área andina y con las universidades de Estados Unidos, de la NASULGC y de México a través de la AMEAS. En esta reunión se trató de asociar los temas tratados con los conceptos de sostenibilidad y competitividad y de vincular las actividades académicas con los enfoques de conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad, la eficiencia en los procesos y el relacionamiento con los mercados.

En materia de evaluación y acreditación, nuevamente se apreciaron presentaciones de gran interés como; Experiencias y lecciones aprendidas de Evaluación y Acreditación de Calidad de la Educación Superior en México, conferencia presentada por la AMEAS; Propuesta de modelo de evaluación andino con fines de acreditación de las carreras de ciencias agrícolas y afines; La acreditación de programas de educación a distancia; La Acreditación, la reestructuración en la carrera de ingeniería agronómica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNAL - Palmira; Acreditación de programas educativos y Evaluación y Acreditación Regional.

En esta línea de trabajo se pudo constatar que ya para la fecha los países habían logrado un compromiso para adelantar procesos de evaluación y acreditación como requisito para garantizar la calidad de su educación superior y se habían promulgado leyes, reglamentos y normas encaminadas a orientar y conducir tales procesos.

En las actividades de investigación, se planteó: La necesidad, importancia y oportunidades de vinculación de las universidades con los sistemas nacionales de investigación. En este campo, se indicó que el problema de la investigación es de tan amplia magnitud que no debe tratarse solo para la agricultura sostenible, sino de manera integral con otras áreas del conocimiento de las ciencias agrarias.

Se enfatizó en fortalecer la vinculación de la universidad con el entorno, basado en el compromiso ético con el desarrollo sostenible; definir un marco institucional donde se vincule la investigación y la extensión y se integren en el esfuerzo de promover la innovación, el talento humano y la proyección social.

Se recomendó el uso de la TIC para llegar con mayor amplitud a las áreas productoras sin intermediarios; introducir el uso de las TIC en el currículo; sistematizar las experiencias en Educación a Distancia y promover la creación de una biblioteca virtual.

---

los requeridos por el Registrador de Lima, todo lo cual fue motivo de esta segunda asamblea de la FAESCA y cuyos recaudos se

podieron recoger y cumplir durante el año que medió entre una y otra reunión.

Sobre los posgrados se hicieron presentaciones sobre: Pertinencia de la formación posgraduada en desarrollo rural, experiencias y proyección y se recomendó realizar alianzas para la desarrollar programas de posgrado encaminados a crear una masa crítica de alta calidad para la región.

El FRADIAR como la FAESCA avanzaron en el establecimiento de negociaciones sobre la base de la presencia en la reunión de representantes del MERCOSUR, de AMEAS de México y de la NASULGC de USA. En tal sentido se redactaron y firmaron convenios de cooperación con estas entidades, según los cuales se ratifican los principios integracionistas, la voluntad de cooperación entre las partes, el mantenimiento de vínculos comunicacionales, el intercambio de información así como la cooperación para la participación de profesores en años sabáticos, pasantías y posgrados e igualmente la posibilidad de realizar intercambios de estudiantes de pregrado por semestres o años de estudio y pasantía de una institución a la otra.

Paralelamente con la Reunión del FRADIEAR, tuvo lugar la II Asamblea de FAESCA, la cual se centró en el tema de la tercera discusión de los Estatutos y su adecuación a la legislación peruana, a los fines de reunir el conjunto de requisitos, tanto legales, formales como de trámite necesarios para dar cumplimiento a las exigencias del Registrador de la ciudad de Lima.

El texto de los Estatutos de Constitución de la Asociación denominada FEDERACIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN CIENCIAS AGRARIAS Y AFINES (FAESCA) quedó inscrito en San Isidro, Lima, el 5 de noviembre de 2008, bajo el Kardex No. 126397, suscrito y sellado por el Notario Ramón A. Espinosa Carreta con fecha diecisiete (17) de Noviembre del año 2008 en Oficio Notarial del Jirón Las Begonias 552, oficina 39 del Distrito de San Isidro, en la ciudad de Lima, presentado por el Decano de la Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de La Molina, Jorge Luis Aliaga Gutiérrez, peruano, con documento de identidad 08059202, debidamente facultado por la Asamblea General, con fecha 24 de noviembre del año 2007, según acta que va firmada e insertada en los propios Estatutos y en la cual se especifican todos los datos y detalles de la Asamblea Constitutiva, de sus miembros fundadores, sus nombres y firmas, así como el texto de los Estatutos aprobados.

Esta VIII REUNIÓN DEL FRADIEAR Y II ASAMBLEA DE LA FAESCA marcó un punto de inflexión en la consolidación tanto de la FAESCA como del FRADIEAR, en tanto que quedó institucionalizado como el orgánico Académico, técnico y de asesoría de aquella, con sus objetivos y funciones definidas con base los acuerdos tanto de la

Reunión de San Cristóbal como la realizada en la Estación Experimental de Bajo Seco, Colonia Tovar, Venezuela. Por otra parte fue la última reunión en el contexto del FRADIEAR como un Proyecto del IICA en el marco de las Conferencias y Foros Regionales de Educación Agrícola Superior. Ya para el año 2008 se contemplaba el retiro del Especialista en Educación y Capacitación del IICA para la Región Andina, que fue además el último especialista internacional en el tema de Educación y Capacitación del IICA, ya que estos funcionarios fueron sucesivamente eliminados y sus cargos y presupuestos absorbidos para financiar especialistas y programas en los nuevos temas y líneas prioritarias del IICA en su rol de organismo de cooperación para la agricultura<sup>25</sup>.

Por esta razón la FAESCA asumió la responsabilidad de continuar gestionando el FRADIEAR y lo incorporó formalmente en sus Estatutos dedicándole el Capítulo IV de los mismos, como Órgano de Apoyo Académico y de Asesoramiento con los objetivos y funciones allí especificados. De esta forma el FRADIEAR pasó de ser una iniciativa dentro de la programación de la Dirección de Educación y Capacitación del IICA a un mecanismo internacional de nivel académico y técnico de la Federación de Asociaciones de Facultades en Ciencias Agrícolas y Afines, FAESCA, de carácter permanente y con la sostenibilidad y dinámica propias, garantizada por el accionar de tales instituciones en el marco de sus Estatutos, con una Asociación Nacional, Núcleo u Organización que agrupa los decanos y demás directivos de las Facultades y Programas de Educación Superior de cada uno de los países que la conforman.

A partir de esta reunión, además de los Convenios de Cooperación que se firmaron con AMEAS y el LAND GRANT COLLEGE de USA, se constituyó la sede original en la Facultad de Agronomía de la UNAL en Lima y se formaron Comisiones Temáticas de Integración en las áreas de la agenda, Desarrollo Curricular, Posgrados, Investigación, Extensión, Educación a Distancia e Integración. Estos equipos se constituyeron por un profesor especialista por cada país. Del mismo modo se acordó realizar la siguiente reunión, nuevamente en la ciudad de Maracay, Venezuela, en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, tal como lo propuso la delegación de Venezuela, y nuevamente bajo la responsabilidad del Dr. Franklin Chacín Lugo, su decano.

## MARACAY II

La IX Reunión Internacional del FRADIEAR tuvo lugar del diez al doce de diciembre del 2008. Esta vez no hubo sorpresas por parte del decano respecto del local donde se instalaría el evento. Sus deliberaciones se realizaron en el auditorium del Instituto de Economía Agrícola y Ciencias Sociales, a la entrada

respectivas Asociaciones Nacionales de Facultades, por el liderazgo y apoyo que tales instituciones recibieron en el marco de este proceso desde el año 1997, además de que en la Asamblea General de FAESCA fue designado como Presidente Honorario de la misma y del FRADIEAR, y así quedó establecido en los Estatutos.

<sup>25</sup> En la sesión final de clausura de esta VIII Reunión Internacional del FRADIEAR, el Secretario Ejecutivo, en la persona del autor de estas páginas, fue objeto de un significativo homenaje en medio del cual además le fueron entregadas placas y acuerdos de reconocimiento por los titulares de las Presidencias de las

del campus universitario, frente a la bella plaza, rotunda o redoma de acceso al Núcleo Universitario de Maracay y las mesas de trabajo se distribuyeron por diversas aulas de la misma. La Asamblea General de FAESCA tuvo lugar en el Salón de Sesiones del Consejo de la Facultad. Ya el FRADIEAR era un mecanismo de la FAESCA, sin embargo se estableció un puente de intercambio con el IICA y este por intermedio de la Dirección Regional para la Zona Andina, cuyo titular era el Señor Roberto González, solicitó el apoyo del anterior especialista en Educación y Capacitación del IICA para la región andina, quien ya de manera *ad honorem*<sup>26</sup> participó en el proceso de organización con el apoyo de la Universidad Nacional Experimental Pedagógica Libertador, la UPEL, la cual disponía de un equipo especializado en la organización de eventos nacionales e internacionales. El IICA igualmente designó cuatro conferencistas internacionales de su seno, especialistas en temas de investigación y gerencia para presentar conferencias, las cuales se incorporaron a la agenda de la reunión. La Comisión Organizadora Ejecutiva fue presidida por el Decano Franklin Chacín Lugo primero y a partir de junio del 2008, por el nuevo Decano que recién había tomado posesión, el Dr. Leonardo Taylhardat y un amplio equipo de profesores, estudiantes y empleados de la propia Facultad, bajo la coordinación de la profesora Mary Medina, quien actuó como contraparte ejecutiva<sup>27</sup>.

En esta reunión se presentaron ponencias, cuyos detalles sobre autores y títulos se pueden consultar en las respectivas MEMORIAS DE LA IX REUNION DEL FRADIEAR Y III ASAMBLEA DE FAESCA, 2008, también pueden consultarse en la página web [www.sihca.org](http://www.sihca.org).

Paralelamente con las presentaciones y deliberaciones del FRADIEAR, en el salón del Consejo de la Facultad, se realizó la Asamblea de la FAESCA y se eligió el nuevo Consejo Directivo. La Facultad de Agronomía publicó las MEMORIA<sup>28</sup>, FACULTAD DE AGRONOMIA, UCV. 2008. las cuales se distribuyeron a los participantes en DVD, junto con los certificados de asistencia y participación en la Sesión de Clausura y se colocaron en la página web del Sistema Hemisférico de Capacitación para la Agricultura, SIHCA. En cuanto a la sede de la siguiente reunión internacional, se decidió

realizarla en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, en la sede de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

## GUAYAQUIL

La X Reunión del FRADIEAR tuvo lugar del 28 de septiembre al 2 de Octubre de 2009, bajo el auspicio de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil y el Consejo Nacional de Facultades de Ciencias Agropecuarias del Ecuador, el CONFCA e igualmente contó con el apoyo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA.

Este evento se planteó como objetivo general el de *“fortalecer la FAESCA y el FRADIEAR, como espacios de análisis y debate sobre la educación agraria y rural, en un contexto de cambios y nuevas exigencias de pertinencia, inclusión, calidad y eficiencia en los sistemas de educación superior y sus actividades académicas, integralmente concebidas alrededor de la Docencia, la Investigación, la Extensión, la Proyección Social y la Evaluación Institucional.”*

La discusión del punto cuarto de la Agenda, en relación al registro de FAESCA, se llegó a un acuerdo y se aprobó la siguiente resolución:

*“Luego de analizadas y discutidas las propuestas se aprueba la siguiente Resolución: “Autorizar al ciudadano Manuel Canto Sáenz, de nacionalidad peruana, documento de identidad N° DNI 06678131, para que proceda a realizar todos los trámites necesarios para el registro público de FAESCA en la ciudad de Lima-Perú y de acuerdo con las sugerencias del asesor jurídico del IICA en Perú y de la propia FAESCA. Igualmente, se aprueba que mientras ocurre el registro público de FAESCA, la misma continuará funcionando con los estatutos actuales autenticados por el notario de Lima, “Abogado Ramón A. Espinoza Carreta. En la ciudad de Lima a los cinco (05) días del mes de noviembre del año dos mil ocho (2008), en mi oficio notarial del Jirón las Begonias 552, oficina 39 del Distrito de San Isidro”.*

Este Acuerdo es importante, porque si bien se establece la posibilidad de que para su registro en la ciudad de Lima, se requieran algunas modificaciones al Documento Original, éste no pierde vigencia y se mantiene como tal hasta tanto el registro se haya logrado. Es conveniente igualmente destacar

<sup>26</sup> Para el autor, resultó un compromiso muy grato, participar en la organización de este evento, en razón de ser egresado y a la vez profesor jubilado de tal institución, con pleno relacionamiento con sus autoridades y profesorado y con la vinculación como Presidente Honorario de la FAESCA y el FRADIEAR, tenía “jurisdicción” para participar con propiedad en su comisión organizadora y negociar junto con el decano Franklin Chacín Lugo, quien era Vicepresidente Ejecutivo del FRADIEAR.

<sup>27</sup> En el proceso de organización de esta IX Reunión Internacional del FRADIEAR, justo en un año de alternabilidad decanal, estuvo sujeta a ciertas vicisitudes que pusieron en peligro su realización, y las cuales no lograron trascender a las delegaciones, dado que el nuevo titular del decanato, inexplicablemente, propuso una reposición de la fecha cuando ya estaba convocada y hubo que arbitrar una nueva convocatoria de urgencia para un mes después, cuando de nuevo solicitó una nueva reposición con el argumento

de que era un mes electoral en Venezuela. Tal nueva proposición, muy a su pesar (desagrado), no fue aceptada puesto que ponía en peligro la propia realización del evento, dado que ya los delegados tenían sus pasajes comprados, la agenda estaba aprobada con ponencias e invitados internacionales y muchos servicios contratados. Ello ocasionó ciertos roces y desencuentros con la contraparte local que son narrados por el autor en el libro autobiográfico HECHOS, RELATOS Y PALABRAS, ya citado y recuerdan las vicisitudes de la organización de la reunión internacional de Quito, cuando hubo una transición decanal y hubo que mudar la sede desde la Universidad Central del Ecuador para la Escuela Politécnica del Ejército, ESPE.

<sup>28</sup> **FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UCV-IICA. 2008. MEMORIAS DE LA IX REUNIÓN DEL FRADIEAR.** Edición digital en DVD. Maracay, Venezuela.

que en una Asamblea subsiguiente de FAESCA se acordó igualmente, autorizar a las Asociaciones Nacionales de cada uno de los países que son miembros de FAESCA, para que igualmente procedan a legalizar y registrar el referido documento en su respectivo país. Estos acuerdos constan en las actas respectivas, asentadas en el libro oficial de actas de FAESCA.

Otro punto muy significativo de esta Asamblea de FAESCA fue la constitución de Comisiones permanentes de cada mesa de trabajo, integradas por especialistas de cada país, con lo cual se otorgaba un piso articulado a FAESCA, conformado por equipos de profesores procedentes de los diversos países para trabajar en red, los temas del FREADIEAR. En tal sentido se acordó: 1. *Nombrar las comisiones de acuerdo a la estructuración de las mesas que se vienen desarrollando en los FRADIEAR*, 2. *Que el consejo directivo defina un tema prioritario por cada mesa para ser trabajado y traer resultados al próximo FRADIEAR*, 3. *Que las comisiones durante su trabajo, estudien la posibilidad de desarrollar algunos proyectos en conjunto con la FAO, UNESCO, IICA y otros organismos* y 4. *Que cada comisión plantee su plan de acción, el cual será solicitado por el consejo directivo. Igualmente, se da libertad para que además de las personas que serán designadas en esta reunión, cualquier otra persona interesada en conformar las comisiones lo haga. De inmediato se pasó a conformar las comisiones por mesa técnica*"

En el punto doce, se acordó la "Afiliación a FAESCA de la Asociación de facultades de medicina veterinaria, medicina veterinaria y zootecnia y zootecnia de Colombia (ASFAMEVEZ).", con lo cual el FAESCA aceptó a más de una Asociación por país como participantes, como miembros plenos, en el campo de las ciencias agrícolas en general. De igual modo se formalizó la aprobación del ingreso a la FAESCA del Consejo de Decanos de Agronomía de Chile, tal como también se menciona en la *Declaración de Guayaquil*.

Con el aporte tanto de las mesas de trabajo, así como de la plenaria, en la cual se hicieron sugerencias y ajustes, se aprobó la *Declaración de Guayaquil*, pues plantea un conjunto de recomendaciones y aspectos conceptuales sobre los temas tratados, que reflejan el contenido y las conclusiones más importantes de las deliberaciones de esta Asamblea, adicionalmente al contenido de las conferencias magistrales y las cuarenta ponencias que se presentaron en las mesas de trabajo, a razón de cinco ponencias por mesa y la ya mencionada "**DECLARACION DE GUAYAQUIL**", que puede consultarse tanto en el trabajo original como en las Memorias del evento.

La realización de esta X Reunión marcó el camino de un mecanismo internacional autosostenible sobre la base de la organización de la Federación de Asociaciones de Facultades de Ciencias Agrícolas y Afines de la Región Andina, la cual demostró su capacidad de convocatoria, el apoyo institucional y material de las universidades y la motivación de sus autoridades para participar en los eventos y enriquecer el

conocimiento en el tema. A partir de esta reunión no solo se constituyó el Consejo Directivo, el Consejo Asesor Permanente, sino también las Comisiones Técnicas Permanentes, por área temática, con lo cual se le otorgaba al FRADIEAR y a la FAESCA una estructura organizativa de integración entre los países miembros.

## GUANARE

La sede que se había acordado para la realización de la XI Reunión Internacional del FRADIEAR y para la Asamblea de FAESCA era Bolivia, sin embargo la Asociación de este país no estuvo en condiciones de organizar el evento, por lo cual pasó el año 2010 y ya en el 2011, el Consejo Directivo de FAESCA, en consulta con el Comité Asesor Permanente, decidió buscar una nueva sede, para lo cual se convocó una reunión del Núcleo de Decanos de Venezuela, el cual fue celebrado en la ciudad de Guanare el día viernes veinticinco de marzo del año 2011, en la sede del Vicerrectorado de Producción Agrícola de la UNELLEZ. Este Vicerrectorado agrupa las carreras de Ingeniería en Producción Vegetal, Ingeniería en Producción Animal y en Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. La Universidad está ubicada en las instalaciones de la *Mesa de Cavacas*, en Guanare, a la cabeza del cual estaba el profesor Ingeniero en Ambiente y Recursos Naturales, Rafael Izarra Terán, destacado por su liderazgo universitario en la UNELLEZ.

La XI Reunión FRADIEAR y V Asamblea de FAESCA; UNELLEZ, 2011, se programó y realizó del dieciocho al veinte y dos de octubre de 2011. Fue un evento multitudinario, en el cual se inscribieron y participaron cuatrocientos siete delegados, ya que el Vicerrector, además de acreditar a los delegados nacionales e internacionales, también solicitó la acreditación de estudiantes de postgrado de la propia universidad y algunos estudiantes destacados de los últimos años de las carreras.

Se realizó la Asamblea de FAESCA y en este evento, se promulgó con el Acuerdo No. 5, la "*Declaración de Guanare*", incluida en la Memoria de la reunión, que contiene el resumen de las conclusiones y recomendaciones de las mesas de trabajo y plenarias y se adoptaron dos resoluciones especiales. Mediante el Acuerdo No. 7 se creó el Centro de Formación y de Investigación en Educación Agrícola, CEFIDIEAR, como un órgano operativo para promover la educación agrícola superior y la investigación, y mediante el Acuerdo No. 8 se decidió "*Transferir la Administración, Gestión y Operación del Sistema Hemisférico para el Desarrollo Agrícola, SIHCA a la Fundación para el Desarrollo del Sistema Hemisférico de Educación y Capacitación para el Desarrollo Agrícola, Fundación SIHECA*"<sup>29</sup> y se constituyó la Junta Directiva de la misma, presidida por el autor y conformada por decanos y profesores de Venezuela, donde posteriormente, se registró en el Registro Público del Municipio Palavecino, del Estado Lara, Venezuela. Si bien el Presidente de la FAESCA y el FRADIEAR era el Dr. John Franco Rodríguez, Director de las Carreras Agropecuarias de la

<sup>29</sup> Para conocer detalles sobre que es la Fundación SIHECA y sus estatutos, puede verse la página web del SIHCA: [www.sihca.org](http://www.sihca.org)

UCGC, en el Ecuador, éste no pudo asistir a este evento y en su lugar la delegación del Ecuador fue presidida por el Dr. César Quesada Abad, Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

Como ya se indicó, el Sistema Hemisférico de Capacitación para el Desarrollo Agrícola, SIHCA, era un proyecto hemisférico del IICA creado con fecha 29 de junio de 1.996 en Acuerdo con el Gobierno de Venezuela, por intermedio del Ministerio de Agricultura y Cría, MAC, que funcionó bajo el paraguas del IICA y con un presupuesto asignado por este organismo de cuarenta mil dólares mensuales, adicionales al pago del especialista internacional que actuaba como Secretario Ejecutivo. Este proyecto culminó su accionar con el IICA el 15 de mayo de 2008 y para evitar el cierre de tan exitosa experiencia, se negoció con la Dirección General del IICA, por intermedio de su Director para la Región Andina, un Acuerdo, para transferir el SIHCA a la gestión de la FAESCA y esta a su vez, a los fines de poder manejar el proyecto en forma operativa, creó la Fundación SIHECA, a cargo como Presidente de ésta, del mismo titular de la Secretaría Ejecutiva del SIHCA, que había cesado en sus funciones en tal fecha.<sup>30</sup>

Estas decisiones permitieron constituir dos fundaciones dirigidas a fortalecer la educación superior agropecuaria. Por un lado el CEFIDIEAR, o Centro para la investigación y el desarrollo agrícola y rural, bajo la Presidencia de la Vicerrectora de Extensión de la Universidad Nacional Pedagógica Experimental Libertador, UPEL que tiene sede rectoral en Caracas y sedes y oficinas en todas las ciudades de Venezuela y agrupa a nueve Institutos Pedagógicos Nacionales. Por el otro, se vincula el Sistema Hemisférico de Capacitación para el Desarrollo Agrícola, SIHCA con la FAESCA y el FRADIEAR a través de la Fundación Sistema Hemisférico para la Educación y Capacitación Agrícola, SIHECA, con todo lo cual se aspiraba fortalecer el

funcionamiento de la cooperación y la integración en el campo de las actividades académicas de nivel superior en ciencias agrícolas.<sup>31</sup> Los Acuerdos y la *Declaración de Guanare*, puede consultarse en sus memorias.

El evento se clausuró el viernes por la noche, con un acto cultural que culminó a la media noche en la plaza Bolívar con un concierto de música llanera y un espectáculo de baile de joropo. La *Gira Técnica* se realizó el sábado por la mañana, hasta las instalaciones del proyecto de desarrollo agropecuario de *agricultura protegida* en las afueras de la ciudad de Guanare, pare entonces muy bien mantenidas y en el inicio de las primeras cosechas de hortalizas. Estas instalaciones por razones de las altas temperaturas y elevada humedad relativa, en la región eminentemente tropical, estaban hermetizadas, con material plástico transparente, con instalación de aire acondicionado activado por la energía eléctrica y con el debido control de temperatura y humedad internas. Para conocer los detalles, las delegaciones fueron asistidas por los técnicos que manejaban aquella novedosa experiencia<sup>32</sup>, un tanto onerosa en su relación costo/beneficio, ya que el kilo de producto (tomates y otros) al agregar a los insumos requeridos, los costos de la inversión requerida y los correspondientes a la energía eléctrica y el personal necesitado para supervisar y operar el sistema, resultaban proporcionalmente con un costo unitario de producción muy superior a las cosechas obtenidas a cielo abierto, especialmente en las regiones de producción tradicional de hortalizas como Los Andes ( Estados Táchira, Mérida y Trujillo), el Valle del Quíbor, Estado Lara, la Colonia Tovar, Estado Aragua y otras áreas del país.<sup>33</sup>

Entre los Acuerdos de esta Asamblea, estuvo el de realizar la XII Reunión del FRADIEAR y la respectiva Asamblea de FAESCA en el Ecuador, para lo cual se ofreció de nuevo el auspicio de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

<sup>30</sup> Para una revisión detallada sobre los antecedentes del Sistema Hemisférico de Capacitación para el Desarrollo Agrícola, SIHCA, puede leerse: QUEVEDO CAMACHO, RAFAEL ISIDRO. 2008. MEMORIA HISTÓRICA DEL SIHCA. Ediciones del Instituto de Cooperación para la Agricultura, IICA. Oficina del IICA en Venezuela. Caracas, Venezuela. Y también las publicaciones IICA, SIHCA, CIARA. SERIE DOCUMENTOS OFICIALES SIHCA, No. 1, 2,3,4,5,6,7 y 8. 1996-2007. Caracas, Venezuela. También puede verse [www.sihca.org](http://www.sihca.org).

<sup>31</sup> En esta reunión internacional del FRADIEAR muy bien organizada por el Vicerrector Rafael Izarra Terán y el profesorado del Vicerrectorado de la UNELLEZ en Guanare, ya casi en el último día, en la Asamblea de la FAESCA se originó un debate complementario en razón de la propuesta del propio Vicerrector Izarra Terán de transformar el FRADIEAR y la FAESCA como un organismo hemisférico que diera cabida a todos los países de Latinoamérica y el Caribe y especialmente a Cuba. Tal propuesta generó un debate sobre la naturaleza Andina del FRADIEAR. Se aclaró que ya existía una organización latinoamericana como la *ALEAS*, es decir la *Asociación Latinoamericana de Educación Agrícola Superior*, cuya última reunión tuvo lugar en la ciudad de Saltillo, México y que también existían organismos regionales para el MERCOSUR, que agrupaban a Chile, Uruguay, Brasil y Argentina y para Centro América, como es el CESUCA; para el conjunto de países del Caribe donde funciona el *CACHE*, o *Caribbean*

*Committee of High Education*, todo lo cual constituye un Sistema interrelacionado y que ni el FRADIEAR que es un foro académico y la FAESCA que es el organismo que agrupa las organizaciones de Facultades de la Región Andina, podían abrogarse tal representación. La proposición del Vicerrector Izarra Terán estaba en sintonía con la política del gobierno nacional de incorporar a Cuba y los llamados países del ALBA en este mecanismo. Finalmente, tal propuesta no se aprobó por no corresponderse con la naturaleza de la FAESCA y se dejó abierta la posibilidad de que representantes de tales países pudieran asistir a los eventos organizados, presentando ponencias, tal como había ocurrido en el pasado con Chile, antes de ser miembro de FAESCA, Uruguay, Brasil, Argentina, México y Costa Rica. Cuba podría incorporarse al *CACHE*, si así lo aspiraba, su foro regional.

<sup>32</sup> **Las Memorias de este XI REUNIÓN DEL FRADIEAR y V ASAMBLEA DE FAESCA**, fueron publicadas en CD y colocadas en la página web de la UNELLEZ y en la del SIHCA [www.sihca.org](http://www.sihca.org).

<sup>33</sup> Es oportuno destacar que al pasar de algunos años, estas instalaciones, al igual que otras construidas en los Valles de Aragua, entre las ciudades de Tejerías y La Victoria, y en algunos otros lugares del país, también colapsaron, ya que resultaron insostenibles y exógenas a las condiciones climáticas del país, desapareciendo después de incontables inversiones perdidas.



Esta Reunión Internacional tuvo lugar en la ciudad de Guayaquil, en las instalaciones de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, que por segunda vez abrió sus puertas para este evento, el cual tuvo lugar entre el 23 y el 27 de noviembre del año 2015.

## GUAYAQUIL II

Por diversas razones no pudo celebrarse en los años anteriores, la XI REUNION DEL FRADIEAR, y la delegación Ecuatoriana que había solicitado su sede, ratificó que la XII REUNIÓN se realizara en el ECUADOR y el Consejo Nacional de Facultades de Ciencias Agropecuarias asumió la responsabilidad de su organización y en el 2014 el CONFCA con la aprobación de la UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL, UCSG, por gestiones realizadas ante el Rector y a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, como sede del evento, acordó realizar esta XII REUNION INTERNACIONAL DEL FRADIEAR en Noviembre del año 2015. En esta oportunidad, las presentaciones y discusiones sobre la orientación que debe asumir la educación agropecuaria en Latinoamérica con proyección Iberoamericana constituyeron el enfoque de las deliberaciones.

En la inauguración de la XII Reunión Internacional del FRADIEAR y VI Reunión de la FAESCA, luego del Himno Nacional del Ecuador, intervino el Representante del IICA en el Ecuador, Ingeniero Miguel Ángel Arvelo, el Representante del Gobierno Nacional del Ecuador; el Presidente Ejecutivo Ing. MSc. John Eloy Franco Rodríguez, el Presidente Honorario, Dr. Rafael Isidro Quevedo Camacho<sup>34</sup>; el discurso inaugural en nombre de la Universidad lo pronunció el Economista Mauro Toscanini Segale, PHD, Rector de la UCSG y luego se realizó una presentación artística y cultural para finalizar con el Himno de la UCSG e iniciar las deliberaciones. Este evento se instaló con la presencia de ciento veinticinco delegados registrados, quienes se reunieron del 23 al 27 de noviembre del año 2015 en el Aula Magna de la UCSG, en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Sus nombres, institución, procedencia y correos electrónicos forman parte de las memorias de la XII Reunión.

Se aprobó, realizar la XIII Reunión en la ciudad de Bogotá, en la UNAL, nuevamente, la cual se programó para el año siguiente<sup>35</sup>

Con la juramentación del nuevo Consejo Directivo, la entrega de diplomas y reconocimientos; así como acto cultural programado por la universidad UCSG, se clausuró esta XII Reunión Internacional del FRADIEAR y VI Asamblea de FAESCA.

## BOGOTA II

La XIII Reunión Internacional del FRADIEAR y VII Asamblea de la FAESCA tuvo lugar en la ciudad de Bogotá, nuevamente en la “Ciudad Blanca” sede de la Universidad Nacional de Colombia, UNAL en el centro de Bogotá, del 5 al 8 de octubre del año 2016, tal como lo anota LEIVA, 2016.

Luego de la sesión inaugural, la cual consumió la mitad de la mañana, se presentó la primera Conferencia Magistral a cargo del Dr. Rafael Echeverry Perico, un consultor internacional y especialista en desarrollo rural de Colombia, sobre el tema: “Cambios teóricos en los enfoques de desarrollo rural en América Latina”, luego de lo cual se realizó la *foto de familia* en la fachada del edificio de la Biblioteca Universitaria y posteriormente a ésta, la presentación de una feria exposición de libros y productos agropecuarios. Luego del almuerzo y por la tarde se iniciaron las deliberaciones de las *Mesas de Trabajo*.

Se realizó el tradicional “Foro de Decanos”, en un panel integrado por los presidentes de las delegaciones de los países, entre los cuales cabe destacar la presencia del representante del Consejo de Decanos de Chile, país ya incorporado a la FAESCA. En este foro intervinieron el Dr. Jorge Gutiérrez Andrade de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Mayor de San Simón, UMSS, en Bolivia; Víctor Julio Flórez Roncancio, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia; José Antonio Olaeta, del Consejo de Decanos de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile; el Dr. Uldemar Mora Alcívar, del Consejo Nacional de Facultades de Ciencias Agrícolas del Ecuador y la Dra. Moraima Esteves, Presidenta del Núcleo de Decanos de Ciencias del Agro, Mar, Forestales, Ambientales y Afines de Venezuela.

En paralelo con las demás actividades del FRADIEAR, se celebró la VII Asamblea de FAESCA en la cual participaron los representantes de cada país y actuó como moderador y director de debates el Presidente Honorario de FAESCA, quien también formaba parte de la delegación venezolana. Entre los aspectos relevantes de esta Asamblea cabe mencionar que el autor “informó que desde la Reunión celebrada en Lima, a la cual asistió como invitado especial el Dr. Pedro Undurraga, entonces decano de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, se procedió a invitar al Consejo de Facultades de Chile, para que formara parte de la FAESCA. Posteriormente, en la X reunión celebrada en Guayaquil, un delegado del Consejo de Facultades de Agronomía de Chile estuvo presente y consignó la carta de solicitud de membresía, la cual resultó aprobada por unanimidad en la mencionada reunión.

*Es satisfactorio que la representación a la FAESCA, por parte de Chile, la asume, el Dr. José Antonio Olaeta Coscorroza, quien, además de decano de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, también*

<sup>34</sup> El texto del discurso del autor y Presidente Honorario de la FAESCA y el FRADIEAR, puede leerse en el Anexo XVII.

<sup>35</sup> El contenido de todas las Conferencias, ponencias y detalles de este evento así como fotos de los participantes puede consultarse

en las memorias ya citadas las cuales se encuentran en la página web: [www.sihca.org](http://www.sihca.org) / <https://fradiear.webnode.es/>

*es presidente del Consejo de Decanos de Facultades de Agronomía de Chile, y asiste a esta XIII Reunión del FRADIEAR y VII Asamblea de FAESCA.*

*Se acordó solicitar al Dr. Olaeta hacer extensiva la invitación a conformar FAESCA a otros núcleos o consejos de decanos de medicina veterinaria, zootecnia y ciencias afines de Chile e igualmente informar al Foro de Mercosur en relación al funcionamiento de FAESCA-FRADIEAR y sus objetivos de cooperación e integración internacional en el campo de la educación superior agropecuaria”.*

Sobre la celebración de la próxima reunión internacional, “*el Dr. José Manuel Rodríguez propone y posteriormente se aprueba, por unanimidad, que el próximo evento, es decir la XIV REUNION DEL FRADIEAR y VIII ASAMBLEA DE FAESCA, se realicen en la ciudad de CARACAS, VENEZUELA y estos eventos sean organizados por la Universidad Pedagógica Experimental Libertador UEPL, cuya vicerrectora de investigación Dra. Moraima Esteves, está presente en esta XIII Reunión y existe acuerdo entre la delegación venezolana para solicitar tal sede en alianza estratégica con el IDEA, institución que dispone de excelentes instalaciones para realizar este tipo de eventos*”. Igualmente el profesor José Manuel Rodríguez “*hizo un esbozo de su propuesta para establecer un acuerdo que permita a través de FAESCA, establecer una alianza estratégica entre las facultades que se vinculan con FAESCA y sus miembros, para fortalecer las actividades de investigación, posgrado y extensión de las instituciones*”, todo lo cual resultó aprobado.

En cuanto a las mesas de trabajo, en estas se presentaron las ponencias relacionadas con los temas asociados a sus respectivas temáticas. La lista de títulos y sus autores, se incluyen en el **ANEXO XVI**. De estas exposiciones y su consideración y discusión surgieron un conjunto de recomendaciones elaboradas por las relatorías, aprobadas por la plenaria final del evento, que se mencionan en el trabajo original y en las Memorias del evento.

## CÚCUTA

La crisis económica, social y política que se agudizó en Venezuela el año 2017, impidió que se pudiera celebrar como se había previsto, la XIV Reunión Internacional del FRADIEAR y VIII ASAMBLEA DE FAESCA en la ciudad de Caracas. Ante tales dificultades, la Vicerrectora de Investigación y Posgrados de la UPEL y Presidenta del Núcleo de Decanos de Ciencias del Agro, Mar, Forestales y Ambientales de Venezuela, propuso a sus miembros estudiar la factibilidad de realizar estos eventos en la zona fronteriza colombo-venezolana, para contar con el apoyo académico y financiero de las universidades colombianas y el apoyo de la ACOFIA de ese país hermano.

Con esta decisión, la Presidenta Moraima Esteves inició negociaciones tanto con la ACOFIA, como con las universidades Francisco de Paula Santander y la Universidad de Pamplona por un lado, y con la ACOFIA por el otro, lográndose un favorable acuerdo para celebrar las sesiones en la ciudad de Cúcuta, Colombia con el apoyo de la UPEL a través del Instituto Pedagógico de Rubia, en el Estado Táchira

Con base en el Acuerdo de Cooperación suscrito por los rectores, en la organización de este evento se involucraron la Universidad Nacional Pedagógica Libertador, UPEL de Venezuela, Universidad Francisco de Paula Santander, UFPS, la Universidad de Pamplona, UPAMPLONA y las asociaciones nacionales de decanos: el Núcleo de Decanos de Ciencias del Agro, Mar, Forestales, Ambientales y Afines de Venezuela, la Asociación Colombiana de Facultades con Programas de Ingeniería Agronómica, ACOFIA, la Asociación Colombiana de Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ACFAMEVEZ, el Consejo Nacional de Facultades de Ciencias Agropecuarias del Ecuador, CONFCA, la Asociación Boliviana de Educación Agrícola Superior, ABEAS y el Consejo de Facultades de Agronomía de Chile y las instituciones asociadas, Corporación Escuela Tecnológica del Oriente, Colombia; la Secretaría de Desarrollo Económico, Colombia; la Gobernación del Norte de Santander, Colombia; Institución Un Norte Productivo para Todos, Colombia; “Fe en Colombia”; el Programa de Todos para Todos, Colombia; la Cooperación Internacional e Integración para el Desarrollo y el Esfuerzo Regional, también de Colombia, con lo cual se logró un sólido apoyo institucional y logístico para realizar el evento en la ciudad universitaria de la UFPS, en la ciudad de Cúcuta, del 22 al 26 de octubre de 2018.

La Asamblea de la FAESCA tuvo lugar el día viernes, en sesión paralela con el resto de las actividades, con los Presidentes de las Asociaciones de los países y el Consejo Directivo, y en la cual se pasó revista al informe de la Presidente, el presupuesto, la celebración de la XV Asamblea en Bolivia y otros temas de interés interno.

Las conclusiones de las mesas de trabajo se discutieron en las plenarios de las respectivas mesas, cuya integración fue muy numerosa y se hicieron sobre la base de las ponencias allí presentadas y constituyen un conjunto actualizado de conclusiones y recomendaciones que pueden consultarse en las Memorias del evento.

## CAPÍTULO IV

### EL FRADIEAR Y LA FAESCA. UNA REVISIÓN DE SU DESARROLLO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se ha presentado una detallada revisión de las características y evolución histórica, así como sus principales realizaciones, de tres organismos internacionales de cooperación e integración que tienen competencias y cumplen actividades dentro de los países de la región andina, en los campos de la educación, el desarrollo rural y la agricultura; entre otros: El Convenio Andrés Bello, CAB; el Instituto de Educación Superior para América Latina y el Caribe de la UNESCO, IESALC-UNESCO; y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. Especialmente en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Chile, países andinos con los cuales está vinculado también el Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural,

FRADIEAR y la Federación de Asociaciones en Educación Superior en Ciencias Agrarias y Afines para la Región Andina, FAESCA y que sirven como marco de referencia para visualizar la importancia de la cooperación y la integración en la Región Andina.

Es por ello que se ha realizado este perfil de los mismos, a fin de ilustrar al lector sobre la dimensión tanto histórica como temática y el alcance de las actividades que estos organismos realizan a través de programas, proyectos y acciones y con los cuales el FRADIEAR y la FAESCA pueden insertarse para potenciar sus actividades de cooperación e integración, en el campo de la Educación Superior en Ciencias Agrarias y Afines. En el caso particular del IICA, para ilustrar igualmente el origen del FRADIEAR, como un Proyecto inicialmente promovido por aquel en su primera etapa.

De la revisión realizada se puede inferir que para inicios de los años noventa del siglo pasado, las Facultades, Escuelas y Programas de Educación Superior Agropecuaria se encontraban relativamente aisladas unas de otras, tanto al interior de los países como entre ellos. Diversos factores habían conducido a tal situación, como la poca comunicación interinstitucional, la circunstancia de que la mayoría de la Facultades en ciencias agrícolas generalmente se ubican en campus especiales vinculados a los terrenos, estaciones experimentales o fincas necesarias para realizar actividades prácticas y en general una inexplicable desvinculación de unas con respecto a las otras.

Con el FRADIEAR se ha buscado que, mediante conferencias, presentaciones y discusiones tales actores pudieran empaparse de los nuevos enfoques y tendencias, de los cambios que en el mundo de la gestión del conocimiento y del avance de la ciencia y de la técnica estaban ocurriendo e igualmente de los avances y nuevos enfoques en el campo de la pedagogía, de la enseñanza y el aprendizaje, a los fines de inducir la modernización y los cambios tanto en los diseños curriculares de las carreras como en los temas estratégicos, metodologías y abordajes de los procesos de investigación, extensión y proyección social, así como en los propios modelos de organización académica, visión y misión institucionales y cambios en el entorno.

Puede notarse un progresivo cambio de enfoques y actividades en el quehacer del propio IICA y también de los otros organismos internacionales que trabajan en cooperación técnica y promueven la integración internacional, desde aquellas primeras etapas donde se buscaba establecer cursos de posgrado para mejorar la formación de los profesionales de la agronomía y la veterinaria o para mejorar los programas de educación primaria y secundaria, a etapas superiores en las cuales se trató de abordar la región en su integralidad, tanto en las orientaciones del desarrollo rural, como de la educación a todos los niveles y particularmente de la Educación Superior y de los programas de investigación científica, técnica y cultural. Este proceso se elevó al más alto nivel, mediante las reuniones internacionales de ministros, tanto de agricultura como de educación, ciencia y cultura, para comprometer a los gobiernos

y a las organizaciones institucionales de los países y a sus líderes y actores, en la puesta en práctica de nuevos programas, nuevas actividades y nuevos enfoques, tendentes a garantizar la universalización de la educación, el mejoramiento de su calidad y pertinencia, mejor calidad de la vida rural y de la producción de alimentos, materias primas de origen agropecuaria y productos manufacturados, servicios y avances en los sectores primarios, secundarios y terciarios de la economía y del desarrollo integral territorial y bio económico.

En esta perspectiva, la dinamización, relacionamiento y el intercambios mediante los encuentros y diálogos entre los actores y líderes del mundo universitario, en ciencias agrarias y afines, permitió romper el círculo vicioso del aislacionismo, abrir los muros a nuevos enfoques, ideas y experiencias exitosas, que sin duda alguna introdujeron un factor de sinergia y dinamización en el devenir académico al interior de las instituciones y promover un movimiento de renovación y de reformas que progresivamente han servido para mejorar la calidad de los procesos académicos.

Un logro muy importante ha sido el conocimiento y trato personal entre los líderes académicos, quienes se empezaron a reconocer los unos a los otros, a establecer lazos de amistad, a intercambiar opiniones, no solo en las plenarios y mesas de trabajo, sino también en la informalidad de las comidas, de los descansos, de las horas de descanso y en las giras, de tal manera que con el directorio de teléfonos, correos y otros mecanismos de comunicación, muchos de ellos pudieron continuar relacionándose de acuerdo a su interés, profundizando en determinados temas y experiencias aprovechables.

El hecho de que en los eventos se presentaran conferencias por especialistas internacionales de alto nivel, con el estado del arte en los temas fundamentales del quehacer universitario, ha permitido a los participantes actualizar conceptos y comparar tales enfoques con los predominantes al interior de sus instituciones, pudiendo aprovechar tales planteamientos y tesis como material para iniciar un proceso de inducción a sus comunidades sobre los cambios necesarios.

La presencia de funcionarios internacionales no solo del IICA, del IESALC-UNESCO, de CEPAL, del BANCO MUNDIAL, de la FAO, CAF, de la *National Association of Universities Land Grant College*, NASULGC de USA, el *American Distance Education Consortium*, ADEC, de las Agencias de Cooperación de los países europeos, como la cooperación española, belga, holandesa, empresarios exitosos, universidades con diversos modelos de organización distintos a los tradicionales, con el de la EARTH, en Costa Rica, de la Universidad Nacional de Loja, en Ecuador, el de la Universidad Antonio Narro de México, la Universidad Nacional Agraria, La Molina, UNALM de Perú, de las universidades nacionales experimentales de Venezuela, y de muchas otras en cada país andino, los nuevos enfoques pedagógicos, de educación a distancia y virtuales, que tanta importancia han cobrado en los años recientes, voceros de proyectos cooperativos de investigación, como PROCANDINO, PROCITRÓPICOS y PROCISUR,

voceros y responsables de los diversos proyectos de cooperación técnica del IICA en temas de Comercio e Integración, Sanidad Agropecuaria, Desarrollo Rural, Educación y Capacitación, Recursos Naturales, Cambio Climático, Formulación de Proyectos, inducciones y capacitación en los temas de Educación a Distancia, Virtual y en Línea, con la presencia de representantes de estos programas de las universidades y de organizaciones internacionales, las conferencias, deliberaciones y discusiones a profundidad sobre los temas específicos de desarrollo curricular, evaluación, calidad y pertinencia y acreditación de la educación superior, no cabe duda alguna que ha permitido avanzar no solo en la gestión del conocimiento de estos temas, cuya divulgación también ha permitido que percolen hacia estudiantes y profesores mediante la publicación de las memorias y el efecto multiplicador de su divulgación por los numerosos actores y líderes participantes en estas reuniones, han permitido crear una atmósfera propicia a los cambios y modernización de las instituciones.

Las reuniones del FRADIEAR con sus múltiples actividades de intercambio, han posibilitado también, que en cada país se consolidara una organización de las Facultades y Programas de Educación Superior en estos campos, con su propia dinámica y vitalidad, actuando como Asociaciones Nacionales que en su conjunto conformaron la Federación de Asociaciones de Educación Superior en Ciencias Agrarias y Afines, FAESCA, dándole al relacionamiento interinstitucional una nueva perspectiva, que abre las puertas para su vinculación e integración no solo con el IICA, institución internacional de donde provino su origen, sino también con el propio Convenio Andrés Bello y el IESALC-UNESCO en cuanto pueda ser pertinente, así como con otros entes con los cuales su vinculación contribuya a fortalecer el logro de los objetivos propuestos.

Las reuniones internacionales del FRADIEAR y la FAESCA, han estimulado, igualmente, la dinamización de los diálogos y encuentros nacionales de las respectivas organizaciones, propiciando compromisos al interior de los países para poner en práctica las recomendaciones surgidas de aquellas. Es así como se ha impulsado una corriente de renovación que ha implicado a muchas instituciones, tanto en el abordaje de nuevos diseños curriculares, como los procesos de evaluación y acreditación, los cuales se han visto fortalecidos por la promulgación en los países de legislaciones sobre este tema, que han hecho no solo necesarias sino también obligatorias para las universidades, el someterse a tales procesos, tanto de autoevaluación como a la evaluación por pares internacionales y el cumplimiento de determinados estándares de calidad que han permitido a tales instituciones exhibir los resultados como una universidad acreditada y en algunos casos, someterse a un conjunto acelerado de reformas y esfuerzos para cumplir con los estándares básico requeridos.

Esta corriente se ha visto favorecida por la presentación en los eventos reseñados, de experiencias exitosas en cada país, cuyos casos se han expuesto por los líderes académicos promotores de tales iniciativas y discutidos a profundidad

como para dejar una lección aprendida, que eventualmente puede ser replicada, o cuando menos tenida en cuenta, como punto de referencia para iniciativas de reforma y fortalecimiento institucional en otros países e instituciones.

En la actualidad, se han cumplido ya veintiséis años desde cuando se realizaron las primeras Conferencias Internacionales de Educación Superior en Ciencias Agrarias, en Chile, para la Región sur, en Venezuela para la Región Andina y en Costa Rica para Centro América; y a lo largo de tal cuarto de siglo se han movilizad más de dos mil participantes, entre rectores, vicerrectores, decanos, directores de programas académicos y especialistas internacionales, enriqueciendo la gestión del conocimiento académico con más de quinientas conferencias, presentaciones y documentos cuya publicación y divulgación constituye un avance muy significativo como aporte al mejoramiento de la calidad de la Educación Superior Agropecuaria y un cuerpo de conclusiones, recomendaciones y legados para facilitar las transformaciones y cambios en las universidades.

En este lapso también se aceleró el proceso de evaluación y acreditación conducente al mejoramiento de la calidad de la educación superior, lo cual si bien no es consecuencia de estos encuentros, pues se trata de una corriente mas amplia promovida por los gobiernos y a su vez estos, impulsados por las tendencias promovidas por los propios organismos internacionales, como el IESALC-UNESCO, el Convenio Andrés Bello, la Comunidad Andina de Naciones, CAN, el MERCOSUR, el Banco Mundial, y en general la acción de los Estados, los cuales a través de los gobiernos y de los Congresos han impulsado leyes que establecen la obligatoriedad de realizar estas actividades como un requisito para poder recibir la certificación de calidad.

Ello también ha sido inducido por acuerdos y tratados internacionales que han establecido normas y políticas relacionadas con estos procesos. Sin embargo, si se puede afirmar, que la circunstancia de que estos temas han sido recurrentes tanto en las conferencias, ponencias y discusiones del FRADIEAR, como en las iniciativas de las Asociaciones Nacionales de Facultades, estos encuentros han contribuido a crear una atmósfera favorable a la realización al interior de las facultades de ciencias agrícolas, de actividades de autoevaluación, la aceptación de la evaluación por pares internacionales, los procesos de certificación de calidad y en general la realización de reformas académicas para modernizar las instituciones y aceptar los cambios y los retos que plantea el desarrollo de la ciencia, de la técnica y de las nuevas exigencias del desarrollo y el progreso.

El FRADIEAR se ha convertido en un lugar de encuentro ya reconocido por las universidades, con capacidad de convocatoria, como tribuna académica para exponer tanto las experiencias exitosas y los problemas o nudos que se van presentando e igualmente para plantear las nuevas ideas, los retos que deben enfrentar las instituciones y las demandas de la sociedad. Los documentos y materiales que se han ido recopilando en las memorias, citadas en este trabajo, que

contienen no solo el pensamiento de los expositores, sino también las conclusiones y acuerdos de los participantes, han servido como bibliografía de referencia para estudiantes, profesores, para trabajos de grado, para fundamentar reformas y procesos de fortalecimiento institucional.

Similarmente, la movilización internacional de los líderes académicos ha contribuido a un mejor conocimiento del entorno internacional, a compenetrarse con la realidad, la cultura y la idiosincrasia de los países visitantes, su geografía física y humana y en general, ampliar la visión nacional de todos estos actores de la vida académica extramuros de sus propias instituciones.

No obstante estos indudables progresos, este mecanismo internacional ha confrontado debilidades y limitaciones que le han impedido alcanzar objetivos más ambiciosos relacionados con sus objetivos. Como puede observarse en el devenir de sus catorce reuniones a través de un cuarto de siglo, sus actividades han quedado limitadas fundamentalmente a los encuentros tanto nacionales de las asociaciones, como a las reuniones internacionales. Sin embargo, otros propósitos y metas no han podido materializarse, tales como la conformación de una red internacional de intercambio permanente de información y comunicación; la constitución de equipos interinstitucionales, y entre los países, para realizar proyectos de investigación, concertados de manera interinstitucional; el intercambio de estudiantes y profesores y su movilidad en pasantías o cursos de posgrado, que ha sido muy escaso; se han firmado acuerdos de cooperación interuniversitarios, como el suscrito con la NASULGC, o *Asociación Nacional de Universidades Land Grant College*, NASULGC, que agrupa a 185 universidades norteamericanas, que no se cumplió por falta entre otras razones, de un mecanismo ejecutivo que administrara los intercambios que se habían acordado; al igual que el convenio firmado con la *Asociación Mexicana de Educación Agrícola Superior*, AMEAS.

Al interior del FRADIEAR, se acordó y así se constituyeron a partir de la VI Reunión, equipos especializados en cada uno de los temas estratégicos de la agenda, es decir Desarrollo Curricular, Posgrados, Investigación, Extensión, Educación a Distancia, Integración, Cooperación internacional, etc., integrados por especialistas de cada país miembro. Estos equipos no lograron activarse y convertirse en redes especializadas en el respectivo tema, como estaba previsto. Faltó iniciativa de los respectivos coordinadores y relatores de cada equipo, mayor capacitación en manejo de redes, compromiso con la tarea asumida y, para la fecha, carecían de las herramientas tan sofisticadas y de gratis acceso de las cuales hoy se dispone, tanto para el intercambio de información como para las reuniones en línea y el intercambio vía internet en tiempo real. Todo ello es una tarea pendiente.

Si bien las reuniones en los países, de las asociaciones han permitido tratar temas internos como la homologación de carreras, que en algunos países como Ecuador han facilitado el establecer una política nacional al respecto, con el apoyo del Consejo Nacional de Facultades de Ciencias Agrícolas,

CONFCA; avanzar significativamente con el apoyo de la Asociación Colombiana de Facultades con Programas de Ingeniería Agronómica, CONFCA y con la Asociación de Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ACFAMEDEZ en los procesos de diseño curricular, evaluación y acreditación en Colombia; un proceso de evaluación y acreditación muy avanzada en Chile, con el apoyo del MERCOSUR, no cabe duda que a nivel internacional han estado ausentes las actividades de intercambio entre una y otra reunión, careciendo de la necesaria continuidad y gerencia en el intercambio permanente tanto a nivel del Consejo Directivo como de las propias instituciones involucradas, limitándose este relacionamiento al proceso organizativo que precede cada reunión internacional y a las publicaciones derivadas de las mismas.

Otra debilidad que ha impedido el avance de estos intercambios ha sido la carencia de fondos para soportar un presupuesto de actividades. Las reuniones de las asociaciones nacionales han logrado su sostenibilidad con el apoyo de sus instituciones miembros; y a nivel internacional las reuniones celebradas se han realizado con presupuestos extraordinarios elaborados por las propias comisiones organizadoras, las cuales en cada oportunidad han logrado aportes tanto financieros como en bienes y servicios de las instituciones responsables del evento, del sector público y privado del país sede, que han posibilitado la exitosa realización de tales encuentros.

No se ha podido alcanzar la creación y alimentación de un fondo, que permita financiar actividades tales como becas estudiantiles, años sabáticos o pasantías profesoraes, asistencia a eventos científicos de profesores, seminarios y talleres de capacitación en los temas estratégicos, la publicación de libros, del boletín informativo acordado, la publicación de una página web robusta, salvo la inclusión de las memorias en [www.sihca.org](http://www.sihca.org) del SIHCA y la [www.fradiear.webnode.es](http://www.fradiear.webnode.es) diseñada por la UEPL para la XIV Reunión, con información y facilidades para el intercambio y la interactividad entre todos los participantes; y la posibilidad de mantener una Secretaría Ejecutiva a tiempo completo que se encargue de la coordinación de actividades y de impulsar la ejecución de un programa presupuesto anual, con metas académicas, relacionadas con la ejecución de los acuerdos y recomendaciones de los encuentros internacionales y nacionales.

Ha faltado experticia en el proceso de levantamiento de fondos, o *fundraising*, tan arraigado en Norteamérica y en Europa, a lo cual se agrega la cultura de dependencia de la asignación presupuestaria pública, proveniente del Estado en las Leyes de Presupuesto, que ha limitado una ambiciosa búsqueda de financiamiento por otros medios.

Como ha podido observarse, en las reuniones se ha planteado y recomendado la formulación de proyectos para buscar financiamiento internacional. Incluso en la X reunión de Guayaquil, el evento invirtió dos días en un Curso de Capacitación sobre Formulación de Proyectos con Financiamiento Internacional; sin embargo no se logró el

impacto esperado sobre la formulación y presentación a los organismos internacionales de proyectos para su financiamiento, tal como suelen hacerlo universidades e instituciones en otras latitudes.

A pesar del esfuerzo recurrente que el FRADIEAR ha impulsado, no cabe duda que en el caso de América Latina, y dentro de ella se engloba la Región Andina, con sus universidades, muchas de ellas con la tradición de haber sido las primeras, *reales y pontificias*, mantienen una tradición de vida intramural que pesa mucho para que el profesor y en general la comunidad universitaria se abra al mundo exterior, tanto de su país como de la región y del mundo en su conjunto.

Este factor influye en la carencia de una visión ampliada hacia la cooperación internacional y a la forma de trabajar en redes globales con equipos interinstitucionales, interdisciplinarios y entre países. Esta falta de una visión global, asociada al inmenso y complejo reto que a nivel interno de cada institución confrontan las autoridades rectorales y decanales para garantizar el funcionamiento de sus instituciones, les ha imposibilitado abrirse a las potencialidades y oportunidades que la integración y la cooperación internacional ofrecen y en cuya ruta podría estar la nueva visión del desarrollo académico universitario.

Hay que reconocer, que si bien ha habido compromiso para abordar la convocatoria, organización y realización de las propias reuniones nacionales e internacionales del FRADIEAR y las Asambleas de la FAESCA, los líderes académicos han carecido del tiempo, del compromiso y de la motivación requerida para insertarse en los procesos de cooperación e integración internacional. Las Facultades han carecido de una oficina o un delegado para impulsar estas relaciones y aprovechar las oportunidades que tal escenario ofrece.

A estos factores limitantes, hay que agregar la falta de continuidad de las políticas académicas al interior de muchas universidades, en las cuales los cambios alternativos de autoridades conllevan en muchas oportunidades, tal como lo vimos en algunos casos con la propia organización de las reuniones del FRADIEAR, cambios de actitud y reacciones de ruptura con las iniciativas de las autoridades anteriores, negación de compromisos adquiridos por anteriores autoridades y rechazos frente a lo que algunos, erradamente, consideran compromisos de las anteriores administraciones que no están en la línea de sus promesas y compromisos electorales, con lo cual es necesario empezar de nuevo el proceso de inducción y motivación. Junto con este factor interno, se agrega la inestabilidad política nacional en los países, sus períodos de crisis, que impactan directamente el quehacer universitario, en algunos casos tan profundamente, como es el caso venezolano.

No obstante tales limitaciones y amenazas, los avances logrados en materia de encuentros, foros, conocimiento de los actores y líderes académicos, intercambio de información y experiencias exitosas, gestión del conocimiento, diálogos,

acuerdos y concertaciones han sido positivos; pero no suficientes. Es oportuno a partir de la XV Reunión Internacional, pactada para el mes de octubre del 2023, nuevamente en Guayaquil, Ecuador, elaborar una planificación estratégica consensuada, con objetivos, metas y acciones que permitan avanzar en la sostenibilidad de un mecanismo permanente de actividades.

En esta perspectiva, el fortalecimiento de la FAESCA, y junto con ella el FRADIEAR, pasa por la toma de decisiones como las siguientes:

1. La designación de un Secretario Ejecutivo y un Secretario Técnico a dedicación exclusiva, o cuando menos a medio tiempo, para que puedan interactuar permanentemente en la puesta en escena de los acuerdos y decisiones adoptadas y la coordinación de un intercambio permanente entre los actores. Estos titulares deberían ser profesores ordinarios con alguna experiencia internacional y conocimiento del FRADIEAR, en estrecha relación con el Presidente Ejecutivo en ejercicio y con quién deberían interactuar en forma continua. Con ellos debería garantizarse la constitución de un equipo gerencial permanente, dotado de un presupuesto y de los equipos para el intercambio comunicacional necesarios.
2. La constitución nuevamente de los equipos o Comisiones por Mesa Temática: Diseño Curricular, Investigación, Extensión, Postgrado, Educación a Distancia, Virtual e Híbrida, Cooperación e Integración, etc. Estos equipos con un Coordinador y un Relator o Secretario, y cuando menos un especialista por país, deberían constituir un grupo de trabajo en línea, utilizando los poderosos medios de intercambio actuales, para intercambiar documentos, avances en el tema, proyectos para desarrollar, información, la conformación de una base de datos o banco de información temática, etc. de tal manera que puedan igualmente emitir un boletín informativo de divulgación entre las comunidades universitarias y divulgar información sobre el estado del arte en el tema de su competencia. Tales equipos conformarían un Red de Intercambio insertada en las páginas web de las respectivas universidades y de ser posible en una página web interactiva de la propia FAESCA-FRADIEAR.
3. La formulación de proyectos de relevancia estratégica con los cuales se pueda buscar financiamiento de los organismos internacionales para avanzar en los temas vinculados a los objetivos establecidos. Tales proyectos deberían funcionar con participación de profesores de los países miembros y trabajar de manera interinstitucional e interdisciplinariamente, con un coordinador por país y un coordinador general del proyecto.
4. Apoyarse en la legislación existente en cada país, sobre el tema del aseguramiento de la calidad y el proceso de autoevaluación, evaluación por pares internacionales y acreditación institucional, a los fines de desencadenar este proceso en forma permanente en las facultades y programas de ciencias agrícolas de los países.
5. Negociar y suscribir Convenios tanto con el IESALC-UNESCO como con el IICA y la organización Convenio Andrés Bello, CAB, y la Comunidad Andina de Naciones,



- CAN, con la finalidad de que estos organismos reconozcan la FAESCA y el FRADIEAR como entes capaces de insertarse dentro de su sistema organizativo de la Educación Superior en la Región Andina y lograr el apoyo de los mismos para el cumplimiento de su misión.
6. Negociar con la participación de la organización del IESALC-UNESCO y el Convenio de Reconocimiento de Títulos, Grados y Diplomas, la Acreditación de Calidad para facilitar, con el apoyo de la Comunidad Andina de Naciones, CAN, el reconocimiento y el ejercicio profesional de los egresados en los países del Convenio.
  7. Dar pasos concretos para establecer la movilidad internacional de estudiantes y profesores mediante un Sistema de pasantías, años sabáticos, becas y otras modalidades que faciliten el intercambio universitario a nivel de la Región Andina.
  8. Poner en marcha el proyecto de posgrado para la Región Andina sugerido en los acuerdos del FRADIEAR, utilizando tanto las herramientas virtuales de educación a distancia y otros mecanismos de intercambio. Podría establecerse un curso de posgrado emblemática en cada país en la Facultad y Universidad que tenga ventajas comparativas para el tema, de tal manera que el área de posgrado pueda constituir un elemento articulador de la integración y la cooperación técnica entre las universidades y los países de la región.
  9. Asegurar, mediante la gestión de los respectivos miembros del Consejo Directivo de cada país, el registro oficial de los Estatutos de FAESCA, tal como se acordó en la respectiva Asamblea de la Federación, a los fines de que con tal reconocimiento legal, se puedan negociar proyectos y financiamientos para las actividades propuestas en cada país miembro y recibir donaciones y aportes.
  10. Es indispensable realizar una revisión exhaustiva de las recomendaciones y acuerdos aprobados y determinar su viabilidad, actualización y puesta en ejecución a partir de la próxima XV Reunión del FRADIEAR y la X Asamblea de la FAESCA, a celebrarse nuevamente en la ciudad de Guayaquil, en octubre del 2023 e igualmente designar un Contralor encargado de realizar seguimiento y evaluación de la implantación de estos acuerdos.

## CONSIDERACIONES FINALES

En el presente compendio, hemos visto un perfil de un conjunto de organismos internacionales relacionados con la educación, la agricultura y la vida rural. Ese perfil ha permitido visualizar el papel de relacionamiento que las instituciones de educación en ciencias agrícolas han venido desarrollando en los últimos veintiséis años, lo cual les ha permitido intercambiar experiencias exitosas, establecer puentes de comunicación tanto al interior de los países como entre ellos, lazos de integración y cooperación así como vinculaciones con organismos internacionales cuya visión y misión está asociada con el mejoramiento de la calidad y pertinencia de la educación superior y con la vida rural y su población.

Tal panorama ofrece una perspectiva mas amplia para la cooperación internacional y la integración, todo lo cual marcha en sintonía con los procesos de globalización que se ven facilitados por el desarrollo de las comunicaciones, los avances en los medios de transporte, el desarrollo de la ciencia y de la técnica y la visión cultural de un mundo conectado a través de redes, medios, intercambios económicos, financieros, culturales y personales; todo lo cual replantea muchos paradigmas en relación a cómo realizar la misión de las instituciones y armonizar sus estrategias en sintonía con las oportunidades y facilidades que tal escenario puede brindar.

En este contexto es oportuno entonces, visualizar las nuevas alternativas que a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat se le abren para potenciar sus actividades y sus impactos al vincularse con estas categorías institucionales internacionales a fin de lograr un efecto multiplicador en su accionar.

El primer reto en el cual suele pensarse es en la posibilidad de lograr aportes financieros para consolidar la realización de programas y proyectos específicos. Esta línea si bien es posible, no resulta tan expedita como se suele pensar, dado que muchos de estos organismos no son de carácter financiero sino de cooperación técnica, científica, del desarrollo o de carácter cultural. Se trata de identificar cuales entes internacionales están en condiciones de realizar aportes financieros y de comprender que tales aportes no suelen ser espontáneos o generalizados, sino más bien, asociados a la misión, visión y objetivos de cada institución y que están dispuestos a ofrecer o compartir el uso de determinados fondos en la realización de proyectos cuyos logros o impactos están alineados con tales objetivos y metas.

La tarea generalmente conocida como *fund rising*, supone una cuidadosa estrategia para identificar cuales son los intereses de tales organismos, sus programas de desarrollo, sus dinámicas de alianzas y sus metodologías de formulación de proyectos y de trabajo, para planear iniciativas que puedan ser compartidas como aliados en una relación de ganar-ganar. Este es el primer reto que tienen planteadas las Comisiones Especializadas de la Academia, a fin de explorar el universo de organismos internacionales e identificar objetivos y programas análogos a los planteados internamente y establecer estrategias de negociación y presentación de proyectos factibles.

Un segundo reto, está vinculado con la negociación de alianzas para impulsar programas comunes, en los cuales los talentos humanos de dos o mas instituciones se puedan combinar en la realización de una tarea o proyecto común, a través del cual se puedan alcanzar metas que satisfagan el interés de las organizaciones involucradas. Esta tarea requiere en muchos casos el establecimiento de convenios de cooperación de carácter general, que permitan a las diversas unidades o componentes institucionales, identificar problemas y temas en los cuales poder asociarse y comprometerse con base en las disposiciones del convenio general o marco, que de la apertura necesaria para tomar tales iniciativas.

Una tercera vía, es la de servir de puente entre organismos internacionales e instituciones nacionales asociadas, como lo son las universidades e institutos nacionales de investigación y desarrollo, para facilitar el trabajo común en programas de fortalecimiento institucional, de mejoramiento de capacidades, de transformación de planes y programas y en general de búsqueda del mejoramiento de la calidad y la excelencia en el desempeño de su misión y objetivos. En esta tarea es muy importante la capacidad de relacionamiento y convocatoria para establecer lugares de encuentro que faciliten el desarrollo de estos propósitos, y en los cuales los actores de las diversas instituciones involucradas participen, intercambien conocimientos y experiencias exitosas, alcancen la formulación de estrategias comunes y emprendan determinadas rutas de realización para lograr tales metas. Ello puede significar, como hemos visto en el caso de los organismos presentados, la organización de congresos, conferencias, foros, talleres, cursos y otros encuentros que faciliten el intercambio entre los diversos actores involucrados y permitan establecer compromisos institucionales que den continuidad y desarrollo a los acuerdos establecidos.

Una cuarta vía de relacionamiento es través de la inserción en las redes colaborativas que los diversos organismos internacionales han puesto a funcionar como mecanismos de intercambio de información, de bases de datos y de realización de tareas o proyectos interinstitucionales o interdisciplinarios, en los cuales participan especialistas en temas determinados asociados con los fines de cada organización. Estas redes que constituyen una de las metodologías de trabajo mas generalizadas a nivel internacional, permiten que actores de muy diversas instituciones, tanto en el nivel nacional como en el internacional, se vinculen mediante sistemas establecidos para la ejecución de fines específicos y que generalmente están asociados a convenios de cooperación científica, técnica y cultural.

En este mismo orden de ideas, se plantea la posibilidad de el establecimiento de mecanismos de cooperación inter académicos tanto en el nivel nacional como en el internacional, para potenciar en un esfuerzo común determinados programas y establecer intercambios que permitan insertar, en el caso de Venezuela, a numerosos talentos humanos que por efecto de la Diáspora se han dispersado por casi todos los países del mundo. Por esta vía, podría lograrse la formación de núcleos de talento humano nacional que interactúen en cada país, se acerquen y apoyen mutuamente y a la vez posibiliten, de nuevo, un relacionamiento con las instituciones nacionales en las cuales trabajaban y a las cuales puedan retroalimentar con sus visiones y experiencias foráneas.

Este panorama, plantea a las Academias un escenario más amplio y diverso y el reto de abrirse a la diplomacia institucional, científica y tecnológica, como un camino complementario al quehacer nacional que su visión, misión, objetivos y principios le plantea, de acuerdo con su Ley de creación y con su tradición y metodologías de trabajo, especialmente si se tiene en cuenta la dimensión global y los

mecanismos de cooperación que el mundo actual y futuro están demandando.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALEGRETTI, SEBASTIAN. 1998. Negociaciones Multilaterales Agrícolas en el Marco de la Organización Mundial de Comercio, OMC. Ponencia Inaugural. En CAN-IICA. SEMINARIO TALLER DE NEGOCIACIONES MULTILATERALES EN EL MARCO DE LA OMC. (7:9) Lima, Perú. 85 Páginas.
- AQUINO GONZÁLEZ, CARLOS E. 1997. INFORME DE GESTIÓN DEL DIRECTOR GENERAL. Ediciones del IICA. Santiago de Chile. Octubre de 1.997. 56 páginas.
- CEPAL/ECLAC/IICA. 2001. PANORAMA DE LA AGRICULTURA DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE. Edición conjunta de CEPAL, ECLAC e IICA El IICA. Publicación de las Naciones Unidas. Santiago de Chile, Chile. 219 páginas. 1.989.
- COMUNIDAD ANDINA DE NACIONAES. 2023. Quienes somos. Acuerdo de Cartagena y otros documentos. En <https://www.comunidadandina.org/quienes-somos/> ).
- CONGRESO NACIONAL. 1960. Ley de Reforma Agraria de la República de Venezuela. Ed. Gaceta Oficial. Caracas, Venezuela.
- CONVENIO NADRES BELLO, CAB. 2023. El Convenio Andrés Bello. <https://convenioandresbello.org/cab/que-es-el-cab/>
- CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN IESALC-UNESCO. 2011. Informe de Administración del Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe, IESALC. Publicaciones IESALC-UNESCO. Conferencia General, 36th, 36 C/REP/5 5 de septiembre de 201, París, Francia, 5 páginas.
- CONVENIO ANDRES BELLO. PORTAL WEB. 2023. Convenio Andrés Bello - Wikipedia, la enciclopedia libre. [http://es.wikipedia.org/wiki/Convenio\\_Andrés\\_Bello](http://es.wikipedia.org/wiki/Convenio_Andrés_Bello)
- CONVENIO ANDRES BELLO. PORTAL WEB. 2023. Estructura del Convenio Andrés Bello. <https://convenioandresbello.org/cab/estructura-del-cab/>
- DE LA REZA, GERMÁN. 2006. El Congreso de Panamá de 1.826 y otros ensayos de integración en el siglo XIX. Estudio y fuentes documentales anotadas, UAM-Economía, México
- FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UCV-IICA. 2008. MEMORIAS DE LA IX REUNIÓN DEL FRADIEAR. Edición digital en DVD. Maracay, Venezuela.
- FUNDACIÓN RAFAEL CALDERA. 2023. <https://rafael.caldera.com>. DOCUMENTOS CONGRESO PRODEMOCRACIA Y LIBERTAD, 1.960.
- GOMEZ V., DAVID; BERNAL HENRY YESYD; QUITIAQUEZ, ANA MARÍA Y QUINTERO IVONNE MUÑOZ. CONVENIO ANDRES BELLO. 2004. Políticas, estrategias y consensos de acción en ciencia y tecnología de los países del Convenio Andrés Bello (2003-2010) CAB, Ciencia y Tecnología No.128. Edición del Convenio Andrés Bello. Primera Edición. Impresión: Editorial Nomos. Secretaría Técnica CAB /ONCYT. Tomos I y II. 1220 Páginas.

- GOZZOLA, ANA LUCIA. 2008. Panorama de la Educación Superior en América Latina y el Caribe. Presentación en ppt. Ediciones IESALC-UNESCO. Cartagena de Indias, Colombia
- GOZZOLA, ANA LUCIA; SOBRINHO, JOSÉ DIAZ, FERNANDES L., NORBERTO; PIRES, SUELI; TREBINO, HERNAN; ACEVEDO, MARIO; ALI, EDUARDO; QUINTEIRO, JOSE ANTONIO Y AUTPETTI, DIDOU, SYLVIE D. 2008. HACIA UNA POLITICA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. Ediciones IESALC-UNESCO. Caracas, Venezuela. 275 Páginas.
- HENRIQUEZ G., PEDRO. 2018. INFORME DE GESTIÓN 2011-2018. Ediciones de IESALC-UNESCO. Caracas, Venezuela, 39 páginas.
- IESALC - UNESCO. Biografía de Francisco Pedró Director del IESALC. 2023. En <https://www.iesalc.unesco.org/2020/09/17/biografia-de-francisco-pedro-director-del-iesalc/>
- IESALC-UNESCO. 2023. PORTAL WEB. Sobre el IESALC. <https://www.iesalc.unesco.org/sobre-el-iesalc/>
- IESALC-UNESCO-2019. Convenio de Reconocimiento de Estudios, Títulos y Diplomas de Educación Superior en América Latina y el Caribe. 2019. Ediciones de la UNESCO. Copia Certificado por Santiago Villapando, Asesor Jurídico. Buenos Aires, Argentina. 22 Páginas.
- IESALC-UNESCO.2022. MÁS ALLÁ DE LOS LÍMITES. Nuevas formas de reinventar la Educación Superior. Hoja de Ruta propuesta para ser presentada en la 3ª WHEC2022 de la UNESCO. Caracas, Venezuela. 42 Páginas.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. 2023. Misión y Visión del IICA. <https://www.iica.int/es/about-us/main>
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. Bávaro 2001-Panamá 2003 Guayaquil 2005. 2.005. Plan AGRO 2003-2015 para la Agricultura y la Vida Rural de las Américas. Reuniones Ministeriales Agricultura y Vida Rural de las Américas en el marco del proceso de Cumbres de las Américas. . San José, Costa Rica. 89 páginas.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. (2012) 70 AÑOS DE HISTORIA. Ediciones IICA. México. 197 Páginas.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. 1993. EL IICA; 50 AÑOS DE HISTORIA. Ediciones del IICA. San José, Costa Rica. 165 páginas.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. 1.997. Trabajo de Todos. Ediciones del IICA. San José, Costa Rica. 71 páginas.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA (2023). CONVENCION SOBRE EL IICA. Ediciones digitales, Costa Rica. <https://www.iica.int/es/nuestra-convencion/nuestra-convencion>
- WIKIPEDIA. 2023. Biografía de Claudio Rama Vitale [https://es.wikipedia.org/wiki/Claudio\\_Rama\\_Vitale](https://es.wikipedia.org/wiki/Claudio_Rama_Vitale)
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. IICA. 1999. Informe de Gestión. Editorial Agroamérica. San José, Costa Rica. 99 páginas.
- INSTITUTO INTERAMERICANO PARA LA INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO GLOBAL, IAI; INTERNATIONAL HUMAN DIMENSION PROGRAM ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGES, IHDP: INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. 2005. Cambio Ambiental global, globalización y seguridad alimentaria. Actas del Foro Científico-Político. Ediciones del IICA. San José, Costa Rica. 112 páginas.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. 2010. El mexicano Víctor Villalobos asumen la Dirección General del IICA. <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/mexicano-victor-m-villalobos-asume-direccion-general-del-iica>
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. Informe Anual 2012. Síntesis. 70 Años al Servicio de la Agricultura de las Américas. San José, Costa Rica. 16 páginas.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. 2015. Un modelo de cooperación técnica para el siglo XXI. Liderando el cambio y la reforma institucional del IICA: Apoyo a la agenda hemisférica común para la agricultura y la vida rural en las Américas. Ediciones IICA, San José, Costa Rica. 40 páginas.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. 2005. IICA y las Américas. Ediciones del IICA. San José, Costa Rica. 81 páginas
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. 2006. INFORME DEL DIRECTOR GENERAL. Período de Gestión 2002-2006. Ediciones del IICA. San José, Costa Rica. 101 páginas.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. IICA. 2006. IICA en Venezuela. 1.966-2006. 40 años promoviendo el desarrollo de la Agricultura, la seguridad alimentaria y la prosperidad de las comunidades rurales en Venezuela. Ediciones de la Oficina del IICA en Venezuela. Caracas, Venezuela. 15 Páginas)
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. IICA. 2022. Plan de Mediano Plazo para el Período 2022- 2026/ Serie Documentos Oficiales/ IICA. 53 Páginas)
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA, 2023, PÁGINA WEB, <https://www.iica.int/es/programas>.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. 2021. Programa Presupuesto 2022.2023. Ediciones del IICA. San José, Costa Rica. 19 páginas
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. 2022. Informe del Director General sobre su gestión en el período 2018-2021. Ediciones del IICA/JIA/ Doc. 406.. San José, Costa Rica. 21 páginas

- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. 2020. Política Antifraude y Anticorrupción. Ediciones del IICA. San José, Costa Rica. 8 páginas.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, IICA. 2023. Quien es el Director General. PAGINA WEB: <https://iica.int/es/about-us/dg>
- IICA-SIHCA. 2008. PROGRAMA DE CURSOS DE CAPACTIACIÓN PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA AÑO 1.997. Ediciones del IICA-SIHCA y la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Caracas, 2008. 169 páginas.
- MEDINA - PREZI, CRISTINA. 2014. EL IESALC-UNESCO. Presentación en ppt. <https://prezi.com/9obhmrrjku6/cresalc/>
- MORAN, LUIS. 2007. Memorias de la VIII Reunión del FRADIEAR. Versión preliminar en CD. Lima, Perú. Lima, Perú.
- LEIVA B., FABIO R. (Editor) .2016. AVANCES RECIENTES EN DESARROLLO RURAL Y EDUCACIÓN EN CIENCIAS AGRARIAS Y AFINES EN LA REGIÓN ANDINA. Memorias de la XIII Reunión del Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural, FRADIEAR. Ediciones de la Universidad Nacional de Colombia, UNAL y la Asociación Colombiana de Facultades con programas de Ingeniería Agronómica, ACOFIA. Bogotá, Colombia. 108 Páginas.)
- MORALES J., GONZALO. 2020. VENEZUELA FRENTE AL FUTURO Modelo de un Nuevo País. Ediciones de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Editor: Carlos Maldonado-Bourgoín. Caracas, Venezuela. 120 Páginas.
- PEDRÓ, FRANCISCO. 2022. PALABRAS EN LA CONMEMORACION DE 25 AÑOS DEL IESALC. <https://www.iesalc.unesco.org/sobre-el-iesalc/>
- PROCIANDINO e IICA. 2002. Agenda Andina de Innovación Tecnológica Agrícola y Agroindustrial. Bogotá. Colombia. 31 paginas.
- (PROCIANDINO-IICA. 2003. Plan Anual de Trabajo. Estrategia para la Cooperación de Integración Tecnológica de la Región Andina: Visión de Mediano Plazo 2003-2006. Caracas, Venezuela.85 páginas.
- QUEVEDO C., RAFAEL I. 2003. MEMORIAS. IV REUNIÓN DEL FORO REGIONAL ANDINO PARA EL DIÁLOGO Y LA INTEGRACIÓN DE LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA Y RURAL, FRADIEAR. Ediciones de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Estación Experimental de “Bajo Seco”, Estado Vargas, Venezuela. Versión digital en DVD e impresa en 325 páginas.
- QUEVEDO C. RAFAEL I.; RAMOS P. CÉSAR y PEROZO V., MAGDA. 1.995. EVALUACIÓN DE LA REFORMA AGRARIA. TOMOS RESUMEN, I y II. Editorial del Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela. 1450 páginas.
- QUEVEDO C. RAFAEL I. 2008. MEMORIA HISTORICA DEL FORO REGIONAL ANDINO PARA EL DIALOGO Y LA INTEGRACIÓN DE LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA Y RURAL, FRADIEAR, 1997-2008. Ediciones de la Oficina del IICA en Venezuela. Caracas, Venezuela. 68 páginas.
- QUEVEDO C., RAFAEL I. 2008. PROGRAMA DE CURSOS DE CAPACITACIÓN PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA. AÑO 2007. Edición del IICA-SIHCA-FACULTAD DE AGRONOMÍA UCV. Caracas, Venezuela. 168 páginas
- QUEVEDO C. Rafael I. 2008. MEMORIA HISTORICA DEL FRADIEAR. Ediciones del IICA. Caracas, Venezuela. 68 páginas.
- QUEVEDO C. RAFAEL I. 2007. MEMORIAS DE LA VII REUNIÓN DEL FORO REGIONAL ANDINO PARA EL DIALOGO Y LA INTEGRACIÓN DE LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA Y RURAL. Ediciones de la Universidad Nacional de Colombia, UNAL y el Instituto Interamericano para la Agricultura. Versión Digital y mimeografiada. Bogotá Colombia. 2007. 485 páginas.
- RAMA V., CLAUDIO. 2006. INFORME GENERAL SOBRE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE 2000-2005. La Metamorfosis de la Educación Superior. Ediciones Digitales del IESALC-UNESCO. Caracas, Venezuela. 265 Páginas.
- REVISTA NUEVA SOCIEDAD, NUSO. 1979. No. 43, julio agosto de 1.979. Edición en papel. CONFERENCIA PRODEMOCRACIA Y LIBERTAD. Documentos.
- RODRIGUEZ, ADRIAN; ECHEVERRI, RAFAEL; SEPULVEDA, SERGIO y PORTILLA, MELANIA. 2003. EL ENFOQUE TERRITORIAL DEL DESARROLLO RURAL. Ediciones del IICA. San José, Costa Rica. 154 páginas. SIHCA. 1.998. BOLETIN SIHCA. Año 2-3 No 6 (15,20) Septiembre – Diciembre, 1.998. Caracas, Venezuela.
- SISTEMA HEMISFERICO DE CAPACITACIÓN PARA EL DESARROLLO AGRICOLA. SIHCA. 1999. BOLETIN SIHCA. Año 3-3 No. 9 (18) Septiembre Diciembre de 1.999.
- TORRES PARRA, MANUEL. 2022, LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL. UNA NECESIDAD PARA LA SITUACIÓN ACTUAL DE VENEZUELA. En Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, ANIH. (48:60. Octubre-Diciembre 2022. Caracas, Venezuela.
- UNESCO. 1998. PROYECTO DE ESTATUTOS DEL INSTITUTO INTERNACIONAL DE LA UNESCO PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. Consejo Ejecutivo. 155Reunión, 155/EX22, París, Francia)
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA. CAMPUS VIRTUAL. 2023. Doctorado para Ana Lucía Gozzola. <https://www.unc.edu.ar/comunicaci%C3%B3n/doctorado-honoris-causa-para-ana-l%C3%BAcia-gazzola>
- UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL 2009. MEMORIAS. Versión digital en DVD. Guayaquil, Ecuador.
- UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS OCCIDENTALES, EZEQUIEL ZAMORA, UNELLEZ. 2011. MEMORIAS DE LA XI REUNIÓN

DEL FRADIEAR Y VI REUNIÓN DE FAAESCA. Edición digital en DVD. Guanare, Venezuela

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL. 2015. MEMORIAS. Edición digital en DVD y URL [www.sihca.org](http://www.sihca.org). Guayaquil, Ecuador.)

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA LIBERTADOR, UPEL y ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES CON PROGRAMAS DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ACOFIA 2018. MEMORIAS DE LA XIV REUNIÓN DEL FORO REGIONAL ANDINO PARA EL DIÁLOGO Y LA INTEGRACIÓN DE LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA Y RURAL – FRADIEAR y de la VIII ASAMBLEA DE LA FEDERACIÓN ANDINA DE ASOCIACIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN CIENCIAS AGRARIAS Y AFINES (FAESCA) Ediciones de la UPEL. Comisión Revisora: María Eugenia Carrillo, Marta De Sousa y Víctor Carrillo. Caracas, Venezuela. 636 Páginas

UTRERAS JOSE. 2004. MEMORIAS de la V Reunión del Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural, FRADIEAR. Ediciones del IICA-FRADIEAR-ESPE-IESALC-UNESCO. Quito, Ecuador. 385 páginas

YANEZ, FRANCISCO JAVIER y MENDOZA, CRISTOBAL. 1.833. CARTA DE JAMAICA. Colección Documentos Relativos a la vida del Libertador de Colombia y del Perú, Simón Bolívar, para servir a la historia de Sur América?. Caracas, T. XXII, p. 207:229

## GLOSARIO DE SIGLAS USADAS EN EL TEXTO

ACOFIA: Asociación Colombiana de Facultades con Programas de Ingeniería Agronómica

ACT: Agencia de Cooperación Técnica

ADEC: *American Distance Education Consortium*

AFCAMAR: Asociación de Facultades de Ciencias Agrícolas, del Mar, Ambientales y Afines de Venezuela

AGRA: Alianza para una Revolución Verde en Africa,

AIC: Agencia Internacional de Cooperación

AID: Agencia Internacional para el Desarrollo

ALADI: Asociación Latinoamericana de Integración

ALADLC: Asociación Latinoamericana de Libre Comercio

ALCA: Asociación Latinoamericana de Libre Comercio

ALEAS: Asociación Latinoamericana de Educación Agrícola Superior

APHIS: *Animal and Plant Health Inspection Service*

AUDA-NEPA: Agencia de Desarrollo de la Unión Africana

AUDA-NEPAD

BID: Banco Interamericano para el Desarrollo

BM: Banco Mundial

BRAMCO: Grupo de investigación que apoyó las iniciativas de Brasil, México y Colombia

CAB: Convenio Andrés Bello

CAC: Consejo Agropecuario Centroamericano

CAF: Corporación Andina de Fomento

CAN: Comunidad Andina de Naciones

CARDI: Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícola del Caribe

CARICOM: Mercado Común del Caribe o Comunidad del Caribe

CAS: Consejo Agropecuario del Sur

CASIALC: Capacitación en Administración de Sistemas de Investigación en América Latina y el Caribe

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,

CDE: *Centre for Development and Environment*

CECAP: Centro de Educación y Capacitación del IICA

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CGIAR: Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional

CIARA: Fundación para la Investigación y Capacitación en Reforma Agraria de Venezuela

CIAT: Centro Interamericano de Agricultura Tropical

CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical

CIECC: Concejo Interamericano de Educación, Ciencia y Cultura,

CIID: Centro Internacional de Investigación y Desarrollo

CIID: Centro Internacional de investigación y Desarrollo

CIM: Centro Internacional sobre los derechos de la Mujer, de la OEA

CIMMYT: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

CIRA: *Centro Interamericano de Reforma Agraria*

CIRAD: Centro Internacional de Cooperación en investigación para el desarrollo de la agricultura sustentable francés

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CONFCA: Consejo Nacional de Facultades de Ciencias Agropecuarias del Ecuador

COP: Conferencias de las Partes

COSAVE: Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur

COSUDE: Agencia Suiza de Cooperación

COVID-19: Enfermedad pandémica transmitido por un virus

CRESALC: Centro Regional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe

CRIIA: Centro Referencial Interamericano de Información en Agricultura

CSUCA: Consejo Superior Universitario Centro Americano

CTI: Ciencia, Tecnología e Innovación

DECAP: Dirección de Educación y Capacitación del IICA

EARTH: Universidad de Costa Rica

ECLAC: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (*Economic Commission for Latin America and de Caribbean*)

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria

ESINED: *Marcos Comunes de Integración Educativa, CAB*

FAESCA: Federación de Asociaciones de Facultades de Educación Superior Agropecuarias y Afines

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

FONTAGRO: Fondo de Tecnología Agropecuaria (Mecanismo de cofinanciamiento sostenible para el desarrollo de tecnología agropecuaria en América Latina y el Caribe)

FORAGRO: Foro de las Américas para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico Agropecuario

- FORTALIN: Fortalecimiento Institucional de Sistemas Nacionales de Generación y Transferencia de Tecnología
- FRADIEAR: Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Superior Agrícola y Rural.
- FRUTHEX: Proyecto de investigación en frutas y hortalizas de Exportación
- FUNIBER: Fundación Universitaria Iberoamericana
- GCHERA: *Global Consortium in Higher Education and Research for Agriculture*
- GDLN: Global Development Learning Network
- GEF: Fondo para el Medio Ambiente Mundial
- GRIC: Grupo de Revisión e Implementación de Cumbres,
- GTZ: Agencia de Cooperación Alemana
- IESALC: Instituto para la Educación Superior en América Latina y el Caribe
- IFAD: Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola
- IFARD-LAC: Proyecto de Apoyo a las Asociaciones Científicas de América Latina y el Caribe de Instituciones de Investigación Agrícola
- IFPRI: *International food policy Research Institute*
- IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
- INIAS: Institutos Nacionales de Investigación Agropecuaria
- IPGRI: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos
- ISBN: *International System book Number*
- JIA: Junta Interamericana de Agricultura
- MCCC: *Marcos Comunes de Criterios de Calidad,*
- MERCOSUR: Mercado Común del Sur
- NASULGC: *National Association System Universities of Land Grant College*
- NCCR: Swiss National Centre for Competence in Research North – South
- OEA: Organización de Estados Americanos
- OECA: Organización de Estados del Caribe Oriental
- OECS: Organización de Estados del Caribe Oriental
- OIE: Organización Internacional de Sanidad Animal
- OIRSA: Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
- OIT: Organización Mundial del Trabajo:
- OLADE: Organización Latinoamericana de Energía
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- OPS: Organización Panamericana de la Salud
- PADEMUR: Proyecto del IICA para el desarrollo de la mujer rural
- PAP: *Plan de Actividades Priorizadas,*
- PCPMA: Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Agricultura
- PCT: Programa de Cooperación Técnica de la OEA,
- PLANALC: *Plan de Acción Conjunta para la Reactivación Agropecuaria en América Latina y el Caribe*
- PMA: Programa Mundial de Alimentos
- PMP: Programa de Mediano Plazo del IICA
- PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- PROCACAO: Programa Cooperativo y Red Regional de Generación y Transferencia de Tecnología en el Cacao
- PROCIANDINO: Programas Cooperativos de Investigación y Transferencia de Tecnología para la Región de los Andes
- PROCICARIBE: Programas Cooperativos de Investigación y Transferencia de Tecnología para el Caribe
- PROCISUR: Programas Cooperativos de Investigación y Transferencia de Tecnología para el Sur
- PROCITRÓPICOS: Programas Cooperativos de Investigación y Transferencia de Tecnología para los Trópicos Americanos
- PRODAR: Programa Cooperativo de Agroindustrias Rurales del IICA
- PROMECAFE: Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y la Modernización de la Caficultura
- PROTAAL: Proyecto Cooperativo sobre Tecnología Agropecuaria de América Latina
- REDAMACS: Red de Ganadería de doble propósito; Pesca y Acuicultura: Sistemas Agroforestales
- REDAR: Red de Agroindustria Rural
- REDARFIT: Red de manejo sostenible de recursos filogenético
- REEDLACEH-MINEDUC
- REMECAB: Reunión de Ministros de Educación del CAB
- RISPAL: Red de Investigación en Sistemas de Producción Animal
- SAIA: Sanidad agropecuaria e inocuidad de los alimentos
- SEGIB: Secretaría General Iberoamericana
- SELA: Sistema Económico Latinoamericano
- SEMCIT: El Proyecto de la Universidad EARTH
- SENCAB: Secretarías Nacionales, CAB
- SICA: Sistema de Integración Centro Americano
- SICTA: Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola
- SIDALC: Servicios de Información y Documentación de América Latina y el Caribe
- SIECA: Secretaría de Integración Centro Americana
- SIHCA: Sistema Hemisférico de Capacitación para el Desarrollo Agrícola
- SIHDEA: Sistema Hemisférico de Educación Superior Agropecuaria
- SIPPOAIA: Sistemas de Información sobre Políticas de Políticas, Organización y Administración de la Investigación Agropecuaria
- TAM: Tarjeta Andina de Migraciones
- TIC: Tecnologías de la información y comunicación
- TLCAN: Tratado de Libre Comercio de América del Norte
- UBA: Universidad de Buenos Aires
- UCLA: Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Venezuela
- UCSG: Universidad Católica Santiago de Guayaquil
- UE: Unión Europea
- UNALM: Universidad Nacional Agraria de la Molina
- UNED: Universidad Nacional de Educación a Distancia
- UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura
- UNOSSC: Oficina de las Naciones Unidas para la Cooperación Sur-Sur
- USAM: Programa Iniciativa Suelos Vivos de las Américas
- USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América
- WHEC2022: Tercera Conferencia Mundial de.



**OPINIONES DE ACADÉMICOS,  
COMISIONADOS E INVITADOS**

## CAMBIO CLIMÁTICO, PANDEMIA, COMUNIDADES SOSTENIBLES Y PRIORIDADES DE VENEZUELA

Alfredo CILENTO-SARLI<sup>1</sup>

---

### RESUMEN

La pandemia COVID-19 ha producido millones de muertos y decenas de millones de contagiados en el mundo, con el consecuente colapso de los sistemas de salud y de la actividad pública en general. En todo caso, el mundo pospandemia ha cambiado y sigue cambiando. A la vista de los cambios originados por la pandemia y los más estructurales y calamitosos generados por los efectos del cambio climático, los nuevos asentamientos deberán ser planificados, diseñados y construidos bajo criterios de sostenibilidad, regeneración y resiliencia, aceptando las restricciones impuestas por la presencia del coronavirus, que vino para quedarse, como el dengue, el VIH, la hepatitis... Aquí se examinan los efectos sobre las comunidades de la crisis climática-pandemia, se plantean los principios fundamentales que hemos considerado para el logro de infraestructura, equipamiento y comunidades sostenibles y regenerativas, en función del Objetivo 11 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas “Ciudades y comunidades sostenibles” formuladas antes de la llegada de la COVID-19; y se plantean las que consideramos prioridades para Venezuela.

### ABSTRACT

*Climate change, pandemic, sustainable communities, and priorities in Venezuela*

The COVID-19 pandemic has produced millions of deaths and tens of millions of infected in the world, with the consequent collapse of health systems and public activity in general. If anything, the post-pandemic world has changed and continues to change. In view of the changes caused by the pandemic and the more structural and calamitous generated by the effects of climate change, new settlements must be planned, designed and built under criteria of sustainability, regeneration and resilience, accepting the restrictions imposed by the presence of the coronavirus, which is here to stay, such as dengue, HIV, hepatitis... This paper examines the effects on communities of the climate-pandemic crisis, sets out the fundamental principles we have considered for the achievement of sustainable and regenerative infrastructure, equipment and communities based on Goal 11 of the UN Sustainable Development Goals (SDGs) “Sustainable cities and communities” formulated before the arrival of COVID-19; and what we consider priorities for Venezuela are raised.

---

*Palabras clave:* Cambio climático; pandemia Covid-19; comunidades sostenibles y regenerativas; infraestructura, equipamiento, edificaciones y construcción pospandemia; Venezuela prioridades.

*Keywords:* Climate change, Covid-19 pandemic, sustainable and regenerative communities, infrastructure, equipment, buildings, post-pandemic construction, Venezuela priorities.

La Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP, por sus siglas en inglés) es el órgano que reúne a los países firmantes de la convención celebrada por la ONU en Río de Janeiro en 1992, llamada la Cumbre de la Tierra. Durante estas conferencias del clima se han negociado varias ampliaciones del tratado de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para establecer límites jurídicamente vinculantes a las emisiones de gases de efecto invernadero para los distintos países, y para definir un

mecanismo de aplicación para evaluar su cumplimiento. Entre ellas el Protocolo de Kioto de 1997, que definió los límites de emisiones para las naciones desarrolladas que debían alcanzarse para 2012; y el Acuerdo de París, adoptado en 2015 (COP21), en el que todos los países del mundo acordaron intensificar los esfuerzos para intentar limitar el calentamiento global a 1,5°C por encima de los niveles de la era preindustrial, e impulsar la financiación de la acción sobre el cambio climático. Sin embargo, en los hechos, ese objetivo no se ha alcanzado. El secretario general de la ONU, Antonio

---

<sup>1</sup> Arquitecto, Universidad Central de Venezuela, Profesor Titular-Investigador y co-fundador del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, UCV. Forma parte del personal docente e investigador desde 1968. Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo entre 1984 y 1987. Individuo de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Correo-e: alfredo.cilento@gmail.com

Gutierrez, sigue calificando la situación de catastrófica: “Seguimos en la senda de un aumento catastrófico de la temperatura, muy por encima de los dos grados centígrados, por lo que los compromisos de cero neto requieren una rápida reducción sostenida de las emisiones en esta década”.

El acuerdo en la COP26, celebrada en noviembre de 2021, hace por primera vez una mención al papel de los combustibles fósiles en la crisis climática. Pide que se reduzcan progresivamente las subvenciones al carbón y a los combustibles fósiles ineficientes. Reconoce el carbón como culpable de la crisis climática, pero solo se compromete a su “disminución gradual”, sin garantizar el objetivo de limitar el calentamiento global 1,5°C. El acuerdo propone que los Estados miembros presenten a finales de 2022 nuevos compromisos nacionales de recortes de emisiones de gases de efecto invernadero, tres años antes de lo previsto, pero “teniendo en cuenta las diferentes circunstancias nacionales” lo que ralentiza los compromisos.

“Tras la COP26 es más evidente que nunca que las promesas desde arriba no bastan y que, más bien, se necesita una transformación estructural e institucional desde las bases mismas. Nuestra única esperanza de mantener el calentamiento global dentro de límites “seguros” es acelerar una transición verde con una masiva inversión pública coordinada que apunte a saltos de innovación y a un cambio de paradigma económico” (Mazzucato, 2021).

El 1° de agosto de 2021 el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de la ONU, en un documento concluyente sobre la crisis climática planetaria –calificado por el secretario general de la ONU como “un código rojo para la humanidad”– señaló que el calentamiento global está ocurriendo más rápido de lo que los científicos pensaban anteriormente. Evitar el incremento de 1,5 grados de calentamiento es casi imposible; sin embargo, se puede mantener ese umbral crítico y evitar el empeoramiento de los impactos desastrosos de 2 grados de incremento si se actúa de inmediato (IPCC, 2021).

Lo cierto es que nos adentramos en una nueva era geológica: el Antropoceno (Acosta, 2019; 2020), una época “...definida por el enorme impacto del hombre sobre el planeta. La marca en el registro geológico perdurará mucho después de que nuestras ciudades se hayan derrumbado” (National Geographic, 2020) Es decir, que la Tierra está cambiando aceleradamente por efectos de la actividad humana; y ya quedó claro que el actual fenómeno de cambio climático no se debe a procesos naturales y que las medidas para frenar el coronavirus no resolverán el calentamiento global. Como lo señaló Michael Jacobs (1996), en términos del medio ambiente todo lo que la actividad económica humana hace es convertir recursos en residuos. El modelo sostenible alterno se basa en la transformación de residuos en recursos, de allí los planteamientos acerca del estudio del ciclo de vida de materiales y productos y sobre el concepto de economía circular (Cilento, 2005; Cilento, 2016) En todo caso la pandemia nos ha mostrado la necesidad de modificar

sustancialmente nuestro estilo de vida consumista por excelencia por uno más modesto, menos derrochador de recursos y más respetuoso de la naturaleza, que nos ayude a reconstruir la sostenibilidad y resiliencia de nuestros asentamientos. Como lo ha señalado Carlota Pérez reiteradamente, es necesario “redefinir la buena vida” (Pérez, 2020)

## EFFECTOS SOBRE LAS COMUNIDADES DE LA CRISIS CLIMÁTICA-PANDEMIA

Refiriéndose a los efectos de la Covid-19, Michael Spence, premio Nobel de Economía 2001, señaló: “Los sectores que tuvieron que cerrar porque no podían funcionar sin una proximidad humana insegura ahora (o pronto) reabrirán. Las empresas que sobrevivieron a los cierres por la pandemia (muchas, gracias al apoyo de programas fiscales) experimentarán una rápida expansión, generada por una demanda contenida. Las tasas de crecimiento subirán durante un período limitado antes de regresar a niveles normales (...) Los sectores con el mayor potencial de crecimiento son: la aplicación de tecnologías digitales en toda la economía, la ciencia biomédica (y sus aplicaciones en atención médica y otras áreas) y las tecnologías que se ocupan de los diferentes desafíos para la sostenibilidad, especialmente aquellos asociados con el cambio climático. Estas áreas se superponen, porque están definidas más por la ciencia y la tecnología que por la producción, son fuentes clave de resiliencia para las empresas y para la sociedad en general; y esa percepción se ha visto reforzada por la pandemia y la creciente consciencia sobre los efectos del cambio climático” (Spence, 2021) La transición a fuentes de energía renovables, la limitación del desarrollo en lugares vulnerables y la adopción de estándares de construcción más resilientes pueden ayudar a evitar los peores impactos ambientales, mientras nos adaptamos a un clima en evolución. La expansión de la conectividad de banda ancha, la creación de nuevas asociaciones sectoriales, la expansión de los programas de aprendizaje basados en el trabajo y un liderazgo más visible para los trabajadores desfavorecidos e insuficientemente representados, pueden garantizar que las industrias de infraestructura sirvan como una fuente creciente de prosperidad económica. Los estados y localidades con una base fiscal más estable pueden impulsar la inversión neta en infraestructura y experimentar con nuevos datos, diseños y proyectos. El mundo pospandemia ha cambiado y sigue cambiando (Spence, 2021).

Las consecuencias de la combinación de crisis climática y COVID-19 ya se venían asomando antes de que se declarara la pandemia como consecuencia del calentamiento global y de algunas acciones emprendidas para su mitigación. Los siguientes son los principales impactos de tales efectos (The Economist, 2021; Cilento y Troccoli, 2020).

**1. Impacto sobre las densidades de los centros urbanos,** provocados por desplazamientos hacia la periferia y ciudades intermedias, incluyendo granjas y playas, facilitados por el teletrabajo. La vida pública ha mermado por las restricciones a la libre circulación, cuarentenas y confinamientos, que

mantienen a buena parte de la población trabajando desde casa. Como efectos del aislamiento para evitar el contagio, ha habido una reducción sustancial de las actividades en restaurantes y bares, cafeterías y otros locales de contacto social como ferias, museos, cines y espectáculos de toda índole. Ello ha producido una merma en la circulación de vehículos automotores en vías principales, autopistas y carreteras. Lo que también ha incidido en una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, la Agencia Internacional de Energía (IEA) ha alertado que las emisiones de carbono están en camino de aumentar en 1.500 millones de toneladas en 2021, revirtiendo la mayor parte del declive del año 2020 originado por la pandemia. “Estimamos que la implementación plena y oportuna de las medidas de recuperación económica anunciadas hasta la fecha, resultarían en que las emisiones de CO<sub>2</sub> escalen a niveles récord en 2023, y continuarían aumentando después”.

**2. Trabajo remoto para siempre.** Mayor es el número de personas que están trabajando desde sus viviendas y otros locales cercanos: coworking, home working o teletrabajo en empresas tecnológicas y comerciales; las grandes empresas han enviado a parte de su personal a trabajar desde su casa. El teletrabajo dejó de ser una fórmula incipiente para convertirse en una opción de uso extendido. Se han desarrollado políticas de flexibilización laboral en relación a la exigencia de presencia física y cumplimiento de horario. Todo en un difícil contexto donde persistirán restricciones a la movilidad y toda la familia permanece más tiempo en casa.

El mercado laboral ahora es global: no habrá diferencia entre contratar personal local o de otras ciudades del país o incluso personal internacional por la irrupción del trabajo a distancia. Las empresas y oficinas de contratación de personal deberán reorganizarse para atraer, realizar la inducción (*onboarding*) y retener talento internacional. Las oficinas, gracias al rediseño de sus servicios (*service design*), serán espacios amables de reunión y de conexión trascendente. En el caso de Venezuela esto es muy importante en lo que respecta a la posibilidad de incorporación a distancia de la diáspora especializada en programas de recuperación de la producción, así como en áreas del sistema educativo y de ciencia y tecnología.

**3. Hogares-Oficina.** La vivienda se está volviendo más tecnológica y adaptada al trabajo y estudio en casa. Poder trabajar desde cualquier lugar será prioridad para los trabajadores. Esto incentivará la mudanza a la periferia, pequeñas ciudades, granjas y playas, donde las viviendas pueden ser de mayor área y menores costos. Pero esto implica disponer de conectividad permanente a bajo costo. Internet 4G se vuelve imprescindible. Esto es una contribución positiva al reforzamiento de las ciudades intermedias, como veremos más adelante.

**4. 2021, el año de la digitalización.** Las alternativas digitales llegaron para quedarse. Cómo potenciar el trabajo digital en redes (*networking*) será prioritario. Las nuevas tecnologías se han hecho vitales y las nuevas empresas tecnológicas pueden desbancar a las tradicionales que no se transformen digitalmente. Se espera una irrupción masiva de la

inteligencia artificial (IA) La fuerza laboral básica se reduce dramáticamente, tomando la IA las operaciones simples. Está claro que en los trabajos manuales o que requieren presencialidad, como por ejemplo atención al público, poco ha cambiado salvo unas medidas de seguridad e higiene más estrictas. Pero, sobre todo en el sector terciario, el de servicios, sí que ha ocurrido un gigantesco cambio de modelos de trabajo y de experiencia laboral para el trabajador.

La quinta generación de estándares de tecnología móvil 5G viene con una velocidad mucho mayor debido a la mayor frecuencia de las ondas de radio. Dado el creciente volumen de transferencia de datos, 5G se convierte en una solución cuya generalización afectará profundamente a varias industrias en relación con la cantidad y calidad de los datos transmitidos. Podría cambiar las limitaciones con respecto a las conexiones de tecnologías autónomas, drones y vehículos a Internet, e impulsar innovaciones en el Internet de las cosas (*IoT*) y la realidad virtual.

**5. Crecimiento del comercio electrónico (*e-commerce*)** Gran oportunidad para el rediseño de los servicios de las empresas y la transformación de la operación de agencias, sucursales y almacenes (*branch transformation*). El e-commerce seguirá creciendo, y cerrará hasta un 50% de tiendas físicas; las que sobrevivan deberán adaptarse a la modalidad de venta a distancia. Locales en centros comerciales transformándose en almacenes de productos para su venta por internet generalizándose así la venta a través de catálogos virtuales y diversas formas de despacho y envío (*Courier, delivery...*)

**6. Crece el comercio local.** Las cadenas tradicionales de suministro a escalas mundial, regional y local se han visto afectadas de manera adversa. El comercio a escala vecinal y los mercados itinerantes a cielo abierto han reforzado su papel de comercio local: comida, experiencias, formas de interactuar y consumir productos locales naturales: ser más sano es el “nuevo lujo”.

**7. Off y online: la educación nunca regresará igual.** El aula de pupitres murió. El diseño de nuevas experiencias de aprendizaje (*learning experience design*) se volverá fundamental para colegios, universidades, diplomados, postgrados y la educación continua. Es el momento de rediseñar las carreras universitarias y de actualizar el sistema educativo en todos sus niveles. El título universitario ahora no se basta por sí solo, se exigen más habilidades y destrezas: iniciativa, trabajo en equipo y en redes, liderazgo, manejo de idiomas y software, gerencia de proyectos, creatividad...

**8. Avances en la telemedicina.** El sistema médico migró a lo digital para siempre con tecnología a distancia. Los diagnósticos periódicos básicos serán realizados por dispositivos electrónicos personales y servicios de atención primaria a domicilio. La medicina ya incorpora IoT como relojes inteligentes (*smartwatch*) y otros dispositivos (*wearables*) para monitorizar las constantes vitales y biométricas de las personas. El boom comercial de estos dispositivos impulsará a

las empresas del sector a continuar investigando para lanzar al mercado productos cada vez más innovadores.

**9. El sector terciario es severamente afectado.** En particular el turismo nacional e internacional han sido duramente golpeados. Como consecuencia ha habido una merma sustancial de actividades y comercio en las ciudades de interés turístico. Menos del 50% en viajes de negocios, conferencias, exposiciones, ferias... Hoteles y vuelos parcialmente vacíos. Los viajes y el comercio minorista asociado han sido especialmente vulnerables a la pandemia. Pero, el turismo de entretenimiento volverá fortalecido, las personas apreciarán más que nunca las experiencias reales, siempre apoyadas con asistencia y gestión digital de su experiencia. Las agencias de viaje tradicionales están en vías de desaparecer frente al efecto de selección y reservas por Internet...

**10. Oficinas, hoteles y centros comerciales desocupados.** Adiós a las grandes oficinas, que cerrarán o se reconvertirán a un formato más eficiente. Los grandes edificios corporativos generarán espacios vacíos ofreciendo nuevas oportunidades de uso. Aparece reforzado el coworking al verse las grandes oficinas obligadas a rentar y compartir parte de sus espacios e instalaciones. Igual sucede con los grandes centros comerciales que están en vías de extinción o de transformarse en almacenes de empresas que distribuyen vía courier o delivery. Incluso se ha planteado la conversión de oficinas, hoteles y centros comerciales a viviendas, bibliotecas, centros culturales y granjas de alta tecnología, entre otros usos.

**11. Viajes de negocio en el olvido.** Como efecto de la reducción de viajes de trabajo, turismo, comerciales y para asistencia a eventos, ferias y exposiciones internacionales, la pandemia ha tenido también un impacto significativo en la industria de la aviación, debido a la reducción de la demanda de vuelos. Lo anterior ha ocasionado que aviones vuelen semivacíos entre aeropuertos, que se hayan reducido las frecuencias de vuelos, cerrado aeropuertos y que muchos aviones se encuentren en tierra.

Desde luego, los viajes aéreos han jugado un papel directo en la forma en que la COVID-19 se ha propagado alrededor del mundo. Según algunos comentaristas, la crisis resultante es la peor jamás habida en la historia de la aviación. Pero, el transporte de bienes y carga ha activado parcialmente a las aerolíneas que han aprovechado la situación de crisis y la necesidad de reorganizar las cadenas de suministro alrededor del mundo.

**12. También la actividad portuaria se ha visto afectada.** No solo los aeropuertos han sido afectados en su funcionamiento. La vasta red de puertos, buques portacontenedores y empresas de transporte carretero que mueve mercancías en todo el mundo está en crisis, disparando el costo de los fletes. Más de 18 meses después de declarada la pandemia, la interrupción de las cadenas de suministro globales ha empeorado, lo que genera escasez de productos de consumo

y hace que sea más costoso para las empresas enviar bienes a donde se necesitan.

**13. Economía circular.** El reciclaje vuelve con fuerza dentro del marco de la economía circular que implica definir y alinear todas las acciones con un propósito fundamental: reducir el uso de recursos naturales no renovables, reducir, reutilizar y reciclar desperdicios y residuos, todo enfocado a un beneficio mayor de carácter global. Deconstruir en lugar de demoler; reconstruir, transformar y reusar (gráfico 1; Cilento 2016).

A la luz de los efectos mencionados y otros colaterales, será necesaria una nueva visión del desarrollo urbano y territorial, así como del comportamiento de los ciudadanos y su relación con el medio construido y el medio natural en las ciudades. Al mismo tiempo, las ciudades –dado su destacado papel como centros de trabajo, innovación y creatividad que generan empleos de calidad– pueden proporcionar respuestas para combatir el calentamiento global, como explicó en 2019 la responsable de ONU-Hábitat, Maimunah Mohd Sharif: “Las ciudades de todo el mundo constituyen la principal causa del cambio climático, pero también pueden formar parte de la solución para lograr la reducción de los nocivos gases de efecto invernadero que provocan el aumento de la temperatura global”.



Fuente: <https://bit.ly/40Uf861>

Gráfico 1 Economía circular

## ¿QUÉ PODEMOS HACER FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA PANDEMIA?

Las metas para el año 2030 del Objetivo 11 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU: “Ciudades y comunidades sostenibles”, formuladas antes de la llegada de la COVID-19, son las siguientes:

- Asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales.

- Proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.
- Aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países. Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.
- Reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad.
- Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.
- Proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad. Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional.
- Aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes. integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles. Proporcionar apoyo a los

países menos adelantados, incluso mediante asistencia financiera y técnica, para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes utilizando materiales locales.

Todo ello en función del hecho de que 4,5 mil millones de personas, el 55% de la población mundial, vive en ciudades, esperándose que para 2050 la población urbana llegue a los 6,5 mil millones. Las ciudades ocupan solo el 3% de la tierra, pero representan entre el 60% y el 80% del consumo de energía y al menos el 70% de las emisiones de carbono. Debido al rápido crecimiento de las urbes en el mundo en desarrollo como resultado de la creciente población y del incremento en la migración, los barrios autoproducidos se están convirtiendo en una característica muy significativa de la vida urbana. Se estima que 828 millones de personas viven en barrios pobres urbanos, y ese número va en aumento.

Los siguientes planteamientos, vinculados al Objetivo 11, han venido siendo formulados desde el año 2014 por quien esto escribe y revisados anualmente con fines docentes, en el Postgrado de Desarrollo Tecnológico de la Construcción que dicta el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC-UCV.

## NUEVOS DESARROLLOS

Los nuevos desarrollos y el uso del suelo deberán estar necesariamente integrados a la red vial y de transporte y sus planes de expansión. No se deberán admitir desarrollos aislados o desconectados de la red vial y de transporte principal (lámina 1) Estas redes incluirán las rutas de ciclovías y bulevares peatonales, así como calles y avenidas con aceras más amplias y arborizadas, especialmente en las zonas comerciales, que enlazarán la red de espacios públicos de la ciudad. Es factible establecer mecanismos de transferencia de derechos de desarrollo inmobiliario lo que permite tanto financiar obras de infraestructura como el incremento en el valor del suelo, que es a su vez gravable. El objetivo es lograr ciudades compactas evitando la dispersión y el entropismo urbanos (láminas 2 y 3).



Fuente: <https://bit.ly/3uzEh7n>

**Lámina 1.** Curitiba: red vial, uso del suelo y red de transporte



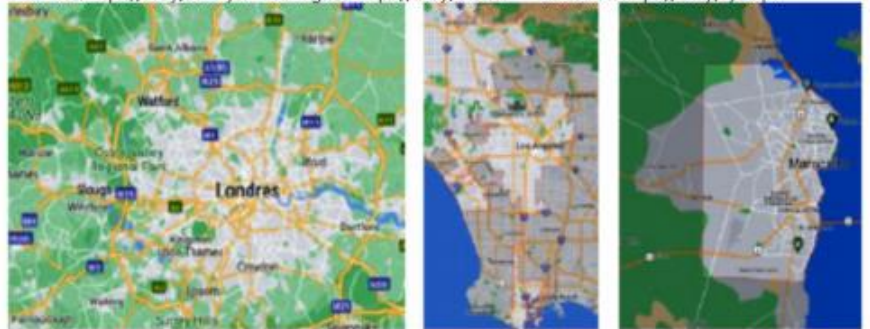


Curitiba, Brasil. Fuente: <https://bit.ly/3c0rV1H> ; Barcelona, España. Fuente: <https://bit.ly/3NRn0wW>. Copenhagen, Dinamarca. Fuentes: <https://bit.ly/3Avah07>

**Lámina 2.** Ciudades compactas. Curitiba (Brasil), Barcelona (España), Copenhagen (Dinamarca) Distinta escala.



Londres: <https://bit.ly/3antkyS>. Los Ángeles: <https://bit.ly/3ast9lM> Maracaibo: <https://bit.ly/3yU0qzP>



Londres: <https://bit.ly/3NT198s> Los Ángeles: <https://bit.ly/3Ph4rDN>. Maracaibo: <https://bit.ly/3anhrbZ>.



Londres: <https://bit.ly/3NT198s> Los Ángeles: <https://bit.ly/3Ph4rDN> Maracaibo: <https://bit.ly/3anhrbZ>.



Fuentes: Londres: <https://bit.ly/30UmtMe>. Los Ángeles: <https://bit.ly/30Su0Ab>, Maracaibo: <https://bit.ly/3yRa4mw>.

**Lámina 3.** Ciudades dispersas: Londres (Reino Unido); Los Ángeles (EEUU); Maracaibo (Venezuela)

## CALLES COMPARTIDAS

En los vecindarios, la prioridad en las calles y espacios vecinales será para los ancianos, madres, niños, peatones, bicicletas y vegetación. Aceras más anchas por traslado de actividades al exterior y arborización: la calle como ecosistema. Todo esto implica la adopción del modelo de calles compartidas: la *woonerf* de los Países Bajos (lámina 4).

## ALTA DENSIDAD Y BAJA ALTURA

Los nuevos desarrollos serán conjuntos de baja altura con densidades medias y altas sin ascensores, no solo por los costos iniciales y de reparación y mantenimiento, sino por los efectos residuales del distanciamiento social impuesto por la pandemia, que puede transformarse en una forma de conducta social (lámina 5).

## CIUDAD 15 MINUTOS-500 METROS

La crisis de salud ha suscitado discusiones sobre el modelo de urbanización de nuestras ciudades, un modelo de

aglomeraciones dispersas que prioriza la movilidad a través de vehículos a motor. Este modelo, en el que el comercio y los servicios se concentran en el centro de la ciudad mientras que en la periferia se ubican áreas estrictamente residenciales y condominios cerrados, terminó acelerando la propagación del virus, ya que personas de todos los puntos de la ciudad necesitan movilizarse diariamente al mismo lugar: donde trabajan, estudian, van al médico, etc. La razón es que las líneas de transporte público, el comercio, los equipamientos públicos e incluso los edificios de oficinas no sobreviven en zonas de baja densidad porque necesitan un gran volumen de usuarios para ser económicamente viables, por lo que tienden a establecerse en centros consolidados. En contraste con este modelo, investigadores y académicos han considerado las posibles alternativas para la ciudad pospandémica, y la manera de aprovechar esta situación para consolidar espacios más accesibles, resilientes y respetuosos con la naturaleza, bajo la idea de ciudades “policéntricas” o “ciudades de 15 minutos” (Ghisleni, 2021).

Woonerf, o calles compartidas



Fuentes: Países Bajos; <https://bit.ly/3OWjrQH>; <https://bit.ly/3IEGYud>. <https://bit.ly/3uz9UOK>. Película: <https://bit.ly/3NSYsUu>

Barcelona crea supermanzanas al estilo de las woonerf de los Países Bajos (calles compartidas)



Fuentes: <https://bit.ly/3PiES5f>

<https://bit.ly/3atRA2k>,

<https://bit.ly/3an8n7d>.

**Lámina 4.** Calles compartidas: Woonerf (Países Bajos); Supermanzanas (Barcelona, España)

El modelo de la “ciudad 500 metros” garantiza que los ciudadanos puedan acceder a los servicios urbanos básicos a una distancia peatonal máxima de 500 m: guardería y preescolar, comercio local, transporte público, ambulatorio, policía urbana... Se trata de una idea similar al de la llamada “ciudad 15 minutos” y al de Unidad Vecinal (gráfico 2).

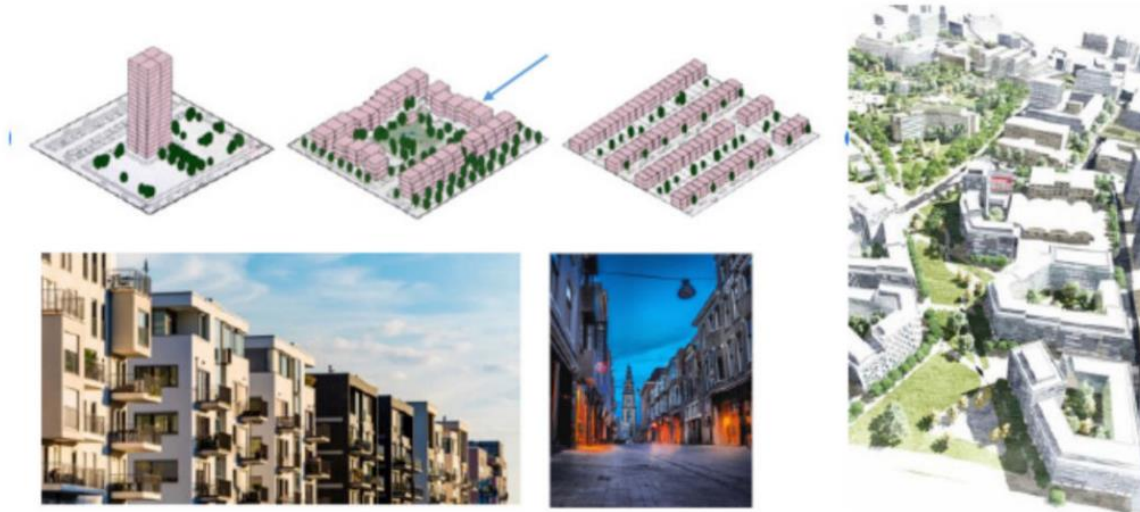
## UNIDADES VECINALES O VECINDARIOS

Actualizar el concepto de Unidad Vecinal (UV) para garantizar progresivamente que todos los servicios básicos: guarderías y preescolar, ambulatorios o centros de atención primaria de salud, comercio local, paradas de transporte público, seguridad... se encuentren a una distancia máxima de



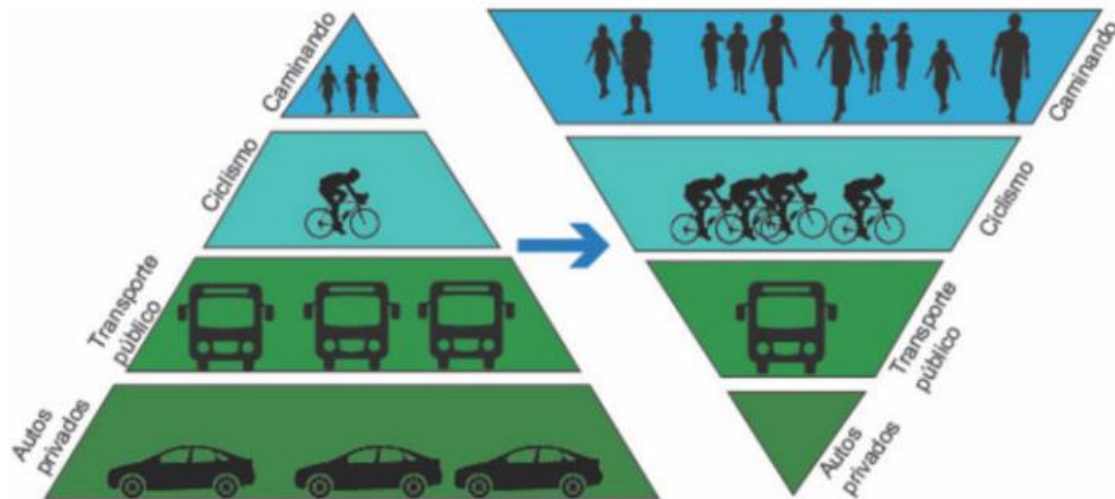
500 metros (o 15 minutos) de los hogares. El concepto de UV ajustado a los planteamientos del V Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM) y del arquitecto catalán Josep Lluís Sert (1902-1983), fue adoptado por el Banco Obrero (BO) con 500 a 1000 viviendas estructuradas alrededor de un centro vecinal y una escuela primaria (básica), conformada por “unidades cooperativas” de 80 a 100 viviendas, con un preescolar (kínder), un parque infantil y una edificación para el

comercio local. El nuevo modelo de urbanización, con las tipologías de vivienda que lo acompañaban, se nutrió de la experiencia alemana de barrios obreros (*Siedlungen*) de la década de los años veinte del siglo pasado; de hecho, la propia creación del BO guarda relación con las propuestas de la socialdemocracia europea de esos años (láminas 6 y 7).



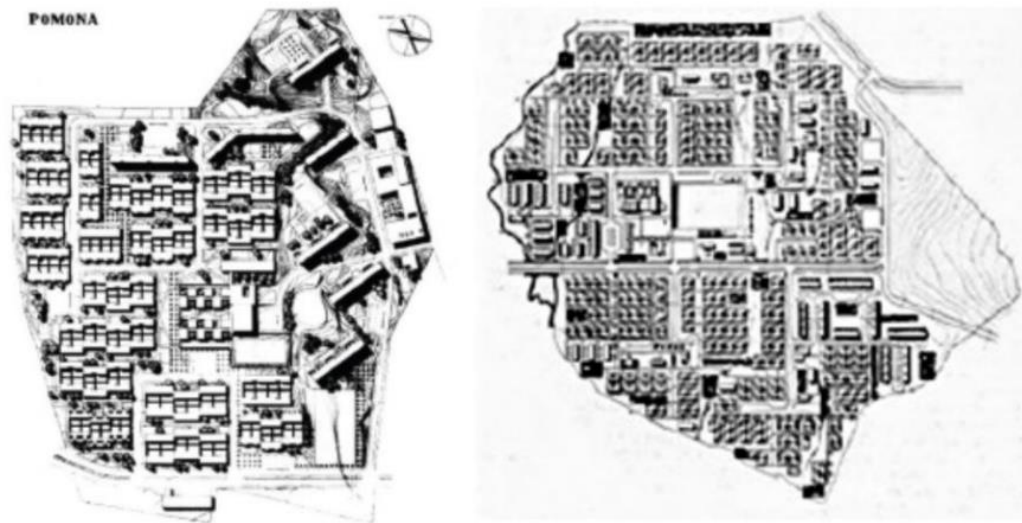
Fuentes: Tres tipos diferentes de áreas urbanas con 75 viviendas por hectárea. (Andrew Wright Associates, informe final del grupo de trabajo urbano, 1999) <https://bit.ly/3nRAH4z> <https://bit.ly/3asuBVa> <https://bit.ly/3asuBVa> <https://bit.ly/3OZUMLE>

Lámina 5. Urbanismo de alta densidad y baja altura



Fuente: elaboración propia

Gráfico 2. Cambio en el modo de transporte



Fuente: <https://bit.ly/3uSjozA>.

**Lámina 6.** UV Pomona y UV Urdaneta (Maracaibo, Venezuela)



Fuentes: Perú: <https://bit.ly/47tfzX5> Chile: <https://bit.ly/3QTQfD1> <https://bit.ly/3R2a2A4> Venezuela: <https://bit.ly/3NgEQw6>

**Lámina 7** 1. UV Morones (Lima); 2. UV Providencia y UV Portales (Santiago de Chile); 3. UV No 1-Villa Brasil (Puerto Ordaz, Venezuela)



## MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

Se trata de incorporar criterios de sostenibilidad para mejorar los requerimientos de movilidad y accesibilidad que permitan a los ciudadanos el disfrute pleno de la ciudad, con desplazamientos cortos y seguros, que economicen tiempo y energía, garantizando la protección del medio ambiente y la cohesión social. De la prioridad al automóvil a la prioridad del peatón: de largas a cortas distancias. Estructuración de una red de movilidad urbana multimodal. Sistemas de transporte público eficientes y seguros (BRT, autovía, tranvía...), incluso sistemas de vehículo compartido (*carsharing*), y máximas facilidades para peatones y ciclistas. Integración de la red vial y

el sistema de bulevares y parques (lámina 8) Prácticas expresas de seguridad vial.

Rediseño verde de avenidas y autopistas urbanas. Véanse los casos de la transformación de la autopista Scajacuada en Buffalo (EEUU) y en Seúl la demolición de la autopista elevada de Cheonggyecheon, que permitió el saneamiento del río en sus 5,8 kilómetros de recorrido urbano y un parque lineal de más de 400 ha; y en las márgenes de río Sena en París la transformación de la vía rápida en boulevard, e incluso con playas artificiales en verano (lámina 9).

- A. Pirámide de movilidad      B. Movilidad sostenible  
C. Ciudad más sustentable      D. Reverdecer de las calles



Fuentes: A. <https://bit.ly/47u6b5m> B. <https://bit.ly/47wIEl5> C. <https://bit.ly/3N5sUNB> D. <https://bit.ly/4a1wCBB>

Lámina 8. Movilidad urbana sostenible

### Transformación autopista Scajacuada, Buffalo, NY (EEUU)



Fuente: <https://bit.ly/3R6doCg>

### Transformación de la autopista de Cheonggyecheon y Río Sena: de autopista a boulevard y playas



Fuentes: A. <https://bit.ly/3N8l4Tn>

B. <https://bit.ly/3GmSw4l> <https://bit.ly/3sZJmrR>

Lámina 9. Transformaciones: autopista Scajacuada (Buffalo, NY, EEUU); autopista de Cheonggyecheon (Seúl); y río Sena: de autopista a boulevard y playas.

## CIUDADES VERDES: REDES DE ESPACIOS PÚBLICOS VERDES

El objetivo es revegetar las ciudades, lo que genera un gran impacto ambiental a bajo costo, creando empleo rápidamente. Ciudades verdes (menos tráfico, más árboles) Transformar todas las áreas libres e intersticios de la ciudad en parques o mini-parques con predominio de vegetación. Red de caminos ecológicos. Bulevares, parques y espacios verdes bien equipados que promuevan la convivencia ciudadana (lámina

10) Vías y bulevares arbolados que reducen las islas de calor y la huella ecológica (lámina 11).

## DISFRUTE DIURNO Y NOCTURNO DE LA CIUDAD

Hacer vivible las ciudades las 24 horas del día genera más empleo, mayor convivencia y maximización del uso de facilidades urbanas; ello requiere garantizar la iluminación, recolección de basuras y óptimas condiciones sanitarias, así como garantías de seguridad de bienes y personas (lámina 12).



Fuentes: Huella hídrica, España, <https://bit.ly/410EaAt> Curitiba, Brasil, <https://bit.ly/46Sbz1T>.  
Singapore, <https://bit.ly/3uACKue>

Lámina 10. Ciudades verdes. Transformar todas las áreas libres en parques



Fuente: <https://bit.ly/3sVSRZ7>

Lámina 11. Efecto térmico en vías arboladas. Vías y bulevares arbolados que reducen las islas de calor

## TECHOS VERDES

Se ha extendido el uso de techos o azoteas verdes para mejorar el hábitat o ahorrar consumo de energía, usando tecnologías que cumplen una función ecológica. Cultivar frutas, verduras, flores... Esto permite mejorar la climatización del edificio, prolongar la vida del techo, filtrar contaminantes y

CO2 del aire. Actuar como barrera acústica: el suelo bloquea los sonidos de baja frecuencia y las plantas los de alta frecuencia. También permite filtrar contaminantes y metales pesados del agua de lluvia; y proteger la biodiversidad de zonas urbanas, así como reducir la huella ecológica (lámina 13).





Fuentes: Bogotá <https://bit.ly/3uHp3A8>.

São Paulo <https://bit.ly/4128rz1>

**Lámina 12.** Vida nocturna de las ciudades de Bogotá y São Paulo



Fuentes: A. <https://bit.ly/3GmRkhN> B. <https://bit.ly/418B9yb> C. <https://bit.ly/46EtEjN> D. <https://bit.ly/3uDzIM6>

**Lámina 13.** Techos verdes. Techos o azoteas verdes para mejorar el hábitat

### SERVICIOS PÚBLICOS SOSTENIBLES

Evaluación, diagnóstico y elaboración de planes de mejora de la eficiencia y sostenibilidad de los servicios de agua potable, saneamiento y drenaje, así como los de distribución de gas y recolección de basuras. El suministro continuo de agua ahora es una necesidad imperiosa: manos limpias; y será prioritario garantizar conectividad a Internet a toda la población. Manejo apropiado de las tarifas: los servicios se pagan (lámina 14).

### USO DE ENERGÍAS ALTERNAS

Promover cambios en la matriz energética que permita reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Uso de energía solar, eólica, de biomasa...Uso de energías alternas en casas y vecindarios. Sin

embargo, debe mantenerse la preferencia por la iluminación y ventilación natural. En todo caso, Venezuela tiene una alta disponibilidad de fuentes de energía hidroeléctrica. Posibilidad de edificaciones energía-cero (lámina 15).

### VIVIENDAS TRANSFORMABLES

De baja altura, sin ascensores y con balcones para reducir el efecto “encierro”. Acceso a las azoteas con vegetación apropiada. Techos verdes, como ya fue señalado. El propósito es facilitar la posibilidad de trabajo en el hogar: espacios de cocinar, comer y estar deben ser integrados de manera de que cada familia pueda adaptarlos a sus propias necesidades, entre ellas el teletrabajo. Solo deberían ser espacios cerrados los dormitorios y baños. Incluso el área de dormitorios podría

contemplar separaciones con materiales y mobiliario que faciliten modificaciones a lo largo del desarrollo de la familia. Es la idea del hogar transformable que se desprende del concepto de open building y la idea de “vivienda productiva”

una realidad que debe ser complementada con más espacios públicos equipados y accesibles (lámina 16).



Fuentes: A. <https://bit.ly/3RmTSTy> B. <https://bit.ly/3R2MvPD> C. <https://bit.ly/3N3FVXO> D. <https://bit.ly/47yapJL>

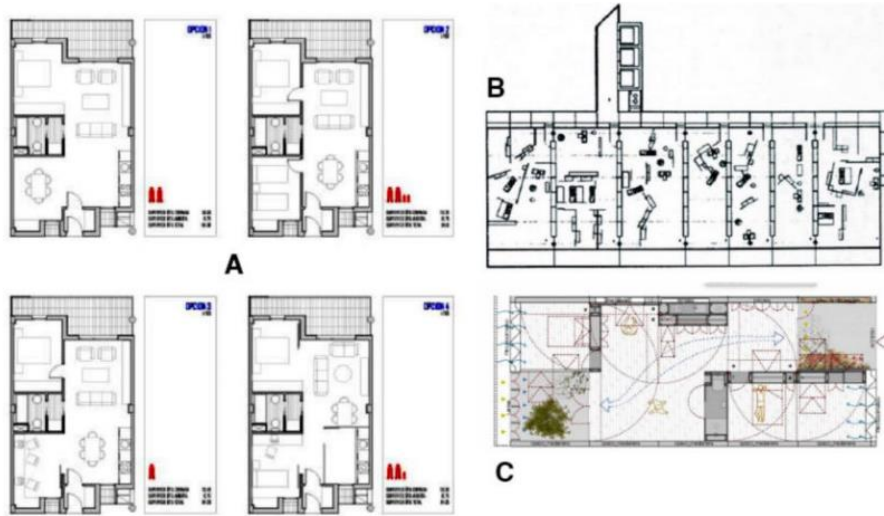
**Lámina 14.** Servicios públicos sostenibles y eficientes



Fuentes: A. <https://bit.ly/3RlYtoZ> B. <https://bit.ly/47yRG0B> C. <https://bit.ly/3Gngr48> D. <https://bit.ly/3RlBYAk>  
E. <https://bit.ly/47BMp8P>

**Lámina 15.** Fuentes de energía alternas





Fuentes: A. <https://ar.pinterest.com/lucialucentini8/vivienda-colectiva/>  
B. [https://www.researchgate.net/figure/Figura-16-Vivienda-Cascara-La-flexibilidad-se-desarrolla-en-el-interior-de-los\\_fig4\\_](https://www.researchgate.net/figure/Figura-16-Vivienda-Cascara-La-flexibilidad-se-desarrolla-en-el-interior-de-los_fig4_)  
C. <https://dual-arquitectura.com/proyectos/sinergia>.

Lámina 16. Viviendas transformables

### PRODUCCIÓN EN EL HOGAR Y PRODUCCIÓN VECINAL

Hay un notable crecimiento de la producción en el hogar y de los servicios y organizaciones de distribución (*delivery*), que incidirá sobre las actividades comerciales y la movilidad urbana, y facilitará la producción en la casa y pequeños establecimientos en zonas residenciales (lámina 17).

Espacios para la ubicación de actividades de manufactura y talleres a pequeña escala, así como mercados populares a cielo abierto. Condiciones para facilitar nuevos emprendimientos en la comunidad. Son miles los ejemplos de empresas que han comenzado de una manera casera y artesanal. El proceso artesanal es muy valorado ya que le da al producto un estilo

propio y con el toque que sólo pueden darle las manos humanas. Promover el desarrollo de la agricultura urbana dentro del marco de una economía vecinal sostenible (lámina 18).

### LAS PRIORIDADES DE VENEZUELA

Las condiciones de vida en Venezuela, de por sí catastróficas, han empeorado no solo por los efectos de la pandemia, la pobreza, la salud pública, la falta de alimentación y la falta de trabajo, sino por la urgencia de reactivación de la industria petrolera y de los sistemas de generación y distribución de electricidad, agua y combustibles, condiciones básicas para recuperar la producción de alimentos y bienes de consumo.



Fuente: <https://bit.ly/4a1i0CK>

Lámina 17. Complejidad actual del trabajo en el hogar



Fuentes: <https://bit.ly/3RovnoZ>



<https://bit.ly/47Dpfim>

### Comercio vecinal



Fuentes: <https://bit.ly/3RovnoZ>



<https://bit.ly/46Euwoj>

### Mercados itinerantes



Fuentes: <https://bit.ly/3sVqPgr>

<https://bit.ly/3uLY1aw>

**Lámina 18.** Producción vecinal. Comercio vecinal y mercados itinerantes

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO, 2021) Haití, Venezuela y Nicaragua son los países con mayor prevalencia de hambre en América Latina (46,8%, 27,4% y 19,3% respectivamente, seguidos por Guatemala 16,8% y Honduras 13,5%) Por otra parte, la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI 2021), presentada por la UCAB en octubre de 2021, revela que en el último año la pobreza extrema subió más de 8%, el empleo formal se redujo en 1,3 millones de puestos de trabajo y la cobertura educativa cayó 5%. También aumentó la dependencia de la población de bonos y remesas. La pobreza en Venezuela se mantiene en los “niveles máximos posibles de 94,5%”, mientras que la pobreza extrema sigue creciendo y abarca dos tercios de los hogares del país, con un 76,6%, un alza de 8,9 puntos desde los 67,7% en que se ubicaba el año pasado (gráfico 3).

Para el año 2021, el número de hogares en situación de pobreza multidimensional (en privación o deterioro de condiciones como educación, vivienda, acceso a servicios públicos, ingreso y empleo) pasó de 64,8% a 65,2%, un incremento de 0,4 puntos. Entre la primera ENCOVI de 2014 y la de 2021, los hogares que entraron en condición de pobreza multidimensional crecieron 25,9 puntos, al pasar de 39,3% a 65,2% (gráfico 4).

### **HAY QUE PONER AL PAÍS A PRODUCIR DE NUEVO (CILENTO, 2020)**

Independientemente de que a mediano y largo plazo el objetivo sería que todas las ciudades venezolanas puedan calificarse como sostenibles y regenerativas, la máxima prioridad de la Venezuela de hoy es recuperar la producción de alimentos, lo que implica un enorme impulso a la agricultura,



la ganadería y la agroindustria que debería comenzar por devolver las tierras expropiadas, confiscadas o robadas a sus legítimos propietarios; y otorgarles todas las facilidades para iniciar y consolidar de nuevo los procesos productivos. Especialísima relevancia tiene la reactivación productiva de los valles de Aragua, hoy transformados en eriales abandonados,

valga la redundancia, que posibilitarían una rápida recuperación de la producción agrícola y agroindustrial. Lo mismo podría decirse de la producción en la región centro-occidental y en el estado Guárico.



Fuentes: <https://bit.ly/4135225>. De 1975-1995: Matías Riutort. Estudio sobre la Pobreza en Venezuela. IIES-ACPE. 1998 (Cálculos con base en datos de la OCEI) De 1996-2013: Encuestas de Hogares por Muestreo del INE. De 2014-2021: ENCOVI, 2021. Elaboración propia.

Gráfico 3. Pobreza en Venezuela\*



Fuente: <https://bit.ly/4135225>. ENCOVI, 2020.

Gráfico 4. Pobreza multidimensional en Venezuela

A continuación, se presentan las que se consideran acciones claves para la recuperación del aparato productivo y calidad de vida de los venezolanos:

1. Iniciar con vigor un proceso de reindustrialización y manufactura con miras a la reducción de las importaciones e impulsar las exportaciones. Ello implica, obligatoriamente, devolver o privatizar las empresas estatizadas por el régimen, para reducir al mínimo las más de 500 pseudoempresas públicas que solo producen pérdidas millonarias: “74% de ellas (390) fueron producto de la creación, expropiación o confiscación” (Transparencia Venezuela, 2020)

2. Reconstrucción de la infraestructura nacional. Para poder recuperar la producción de alimentos, la industria nacional y las exportaciones no petroleras, se debe iniciar, de manera inmediata y paralelamente, la reconstrucción de toda la infraestructura de apoyo a la producción del país. Esto implica, entre otras acciones básicas:

- Recuperar-reconstruir toda la red vial del país incluyendo principalmente la vialidad agrícola y de penetración.
- Decidir a breve plazo cuales, de los innumerables proyectos paralizados de infraestructura, especialmente puentes y ferrocarriles, deben ser descartados definitivamente y cuáles deben ser terminados en el corto y mediano plazo.
- Paralelamente debe ser iniciado con vigor un plan integral nacional de mantenimiento y conservación de la infraestructura vial y de servicios públicos. Prioridad: Autopista Regional del Centro y Ferrocarril Caracas-Puerto Cabello.
- Hay que construir el tramo ferrocarrilero Cúa-La Encrucijada que es imprescindible para reforzar el desarrollo del eje Caracas-Valencia-Puerto Cabello.
- Completar y recuperar el sistema de electrificación del país que requiere un nuevo modelo ético de gestión; y resolver los problemas de generación, el colapso de la red de distribución y las restricciones de la red de transmisión. Asimismo, las deficiencias de la comercialización y su impacto en la viabilidad financiera. Se debe dictar una Ley de Concesiones Eléctricas.
- Iniciar un proceso de modernización de los sistemas de transporte de carga y pasajeros urbanos y suburbanos. Modernización de terminales y creación de terminales multimodales. Resolver el suministro de autopartes, repuestos, combustible y lubricantes.
- Modernizar los puertos de La Guaira, Puerto Cabello, Guanta, Maracaibo... con el fin de mejorar los procesos de comercio exterior: importaciones y exportaciones.

3. Salud. Recuperar y completar la red hospitalaria pública: ambulatorios, hospitales, centros de salud... incluyendo un Programa integral de dotación y mantenimiento, así como la dotación de ambulancias equipadas y operadas por personal paramédico debidamente calificado. Garantizar los recursos necesarios para importación de materia prima para la producción de medicamentos y suministro de medicinas de alto costo a pacientes con enfermedades crónicas.

4. Atención al grave problema sanitario del país. Para ello recomendamos una serie de medidas urgentes:

- Atención inmediata al problema de suministro de agua potable a toda la población y a la grave situación sanitaria del país: recolección de basuras, disposición de aguas negras, contaminación de ríos, lagos y playas. Las deficiencias de los servicios de acueductos y cloacas se deben fundamentalmente a problemas institucionales: operación deficiente y falta de mantenimiento.
- Garantizar en lo posible el suministro continuo de agua, lo que implica la revisión del sistema tarifario de recaudación. Estudiar la posible reducción de la dotación de agua p.ej. a 100 litros por persona por día, a cambio de servicio continuo de agua. Uso de artefactos sanitarios de bajo consumo.
- Captación y almacenamiento de agua de lluvia y reciclaje de aguas grises para riego. Tratamiento y recuperación de aguas residuales. Canalización al manto freático de aguas no usadas.

5. Educación, ciencia y tecnología. Educación, ciencia y tecnología tienen alta prioridad, con remuneración adecuada al personal de educación (y también al de salud), que garantice sus condiciones de vida y estabilidad. La escuela de aulas está en trance de desaparición. Sistemas mixtos: presencial y a distancia, en distintas modalidades. ¿Virtualización de la educación? Necesidad de acceso a Internet y computadoras para todos. Los niños en la casa casi todo el tiempo... Son costos de la educación a distancia. Una necesidad: contacto personal con maestros y compañeros de clase. En la escuela se forman las amistades, la tolerancia, la convivencia... Clases de laboratorio, salidas de campo, gimnasia, juegos y deportes... El mundo enfrenta una “catástrofe generacional” en educación por la pandemia, advierte el secretario general de la ONU.

## URBANIZAR Y EQUIPAR LOS BARRIOS

Si más del 50 % de la población habita en barrios autoconstruidos, infraurbanizados y muy vulnerables, este es un problema que demanda atención prioritaria. Compartimos el planteamiento de Corrales y Miquilena (2018) quienes han señalado repetidamente que las medidas fundamentales para recuperar al país implican: 1. Reforma regulatoria; 2. Reforma del Estado; 3. Política de inversión a corto plazo para mejorar la educación; 4. Creación de un sistema de previsión social integral; y 5. Programa de alianza público-privada para garantizar servicios y seguridad en los barrios pobres en 20-25 años. De este planteamiento se desprende que la infraestructura de servicios y la seguridad en los barrios deben equipararse a los del resto de la ciudad, lo que demanda inversiones y máximo interés y participación por parte de las autoridades locales y el resto de la comunidad. Pero esto ya había sido mencionado antes.

Entre 1993 y 1994, se formuló el “Plan Sectorial de Incorporación a la Estructura Urbana de las Zonas de Barrios del AMC y la Región Capital”, encargado por el MINDUR, bajo la dirección de los arquitectos Josefina Baldó y Federico Villanueva (FAU-UCV), a ejecutar en 15 años con inversión de



entre 2.000 y 2.500 millones de dólares. Hubo los recursos, pero no la voluntad para ejecutar el plan. Se desarrollaron algunas experiencias piloto y luego, con los debidos ajustes, se convirtió en el “Programa de Habilitación Física de las Zonas de Barrios” a cargo del Consejo Nacional de la Vivienda (Conavi). El programa nunca fue considerado prioritario por el nuevo gobierno y tuvo una accidentada vida, hasta que en 2005 fue eliminado, perdiéndose una valiosa experiencia y oportunidad; y, desde entonces, no se hace nada por mejorar los barrios. Ahora ya no hay más tiempo ni recursos.

Ahora se requiere de urgencia la formulación y ejecución de un ‘plan de contingencia’ que puede implicar la reubicación de un número importante de hogares en riesgo inminente en zonas de barrios (especialmente a la hora de un posible sismo) Las acciones que no pueden esperar más son las siguientes:

- Organizar y efectuar la reubicación de las familias ubicadas en zonas declaradas de alto riesgo o peligro inminente.
- Crear accesibilidad vehicular y peatonal hasta espacios despejados (canchas deportivas, parques, plazas...) que faciliten las labores de protección civil, atender afectados y organizar evacuaciones a la hora de una emergencia mayor.
- Mejorar de manera importante los servicios comunales del barrio: ambulatorios y escuelas, seguridad y recreación. Así como creación de fuentes de trabajo endógenas: microempresas, cooperativas, emprendimientos familiares...
- Muy importante: garantizar servicio continuo de agua y electricidad, e Internet para todos.
- Convertir en áreas verdes las zonas despejadas e intersticios, con especies apropiadas de bajo consumo de agua y concientizar a los pobladores sobre su cuidado y mantenimiento. Barrio verde.

En conclusión: habilitar los barrios para transformar la capacidad de resistencia de la gente en fuerza positiva de acción, es decir: incrementar la resiliencia.

#### NOTA FINAL

Para finalizar, este testimonio de Carlota Pérez (reconocida economista y consultora internacional venezolana) Ella no plantea detener o desacelerar el crecimiento, sino desmaterializarlo: “El verde no se propagará por la culpa y el miedo, necesitamos aspiraciones y deseo” [...] “las vidas se construirán sobre una economía circular que multiplica servicios e intangibles y ofrece un crecimiento ilimitado y menos perjudicial para el medio ambiente”.

Carlota Pérez plantea una redefinición de la “buena vida” y la necesidad de que el “crecimiento verde inteligente” sea movido por un deseo de nuevos estilos de vida atractivos y aspiracionales... “podemos verlos emergiendo, como en el pasado; más servicios en lugar de más cosas, trabajo activo y creativo, un enfoque en la salud y la educación, un paso a la energía solar, un uso intenso de internet, una preferencia por

la personalización sobre la conformidad, el alquiler frente a la propiedad, y el reciclaje sobre los residuos; a medida que estos nuevos estilos de vida se generalizan, ofrecen inmensas oportunidades de innovación y nuevos puestos de trabajo para atenderlos” (Pérez, 2020).

#### NOTAS

1 El Banco Obrero de Venezuela, fundado en 1929, fue la primera institución pública de vivienda de América Latina.

2 UCAB. Encovi 2021:

[https://assets.websitefiles.com/5d14c6a5c4ad42a4e794d0f7/6153ad6fb92e4428cada4fb7\\_Presentacion%20ENCOVI%202021%20V1.pdf](https://assets.websitefiles.com/5d14c6a5c4ad42a4e794d0f7/6153ad6fb92e4428cada4fb7_Presentacion%20ENCOVI%202021%20V1.pdf)

3 Ver: Josefina Baldó. “El programa de habilitación de barrios en Venezuela. Ejemplo del control del proceso de construcción y de administración de los recursos por parte de comunidades organizadas”. Tecnología y Construcción N° 23-I, 2007, pp. 9-16; y Josefina Baldó y Federico Villanueva (1998) Un Plan para los Barrios de Caracas. MINDUR-CONAVI, Caracas. Este importantísimo trabajo recibió en septiembre de 1995 el Premio Nacional de Investigación en Vivienda del Consejo Nacional de la Vivienda.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, Domingo (2019) Diseñar en el Antropoceno. Caracas, Venezuela: Editemos.
- Acosta, Domingo (2020) “Diseñar en el Antropoceno: la arquitectura más allá de la sostenibilidad”. Entre Rayas 128: 26-31. <https://bit.ly/3vkHLhi>
- Baldó, Josefina (2007) “El programa de habilitación de barrios en Venezuela. Ejemplo del control del proceso de construcción y de administración de los recursos por parte de comunidades organizadas”. Tecnología y Construcción N° 23-I, 2007, 9-16. [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_tc/article/view/12592/12325](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/12592/12325)
- Baldó, Josefina y Villanueva, Federico (1998) Un Plan para los Barrios de Caracas. Ministerio del Desarrollo Urbano, Caracas.
- Cilento, Alfredo (2021) “Ciudades-500, ciudades policéntricas, ciudades 15 minutos”. En: CAVECON. Boletín Abril 2021. [https://cavecon.org.ve/wpcontent/uploads/2021/04/CI\\_UDADES\\_500.pdf](https://cavecon.org.ve/wpcontent/uploads/2021/04/CI_UDADES_500.pdf)
- Cilento, Alfredo y Troccoli Hernández, Marcos (2020) Coronavirus, emergencia humanitaria, crisis ambiental, teletrabajo, hospitales, escuelas y vecindarios y barrios sostenibles. SABER UCV: <http://hdl.handle.net/10872/20750>
- Cilento, Alfredo (2018) “Reconstruir a Venezuela. Primero lo primero”, Tribuna del Investigador. APIU-UCV. Vol. 19, No. 2, 2018: 145-149. <https://www.tribunadelinvestigador.com/ediciones/2018/2/art-13/>

- Cilento, Alfredo (2016) “Economía circular, sostenibilidad y riesgos en la construcción”, <https://bit.ly/3RXk8nN>
- Corrales, Werner y Miquilena, Tania (2018) Venezuela, vértigo y futuro. <https://editorialdahbar.com/libros/venezuela-vertigo-y-futuro/>
- ENCOVI 2019-2020. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida. UCAB. Marzo 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=gLkykNgC8AY>
- FAO (2021) Reseña del Informe Panorama regional de seguridad alimentaria y nutricional 2021, una publicación conjunta de la FAO con otras entidades como la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) o el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA): “El hambre, la otra pandemia de América Latina, alcanza su mayor cifra de los últimos 20 años”, Forbes México (30-11-2021): <https://bit.ly/4aDYsEw>
- Ghisleni, Camilla (2021) “Ciudades policéntricas: un viejo concepto como futuro urbano pospandémico”. Arch Daily: <https://www.archdaily.cl/cl/956407/ciudades-policentricas-un-viejo-concepto-como-futuro-urbano-pospandemico>
- IPCC-Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (2021) Cambio climático 2021: IPCC\_AR6\_WG1\_SPM\_Spanish.pdf
- Jacobs, Michael (1996) La Economía Verde: medio ambiente, desarrollo y la economía del futuro. Icaria. [https://books.google.co.ve/books/about/La\\_econom%C3%ADa\\_verde.html?id=-Ag1wbUrYj8C&redir\\_esc=y](https://books.google.co.ve/books/about/La_econom%C3%ADa_verde.html?id=-Ag1wbUrYj8C&redir_esc=y)
- Mazzucato, Marianna (2021) “Las instituciones correctas para la transición climática”. Project Syndicate. <https://www.project-syndicate.org/commentary/climate-institution-building-after-cop26-by-mariana-mazzucato-2021-11/spanish>
- National Geographic en español (2020) “Bienvenido al Antropoceno, la era del hombre” <https://www.ngenespanol.com/articulos/278898/bienvenido-al-antropoceno-era-del-hombre>.
- ONU-Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Pérez, Carlota (2020) “5 Economists Redefining... Everything. Oh Yes, And They’re Women.” Forbes. 31-05-2020: <https://www.forbes.com/sites/avivahwittenbergcox/2020/05/31/5-economists-redefining-everything--ohyes-and-theyre-women/#2e5cf2cd714a>
- Spence, Michael (2021) “Sectores de alto crecimiento en la década post-recuperación”. Prodavinci. 03-05-2021. <https://prodavinci.com/sectores-de-alto-crecimiento-en-la-decada-post-recuperacion>
- The Economist (2021) “Así será el mundo tras la pandemia”. <https://www.contrareplica.mx/nota-Asi-sera-el-mundo-tras-la-pandemia202115328>
- Transparencia Venezuela (2020) “Transparencia Venezuela señala corrupción e ineficiencia como causas de la crisis del Sistema de Salud Nacional”: <https://bit.ly/48hivqO>

## HOW MARIO VECCHI CREATED XYNERTEK, THE FIRST VENEZUELAN COMPUTER, AND BECAME A STAR OF STEM IN AMERICA<sup>1</sup>

José G. ÁLVAREZ-CORNETT<sup>1</sup>

---

### ABSTRACT

Mario Pietro Vecchi is a highly accomplished physical scientist and technologist of Venezuelan origin with Italian ancestry who emigrated to the United States in 1986. His professional career can be broadly divided into several phases, including his time as a student of applied physical science, his tenure as a scientific researcher in Venezuela and the United States, his role as an entrepreneur of technology-based companies and an inventor with four granted patents, his time as a technologist and business executive of leading telecommunications companies, and finally, his stint as the Chief Technology Officer of the Public Broadcasting Service (PBS) in the United States. This article focuses on his accomplishments, particularly his pioneering work in creating the first Venezuelan microcomputer, Xynertek.

### RESUMEN

Mario Pietro Vecchi es un exitoso profesional de las ciencias físicas y tecnólogo venezolano con ascendencia italiana que emigró a Estados Unidos en 1986. Su carrera profesional se puede dividir a grandes rasgos en varias fases, incluida su etapa como estudiante de ciencias físicas aplicadas, su tiempo como investigador científico en Venezuela y Estados Unidos, su faceta como empresario de compañías de base tecnológica e inventor con cuatro patentes concedidas, su paso como tecnólogo y ejecutivo de negocios de empresas líderes en telecomunicaciones, y finalmente, su paso como Jefe de Tecnología (Chief Technology Officer) del Servicio Público de Radiodifusión (Public Broadcasting Service, PBS) en los Estados Unidos. Este artículo se centra en sus logros, particularmente en su trabajo pionero en la creación de la primera microcomputadora venezolana: Xynertek.

---

*Keywords:* physics, electrical engineering, technology, Venezuela, USA, innovation, immigration.

*Palabras clave:* física, ingeniería eléctrica, tecnología, Venezuela, Estados Unidos, innovación, inmigración.

### INTRODUCTION

At the end of May 2021, Mario Pietro Vecchi—an electrical engineer and computer scientist from Caracas—retired from his position as Chief Technology Officer at PBS. Two months later, Isabel Lara—a Literature graduate from the Andrés Bello Catholic University—became NPR’s Chief Communications Officer. Both, despite the different backgrounds and generations, are part of the growing success of Venezuela’s diaspora in the US.

But Vecchi’s story—which I’ve researched as part of my VES PROJECT on STEM migration in and out of Venezuela—is not simply one of corporate success (Álvarez-Cornett, 2015a and 2017)<sup>2</sup>. It’s the story of an academic maverick and of both the failure of Venezuela’s homegrown computer industry and the success of its diaspora. Vecchi was born in Caracas to Italian parents in 1948 and has lived in the United States since 1986.

Vecchi graduated from Cornell University in 1969 but returned to Venezuela where Italian-Venezuelan electrical engineer Roberto Cesare Callarotti—who had graduated from UT Austin and had a Ph.D. from MIT—had started a talent recruitment program for engineers at the Venezuelan Institute of Scientific Research (IVIC), where he was head of the Engineering Center (Callarotti, 2007). Vecchi, as well as other scientists who would later succeed in the U.S., were among the people recruited by Callarotti<sup>3</sup>.

With IVIC’s financial support, Vecchi then went on to MIT to research the temperature dependence of the direct energy gap of bismuth and the electronic properties of the group V semimetals under the guidance of the great American physicist Mildred Spiewak Dresselhaus (1930-2017), known as the “Queen of Carbon Science”. This research work helped him earn an M.Sc. (1972) and a Ph.D. (1975) from MIT, both in Electrical Engineering (Vecchi, 1972 and 1975; Vecchi, Pereira, and Dresselhaus, 1976; and Vecchi, Mendez, and Dresselhaus, 1977).

---

<sup>1</sup> PROYECTO VES y Escuela de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Correo-e: josecornett2000@marshall.usc.edu



Figure 1. Mario Pietro Vecchi as CTO of PBS.

### Vecchi, the most cited paper by a Venezuelan scientist

But Vecchi returned to Venezuela once again, where he joined the low-temperature research laboratory at IVIC and began collaborating with physicist Romer Navas (1932-1999) and others on ultrasound absorption in dielectric materials. Later, he became a Senior Research Fellow (*Investigador Titular*) and head of the Semiconductor Laboratory at IVIC's Physics Center, where he worked on the physics of semiconductor materials and ITSC (integrated tandem solar cells) devices.

Over time, one of his research publications had an outstanding outcome. In 1983, during his sabbatical year, Mario Vecchi joined the IBM Research Center in Yorktown Heights, New York, as a visiting scientist. Alongside Edward Scott Kirkpatrick and Charles Daniel Gelatt Jr., he coauthored the paper *Optimization by Simulated Annealing* (OSA) which was published in the journal *Science* (Kirkpatrick, Gelatt Jr., and Vecchi, 1983). Simulated annealing is a stochastic optimization procedure, a method based on statistical mechanics to find the global minimum of a given function (optimization). This paper currently figures among the most highly cited papers of all time. In 2014, in *The Top 100 Papers* article published by *Nature*, it was ranked 86<sup>th</sup> (Van Noorden, Maher, and Nuzzo, 2014). According to Google Scholar, this paper has been cited 57,470 times; and 32,355 times as stated by Web of Science. To my knowledge, it is the most cited article by any Venezuelan or Latin American person in any area of scientific knowledge <sup>4</sup>.

And yet, Vecchi returned to Venezuela one more time. And found, albeit fleeting, a budding computer industry.

### Xynertek: the first Venezuelan microcomputer

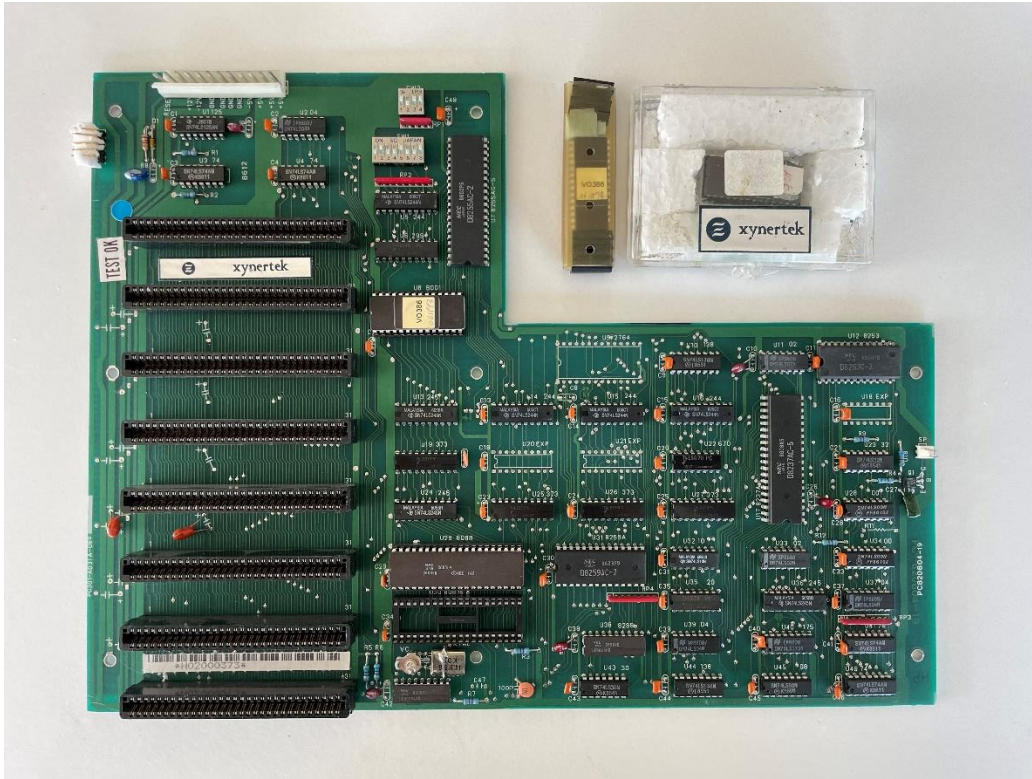
I know it might seem difficult for people today to believe that Venezuela once had such technological capacities. This is a story worth telling in full detail; however, here I can only give

you a glimpse of the Venezuelan technological world of the early 1980s. Partly thanks to the initiative of Roberto Callarotti, Helenio Arqué Almaraz (1932-2000), chief of IVIC's Electronic Department since 1971 (Esqueda, 2021), and others, Venezuela had then set up in place almost all the foundations to create an electronics industry of microprocessors and electronic devices.

Since the early 1970s at the Universidad de Los Andes (ULA), both the Laboratory for the Study of the Properties of Solids at Low Temperatures and the Laboratory for Characterization and Growth of Crystals did semiconductor research. In fact, under the leadership of Indian-Venezuelan professor Syed Mohammad Wasim, both came together in 1983 to form the Center for Semiconductor Research (or *Centro de Estudio de Semiconductores* in Spanish) at ULA.

Moreover, in 1978, Punjabi physics professor Amar Singh created the Universidad de Oriente (UDO)'s Semiconductor Devices Laboratory in Cumaná (Álvarez-Cornett, 2015b). Meanwhile, in Caracas, a few startup tech companies were funded, such as Aeti, Mataplex, Avtek, EYT (Electrónica y Telecomunicaciones) C.A., Fonolab, and Microtel (to manufacture telephone exchanges).

This is the ecosystem Vecchi found when he returned home from his sabbatical at IBM. While accepting the role of Chairman of the Electrical Engineering Department at the Universidad Metropolitana in Caracas, he soon left IVIC to start Xynertek C.A., a Venezuelan microcomputer design and manufacturing company. To ensure considerable technological autonomy, with financing from the Technological Innovation Development Fund or *Fondo de Desarrollo de Innovación Tecnológica* (FINTEC), Xynertek developed the central processing unit and the BIOS (basic input output system) as a guarantee to overcome the fundamental difficulty of establishing considerable technological autonomy.



**Figure 2.** The Xynertek computer's motherboard was developed at Xynertek by Venezuelan engineers. The printed circuit was also made in Venezuela by the engineers of Circuitel, a subsidiary of Microtel. **Source:** Courtesy of Mario Vecchi.

Xynertek was the first computer made in Venezuela (see Appendix I, in Spanish)<sup>5</sup>.

Xynertek, C.A. believed that controlling technology was a critical parameter for the company's success. Therefore, the company aimed to maximize Venezuelan engineering capacity to reduce its technological dependence. In 1989 Mario Vecchi wrote:

"...the decision was made to work with a 16-bit microcomputer, based on the Intel 8086/88 microprocessor, using the MS-DOS operating system from Microsoft Corp, and that would have the maximum degree of compatibility with IBM PC/PC systems XT... Xynertek C.A. identified the following two points as critical aspects in the control of the technology of our products: one, the in-house development of the CPU Mother Board of our microcomputer, and two, the proprietary development of the fundamental program ("firmware") for the control of operations of the microcomputer, the BIOS. The manufacture of the microcomputer includes, of course, many other parts

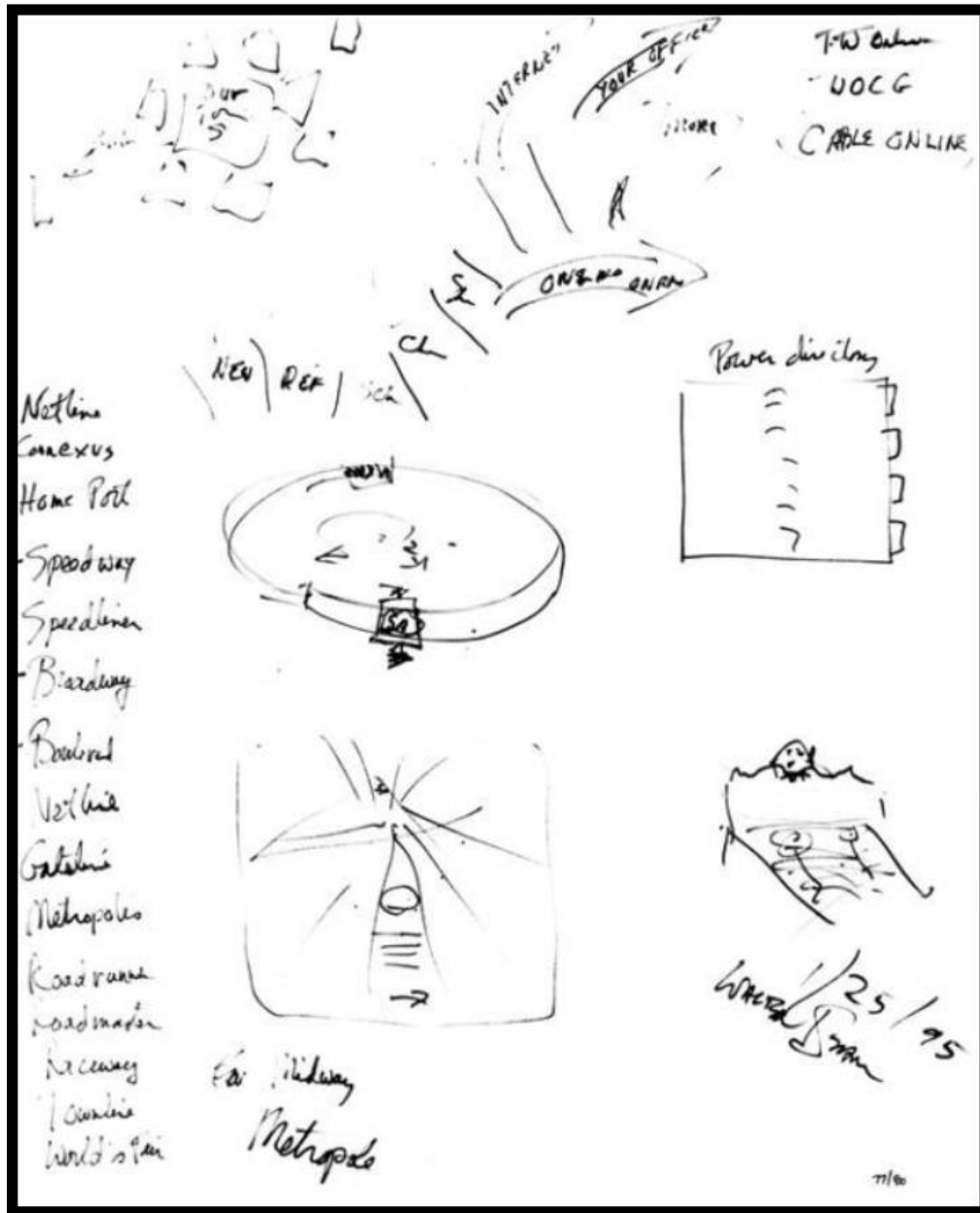
and subcomponents, but the restrictions of suppliers and the definition of the features are concentrated on the two points mentioned. With full confidence, Xynertek C.A. developed the CPU and the BIOS as a guarantee of overcoming the fundamental obstacle to establishing considerable technological autonomy."

But, on February 18, 1983, the Venezuelan currency crashed. Henceforth, within a few years, the real possibility of truly developing an electronics industry in the country disappeared. Xynertek and a few other entrepreneurial initiatives folded, and many Venezuelan scientists and engineers soon began to look for new horizons in other countries.

In fact, in 2003, Venezuelan sociologist Iván de la Vega carried out a study on intellectual emigration from Venezuela (Vega, 2003). Using National Science Foundation (NSF) data, he estimated that approximately 9,000 Venezuelan scientists and engineers were then living in the United States. Vecchi among them.



A historical napkin



**Figure 3.** This is the very first sketch of the telecommunication architecture of the *Road Runner* broadband service. **Source:** “High-Speed Broadband on the Back of a Napkin” (Jeff Simmermon, April 5, 2013).

In 1986, Mario Vecchi moved to Morristown, New Jersey. As an immigrant in the United States, he developed a brilliant career in the world of computers, telecommunications, and public television. Between 1986 and 1993 he worked as director of Applied Research at BellCore, a company that later became Telcordia Technologies, and today is part of Ericsson as Iconectiv. At BellCore, Mario Vecchi carried out pioneering work in the development of broadband communication technologies. During this time, he coauthored several papers

and was granted three patents for several communication network developments he co-invented<sup>6</sup>.

For several months, approximately from October 1993 to March 1994, Mario Vecchi served as Vice-President of Network Architecture Design and Development and was involved in a project to define the DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification) standard (DOCSIS, 2024).



But something else was happening in 1994: people are now dialing up to connect to the Internet. And so, some engineers—like Vecchi—are thinking about *Building the Data High Way* (Reinhardt, 1994): broadband. Mario Vecchi was one of the technical visionaries and a main actor in this important moment in the history of telecommunications in America.

In 1994, Vecchi became Vice President of Network Engineering at Time Warner Cable in Englewood, Colorado. From there, he went on to co-found and become the Chief Technology Officer (CTO) of Road Runner Group in 1995, a Time Warner Cable company that pioneered cable modem broadband technology and online service. Vecchi's role would be crucial in trying out broadband in many American cities.



**Figure 4.** Mario Vecchi, in a light gray suit, in RoadRunner's Horseheads Cable Headend in Elmira, New York, 1995.

As Jeff Simmermon recalls in the now-deleted 2013 blog post “High-Speed Broadband on the Back of a Napkin”<sup>7</sup>, in January 1995 Time Warner engineers dined together “to figure out how to get Time Warner Cable into the Internet access business.” On a napkin, Mario Vecchi sketched his idea for a telecommunication architecture that could make it possible. As the napkin shows, Vecchi wrote a list of names for the new company—including Road Runner—and two people in bed enjoying the service.

Vecchi's adventure in corporate America went on. In September 1998, Mario Vecchi began working for America Online (AOL) as vice president of broadband development. In this executive position, he was responsible for managing AOL's international activities, located mainly in the United States, Ireland, India, and China, related to software development, network operations, new Internet access technologies (broadband, wireless, home networks), and support and financial systems, and was responsible for personnel of nearly 1,000 engineers and support staff.

#### **A Puerto Rican and American South Interlude**

In 2007, Mario Vecchi became the President of Apex Technologies, which was a new company within Grupo Ferré-Rangel (GFR) in San Juan, Puerto Rico. Apex Technologies integrated IT operations and product development, providing technology leadership for the largest news media brands in Puerto Rico. Vecchi also served as the CTO for the entire GFR of companies, responsible for technology strategies and planning impacting the affiliate companies, including media, marketing, printing, and real estate conglomerates. He developed pioneering interactive web and mobile products, incorporating social media and user-generated content. In 2012, he resigned from Apex Technology.

Between 2013 and 2014, Mario Vecchi was the President of Pangrac & Associates Development Company, Inc. (P&A Development), a development and consulting firm for broadband optical networks and systems. P&A Development leveraged a patented “fiber-to-the-home” (FTTH) Distributed Tap architecture, optimized for fiber-to-the-home in rural communities. They offered development and consulting services for new products and businesses. P&A Development was established in 1994 and incorporated in Texas. Although the company was in Port Aransas, Texas, Mario Vecchi worked

from his home base in Oldsmar, Florida, in the Tampa/St. Petersburg area.

But a new challenge awaited him at PBS in Arlington, Virginia.

#### **2014-2021: PBS Chief Technology Officer**

In January 2014 Paula Kerger, President, and CEO of the Public Broadcasting Service (PBS), announced that “following a nationwide search, Dr. Mario Vecchi has been named PBS Chief Technology Officer. Dr. Vecchi will report directly to PBS Chief Operating Officer Michael Jones and serve as a member of PBS’ senior leadership team.” His tenure began on January 27, 2014.

At PBS, Mario Vecchi oversaw media management, including web and new media applications/systems, distribution operations and engineering, interconnection engineering, and information technology. Vecchi “guided PBS and its member stations into the digital world. As the architect

of PBS’s technology strategy and planning, Vecchi and his team have strengthened the infrastructure that enables PBS and member stations to connect with the American public, including the successful rollout of Interconnection (sIX).” He retired from PBS at the end of May 2021.

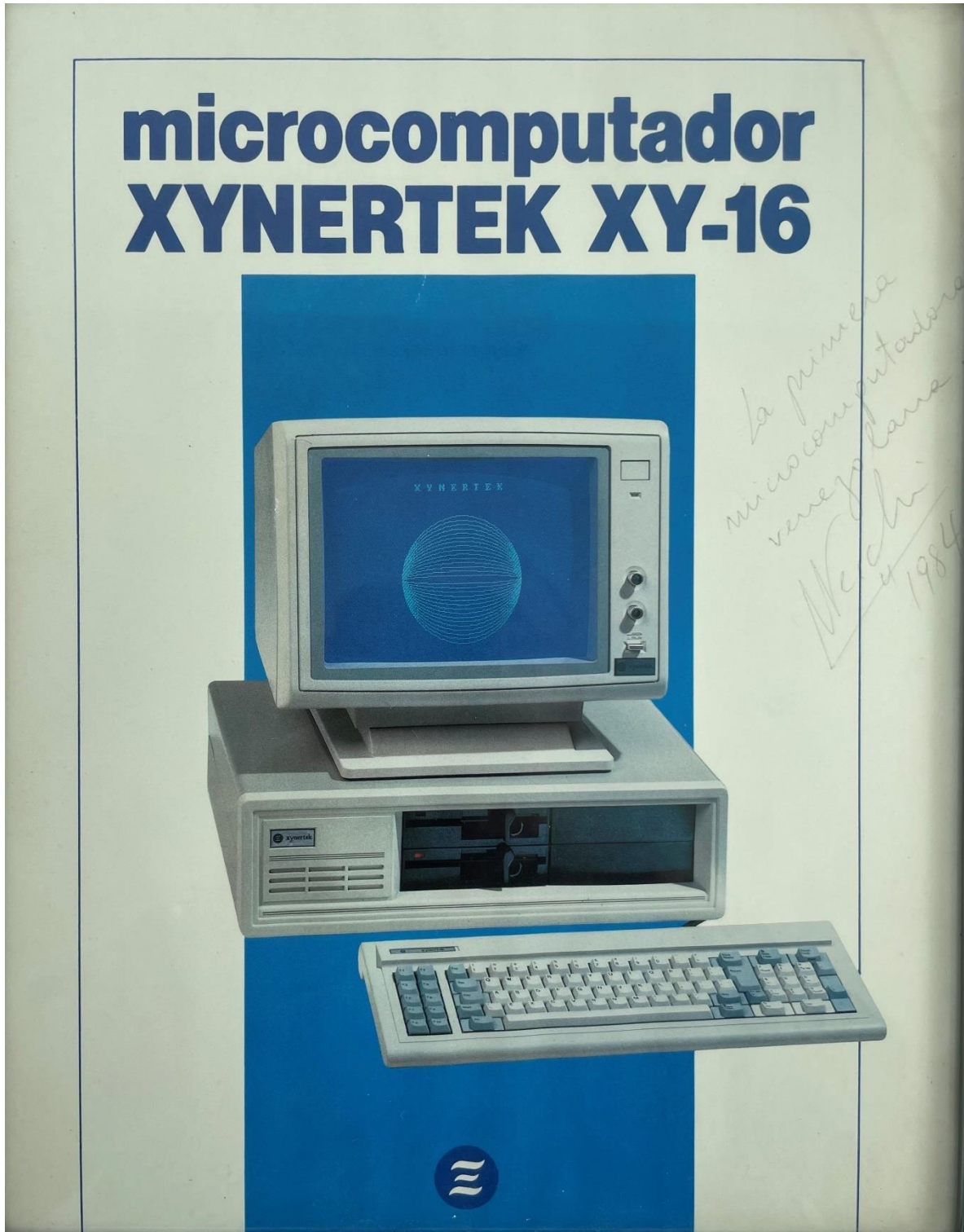
#### **Coda**

Mario Pietro Vecchi has achieved remarkable success as a scientist, technologist, entrepreneur, and business executive, with a notable career in the telecommunications industry. As PBS’s Chief Technology Officer, he played a crucial role in the organization’s technological advancement.

He serves as an inspiration and a great example for young people in Venezuela and the Hispanic community in the United States. A detailed study of his life and accomplishments would be worthwhile in the form of a biographical work.

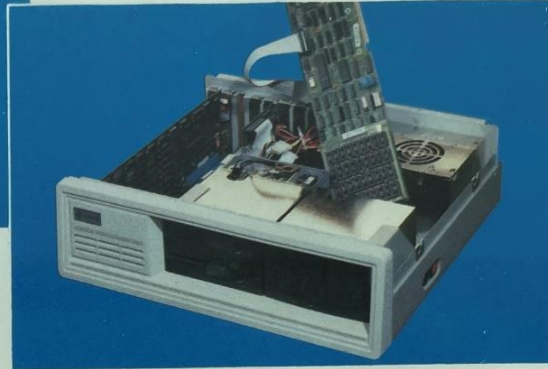
**APPENDIX I**

The first Venezuelan computer, Xynertek XY-16, is featured in a marketing brochure. (Source: Courtesy of Mario Vecchi.)





Below is a description in Spanish of the main characteristics of the Xynertek computer.



El XY-16 es un microcomputador personal de 16 bits. Utiliza el microprocesador Intel 8088 y ha sido diseñado para mantener una altísima compatibilidad y desplegar los mismos poderes, tanto en hardware como en software, del sistema líder en el mercado de la informática. Esto permite que el usuario exigente en el área empresarial, profesional, educacional y personal tenga a su disposición los innumerables programas y accesorios de expansión desarrollados para este sistema de microcomputación. Adicionalmente, el XY-16 ofrece características propias que lo hacen un sistema verdaderamente único. La ingeniería desarrollada en nuestros propios laboratorios, en conjunto con las constantes actualizaciones de las mejores fuentes internacionales, garantizan al usuario un equipo moderno y con permanente vigencia tecnológica en el mercado nacional.

#### CARACTERISTICAS GENERALES

- Microprocesador 8088 para la Unidad Central de Procesamiento (CPU).
- Coprocesador matemático 8087 (opcional).
- Seis ranuras de expansión.
- Teclado de 83 teclas, tipo capacitivo, de alta confiabilidad y durabilidad.
- Acepta monitores CRT monocromáticos o de color. Permite la operación con texto y gráficos en mediana o alta resolución.
- Conexión para una Pluma Luminosa.
- Memoria dinámica RAM hasta 704 Kbytes.
- Memoria magnética desde 720 Kbytes (dos Discos Fle-

xibles), expandible, utilizando hasta dos Discos Duros adicionales de 10 a 20 Mbytes.

- Standard del equipo: se incluye un Puerto Serial RS-232 y un Puerto Paralelo, además de proveer la hora/fecha permanentemente con batería incorporada. Expansiones que permiten instalar hasta dos Puertos Seriales, dos Puertos Paralelos y un Puerto de Juego.
- Sistema Operativo: versión MS-DOS 2.11 bajo sublicencia autorizada de Microsoft (U.S.A.). Acepta además todos los sistemas operativos que corren en el IBM PC/XT (\*).
- Programación: el XY-16 recibe directamente programas escritos para el IBM PC/XT (\*), aún los más eficientes y exigentes en el manejo de I/O y Video.

#### COMPATIBILIDAD

Al 99% (tercer nivel), según pruebas de Compatest Ver. 1.0 (C), BVRP Software y EXXA Publications 1985. Resultados a disposición del interesado.

#### SU MEJOR INVERSION

La adquisición del microcomputador XYNERTEK XY-16 representa una excelente decisión para su empresa o uso personal. Sus extraordinarias prestaciones, unidas a su atractivo precio, harán de Ud. otro cliente satisfecho. Además, el XY-16 puede ser incorporado dentro de Redes Locales y Comunicaciones por MODEM, para conformar sistemas globales más poderosos. Consulte a los más rigurosos expertos; estará de acuerdo en que el XY-16 es realmente su mejor inversión.

(\*) IBM PC/XT son marcas registradas de International Business Machines Corp.

**X Y N E R T E K , C . A .**  
CRUCECITAS A PORVENIR  
EDIFICIO ALBA - MEZZANINA  
SAN JOSE - CARACAS  
TELEFONOS 52.93.11 - 284.17.22



**xynertek**  
CARACAS, VENEZUELA

## NOTES

- 1) A shortened version of this work was published in *Caracas Chronicles* on March 6, 2024 (Álvarez-Cornett, 2024).
- 2) To build biographical profiles of the valuable STEM migration in and out of Venezuela, in 2013, I created an independent research initiative, VES PROJECT, based in Caracas, Venezuela. VES is a Spanish acronym with a double meaning. When studying foreign STEM immigration into Venezuela, it means "They Came, Taught and Sowed" (*Vinieron, Educaron y Sembraron*) (Álvarez-Cornett, 2019). However, when studying the recently successful Venezuelan STEM emigration, it means "They Traveled, Emigrated, and Succeeded" (*Viajaron, Emigraron y Surgieron*). Within the VES PROJECT, the Digital Historical Sounding (DHS) methodology was developed to use the Internet, digital sources, and social media networks to digitally investigate the case studies addressed (Álvarez-Cornett, 2017).
- 3) The following individuals were also part of Callarotti's talent recruiting efforts: electrical engineers Ricardo Suárez-Gartner, Andrés Albanese, Paul Esqueda, Oscar Chang, and Consuelo Sánchez-Octavio (EE, UCV, 1972; Ph.D. University of Illinois Urbana-Champaign, 1976), and physicists Miguel Octavio and Juan Milton Aponte (1952-1996).  
*Ricardo Suárez-Gartner* (Ph.D. in Electrical Engineering, University of California, Berkeley), from San Cristóbal, Táchira, Venezuela, former Engineering Manager at Intel Corporation. His name is mentioned in the world history of the development of Analog Integrated Circuits (see, *A History of the Continuously Innovative Analog Integrated Circuit* (Young, 2007) — one of his papers was selected in 2003 as one of the 10 most important works on analog circuits in the 50-year history of the International Solid-State Circuits Conference (Suárez, Gray, and Hodges, 1974); *Andrés Albanese* (Ph.D. in Electrical and Electronics Engineering, Stanford University) former Director of Bell Communications Research, Inc. or BellCore (Jan. 1983 - Mar. 1993), Group Leader of Computer Networks at the International Computer Science Institute (1993-1999), and current Director of MyHomeVillage.com; and *Paul D. Esqueda* (Ph.D. in Electrical Engineering, Penn State University, 1978), Professor Emeritus of Engineering and former Senior Associate Dean, Penn State Berks.
- 4) It is important to note that having a highly cited publication does not necessarily mean that a researcher is currently the most cited scientist in their country or region. The number of citations is a variable that changes over time. While Mario Vecchi's paper is the most cited publication by a Venezuelan or Latin American researcher, he is no longer an active researcher since 1999. Therefore, other Latin American researchers might have higher citations when considering their complete scientific production. A comparative bibliometric analysis is needed to know the current situation.

Although I have not carried out such a study, I can mention at least one example. Franco Nori is a Venezuelan physicist who graduated from Universidad Simón Bolívar in Caracas

in 1982 where he was a student of Roberto Callarotti in Electromagnetic Theory. According to Google Scholar (as of March 11, 2024), he has cumulative citations, of 92,492. He has been recognized as a "Highly Cited Researcher" in Physics by the Web of Science for seven consecutive years, from 2017 to 2023. Nori obtained his Master's (1982) and Ph.D. (1987) degrees from the University of Illinois, Urbana-Champaign. He is a researcher affiliated with RIKEN in Japan and the University of Michigan in the United States. Recently, he was awarded the Charles Hard Townes Medal by Optica (previously known as The Optical Society of America and later The Optical Society) for his contributions to quantum optics, quantum information processing, and quantum circuits, as well as for the development of key quantum software tools (Optica, 2024).

- 5) According to a sales receipt in our hands, in July 1986 a Xynertek XY-16 computer, including a 13" color monitor (11,128.32 bolivars), with two 640kB floppy disks, and a keyboard, was sold for 32,546.98 bolivars. The exchange rate in force in July 1986 was 18.55 bolivars to the dollar (Bonilla, 2004). Using this exchange rate, the cost of the whole computer system was US\$ 1,754.55.
- 6) Mario Vecchi, during his time as a researcher at Bell Communications Research, Inc., was granted three patents for his co-inventions. These patents were titled *A Distributed Protocol to Improve the Survivability of Trunk Networks*, *Hybrid Optical and Electronic Packet Switch*, and *Fast Optical Cross-Connect for Parallel Processing Computers*. The patents were awarded in 1992 (Coan, Vecchi, and Wu) and in October and May 1989 (Arthurs, Goodman, Kobrinski, and Vecchi) respectively. Furthermore, while working at Time Warner Entertainment, Vecchi was granted a fourth patent entitled *Spectrum Manager for Communication Networks*, which he co-invented with Jay Vaughan in 1999.
- 7) Even though the webpage was deleted, a digital copy without the napkin image was captured by the Archive's WayBack Machine crawler (Simmermon, 2013). Luckily, the napkin image had been preserved on Chegoyo.com (Álvarez-Cornett, 2015a).

## REFERENCES

- Álvarez-Cornett, José (2024). "How Mario Vecchi Created the First Venezuelan Computer and Became a Star of STEM in America." *Caracas Chronicles*. March 6. Available at: <https://www.caracaschronicles.com/2024/03/06/how-mario-vecchi-created-the-first-venezuelan-computer-and-became-a-star-of-stem-in-america/> (Accessed: 10 March 2024).
- Álvarez-Cornett, José (2019). "How Foreign STEM Professionals Developed Venezuelan Science." *Caracas Chronicles*. December 3. Available at: <https://www.caracaschronicles.com/2019/12/03/how-foreign-stem-professionals-developed-venezuelan-science/> (Accessed: 10 March 2024).
- Álvarez-Cornett, José (2017). "Crónicas digitales de la migración tecnocientífica venezolana: Proyecto VES y

- Sondeo Histórico Digital”, en AA. VV., *Innovación, tecnología e información. El nuevo paisaje de la comunicación. Memorias arbitradas por pares doble ciego correspondientes al VI Congreso de INVECOM celebrado en la Universidad Montevilla, Caracas, del 24 de mayo al 7 junio 2017*, 410-422. Available at:  
[https://www.researchgate.net/publication/336372514\\_Cronicas\\_digitaes\\_de\\_la\\_migracion\\_tecnocientifica\\_venezolana\\_Proyecto\\_VES\\_y\\_Sondeo\\_Historico\\_Digital](https://www.researchgate.net/publication/336372514_Cronicas_digitaes_de_la_migracion_tecnocientifica_venezolana_Proyecto_VES_y_Sondeo_Historico_Digital)  
(Accessed: 10 March 2024).
- Álvarez-Cornett, José (2015a). “Mario Pietro Vecchi – Un profesional de éxito y el más citado.” *PROYECTO VES/Chegoyo.com*. 24 de abril. Available at:  
<https://chegoyo.com/proyecto-ves/ves-e-mario-pietro-vecchi-un-profesional-de-exito-y-el-mas-citado/> (Accessed: 10 March 2024).
- Álvarez-Cornett, José (2015b). “Amar Singh y el Laboratorio de Dispositivos Semiconductores – Primera parte.” *PROYECTO VES/Chegoyo.com*. 7 de agosto. Available at:  
<https://chegoyo.com/proyecto-ves/ves-i-amar-singh-y-el-laboratorio-de-dispositivos-semiconductores-parte-i/>  
(Accessed: 10 March 2024).
- Arthurs, Edward, M.S. Goodman, H. Kobrinski, and M.P. Vecchi (1989). *Hybrid Optical and Electronic Packet Switch*, US Patent 4,873,681, 10 October.
- Arthurs, Edward, M.S. Goodman, H. Kobrinski, and M.P. Vecchi (1989). *Fast Optical Cross-Connect for Parallel Processing Computer*, US Patent 4,834,483, 30 May.
- Bonilla, Josué (2004). “Evolución del Tipo de Cambio en Venezuela. 1983-2004”, *Revista sobre Relaciones Industriales y Laborales*, No. 40 Available at:  
<https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/rrii2/articulo/view/1038>  
(Accessed: 21 March 2024).
- Callarotti, Roberto César (2007). “Palabras del discurso del Ing. Roberto César Callarotti pronunciado con motivo de su incorporación como Individuo de Número”, *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, No. 14, Primer semestre, 25-36. Available at:  
[https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/BOLETIN\\_14.pdf](https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/BOLETIN_14.pdf)  
(Accessed: 01 March 2024).
- Coan, Brian A., M.P. Vecchi, and L.T. Wu (1992). *A Distributed Protocol to Improve the Survivability of Trunk Networks*, US Patent 5,093,824, 3 March.
- DOCSIS (2024, February 22). In *Wikipedia*.  
<https://en.wikipedia.org/wiki/DOCSIS>  
(Accessed: 15 March 2024).
- Esqueda, Paul David (2021). “Helenio Arqué Almaraz (1932 - 2000).” *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, No. 52, septiembre, 203-204. Available at:  
[https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/BOLETIN\\_52.pdf](https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/BOLETIN_52.pdf)  
(Accessed: 12 March 2024)
- Kirkpatrick, Scott, C. Daniel Gelatt Jr., and Mario P. Vecchi (1983). “Optimization by Simulated Annealing.” *Science*, 220(4598), 671-680.
- Optica (2024). *Optica Names Franco Nori the 2024 Charles Hard Townes Medal Recipient*. Available at:  
[https://www.optica.org/get\\_involved/awards\\_and\\_honors/awards/award\\_winner\\_press\\_releases/2024\\_charles\\_hard\\_to\\_wnes\\_medal\\_winner/](https://www.optica.org/get_involved/awards_and_honors/awards/award_winner_press_releases/2024_charles_hard_to_wnes_medal_winner/)  
(Accessed: 20 March 2024).
- Reinhardt, Andy (1994). “Building The Data High Way.” *BYTE*, March. Available at:  
<https://web.archive.org/web/20130923050037/http://www.internet.com.co.cr/internet/research/1994/03-b.htm>  
(Accessed: 02 March 2024).
- Suárez, R. E., P. R. Gray, D. A. Hodges (1974). “An ALL-MOS Charge-Redistribution A/D Conversion Technique”, *ISSCC Digest of Technical Papers*, pp. 194 - 195, February. doi: 10.1109/ISSCC.1974.1155344.
- Van Noorden, Richard, Brendan Maher, and Regina Nuzzo (2014). “The Top 100 Papers.” *Nature News*, 514(7524), 550. Available at:  
[https://www.nature.com/news/polopoly\\_fs/1.16224!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/514550a.pdf](https://www.nature.com/news/polopoly_fs/1.16224!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/514550a.pdf)  
(Accessed: 10 March 2024).
- Vecchi, Mario P. and Vaughan, J. (1999). *Spectrum Manager for Communication Networks*, US Patent 5,898,693, 27 April.
- Vecchi, Mario (1989). “La experiencia del desarrollo de un sistema de microcomputación en Venezuela”, en Gonzalo Viana Di Prisco, Jesús Zambrano, and Roger Soler. *Informática en el desarrollo nacional. Experiencias y propuestas para Venezuela*, Caracas: Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, 243-245.
- Vecchi, Mario Pietro (1975). *Electronic properties of the group V semimetals*, Doctoral (Ph.D.) dissertation, Massachusetts Institute of Technology, Department of Electrical Engineering and Computer Science.
- Vecchi, Mario Pietro (1972). *Temperature dependence of the direct energy gap of bismuth*, M.S. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Department of Electrical Engineering and Computer Science.
- Vecchi, Mario P., Mendez, E., & Dresselhaus, M. S. (1977). “High-field magneto-optical studies in Bi and Bi1-xSbx alloys.” *Physica B+ C*, 89, 150-154.
- Vecchi, Mario P., Pereira, J. R., & Dresselhaus, M. S. (1976). “Anomalies in the magnetoreflexion spectrum of bismuth in the low-quantum-number limit.” *Physical Review B*, 14(2), 298.
- Vega, Iván (2003). “Emigración intelectual en Venezuela: el caso de la ciencia y la tecnología.” *Interiencia*, 28(5), 259-267. Available at:  
<https://www.redalyc.org/pdf/339/33908003.pdf>  
(Accessed: 10 March 2024).
- Young, Ian (2007). “A History of the Continuously Innovative Analog Integrated Circuit”, *SSCS. IEEE Solid-Sate Circuits Society Newsletter*, Vol. 12, No.4, Fall, pp. 52-57. doi: 10.1109/N-SSC.2007.4785654. Available at:  
[https://web.archive.org/web/20160401225618/https://www.ele.uva.es/~lbailon/Docencia/MUI-TIC/50.DCE/Ian\\_Young.pdf](https://web.archive.org/web/20160401225618/https://www.ele.uva.es/~lbailon/Docencia/MUI-TIC/50.DCE/Ian_Young.pdf)  
(Accessed: 03 March 2024).



**NOTICIAS E INFORMES DE EVENTOS  
AUSPICIADOS POR LA ANIH**

## RELATORÍA DEL FORO LA INFRAESTRUCTURA EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SOLUCIONES DE ENERGÍA HÍBRIDAS

Sergio MARÍN ERNST (Relator) <sup>1</sup>

### RESUMEN

Este trabajo se refiere al foro “*LA INFRAESTRUCTURA EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SOLUCIONES DE ENERGÍA HÍBRIDAS*” llevado a cabo en el seno de la Comisión de Infraestructura de la Academia de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela (ANIH). El evento contó con las siguientes ponencias y expositores.

Planificación a mediano y largo plazo. Sistemas eficientes - robustos – flexibles. Ing. Leonardo Venegas - Business Development Manager – Energy.

Aspiraciones, opciones y realidades energéticas para Venezuela. Ing. José Aguilar - Consultor Internacional de Riesgos Industriales.

Megatendencias en almacenamiento de energía; centrales hidroeléctricas y equipos para el fortalecimiento de la red. Ing. Diego Pigozzo - Andritz Hydro. C.A.

Sistema interconectado nacional e infraestructura de transmisión eléctrica. Ing. Luis Ceballos - Ing. Electricista Especialista en Sistemas de Transmisión.

El foro abarcó tópicos relativos a los requerimientos necesarios para la planificación y desarrollo de la infraestructura de sistemas eléctricos, las opciones, realidad y perspectivas sobre el sistema energético venezolano, las tendencias a nivel global en almacenamiento de energía y sistemas híbridos y sobre el sistema interconectado y de transmisión de Venezuela.

### ABSTRACT

This work refers to the forum “*INFRASTRUCTURE IN THE ENERGY TRANSITION AND HYBRID ENERGY SOLUTIONS*” that was carried out as part of the activities of the Infrastructure Commission of the Academy of Engineering and Habitat of Venezuela (ANIH). The event featured the following presentations and exhibitors.

Medium and long term planning. Efficient – robust – flexible systems. Eng. Leonardo Venegas - Business Development Manager – Energy.

Energy aspirations, options and realities for Venezuela. Eng. José Aguilar - International Industrial Risk Consultant.

Megatrends in energy storage; hydroelectric plants and equipment for strengthening the network. Eng. Diego Pigozzo - Andritz Hydro.C.A.

National interconnected system and electrical transmission infrastructure. Eng. Luis Ceballos - Electrical Engineer, Specialist in Transmission Systems.

The forum covered topics related to the necessary requirements for the planning and development of electrical systems infrastructure, the options, reality and perspectives on the Venezuelan energy system, global trends in energy storage and hybrid systems and on the interconnected and transmission system of Venezuela.

*Palabras clave:* Energía. Transición energética. Sistemas híbridos.

*Keywords:* Energy. Energy transition. Hybrid systems.

### INTRODUCCIÓN

El foro “*LA INFRAESTRUCTURA EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SOLUCIONES DE ENERGÍA HÍBRIDAS*” que se llevó a cabo el día 27/10/2023, como parte de las actividades de la Comisión de Infraestructura de la Academia de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela (ANIH).

El evento contó con las siguientes ponencias y expositores.

Planificación a mediano y largo plazo. Sistemas eficientes - robustos – flexibles. Ing. Leonardo Venegas - Business Development Manager – Energy. (Figura 1)

Aspiraciones, opciones y realidades energéticas para Venezuela. Ing. José Aguilar - Consultor Internacional de Riesgos Industriales. (Figura 5)

Megatendencias en almacenamiento de energía; centrales hidroeléctricas y equipos para el fortalecimiento de la red. Ing. Diego Pigozzo - Andritz Hydro. C.A. (Figura 14)

<sup>1</sup> Ingeniero Civil. Miembro Correspondiente y Miembro de la Comisión de Infraestructura de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Correo-e: sergio.c.marin.e@gmail.com

Sistema interconectado nacional e infraestructura de transmisión eléctrica. Ing. Luis Ceballos - Ing. Electricista Especialista en Sistemas de Transmisión. (Figura 26)

La organización y moderación del evento estuvo a cargo del Acad. Ing. Sergio Marín Ernst.

El programa se inició con las palabras del Acad. Ing. Alfonso Linares, Presidente de la Comisión de Infraestructura, quien agradeció a los ponentes, su participación y luego destacó la importancia que para el país y para la Academia, tienen los temas abordados por los expositores. Luego de su intervención, dio por iniciado el evento.

El moderador presentó, en cada caso, las ponencias y los expositores. Realizó una breve descripción de cada tema y dio un resumen del currículo de cada presentador. Al final, luego del lapso de presentaciones, hubo un período de preguntas y respuestas.

## PRESENTACIONES

### PLANIFICACIÓN A MEDIANO Y LARGO PLAZO. SISTEMAS EFICIENTES - ROBUSTOS – FLEXIBLES.

Ing. Leonardo Venegas.



Figura 1. PLANIFICACIÓN A MEDIANO Y LARGO PLAZO. SISTEMAS EFICIENTES - ROBUSTOS – FLEXIBLES. Lámina de inicio.

Fuente Venegas 2023



Leonardo Venegas es Ingeniero Mecánico de la Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela, 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, Caracas, Venezuela. 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). Cuenta con vasta experiencia en el desarrollo de proyectos a nivel internacional. Actualmente tiene el rol de Desarrollo de Negocios para Wärtsilä Energy – Upgrades & Agreements focalizado en proyectos para plantas eléctricas con tecnología Wärtsilä para: Conversión de combustible, repower, cogeneración y acuerdos de servicio de mediano y largo plazo. Cubre la región de Centroamérica, Colombia.

Al comienzo de la presentación, el Ing. Venegas resaltó el hecho de que, para los proyectos relativos a la recuperación o desarrollo de sistemas eléctricos, estos requieren ser concebidos y desarrollados según planes de acción a mediano y largo plazo, por razones de tiempo, más que de costos. Mostró cómo las diferentes fases de: Estudios Iniciales Plan de Mediano - Largo Plazo; Licitación; Cierre Financiero; EIA y Licencias, Permisos; EPC hasta Operación Comercial, llevan cada uno, entre 1 y 2 años (en casos EPC, por ejemplo 2 a 4 años), con lo cual el tiempo total de desarrollo alcanza un orden de 5 a 7 años. (Véase Figura 2).

| Estudios Iniciales<br>Plan de Mediano -<br>Largo Plazo | Licitación<br>Cierre Financiero | EIA y S<br>Licencias,<br>Permisos | EPC hasta<br>Operación<br>Comercial | Total      |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------|
| 1  | 1 ↔ 2                           | 1 ↔ 2                             | 2 ↔ 4                               | 5 ↔ 7 años |

Figura 2. Fases y tiempos de ejecución de para la implementación de proyectos de Sistemas Eléctricos.

Fuente: Venegas 2023

Describió las “Consideraciones que se deben tener para el desarrollo de estudios de Mediano y largo plazo” (Figura 3) entre las cuales destacan: Definición de Metodología, y herramientas de modelaje, Diagnóstico el Sistema Eléctrico, Definición de variables macroeconómicas, Adopción de tecnologías, Energías Renovables y Socialización, entre otras. Mas adelante delineó los Objetivos Estratégicos, destacando, entre otros: promover la eficiencia, calidad, continuidad, confiabilidad y seguridad; Promover el desarrollo científico y tecnológico: asegurar el ejercicio de contraloría social.

| CONSIDERACIONES PARA ESTUDIOS DE MEDIANO Y LARGO PLAZO   |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Definición de Metodología y Herramientas para el Modelaje</li> <li>○ Diagnóstico del Sistema Eléctrico =&gt; <a href="#">Data</a></li> <li>○ Proyección de Crecimiento de la Demanda: Energía – Potencia</li> <li>○ Energía, Potencia: Subsistemas</li> <li>○ Definición de variables Macroeconómicas y Escenarios</li> <li>○ Expansión de Transmisión</li> <li>○ Expansión de Generación</li> <li>○ Tecnologías para capacidad Firme para un Sistema robusto:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hidro (gerenciando embalse multianual)</li> <li>○ Térmico</li> </ul> </li> <li>○ <u>Tecnologías Flexibles</u> alineadas con la intermitencia propia de las energías renovables no convencionales</li> <li>○ Energías renovables no convencionales</li> <li>○ Socialización del Plan.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrología</li> <li>• Costos Capex (financieros) por tecnología</li> <li>• Costos Variables: Combustible (y proyección de precios)</li> <li>• Costos Variables: Eficiencia Térmica (<i>Heat Rate</i>)</li> <li>• <i>Non-fuel variable costs</i></li> <li>• emisiones y huella de carbono</li> <li>• Flexibilidad operativa (tiempo de respuesta ante la intermitencia)</li> <li>• Flexibilidad de operación con diversos Combustibles</li> <li>• Potencia de planta para encendido o retiro del Sistema</li> <li>• Entrega de Potencia (desde encendido hasta plena capacidad - <i>ramp rate</i> MW/min)</li> <li>• En casos de Calderas: Sistema de agua frio, caliente</li> <li>• Permanencia en la red (conectado o desconectdo hasta el próximo despacho)</li> <li>• Impacto en costos operativos por arranque</li> <li>• Energía útil (sedimentación en los embalses)</li> <li>• + otros.</li> </ul> |

Figura 3. Consideraciones para desarrollo a Mediano y Largo Plazo  
Fuente Venegas 2023

Desatacó los **Objetivos de la Planificación de Mediano y Largo Plazo:**

Identificar las necesidades de expansión del sistema eléctrico para que opere de forma confiable, segura, competitiva – económica (LCOE), eficiente, optimizando recursos disponibles (renovables, fósiles, no convencionales), socialmente responsable y cumpliendo el marco regulatorio.

Definir tecnologías para simular el despacho de unidades, considerando costos y variables operativas de cada uno (Capex – Opex); así como como las variables mencionadas en lámina anterior, según los escenarios que se hayan definido.

Como parte de las reflexiones finales indicó:

*“Todos los proyectos nacen cortos de presupuesto y tiempo”*  
*“La energía más cara es la que no se tiene ...”*

Ejemplos:

| COSTO DE LA ENERGIA NO SERVIDA (*) |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| <b>Panamá:</b>                     | <b>4.130 USD/MWh</b> |
| <b>Guatemala:</b>                  | <b>1.748 USD/MWh</b> |
| <b>Colombia:</b>                   | <b>2.739 USD/MWh</b> |

Figura 4. Costos de la energía no servida en varios países  
(\*) Información pública y Oficial.

Fuentes:

Panamá. ETESA <https://www.etsa.com.pa/es/plan-expansion-del-sistema-interconectado-naciona>

Guatemala. CNEE Comisión Nacional de Energía Eléctrica <https://www.cnee.gob.gt/wordpress/?p=413>

Colombia: UPME Unidad de Planeación Minero Energética <https://www1.upme.gov.co/siel/Pages/Planes-expansion-generacion-transmision.aspx>

[www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/planes-expansion/](http://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/planes-expansion/)

## ASPIRACIONES, OPCIONES Y REALIDADES ENERGÉTICAS PARA VENEZUELA.

Ing. José Aguilar



Figura 5. ASPIRACIONES, OPCIONES Y REALIDADES ENERGÉTICAS PARA VENEZUELA. Lámina de inicio. Fuente: Aguilar 2023



José Aguilar es Ingeniero graduado en Aeronáutica y Astronáutica en la Universidad Estatal de Ohio, EE.UU. Realizó estudios de posgrado en la Universidad de Georgia en el liderazgo de empresas de servicios públicos. Ha recibido entrenamiento extensivo a través de muchas escuelas de fabricantes de

equipos en Educación Continuada en Gerencia y áreas de Desarrollo Técnico. Se ha desempeñado en el mercado de la Asesoría de Ingeniería con más de 24 años de experiencia en la Estimación de Riesgos Industriales, tanto en los aspectos relativos a equipos como los relacionados con el personal y talento humano. Ha desarrollado importantes trabajos relativos a la recuperación y desarrollo del Sistema Eléctrico venezolano.

Los tópicos y conceptos presentados por el ponente se pueden resumir conforme al siguiente esquema.

**Aspiraciones:** todos queremos que se recupere el sector eléctrico y crezca mejor que en el pasado, constituyendo una cadena de valor abundante, de calidad, con estabilidad, eficiencia, con costos y retorno financieros para vitalizar el progreso de Venezuela.

Un Sistema Eléctrico Venezolano (SEV) recuperado, modernizado, de alto valor comercial, pujante y hacerlo de la manera más rápida y al menor costo posible, representa el mayor reto multidisciplinario de nuestras carreras profesionales y es una de las grandes tareas nacionales de nuestro siglo XXI que nos ocupa.

**Caracterización, diagnóstico y desempeño:** mostró y describió el sistema eléctrico, con énfasis en los sistemas de generación, dejando los conceptos de transmisión y distribución a otro ponente. (Figura 6)

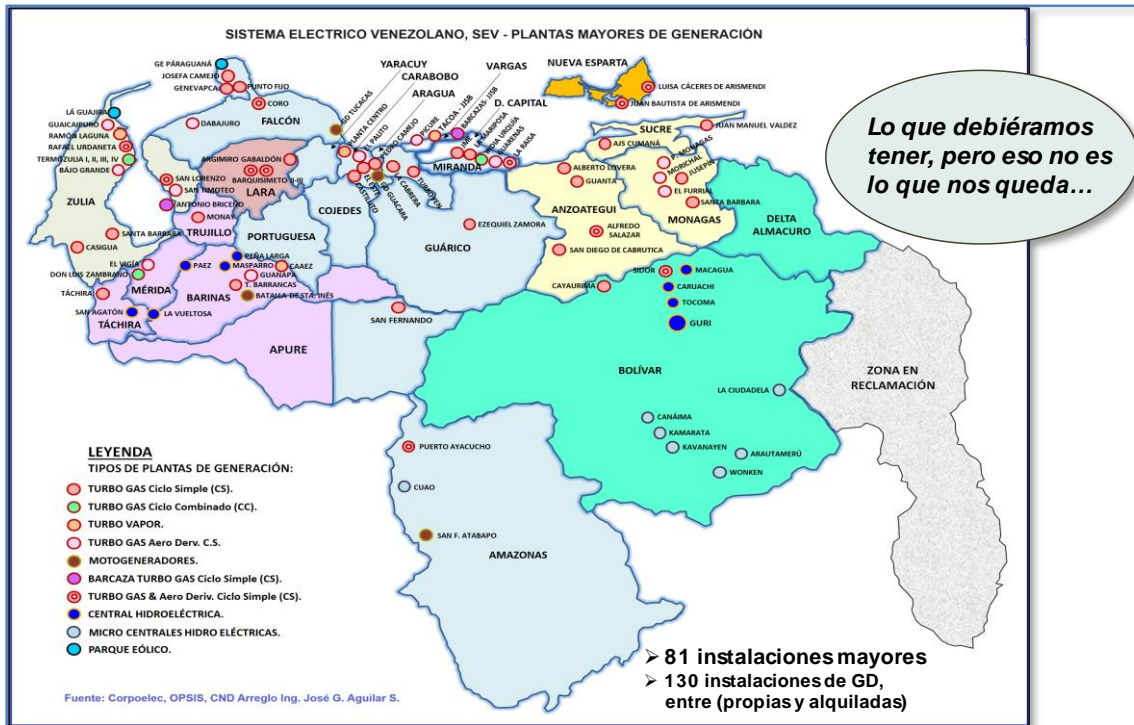


Figura 6. Mayores Plantas de Generación del Sistema Eléctrico Venezolano Fuente: Aguilar 2023



La cuantificación de los recursos de generación y el desempeño del sistema eléctrico para octubre 2023, se resumen en la Tabla 1.

Resaltó:

Todos los procesos de procura, selección y asignación de proyectos deben elevarse a los más altos estándares de ética, pulcritud. Promover la competencia entre oferentes calificados

sin privilegios de ninguna clase, ni interferencias o vicios ajenos al trabajo multidisciplinario integral de técnicos y especialistas.

Como parte del diagnóstico resaltó los siguientes conceptos: abuso de la infraestructura de instalaciones y equipos, carencias críticas de lo básico, poca atención a temas de seguridad, Improvisación y malas prácticas, fallas recurrentes que crean mayor carga de mantenimiento futuro.

Tabla 1. Recursos de generación actual y el desempeño del sistema eléctrico Oct. 2023. (Aguilar 2023)

| SEV Recursos de Generación - MW   |  |                            |                       |               |
|---|--|----------------------------|-----------------------|---------------|
| Tipo de Generación  |  | Instalada o que se instaló | Comprada No Instalada | Total         |
| Térmico   | Turbo gas  | 12,398                     | 2,705                 | 15,102        |
|   | Turbo vapor  | 5,543                      | 900                   | 6,443         |
|   | MG-Industrial  | 105                        | 388                   | 493           |
|   | Gen.Dist.  | 1,510                      | -                     | 1,510         |
| 23,548  | <b>Total térmico adquirido</b>                                       | 19,556                     | <b>3,993</b>          | <b>23,548</b> |
| Renovable   | Renovable eólica   | 95                         | -                     | 95            |
| 17,000  | Renovable hidroeléctrica   | 16,905                     | <b>3,110</b>          | <b>16,905</b> |
| <b>36,556</b>   | <b>← Total capacidad adquirida / Capacidad que debiera existir →</b> |                            |                       | <b>40,548</b> |
| Investigación Ing. Miguel J. Lara G., José G. Aguilar S. CIRI, ATA VES y su Equipo. |  |                            |                       |               |

| SEV Desempeño Generación Oct. 2023  |                   |               |              |              |
|---|-------------------|---------------|--------------|--------------|
| Tipo de Generación  | Disponibilidad MW |               | Disp.        | Indisp.      |
|   | Alegada           | Efectiva      | %            |              |
| Térmico   | 2,945             | 2,650         | 13.6%        | <b>86.4%</b> |
| Hidroeléctrico  | 10,865            | 10,460        | 61.9%        | <b>38.1%</b> |
| Eólico  | 40                | 20            | 21.1%        | <b>78.9%</b> |
| <b>Totales</b>  | <b>13,850</b>     | <b>13,130</b> | <b>35.9%</b> | <b>64.1%</b> |
| Investigación Ing. Miguel J. Lara G., José G. Aguilar S. CIRI, ATA VES y su Equipo. |                   |               |              |              |

**Opciones/Conceptos:** “SE NECESITA UN PLAN INTEGRAL que ataque la causa raíz de la situación de manera definitiva, ejecutándose en varias líneas de tiempo simultaneas, en el menor tiempo y al menor costo posibles”. (Figura 7)





Figura 7. Elementos y conceptos esenciales en una Plan Integral de recuperación.  
Fuente: Aguilar 2023

**Resaltó:**

Todos los procesos de procura, selección y asignación de proyectos deben elevarse a los más altos estándares de ética, pulcritud. Promover la competencia entre oferentes calificados sin privilegios de ninguna clase, ni interferencias o vicios ajenos al trabajo multidisciplinario integral de técnicos y especialistas.

Se refirió a los eventos más resaltantes de déficit o caídas en el sistema eléctrico. En la Figura 8 se muestra la evolución de la energía neta generada en el periodo 1998-2023. Allí resaltan los siguientes hechos: en 2003 se tuvo una primera crisis de

electricidad y sin embargo para ese año se registró un 3.1% de incremento de la generación. En 2010 se presentó una segunda crisis; en ese año se tuvo una disminución del 7.4% de la generación. En el año 2013 se alcanzó un pico, con la máxima generación registrada, con un máximo de 131.7 TWh-año. Luego la tercera crisis de generación se produjo en el año 2017, año en el cual se produjo una reducción del 13.8% en la generación, respecto del año anterior, con una generación cercana a los 80 TWh-año. Actualmente, para 2023, se estima un nivel de generación del orden de 91.1 TWh-año, lo cual representa un retroceso hasta los niveles de generación que se tenían hace 20 años.

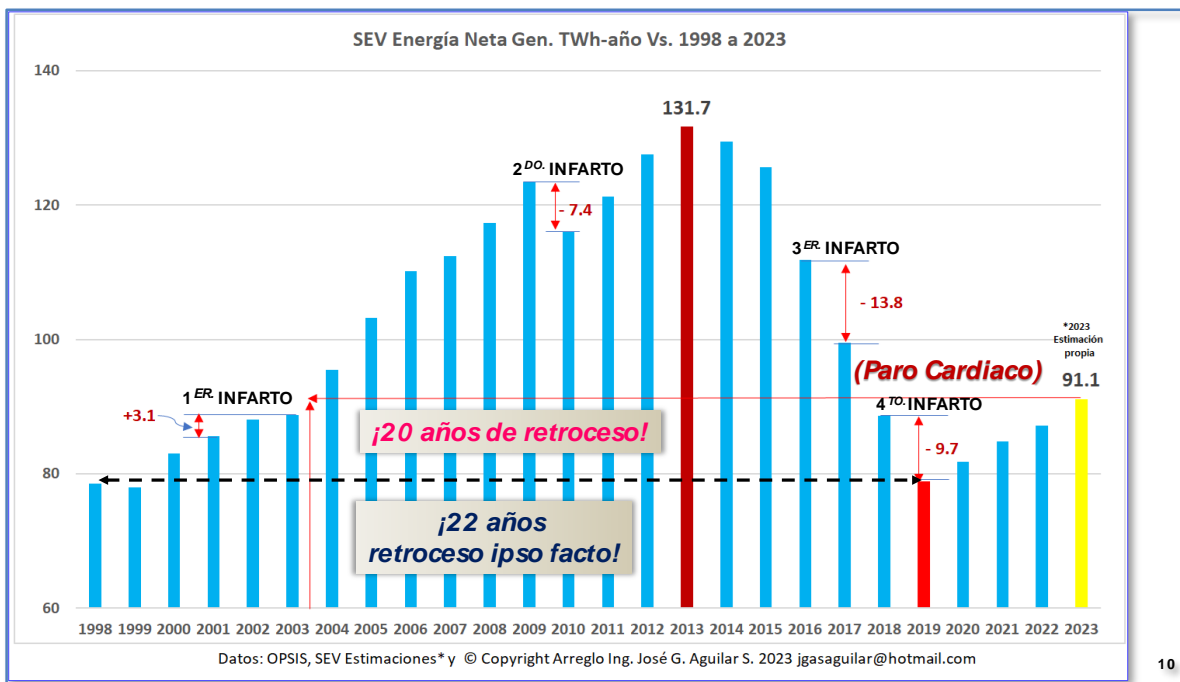


Figura 8. Energía neta generada en el SEV en el periodo 1998 a 2023.  
Fuente: Aguilar 2023

Resalta el hecho de que desde 2008 la estatal eléctrica no puede servir el pico de la demanda anual, requiriéndose racionamiento. (Figura 9)

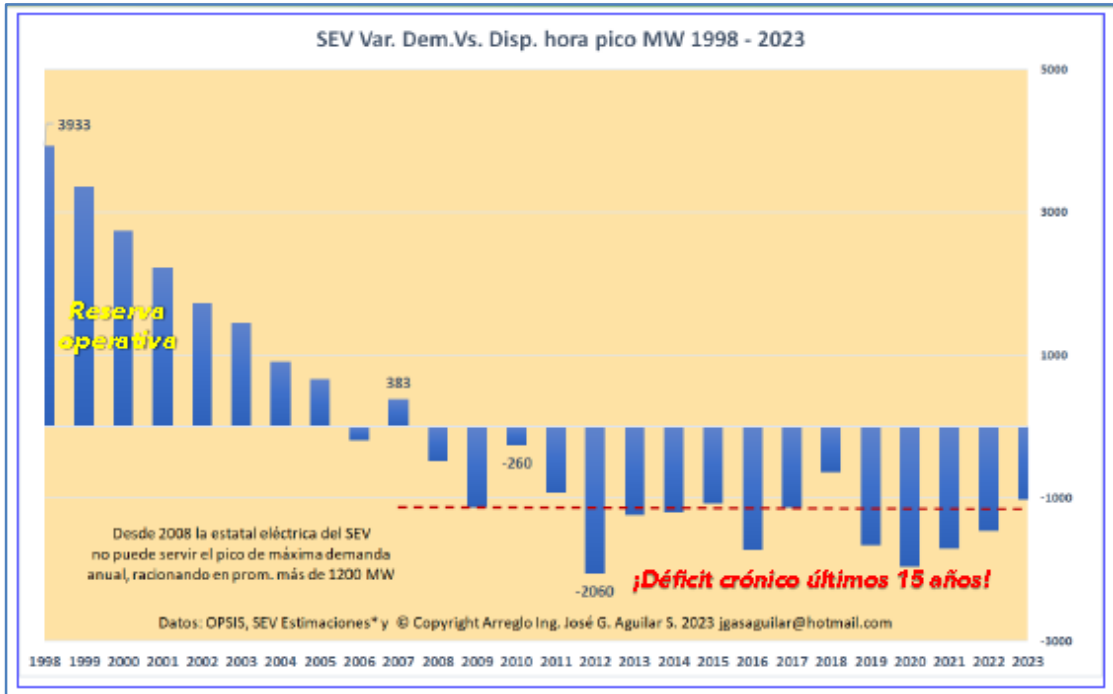


Figura 9. Variación de la demanda versus disponibilidad en hora pico 1998 a 2023  
Fuente: Aguilar 2023

Es necesario modificar el esquema (Figura 10) según el cual se dispuso una importante capacidad instalada de sistemas de generación térmico que se encuentran fuera de servicio.

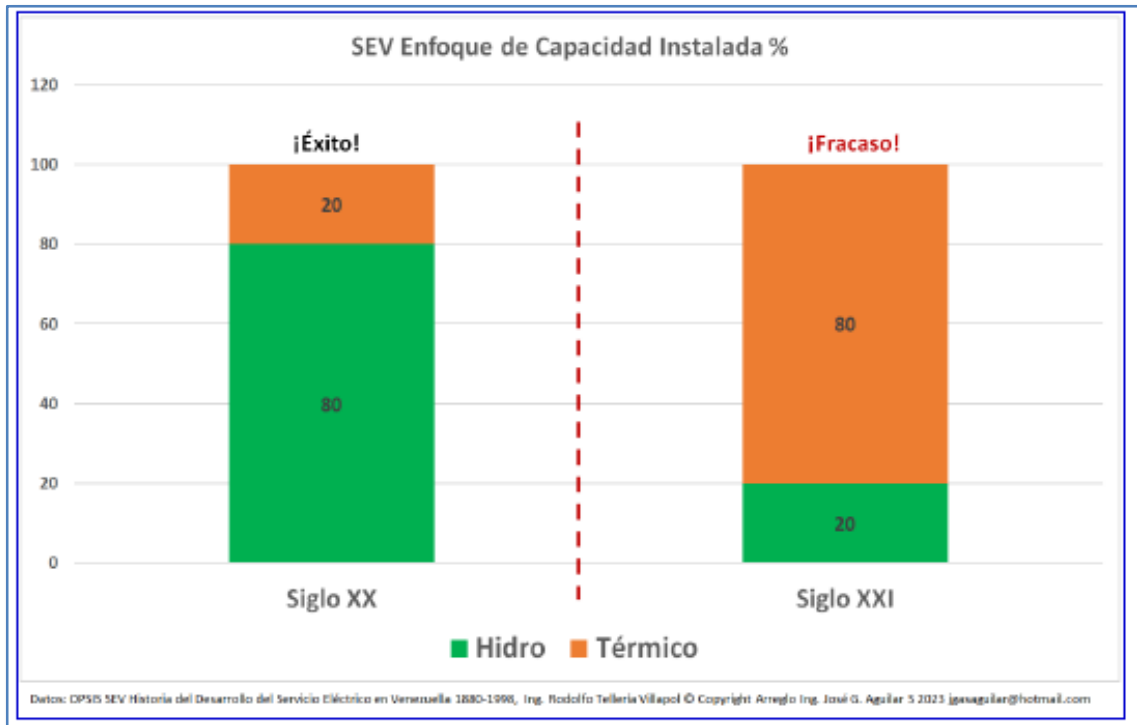


Figura 10. Enfoque de política de capacidad instalada Hidro vs. Térmico  
Fuente: Aguilar 2023

**Acciones:** Presentó los conceptos principales que debe contener un MARCO ANALÍTICO CONCEPTUAL DEL RIESGO EN GRANDES PROYECTOS ELÉCTRICOS, discriminado por las áreas: Gobierno, Técnico, Financiero, Medio Social y Medio Ambiente. Así mismo presentó un MARCO ANALÍTICO PARA CONCEPTUALIZAR EL RIESGO, INCLUIDOS LOS MECANISMOS DE MITIGACIÓN. Todo ello centrado en el TALENTO HUMANO. En las Figura 11 y Figura 12 se resumen estos conceptos.



Figura 11. Marco analítico conceptual del riesgo en grandes proyectos eléctricos.

Fuente: Aguilar 2023

Resaltó:

*Cuando se evalúan opciones es importante aplicarlas dando el mejor uso de recursos, utilidad, practicidad, y ubicación, en especial en un país como la Venezuela actual (implicaciones financieras teniendo muy en cuenta la disponibilidad de financiamiento y su variabilidad en el tiempo entre otros.) y en armonía con la infraestructura existente reflejando todos los costos requeridos al mismo punto de entrega del usuario final con todos los estudios técnico financieros sustentados.*



Figura 12. Marco analítico para conceptualizar el riesgo, incluidos los mecanismos de mitigación. Fuente: Aguilar 2023

Presentó los resultados del análisis comparativo de costo nivelado de la energía (LCOE) para diferentes opciones de generación de energía (Figura 13)

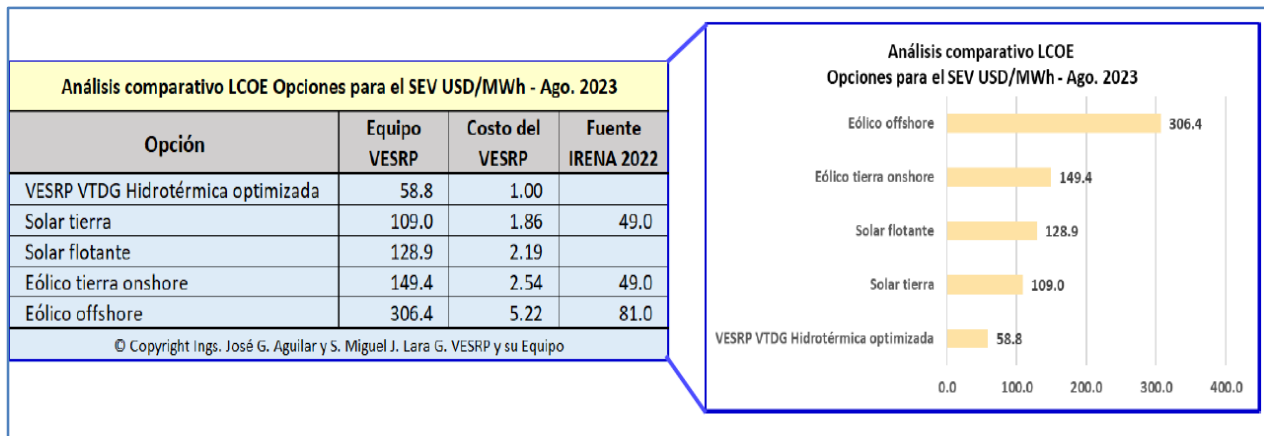


Figura 13. Análisis comparativo de costo nivelado de la energía (LCOE) para diferentes opciones de generación de energía. Fuente: Aguilar 2023

Resalta el hecho de que la opción de generación mediante plantas hidrotérmicas optimizadas, resulta ser la más económica, con ventajas frente a las opciones de generación solar y eólica.

**Realidades energéticas:** A través de un caso de estudio comparó y evaluó las opciones para reemplazar la Planta Ramón Laguna hoy de 660 MW instalados, funcionando al 7.5 % de su capacidad instalada, pero podría producir 5 mil 800 GWh por año de energía.

Tomando en cuenta los rendimientos y energía firme de cada alternativa.

**Opción Solar:** Requeriría dedicar 4.714 hectáreas y una inversión de 2.766 MM USD de Capex. **Es decir, comprar e instalar 3 mil 142 MW de paneles solares para reemplazar la energía de los 660 MW de PRL.**

**Opción Eólica Costa Afuera:** Requiere dedicar 17.000 hectáreas y una inversión de 6.151 MM USD de Capex. 177 molinos de 9.5 MW c/u. **Es decir, debo comprar 1 mil 682 MW para reemplazar la energía de los 660 MW de PRL.**

**Opción Térmica Avanzada:** No requiere de terrenos adicionales. Una inversión de 665 MM USD de Capex. (660 MW). Modernización completa Planta Ramón Laguna: Inversión 1.180 MM USD de Capex. (1.150 MW),  **duplicaría la energía y la eficiencia de la Planta original.**

Cifras comparativas para Venezuela, costos nivelados de la energía para diversas opciones.

Tabla 2. SEV opciones para proyectos de Energía Eléctrica (Aguilar 2023)

| Tipo de energía (Tecnología)                     | LCOE <sup>total</sup> USD/MWh | Rango de Potencia MW | Energía Prom. GWh/año | Rango Tiempo de ejecución Meses |
|--|-------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Renovable hidroeléctrica                         | 34.00                         | 12.5-4,000           | 40-26,000             | 2-100                           |
| Térmica Rep. CC Gas Natural (Clase Avanzada)     | 53.21                         | 1,150                | 8,156                 | 36                              |
| Térmica CC Gas Natural (Clase F)                 | 60.32                         | 470                  | 3,334                 | 2                               |
| Térmica turbinas C Abierto Gas Natural (Clase F) | 64.98                         | 150                  | 1,064                 | 1                               |
| Solar Tierra 100 MW <sub>placa</sub>             | 108.98                        | 100 (21)             | 185                   | 36                              |
| Solar Flotante 500 MW <sub>placa</sub>           | 148.87                        | 500 (100)            | 880                   | 48                              |
| Térmica CC Diésel-gasoil (Clase F)               | 173.35                        | 470                  | 3,334                 | 2                               |
| Eólica Tierra 200 MW                             | 149.58                        | 200 (64)             | 560                   | 60                              |
| Térmica turbinas C Abierto Diésel (Clase F)      | 247.18                        | 150                  | 1,064                 | 1                               |
| Eólica Costa Afuera 500 MW +                     | 306.42                        | 500 (200)            | 1,750                 | 72                              |

**Conclusiones:** Entre las conclusiones destacan:

1. La causa raíz reside en de decisiones desafortunadas que se han emprendido. Si queremos solucionar, entonces debemos hacer todos los ajustes correspondientes a la brevedad.
2. Las soluciones que se adopten son las que el mercado permite, el mundo cambió y seguirá cambiando, cada vez con mayor celeridad.
3. En el SEV debemos trabajar en soluciones probadas, alineadas con las filosofías de su diseño, y funcionamiento.

En la *Transición Energética*, la meta es tener un balance Net Zero en emisiones, para el 2050.

La hidroelectricidad es la mejor energía renovable que tenemos.

Sol, Viento, Agua todos los países tienen, lo que debemos lograr es que sean nuestro sol, viento y agua la opción premier donde los inversionistas quieran: venir a invertir en Venezuela antes que en otros países.

*“Nuestra misión: Hacer del SEV un convincente y atractivo lugar para: trabajar, crecer, invertir y generar riqueza para Venezuela, convirtiendo a Venezuela en un gran consumidor Vs. un exportador de energía*

## MEGATENDENCIAS EN ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA; CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Y EQUIPOS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA RED.

Ing. Diego Pigozzo.



Figura 14. MEGATENDENCIAS EN ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA; CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Y EQUIPOS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA RED. Lámina de inicio.

Fuente: Pigozzo 2023



Diego Pigozzo es Ingeniero Electricista, italiano, de la Università 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 1993, con más de 30 años de experiencia trabajando en la gestión de proyectos multidisciplinarios llave en mano y EPC para Centrales Eléctricas, Construcción y Energía. Cuenta con experiencia profesional internacional en Europa (Alemania e Italia) y Sudamérica (Chile y Perú). 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. Responsable de Marketing y del desarrollo de negocios de Andritz Hydro en América Latina.

El Ing. Pigozzo hizo una amplia, variada e ilustrativa presentación sobre las tendencias actuales en Almacenamiento de Energía, Centrales Hidroeléctricas, Sistemas Híbridos, Sistemas de Almacenamiento de Energía y Equipos para el fortalecimiento de redes eléctricas. A continuación, se listan los tópicos presentados en la ponencia.

Presencia de la empresa Andritz a nivel mundial; Mega tendencias mundiales; Crecimiento de las Energías Renovables; Capacidad Hidroeléctrica Total Instalada a nivel global; Posibilidades y oportunidades; Múltiples roles de las Hidroeléctricas; Generación de energía hidroeléctrica Escenario 2050; Desafíos de Cambio Energético Escenario 2050; Generación Hidroeléctrica Escenario 2050 Soluciones Híbridas; Almacenamiento

por Bombas/Turbinas; Incidencia, mejoras en la Red Eléctrica; Soluciones Híbrido: Hidro Reversible-Eólico-Solar; Almacenamiento por Baterías – Híbrido Soluciones Hidroeléctricas; Hybrid Battery Storage; Hydro Solar Flotante; Nuevas Tecnologías Energía Eléctrica del Océano; Hidrógeno Verde; Soluciones con Condensadores Síncronos.

De estos tópicos resaltan los siguientes conceptos

**Presencia de la empresa Andritz a nivel mundial**

Andritz es una empresa líder del mercado mundial para generación hidroeléctrica, con presencia en Norte, Centro y Sur América, Europa Asia, África y Australia/Oceanía, que presta servicios en los rubros de Large Hydro, Small Hydro, Servicio y Rehabilitación. (Figura 15)



Figura 15. Presencia de Andritz a nivel mundial.

Fuente: Pigozzo 2023

**Mega tendencias mundiales**

Las megatendencias y tópicos más relevantes son:

- Transición Energética
- Crecimiento de las Energías Renovables
- Cambio Climático

**Crecimiento de las Energías Renovables**

En este punto destaca el hecho de que, a pesar de la crisis postpandemia, se ha tenido un crecimiento récord (2022) del 9,6 % de las energías renovables (Figura 16). Así mismo se refirió al crecimiento de las energías renovables a nivel mundial y de América Latina americano, en términos de capacidad (potencia instalada) y de energía (Figura 17 y Figura 18)

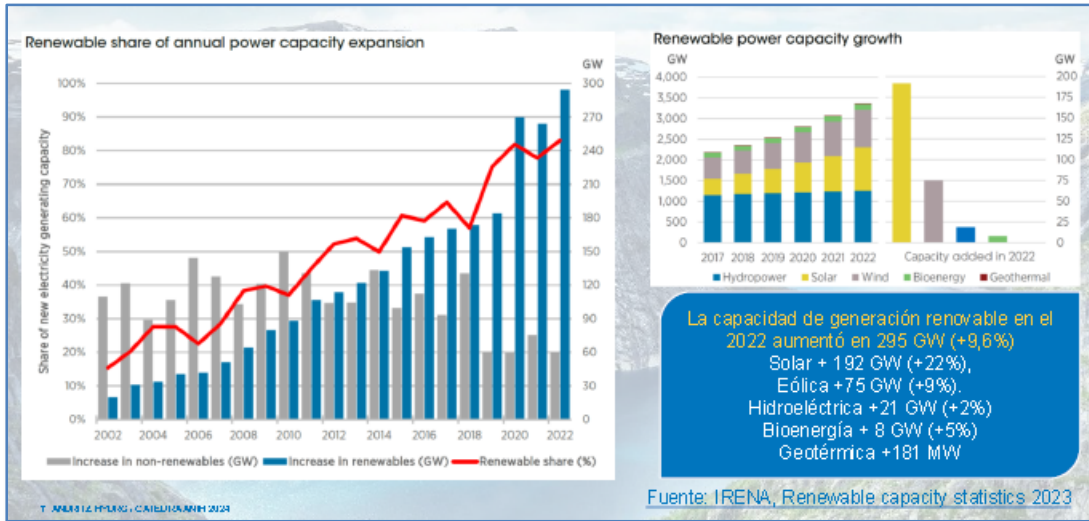


Figura 16. Crecimiento de las Energías Renovables (2022) pese a la crisis energética  
Fuente: IRENA 2023, Pigozzo 2023

De las cifras indicadas, resalta el hecho de que la generación hidroeléctrica aumentó en 2022 en 21 GW, es decir el equivalente de 21 veces la potencia instalada en el central hidroeléctrica Simón Bolívar (Guri).

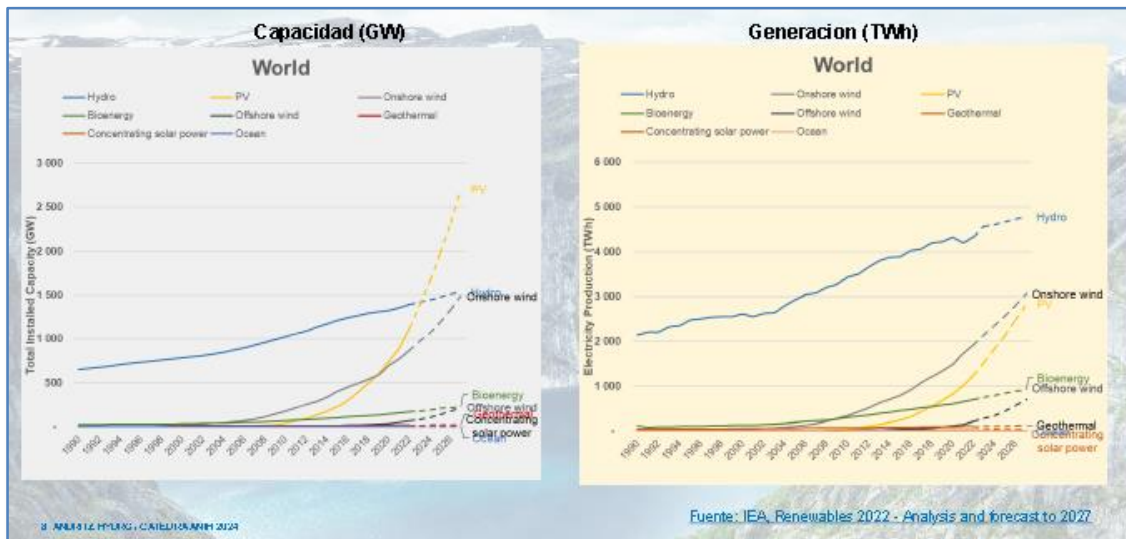


Figura 17. Crecimiento de energías renovables a nivel mundial.  
Fuente IEA, Pigozzo 2023

### Múltiples roles de las Hidroeléctricas

De los múltiples roles que cumplen los Desarrollo hidroeléctricos destacan:

**Almacenamiento de agua.** Mitigación de inundaciones, riego, suministro de agua, navegación.

**Electricidad.** Transporte, calor, electricidad y luz  
**Almacenamiento de energía.** Generación en picos de consumo, balance energético y estabilidad de la red eléctrica

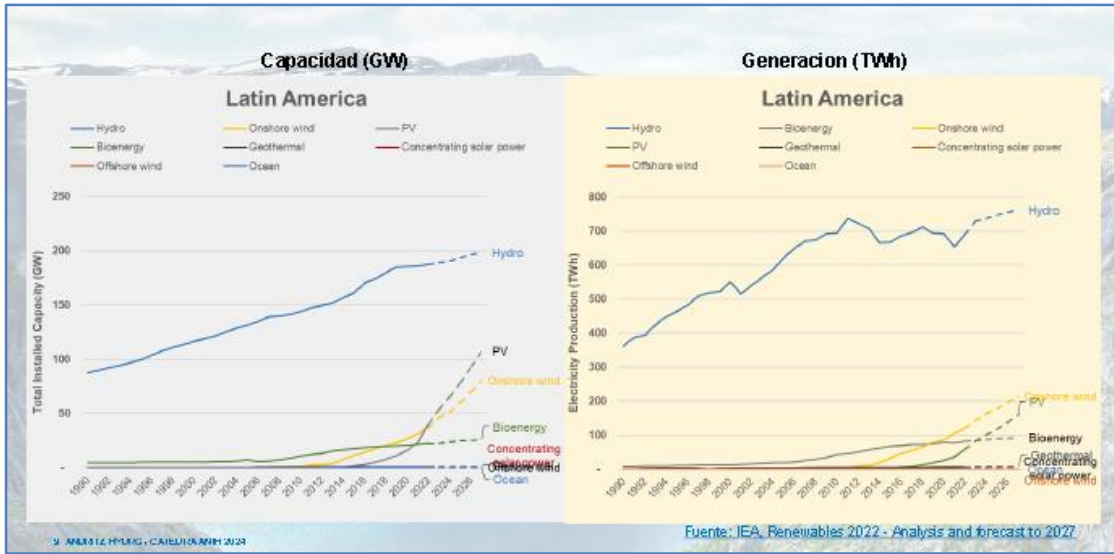


Figura 18. Crecimiento de energías renovables en Latino América.  
Fuente: IEA, Pigozzo 2023

**Generación de energía de hidroeléctricas. Escenario 2050**

Andritz visualiza como Escenario para el año 2050, la participación de las hidroeléctricas en las actividades.

1. Plantas de almacenamiento y bombeo
2. Centrales e pasada
3. Pequeñas hidroeléctricas

4. Baja caída
5. Muy baja caída
6. Generación mareomotriz
7. Híbridos (Hidro y Solar)

En la Figura 19 se ilustran gráficamente estas distintas aplicaciones.



Figura 19. Generación hidroeléctrica. Escenario 2050.  
Fuente: Pigozzo 2023

**Generación Hidroeléctrica Escenario 2050 Soluciones Híbridas**

Andritz visualiza la complementariedad entre diferentes fuentes de energía: solar, eólica, hidroeléctrica, donde el

almacenamiento de energía, la transmisión y los elementos de estabilización de las redes eléctricas, juegan un papel muy importante. (Figura 20).



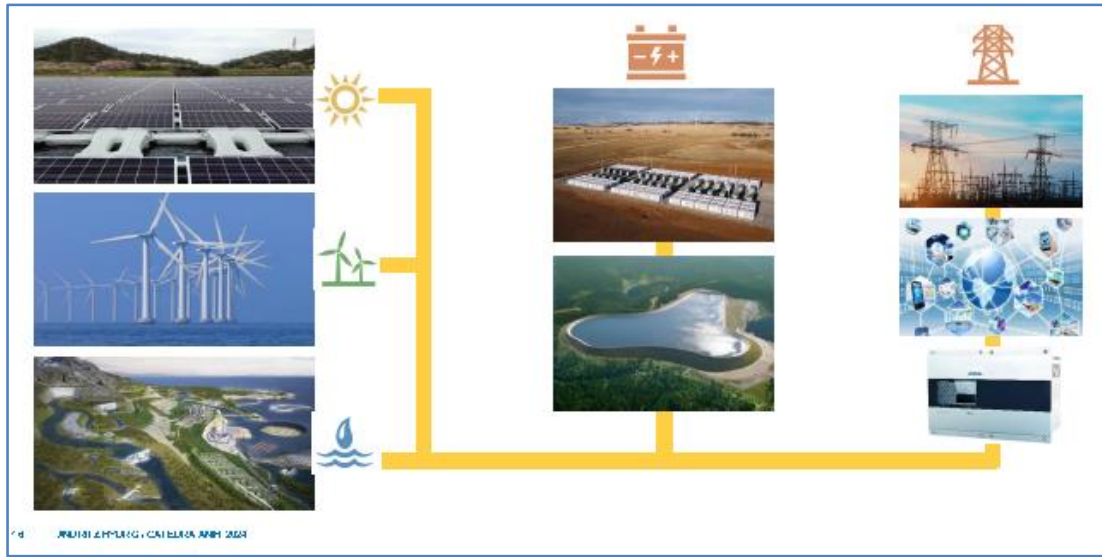


Figura 20. Generación Hidroeléctrica en el futuro, Escenario 2050 – Soluciones Híbridas.  
Fuente: Pigozzo 2023

Se basa en el siguiente principio. Desde las plantas de almacenamiento, embalse inferior, se bombea agua a embalses de mayor elevación, en momentos en los cuales hay un excedente de electricidad. Luego se libera esta agua hacia los embalses de menor elevación y generando la electricidad se

requiera, por déficit de generación. De este modo, el agua almacenada en los embalses de mayor elevación, se constituye en un elemento de acumulación de energía. (Véase Figura 21)

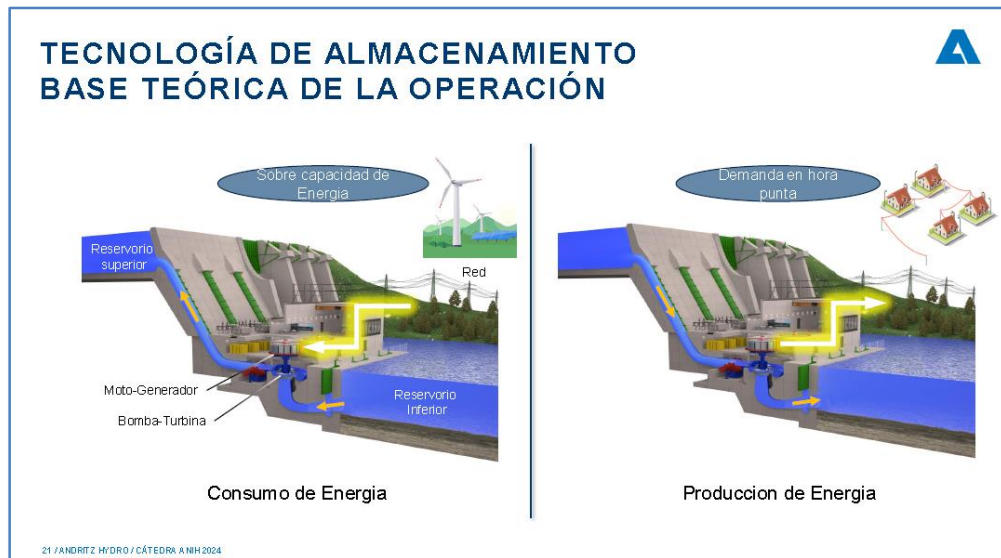


Figura 21. Almacenamiento por Bombas/Turbinas.  
Fuente: Pigozzo 2023

Con relación a la implementación de esta solución tecnológica resalta:

¡El almacenamiento de grandes cantidades de energía es uno de los pilares fundamentales de la transición energética y de la estabilidad de las redes! **El Potencial Hidroeléctrico no explotado de América Latina es más de 300 GW.**

¿Porque todavía no hay plantas reversibles en nuestra región?:

Falta de reglamentación específica por plantas de almacenamiento.

Marco regulatorio y remuneración de los servicios complementarios.

Oposición Social a las plantas hidroeléctricas convencionales.

Es un nuevo concepto energético basado en una solución híbrida para balancear la energía antes de despacharla para no estresar la red aislada.

### Ejemplo de Hídro Reversible-Eólico-Solar

**Kidston/ Australia:** Centro de Energía Renovable  
–La primera planta Energética despachando Energía Renovable. (Figura 22 y Figura 23)

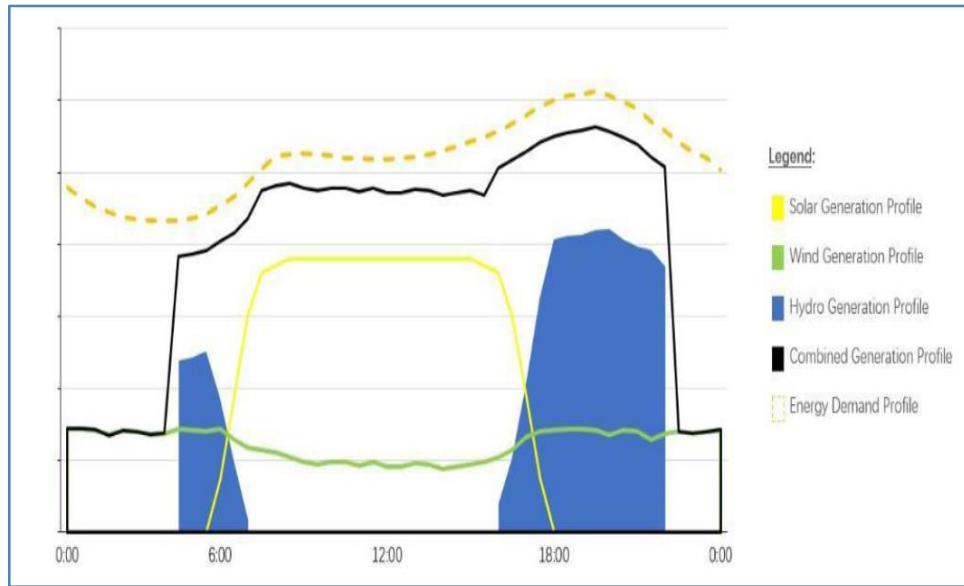


Figura 22. Operación de la combinación de una planta solar, una planta eólica y una planta hidráulica de almacenamiento reversible.  
Fuente: Pigozgo 2023

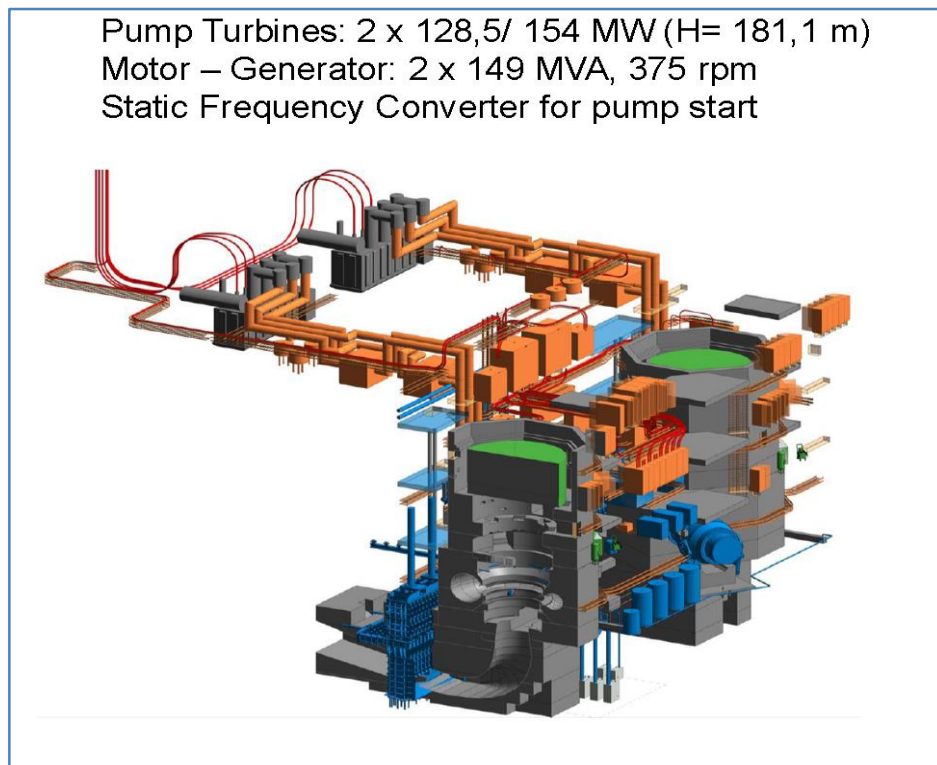


Figura 23. Kidston/ Australia. Sistema Bomba Turbina. Características técnicas.  
Fuente: Pigozgo 2023



### Hydro Solar Flotante

Esta solución consiste en:

Instalación integrada con una Hidroeléctrica existente aumenta el poweroutput mientras se reducen fluctuaciones generadas por los paneles solares (regulación con la

hidráulica), utilizando infraestructura existente de transmisión. (Figura 24)

La combinación de Paneles Solares y Hidro actúan como una capacidad firme regulada, absorbiendo las variaciones de la energía renovable VRE (solar-viento) como beneficio para áreas donde la red es débil o es aislada. (Figura 25)



Figura 24. Solución Hydro con paneles solares flotantes.  
Fuente: Pigozzo 2023

## RESUMEN



## SOLUCIONES ENERGÉTICAS HÍBRIDAS Y MODERNAS



- Soluciones híbridas a gran escala
  - Por ejemplo, plantas de almacenamiento por bombeo combinadas con parques eólicos y / o solares



- Soluciones híbridas dedicadas para centrales hidroeléctricas
  - Solución para sistema de almacenamiento de energía en baterías (BESS) de gran tamaño y unidad(es) hidroeléctrica(s) manejada(s) como un solo activo



- HyBaTec
  - Solución dedicada con baterías híbridas, desarrollada por ANDRITZ y basada en baterías para automóviles de Mercedes Benz Energy
  - Potencialidad para nuevas oportunidades de negocio, ingresos optimizados y prolongada vida útil de los componentes mecánicos

32 ANDRITZ HYDRO / CÁTEDRA ANIH 2024

Figura 25. Resumen de Energías Híbridas Modernas.  
Fuente: Pigozzo 2023

## SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL E INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.

Ing. Luis Ceballos.

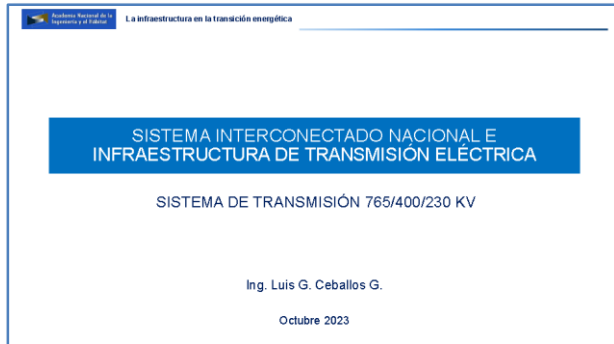


Figura 26. SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL E INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA. Lámina de inicio.  
Fuente: Ceballos 2023



Luis Ceballos es Ingeniero Electricista de la Universidad Metropolitana, 1986, con Especialización en Transmisión de Energía Eléctrica, USB 1992 y Especialización en Sistemas de Supervisión y Control (SCADA) . UCV 1999-2001. Consultor Especialista en Sistemas de Transmisión, con más de 37 años de experiencia, desempeñándose

en empresas de servicio eléctrico, y de ejecución de proyectos en el área de transmisión, sistemas de Control y Protecciones en subestaciones. Fue Ingeniero de Proyectos y Supervisor Sistemas de Protecciones y Control en CVG ELECTRIFICACIÓN DEL CARONÍ (EDELCA) en la planificación, concepción de equipos e instalaciones y ejecución de proyectos de baja tensión en subestaciones de transmisión asociadas al sistema de transmisión de 115 kV a 765 kV. Actualmente es Consultor especialista de diversas empresas del sector eléctrico.

La presentación del Ing. Ceballos, presentó como introducción, el concepto de Servicio eléctrico, como una integración de Generación, Transmisión, Subtransmisión y Distribución. (Figura 27)

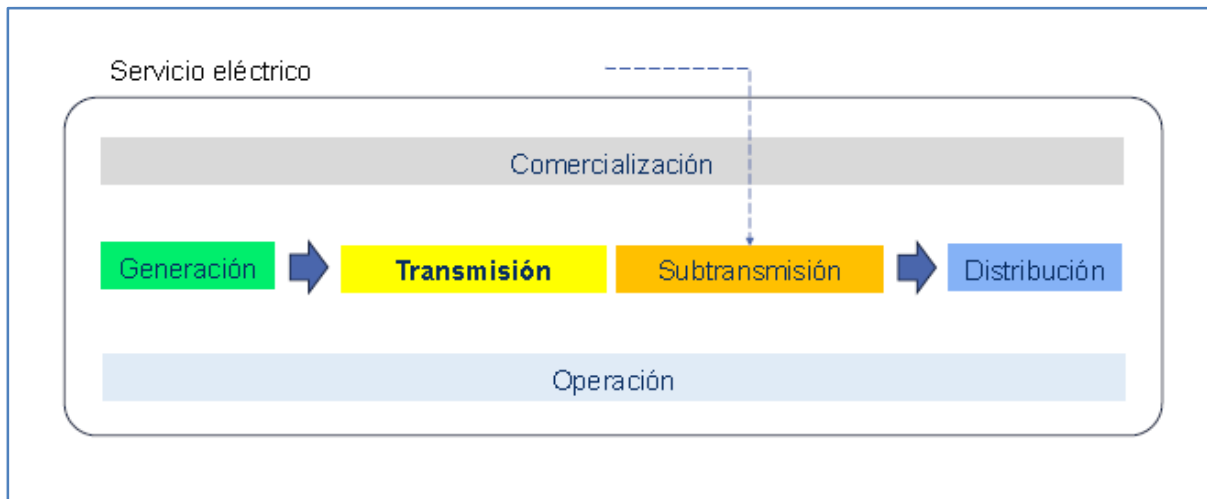


Figura 27. Concepto integral del Servicio Eléctrico.  
Fuente: Ceballos 2023

Luego presentó una descripción de la evolución en el tiempo, del sistema de transmisión. Allí se refirió a las varias etapas de desarrollo:

**1960 – 1970 Red Troncal 230 kV Guri-Centro (Figura 28)**

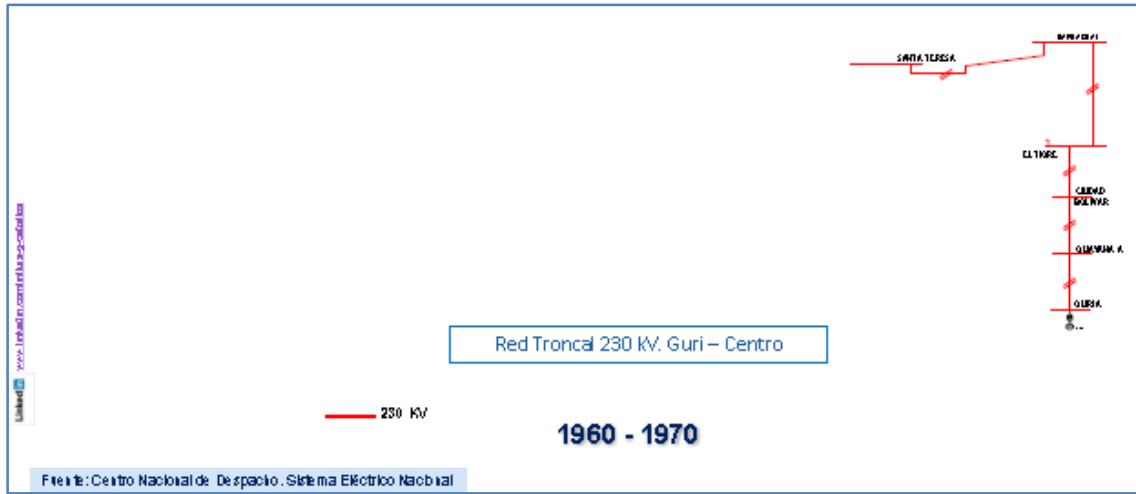


Figura 28: Historia del Sistema de Transmisión – Periodo 1960-1970.

Fuente: Centro Nacional de Despacho, Sistema Eléctrico Nacional y Ceballos 2023

1970 – 1980 Red Troncal 230kV Guri-Centro y Red Troncal 400 kV Yaracuy-El tablazo II (Figura 29)

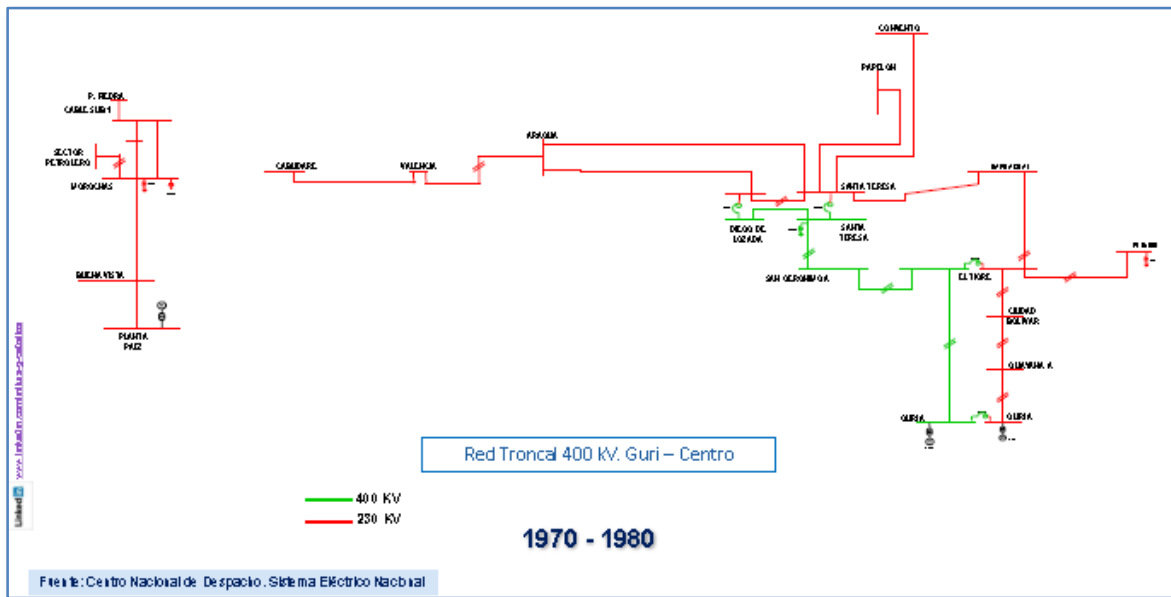


Figura 29. Historia del Sistema de Transmisión – Periodo 1970-1980.

Fuente: Centro Nacional de Despacho, Sistema Eléctrico Nacional y Ceballos 2023

1980 – 1990 Red Troncal 765 kV Guri-Centro y Red Troncal 400 kV Yaracuy El Tablazo II (Figura 30)

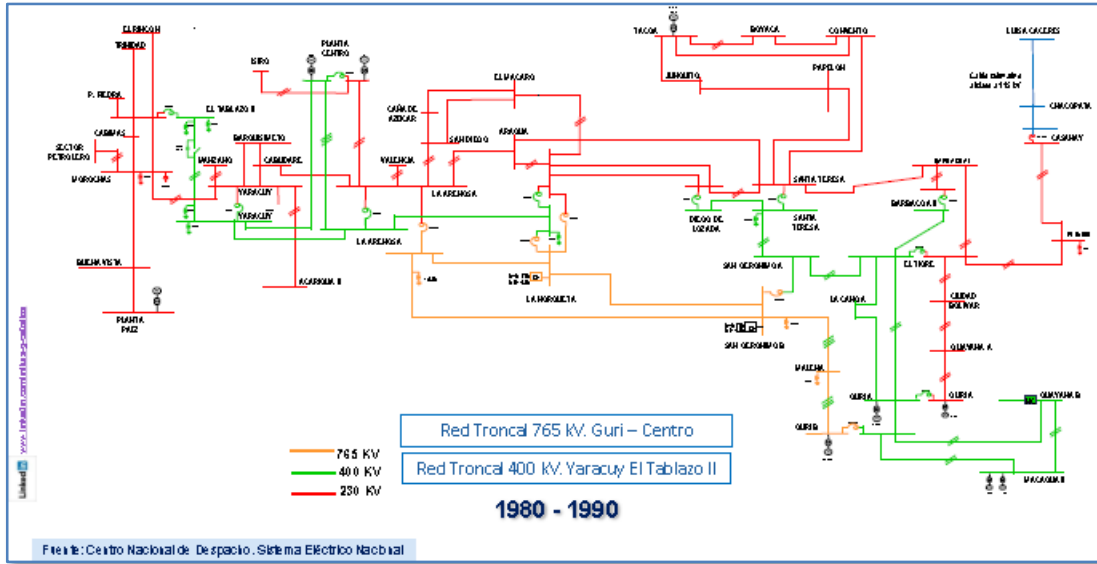


Figura 30. Historia del Sistema de Transmisión – Periodo 1980-1990.

Fuente: Centro Nacional de Despacho, Sistema Eléctrico Nacional y Ceballos 2023

1990 – 2000 Conexión Región Capital Rd 765 kV y Líneas 400 kV Tablazo-Cuatricentenario (Figura 31)

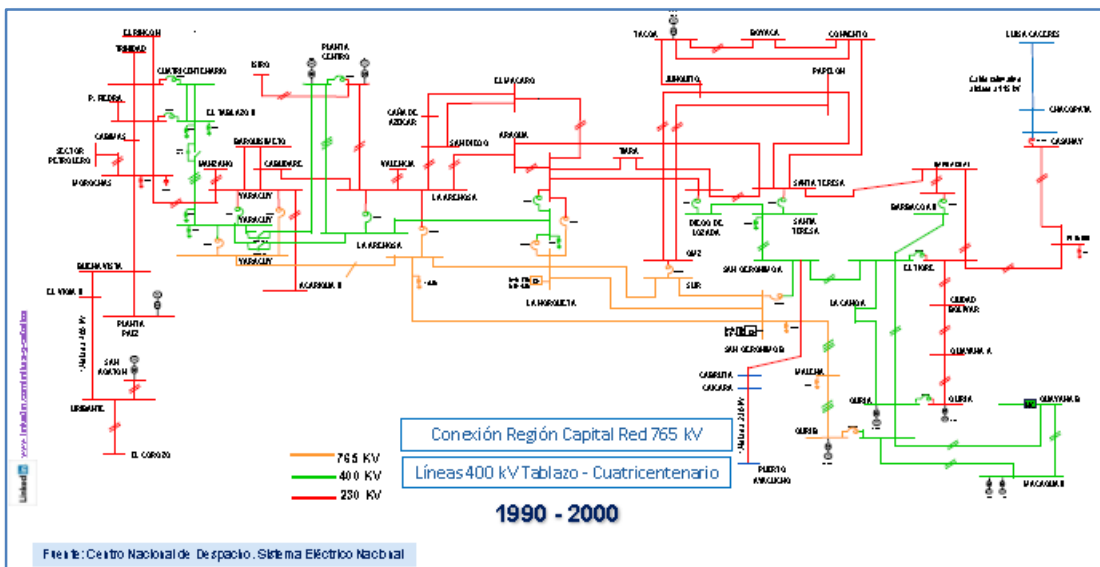


Figura 31. Historia del Sistema de Transmisión – Periodo 1990-2000.

Fuente: Centro Nacional de Despacho, Sistema Eléctrico Nacional y Ceballos 2023

2000 – 2010 Red Oriental Guri-1 El Furrial (Figura 32)

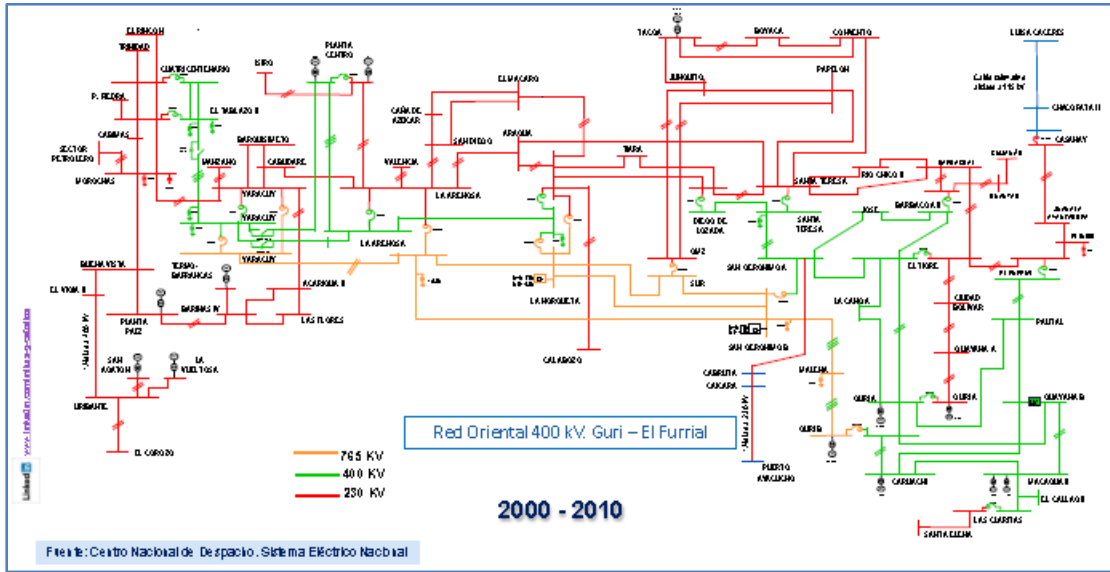


Figura 32. Historia del Sistema de Transmisión – Periodo 2000-2010.

Fuente: Centro Nacional de Despacho, Sistema Eléctrico Nacional y Ceballos 2023

2010 – 2023 Conexiones La Vueltoza Guasualito, Termo Carabobo, Cojedes y en Oriente Oasis-Pariaguana (Figura 33)

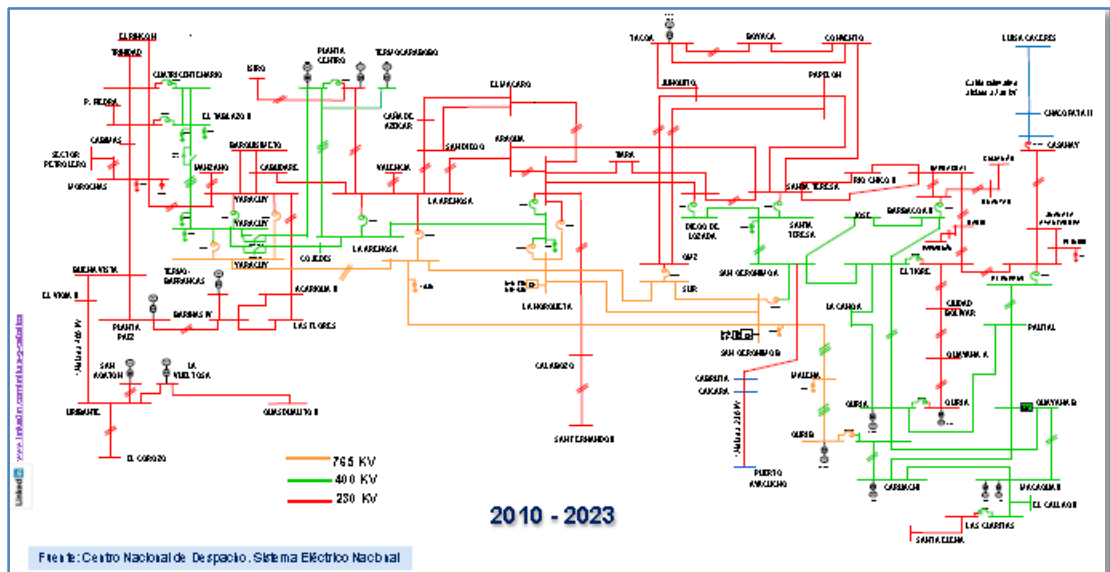


Figura 33. Historia del Sistema de Transmisión – Periodo 2010-2023.

Fuente: Centro Nacional de Despacho, Sistema Eléctrico Nacional y Ceballos 2023

Luego presentó una caracterización general del sistema, según niveles de operación Segura, Aleta y Emergencia en función de niveles de potencia que se transmiten por la Red. (Figura 34)



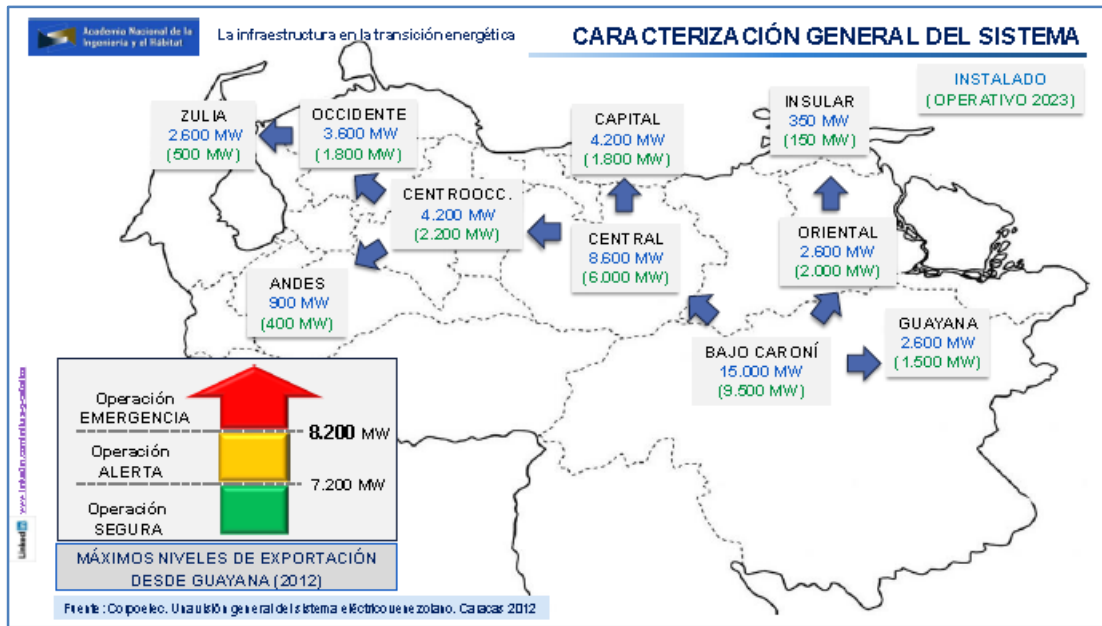


Figura 34. Caracterización del Sistema de Transmisión según niveles de exportación y niveles de emergencia.

Fuente: Corpoelec. Una visión general del sistema eléctrico venezolano. Caracas 2012

Como parte de la caracterización del sistema presentó una descripción de la infraestructura de Líneas, Subestaciones, Transformadores y Sistemas de Compensación. (Figura 35 a Figura 37)

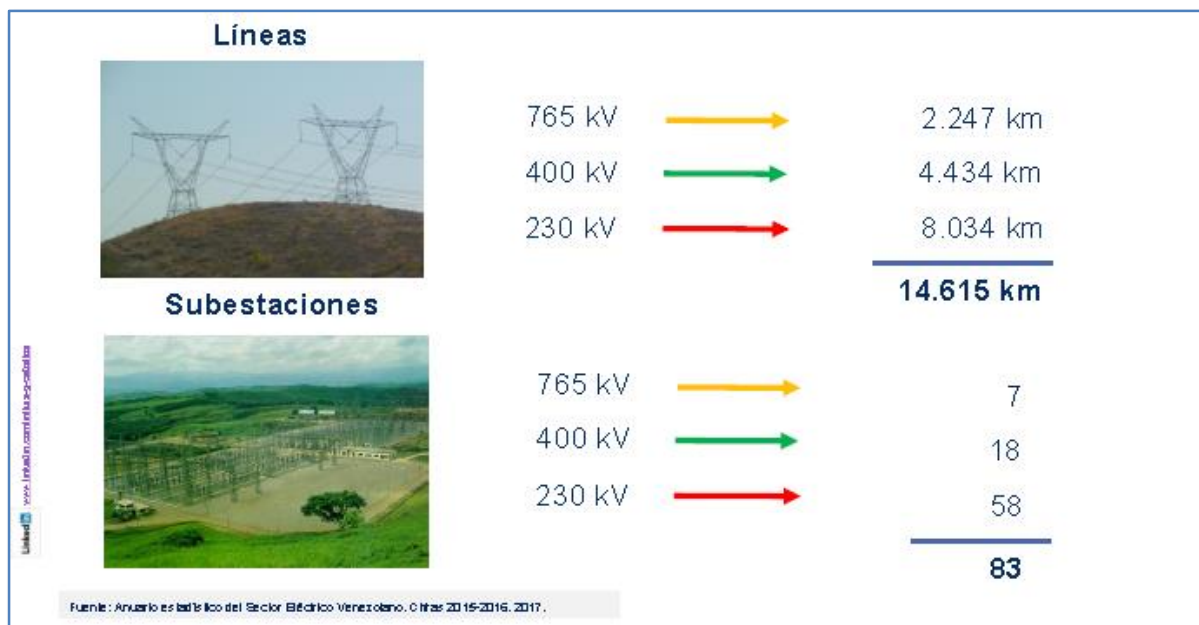


Figura 35. Caracterización del Sistema de Transmisión. Líneas y Subestaciones.

Fuente: Anuario estadístico del Sector Eléctrico Venezolano. Cifras 2015-2016. 2017.



Figura 36. Caracterización del Sistema de Transmisión. Transformadores y Compensación.

Fuente: Anuario estadístico del Sector Eléctrico Venezolano. Cifras 2015-2016. 2017.

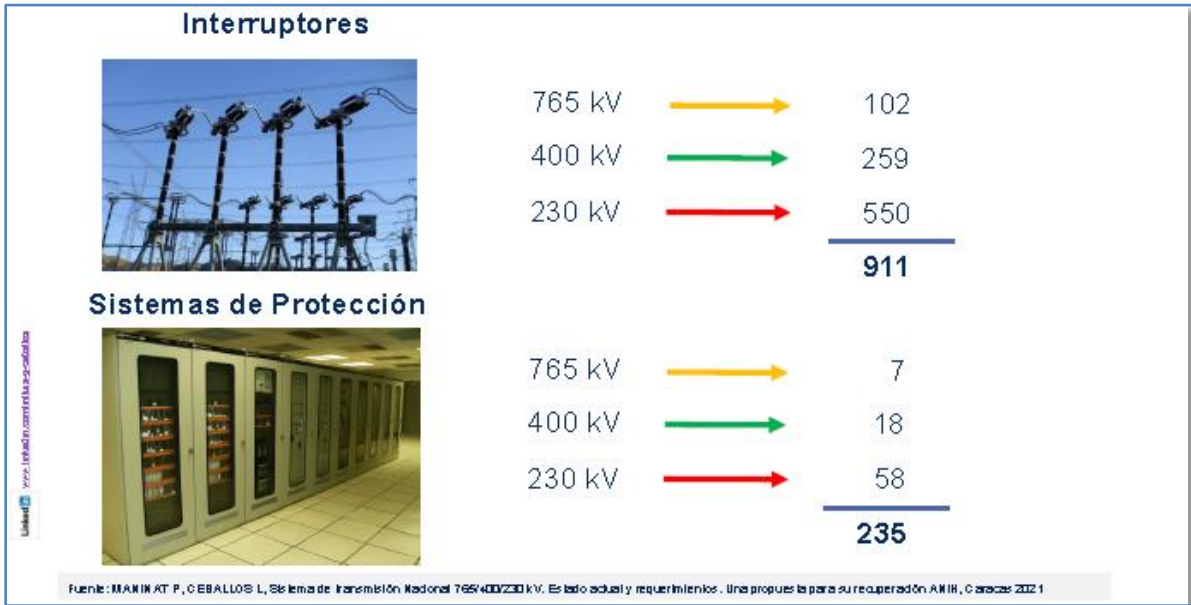


Figura 37. Caracterización del Sistema de Transmisión. Interruptores y Sistemas de Protección.

Fuente: Anuario estadístico del Sector Eléctrico Venezolano. Cifras 2015-2016. 2017.

Estado Actual del Sistema de Transmisión. En la figura siguiente, se muestra una planta esquemática del estado y/o configuración actual del Sistema.

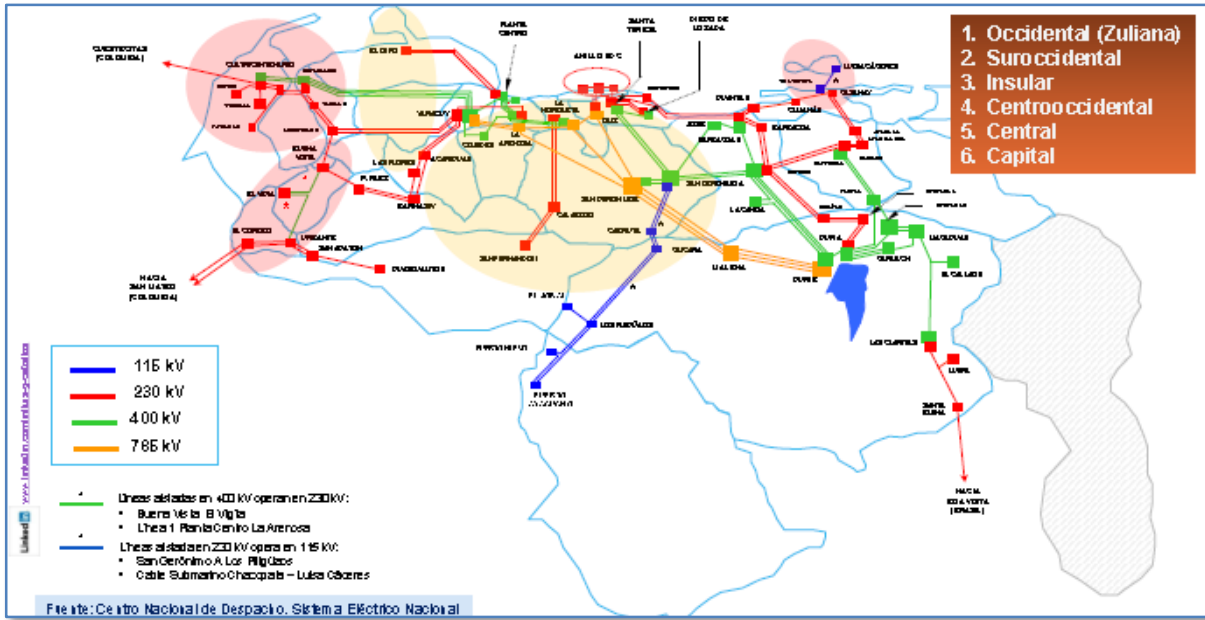


Figura 38. Sistema de Transmisión. Estado y configuración actual.

Fuente: Centro Nacional de Despacho. Sistema Eléctrico Nacional

Indicó que el ordenamiento legal establece las condiciones que se deben cumplir en cuanto a continuidad, calidad y estabilidad del servicio eléctrico. En la Figura 39 se resumen estos conceptos.

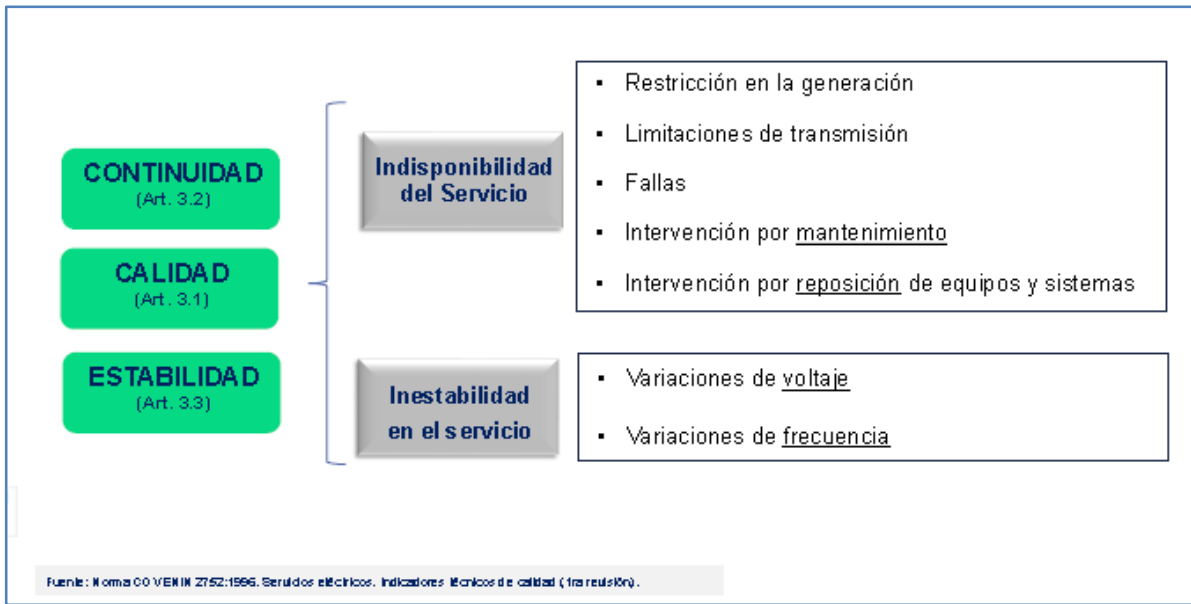


Figura 39. Ordenamiento legal y condiciones que debe cumplir el servicio eléctrico.

Fuente: Norma COVENIN 2752:1996. Servicios eléctricos. Indicadores técnicos de calidad (1ra revisión).

Más adelante presentó un listado de las causas de interrupción del servicio eléctrico, entre las cuales destacan: Deterioro del Sistema, Fallas de Equipamiento, Mantenimiento o adecuado o inoportuno, Contingencia por actuación humana y Disminución de Personal Técnico calificado.

Mostró una estadística sobre las fallas en el año 2016 (Figura 40) donde se discriminan las causas.

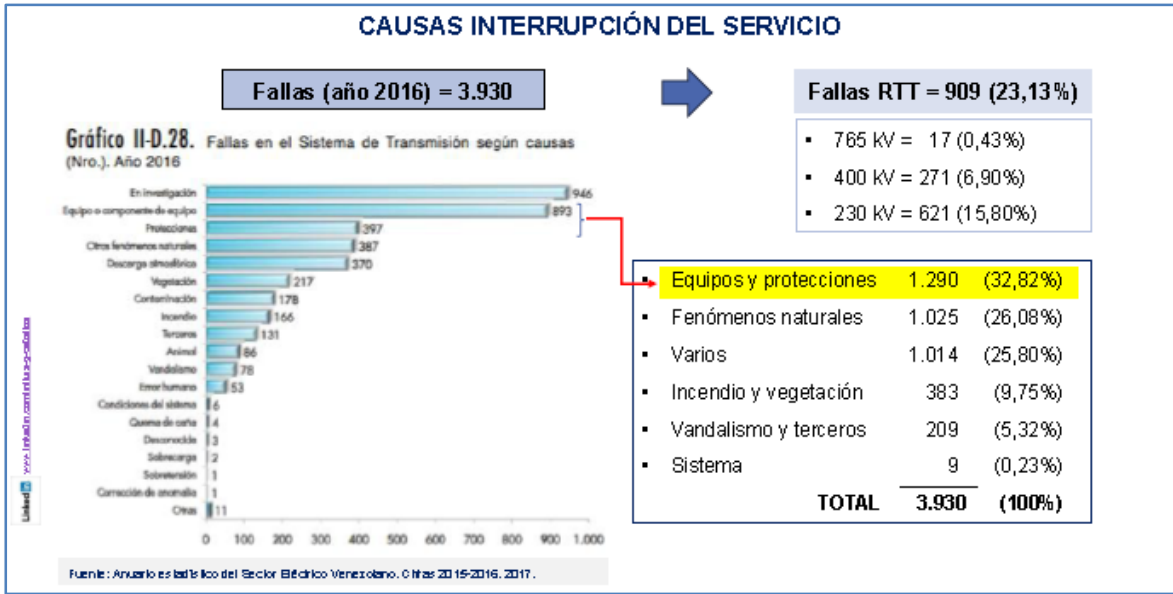


Figura 40. Causas de interrupción del servicio. Año 2016.

Fuente: Anuario estadístico del Sector Eléctrico Venezolano. Cifras 2015-2016. 2017.

Finalmente presenta evaluó algunas propuestas de solución. En ellas destacan los siguientes conceptos: Evaluación de requerimientos y necesidades de: usuarios, Infraestructura, Operatividad del sistema, resultados disponibles. Con esa base esbozó un plan de Desarrollo del Sistema de Transmisión, discriminando como renglones principales: Capacitación, Dotación de Recursos Humanos, Recuperación de la capacidad de transmisión mediante reemplazo de equipos y/o

mantenimiento de los sistemas e Incremento de la capacidad de transmisión mediante la culminación de obras inconclusas, la adecuación de obras existente y/o el acometer nuevas obras. Luego destacó los aspectos prioritarios de acometer en diferentes regiones entre las que destacan: región Zulia, Andes, Región Insular, Región Capital

En las figuras siguientes, se resumen estos conceptos.



Figura 41. Evaluación y algunas propuestas. Requerimientos y necesidades.

Fuente: Ceballos 2023

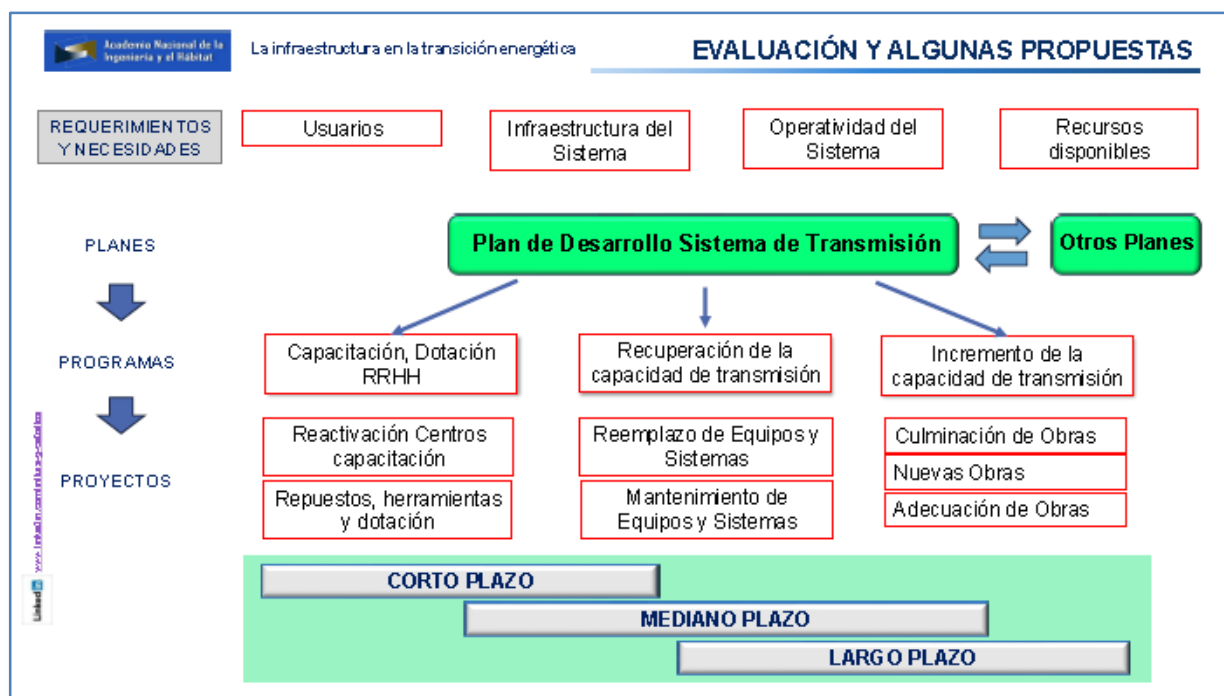


Figura 42. Evaluación y algunas propuestas. Medidas a corto, mediano y largo plazo.  
Fuente: Ceballos 2023

## FINALIZACIÓN

Luego del lapso de preguntas y respuestas, el evento finalizó con palabras de cierre del Ing. Alfonso Linares, Presidente de la Comisión de Energía de la ANIH, quien resaltó la calidad de las presentaciones y agradeció además de la participación de los expositores, la atención y participación del público asistente vía remota. Los participantes llegaron a sumar, 53 asistentes.

## REFERENCIAS

AGUILAR, J. *ASPIRACIONES, OPCIONES Y REALIDADES ENERGÉTICAS PARA VENEZUELA*. Foro La infraestructura en la transición energética y soluciones de energía híbridas. ANIH Comisión de Infraestructura, Venezuela, octubre 2023.

CEBALLOS, L. *SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL E INFRAESTRUCTURA DE*

*TRANSMISIÓN ELÉCTRICA*. Foro La infraestructura en la transición energética y soluciones de energía híbridas. ANIH Comisión de Infraestructura, Venezuela, octubre 2023.

IRENA *Renewable capacity statistics 2023*

PIGOZZO, D. *MEGATENDENCIAS EN ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA; CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Y EQUIPOS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA RED*. Foro La infraestructura en la transición energética y soluciones de energía híbridas. ANIH Comisión de Infraestructura, Venezuela, octubre 2023.

VENEGAS, L. *PLANIFICACIÓN A MEDIANO Y LARGO PLAZO. SISTEMAS EFICIENTES - ROBUSTOS - FLEXIBLES*. Foro La infraestructura en la transición energética y soluciones de energía híbridas. ANIH Comisión de Infraestructura, Venezuela, octubre 2023.



## MESA TÉCNICA SOBRE GANADERÍA REGENERATIVA Compendio



Academia Nacional  
de la Ingeniería y el Hábitat  
Comisión de Agricultura



### INVITACIÓN

## MESA TÉCNICA SOBRE GANADERÍA REGENERATIVA 2023

### PROGRAMA

#### -APERTURA

-Acad Eduardo Buroz Presidente de la Comisión de  
Agricultura ANIH

#### -PANELISTAS Y TEMAS

- 1.-Ing. **Fátima Urdaneta** (FAGRO LUZ): Ganadería regenerativa o sustentable.
- 2.-Ing. **Leopoldo Viteri** Ministerio de Agricultura Ecuador: Ganadería regenerativa y el biotipo animal adecuado para el trópico bajo
- 3.-Ing. **José Jesús Rincón** (UCLA): Manejo del pastoreo bajo estándares del PASTOREO RACIONAL DE VOISIN
- 4.-Ing. **Rafael Galíndez** (FAGRO UCV): Algunos Métodos de control de parásitos en rumiantes acordes a la ganadería regenerativa
- 5.-Ing. **Richard Ramos** (FEDENAGA): Perspectiva del sector ganadero

#### -CORRELATORIA Y CONCLUSIONES:

Ing. **Gustavo Nouel** UCLA

#### -CIERRE

### INSCRIPCIÓN

[Enlace al pie de este aviso](#)

**25 DE AGOSTO 2023 9:00 am**



### RESUMEN

El tema central del evento es un modelo productivo ganadero en auge creciente en Venezuela. La ganadería regenerativa es un sistema de producción ganadero agroforestal que se articula con las dinámicas naturales. Su objetivo es incrementar la productividad, generar alimentos sanos y nutritivos, reducir los costos de producción y recuperar recursos naturales mediante prácticas de manejo ecológicas.

Tiene entre sus aspectos claves: la conservación de ecosistemas a través de la renovación del medio ambiente con estrategias de manejo agroecológico, regeneración y productividad mediante la recuperación de procesos vitales de los ecosistemas, sostenibilidad con prácticas alternativas de manejo, comprende y optimiza el vínculo entre el animal, el suelo y los pastos, logrando un círculo virtuoso de regeneración, productividad y rentabilidad.

La ganadería regenerativa es una herramienta clave para la transformación del modelo productivo. ganadero la difusión de su contenido y herramientas constituyen la finalidad del evento.

El programa con cuatro (4) conferencias de calificados profesionales de la ingeniería se tratan los aspectos claves del modelo de producción regenerativo: el significado conceptual en términos de Ganadería regenerativa o sustentable, el Sistema de Pastoreo Racional Voisin, el contenido tecnológico del sistema de manejo y el control sanitario del rebaño

### ABSTRACT

The central theme of the event is a growing livestock production model in Venezuela. Regenerative livestock farming is an agroforestry livestock production system that is articulated with natural dynamics. Its objective is to increase productivity, generate healthy and nutritious food, reduce production costs and recover natural resources through ecological management practices.

It has among its key aspects: the conservation of ecosystems through the renewal of the environment with agroecological management strategies, regeneration and productivity through the recovery of vital processes of

ecosystems, sustainability with alternative management practices, understands and optimizes the link between the animal, the soil and the pastures, achieving a virtuous circle of regeneration, productivity and profitability.

Regenerative livestock farming is a key tool for the transformation of the production model. rancher, the dissemination of its content and tools constitute the purpose of the event.

The program with four (4) conferences by qualified engineering professionals addresses the key aspects of the regenerative production model: the conceptual meaning in terms of regenerative or sustainable livestock farming, the Voisin Rational Grazing System, the technological content of the management system and health control of the herd

---

*Palabras clave:* Producción animal, Ganadería, Ganadería regenerativa, Sistema de pastoreo, Pastoreo Racional Voisin

*Keywords:* Animal production, Livestock, Regenerative livestock, Grazing system, Voisin Rational Grazing

## I. ORGANIZACIÓN

- a.- Nombre del Evento: Mesa Técnica sobre la Ganadería Regenerativa
- b.- Fecha de realización: 25 de agosto 2023
- c.- Patrocinantes: ANIH - FAGRO UCV - FAGRO LUZ - IICA
- d.- Plataforma Zoom: ANIH Modalidad: a distancia a través de la plataforma Zoom: FAGRO LUZ
- e.- Equipo Organizador: Ings Miguel Padrón – Gustavo Nouel
- f.- Moderador: Ing Gustavo Nouel
- g.- Compilador: Ing Miguel Padrón
- h.- Enlace al Video: <https://youtu.be/oLfCzWXIZT0?si=8Kr00Z00jCV4acZZ>

## II. PRESENTACIÓN

La **ganadería regenerativa** es un sistema de producción agroforestal que se articula con las dinámicas naturales. Su objetivo es incrementar la productividad, generar alimentos sanos y nutritivos, reducir los costos de producción mediante prácticas de manejo. Tiene entre sus aspectos claves:

1. **Conservación de ecosistemas:** se centra en la **renovación del medio ambiente** a través de estrategias de manejo agroecológico. Busca cuidar y recuperar los ecosistemas, promoviendo la siembra y multiplicación de árboles, reduciendo el uso de insumos químicos y manejando las excretas y el agua de manera racional<sup>1</sup>.
2. **Sustentabilidad:** Después de la revolución industrial y la revolución verde, se ha generado discusión sobre la **sustentabilidad**. Aunque la mecanización y el uso de agroquímicos han impactado positivamente la producción agropecuaria, también han tenido efectos negativos en el medio ambiente. La ganadería sustentable considera prácticas alternativas de manejo, diversidad de animales y especies autóctonas adaptadas al entorno<sup>1</sup>.
3. **Regeneración y productividad:** La ganadería regenerativa busca recuperar los procesos vitales de los ecosistemas. Comprende y optimiza el vínculo entre el

animal, el suelo y los pastos, logrando un círculo virtuoso de regeneración, productividad y rentabilidad<sup>2</sup>.

4. En resumen, la ganadería regenerativa es una forma de producción que no solo beneficia a los sistemas productivos, sino también al medio ambiente y a nuestra salud

La ganadería regenerativa no solo beneficia la producción, sino también la salud del suelo y el entorno natural. Es expansión para Venezuela constituye un imperativo para la transformación del sistema alimentario y cambiar el enfoque de como practicar la agricultura. Tiene múltiples beneficios tanto para los productores como para el medio ambiente. Su importancia radica en:

1. Mejora de la calidad de los productos: La ganadería regenerativa busca recuperar las condiciones ideales del suelo. Esto se traduce en plantas y pastos más saludables, lo que a su vez influye en la calidad de la leche y la carne producida. Un animal bien nutrido produce productos de mejor calidad.
2. Reducción de costos: Al tener animales más saludables y pastos más nutritivos, se logra una producción más eficiente. Esto reduce los costos para los productores
3. Beneficios ambientales: La ganadería regenerativa contribuye al medio ambiente de varias maneras:
4. Retención de humedad: Aumenta la retención de humedad en el suelo, lo que prolonga la duración de los pastos verdes.
5. Mejora la infiltración: Evita deslaves y deslizamientos de tierra en las zonas productivas.
6. Captura de carbono: Por cada punto porcentual de materia orgánica, se retiran 16 toneladas de carbono de la atmósfera por hectárea. Esto ayuda a mitigar los efectos del calentamiento global<sup>1</sup>.

## III. PROGRAMA

### III.1- Palabras de Apertura Acad. Eduardo Buroz Castillo

Después del saludo a los participantes destacó la atención permanente en la Comisión de Agricultura de los asuntos de

importancia nacional relacionados tal como la ganadería en Venezuela. Las mayores expectativas de desarrollo en el campo agropecuario en el país tanto por la dinámica que ha mostrado como por la disponibilidad de tierras y el potencial para mejorar la productividad a través de la capacidad de carga, las mejoras genéticas, los sistemas de manejo.

Los vínculos de la agricultura con la agroforestería con la ganadería son cada vez más intensos entre cultivos y tratamientos de pastos y leguminosas para la alimentación animal como aporte de la agricultura y los desarrollos de la agroforestería que están continuamente avanzando en esta materia y informando sobre la conveniencia de hacerlo integrado dentro de los nuevos sistemas de manejo que es parte del evento.

Señaló dos peligros serios interconectados que acechan a la ganadería. El primer peligro es la huella de carbono a la cual tenemos que estar muy atentos y debemos medirla por ser un indicador clave del desarrollo ganadero. Cada finca debe estar atenta a medirla porque hay movimiento mundial que cuestiona la ganadería como un generador de gases de efecto invernadero y el otro peligro es el avance en la en las posturas que impulsan la tendencia a disminuir el rol y el papel de la carne en la alimentación. Sobre este tema también se debe estar atento con los nutricionistas verificando los consumos de carne en el mundo, los países que adoptan dietas veganas o en su mayoría vegana y los países consumidores de carne de alta calidad. En ellos se debe demostrar continuamente la inocuidad del producto que se ofrece al mercado a través de la digitalización que ofrece una gran oportunidad para las mejoras en el manejo y también para la seguridad en el consumo a través de la trazabilidad de los productos

Recordó que estando en la Academia de la Ingeniería y el Hábitat, interesa conocer las necesidades de ingeniería y en específico de las ingenierías del agro, obligadas a satisfacer los requerimientos técnicos para los desarrollos ganaderos. en este tema pues mire son muchísimos los ámbitos desde la ingeniería de las infraestructuras a nivel de fincas o de acceso a la finca hasta el desarrollo de la ingeniería necesaria para la industrialización, el transporte, la conservación, sistemas de frío de productos cárnicos, normas de calidad, el apoyo de la agrotecnología para el manejo de fincas y la trazabilidad. En el caso de Venezuela buena parte de las tierras aptas para la ganadería requieren auxilio y manejo de ingeniería en el campo de la el saneamiento de tierras y el control de las inundaciones: Todo lo referido representa un gran campo, del cual siempre pues estamos muy atentos para transmitir a las universidades las necesidades del desarrollo de las ingenierías del agro.

Por último, finalizó recordando, la naturaleza de las mesas técnicas como instancias de promoción del intercambio entre los ponentes y los asistentes para enriquecer esta actividad.

**III.2- Ponencia 1: Ganadería regenerativa o sustentable. Dra Fátima Urdaneta. FAGRO LUZ.**

Inició felicitando a la Academia por la iniciativa de traer a discusión este tema muy discutido y que es necesario ponerse de acuerdo conceptualmente sobre este tema para poder accionar.

Para la expositora lo central es aclarar el concepto en el tiempo y el espacio de cómo se alcanza una ganadería sustentable y como la ganadería regenerativa ayuda a alcanzar una agricultura sustentable.

### **Conceptualización**

La sustentabilidad como principio fundamental es un concepto de uso frecuente en la actualidad para alertar de como la raza humana puede sobrevivir en el planeta, pero existe la dificultad para transformar todos esos elementos filosóficos e incorporarlos a la toma de decisiones concretas.

Entre los primeros estudios de sustentabilidad está el elaborado por el grupo de Roma. Ellos identificaron cinco factores, de los cuales tres están muy relacionados con la agricultura: la producción agrícola el manejo de los recursos naturales y la contaminación relacionados con ese crecimiento poblacional. En esa línea una agricultura sustentable debe considerar estos elementos tanto el manejo de poblaciones vegetales como animales, ya que ambos modifican el ambiente para adecuarlo a nuestros requerimientos. De esta manera han surgido prácticas regenerativas que recuperan y/o restauran la capacidad del ecosistema y por eso están consideradas como parte de la sustentabilidad

Entre los objetivos planteados de la exposición están como disertar acerca de la sostenibilidad o sustentabilidad, la necesidad de aplicar estos principios regenerativos en el campo de la producción y revisar algunos indicadores.

Sustentable o sostenible son utilizados como sinónimos Al principio cuando se formuló la primera definición de desarrollo sustentable la orientación fue más economicista, si bien se reconoce la necesidad de proteger el ambiente todo este se dirigía a pagar por daños al ambiente. Esa visión se mantuvo hasta la aparición, por un lado, de otro informe del PNUD con una nueva ética orientada a lo social. La sustentabilidad o sostenibilidad debe su amplia aceptación a lo ambiguo: todos estamos de acuerdo en alcanzarlo, pero muy poco sabemos cómo, y por el otro lado, la definición del informe Brundtland que define el desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad que tiene las generaciones futuras también para satisfacer sus necesidades. Esto determina implicaciones en la dimensión ambiental, económica, social, política e institucional.

En consecuencia, se habla de un término muy complejo aplicado a otro término más complejo que es el sistema productivo ganadero. Definir la sustentabilidad de un sistema ganadero pasa por definir la sustentabilidad de la agricultura porque estamos hablando de un sistema que se complementa. Entonces esto es un concepto complejo sistémico debido gran

cantidad de variables direccionados a la producción de alimentos.

Asimismo, el sistema para que sea sustentable debe considerar el compromiso y equidad intergeneracional conservando las capacidades de los suelos y otros recursos para las generaciones futuras manejándolos con tecnología y prácticas de manejo sin sobrepasar la capacidad de carga del hábitat, lo cual se evidencia en los suelos desnudos, dificultades en el medio ambiente o erosiones.

### ***Cómo hacer ganadería sustentable***

Primero entender esa relación sociedad naturaleza donde los seres humanos coevolucionan con el resto de las especies. Segundo, el uso de insumos externos debe ser mínimo, de energías limpias, de costos de producción bajos para un buen nivel de vida del productor. En cuanto a la dimensión social, los productos deben ser diversos para reducir riesgos, los desechos reciclados, aplicar la economía circular, tecnología con insumos biológicos, prácticas preventivas y conservacionistas, productores organizados para esta dimensión de la gobernanza y los conocimientos ampliamente divulgados y producidos entre los productores e investigación in situ.

Para hacer ganadería bajo el esquema regenerativo, se promueve el uso de razas rústicas autóctonas los genes adaptados, el uso de biofertilizantes, la medicina verde, los bioplaguicidas, la conservación de forrajes, uso de materias primas locales subproductos industriales.

Entre las tecnologías sustentables Están también el uso de leguminosas tanto herbáceas como arbustivas y árboles, las cercas vivas, la agroforestería, uso de especie de pasto adaptados con un manejo racional de los pastos, que consiste en el uso de altas cargas con cortos periodos de utilización, largos periodos de descanso para concentrar materia orgánica, promover repoblación novación natural y captación de carbono, apuntando a una restauración del sistema aplicando principios regenerativos.

Así la regeneración es la recuperación de esos procesos vitales: ciclo del agua, ciclo de nutrientes, flujo de energía, dinámica de comunidad. Se estima que una hectárea de árboles capta unas 6 toneladas de carbono por año, una hectárea de pasto 1.7 toneladas por año, lo cual viene como argumentos justificar la crianza de animales y la justificación del consumo de carne avanzando a una alimentación inocua a través de la regeneración y la serie de beneficios a nivel del suelo y el incremento de la productividad primaria.

### ***Definición de ganadería regenerativa***

Es un sistema de producción agropecuario con herbívoros a pastoreo que por medio de prácticas de manejo naturales y ecológicas promueven los ciclos vitales del ecosistema. Algunas referencias dicen el logro de mayor productividad, reducción de costo, mayor retorno de la inversión y es a partir

de reconocer y optimizar ese vínculo entre el animal, el suelo y los pastos que se logra un círculo virtuoso de regeneración. Según este autor (Borelli, 2016) es una nueva forma de producción ante el cambio climático apunta la sustentabilidad ambiental económica y social como dimensiones de la sustentabilidad

### ***Componentes***

El sistema tiene una serie de ventajas que surgen del manejo regenerativo en cada uno de sus componentes. En el componente social, el propietario debe estar abierto a aprender nuevas tecnologías, el personal entrenado y motivado en técnicas de manejo. En el componente vegetal, sistemas de pastoreos racionales, rotacionales, intensivos selectivos o punteros y seguidores.

En el componente animal está la suplementación efectiva, selección de ganado genéticamente adaptado, aplicar programas de vacunaciones efectivas. En el componente económico planeación financiera.

En el manejo del componente vegetal destacan:

- Manejo de la pradera polifítica (diversa), el uso de pastos nativos, dejar que la pradera exprese su potencial, reproducción de condiciones naturales y el uso de arvenses, mal llamadas malezas, ya que el 80% ha demostrado ser consumidas por los animales. Estas especies requieren de estudios de reconocimiento porque algunas especies pueden ser dañinas. Las praderas polifítica han demostrado algunos beneficios.
- Pastos con al menos 60 días de descanso se planifica considerando periodos secos no el tiempo óptimo en que se recupere el pasto en condiciones de humedad.
- Manejo de altas cargas instantáneas, cercas móviles, la utilización de árboles en cercas vivas, la fertilización orgánica natural.

En todas estas prácticas de manejo falta bastante investigación para tener elementos para el cambio de sistema.

### ***Modelos de pastoreo en la ganadería regenerativa***

Existen cuatro (4) principales modelos de pastoreo racional asociados a prácticas regenerativas.

Primero el manejo holístico de Allan Savory que considera una planificación integral los animales, simulación del comportamiento natural llamado efecto manada, el más conocido en ganadería regenerativa. El Prof Savory dice que una mirada holística provee los elementos claves para tomar decisiones y sólidos en las dimensiones económico, ambiental y social.

Segundo, El sistema de pastoreo Viosin (SPV) con sus cuatro leyes universales del pastoreo

Tercero. Pastoreo de ultra alta densidad de J, Ziestman que aplica un principio mayor cantidad de animales posibles en la

mejor superficie posible y en el menor tiempo y establece el máximo beneficio económico sostenible como su indicador económico

Cuarto. Pastoreo rotacional intensivo de Arnold Kloker que aplica la división de potreros, pero no sigue el pie de la letra el SPV.

### **Indicadores**

- Inversión inicial
  - 300 a 600\$ por hectárea en pastoreo dependiendo principalmente el tipo pastoreo y la longitud de la cerca
  - \$1000 por hectárea en pastoreo de ultra alta densidad con paneles solares. En la finca Loma blanca permitió en tres años pasar de 0,57 a 1.51 UA/ha y el incremento del kilogramo de carne es de 161 y 245 kg
  - Otras referencias indican las ventajas del manejo holístico con mejores resultados económico cobertura del suelo, desarrollo de leguminosas nativas, medido a través del índice de salud de los pastos y reducción del uso del fuego.
- Climáticos
  - Huella hídrica asociado a la sustentabilidad en el tema del riego por carecer de sistemas eficientes para regar los pastos. Disminuir la huella hídrica es un indicador fundamental para alcanzar sustentabilidad, se dice que se requieren de 940 a 1360 litros de agua por litro de leche y de 5.000 a 20.000 litros de agua por kilo de carne.
  - Secuestro de carbono que implica usar especie de pasto adaptados bajo manejo racional de los pastos, el uso de altas cargas con cortos periodos de utilización largos periodos de descanso, concentrar materia orgánica, promover renovación natural y captación de carbono como indicador fundamental., Todo ello lleva a una restauración del sistema aplicando principios regenerativos.

### **Pro y contras de la ganadería regenerativa**

- La ganadería regenerativa tiene un desacuerdo generalizado con fanáticos eufóricos, por un lado, y del otro, detractores y en el medio el marketing asociado. Sin embargo existe consenso en los beneficios de la planificación integral, el establecimiento de objetivos, la complejidad, la adaptabilidad y la toma de decisiones estratégicas como aspectos muy valiosos que son principios de ganadería regenerativa que a través del pensamiento sistémico que han favorecido la agroecología y como herramienta para tratar las diversas dimensiones de los sistemas agrícolas.
- Uno de los mayores impactos de las prácticas regenerativa ha sido el aumento de la carga animal con disminución de costos y el consecuente incremento de la rentabilidad. Dos estudios demuestran como la carga animal es el indicador más sensible que potencia la ganancia operativa.
- Los métodos de pastoreo han generado mucha controversia porque se han desarrollado en condiciones diferentes a las nuestra. El primero desarrollado en grandes estepas y el segundo de pastos de porte bajo como los

tréboles en Europa con yemas al ras del suelo al contrario de los pastos macollosos que requieren otro manejo y alta inversión inicial.

- Hay dudas en la comunidad de técnicos, los formados bajo el enfoque orientado al control de la carga animal por épocas y no en el manejo de largos periodos de descanso de la pastura por su impacto en la calidad nutritiva y el riesgo de resultados económicos detrimentales y el efecto de compactación de suelo.
- Algunos trabajos han demostrado que el pastoreo de ultra alta densidad) tiene un impacto potencialmente negativo en la compactación del suelo y en la composición de la vegetación en Sudáfrica (Chamaneetal.,2017).
- Un análisis de los artículos publicados del modelo de Manejo holístico (HM) concluyen que, no se puede descartar uso del pastoreo holístico planificado, pero tampoco se puede afirmar que funcionará en cualquier lugar. Los estudios son limitados en tiempo, número de sitios de estudio y datos. Si bien, mejoran condiciones en muchas tierras degradadas indicando que el HM podría ser un ejemplo de buen manejo del pastoreo, nada sugiere que sea mejor que otros métodos de pastoreo bien manejados (Hawkinsetal.,2017)
- Existe dificultad para su evaluación por la carencia de acuerdo en los indicadores que representan el HM (Mann&Sherren,2018). Algunos logros parecen exagerados: Ej: el índice de captura de carbono de Savory Institute es siete veces mayor que la tasa de 0,35 t/ha-1, conocida para pastos bajo pastoreo convencional (Nordborg,2016).

Todos los elementos analizados determinan como desafío central adoptar y adaptar prácticas regenerativas para que el sistema sea sustentable.

### **Conclusiones**

- Para alcanzar la sustentabilidad, es fundamental el cambio hacia una visión holística del sistema con una gerencia integral (que incluya planeación financiera)
- La posibilidad de al menos duplicar la carga animal y el consecuente margen bruto debido a manejos regenerativos es un reto y una oportunidad que no debe despreciarse dados sus beneficios económicos y ecosistémicos.
- Es necesario apuntar a una ganadería sustentable con prácticas de manejo regenerativo. No todos los ganaderos en todas las regiones tienen la posibilidad de aplicar pastoreos de ultra alta densidad. Los que cuenten con recursos pueden aplicar principios regenerativos en la ganadería tradicional dirigida a la sustentabilidad.
- Se debe avanzar poco a poco probando aumentando la carga, incorporando algunas prácticas como utilización de árboles, captación de carbono, disminución de huella hídrica que nos permitan avanzar hacia una agricultura sustentable.
- Se puede rescatar los modelos de pastoreos tradicionales para ser sustentables con prácticas generativas. Para ello se requiere una planificación integral tomando sobre como base lo que existe que debe incluir capacitación de personal



- a principios que promuevan generación de los ciclos naturales y restauración de suelo
- La ganadería regenerativa no es un modelo único de ganadería sustentable. No puede ser aplicada con los mismos criterios en todas las zonas y no convienen las recetas o paquetes. Se debe valorar la calidad y cantidad de activos biológicos existentes, praderas, bosques, pastos, animales y equipos que dispone diseñar su propio modelo dinámico según las posibilidades. Se requiere realizar simulación todos los este talentos necesarios.
  - Para alcanzar la sustentabilidad es fundamental al cambio de mentalidad con una visión más amplia más integral del sistema y hacer una planeación y financiera.
  - La visión integral posibilita apuntar a principios regenerativo y sus beneficios ecosistémicos que eso implica requerimos evaluación de la respuesta animal y del suelo de ocupación y periodos de descanso
  - la ganadería generativa nos modelo único de ganadería y que cada productor debe considerarlo disponible que le permita decidir el enfoque el manejo más apropiado a sus objetivos de producción en el marco de qué de las dimensiones de la sustentabilidad porque deben cumplirse deben estar en equilibrio las tres o las cuatro mínimo para que eso pueda darse y fomentar el papel de las universidades los centros tecnológicos en investigación para fortalecer la dimensión política institucional y aquí hay tantísimo
  - Es preocupante como algunos fervorosos partidarios de la ganadería regenerativa dicen Olvídate de todo lo que tú sabes, siendo esa sola expresión contraria a la visión holística Si la ganadería regenerativa está sobre la base de una visión de un enfoque holístico difícilmente puedes diseñar el conocimiento. se debe hacer sintagmas sociológicos y saber integrar conocimiento de lo que sabemos cómo ha evolucionado porque hay muchos principios que no son inventados por la ganadería regenerativa hay unos hay muchos principios de fisiología vegetal que han estado en los libros y que se han enseñado hace mucho tiempo y es cuestión de ir adaptando, ningún conocimiento se desdeña
  - Se requiere investigación en aspectos de manejos regenerativos locales Evaluación de la respuesta animal (y del suelo) al manejo de praderas polifíticas con altas cargas, tiempo de ocupación y periodos de descanso.
  - La ganadería regenerativa no es un modelo único de ganadería sustentable, cada productor debe considerar la evidencia disponible, que le permita decidir el enfoque de manejo y el biotipo de ganado más apropiado a sus objetivos de producción el marco de las dimensiones de la sustentabilidad donde generativos juegan un papel importante.
  - Fomentar el papel de las universidades y de los centros tecnológicos y de investigación para fortalecer la dimensión político institucional (Hay mucha información en las redes que requiere ser validada). Se debe identificar y promocionar a aquellos hallazgos que están en las redes no publicados en artículos científicos indispensable para reconocer lo que se ha hecho y para seguir trabajando.
  - En el proceso constructivista de conformación del

conocimiento se descartan, incorporan e integran ideas para desarrollar conceptos más evolucionados por su pertinencia con las condiciones prevalecientes del momento, como el cambio climático y la imperiosa necesidad de cuidar el ambiente. Ningún conocimiento se desdeña, además, la concepción holística no desdeña paradigma alguno, por el contrario los integra en un sintagma gnoseológico cada vez más complejo y propio para explicar los fenómenos multivariados y diversos característicos de los sistemas agropecuarios.

### III.3- Ponencia 2:: Manejo del pastoreo bajo estándares del Pastoreo racional de Voisin Ing. José Jesús Rincón (UCLA)

#### *Enfoque*

El sistema de pastoreo bajo estándar del pastoreo racional o pastoreo Voisin data de los años 70. El expositor observa, por un lado, el endoso de lo hecho en pastoreo racional bajo los estándares de Voisin a la ganadería regenerativa, y por otro lado, cuestiona el término y sugiriendo su reemplazo por restauración.

El expositor participa en la necesidad de cambio de procedimiento a las formas y maneras de hacer la ganadería tropical, sobre todo porque muchos ganaderos están madrugándose pensando que hay que sembrar árboles manifiesta que siempre se ha recomendado, pero ahora no por convicción sino necesidad ambiental mediante una ganadería más amigable con el ambiente según los paradigmas climáticos buscados.

Comparte la afirmación sobre la necesidad de cambiar la forma de desarrollar la ganadería en el trópico. La directriz principal es la adaptación progresiva al sistema de manejo que más convenga y se defina según las características de los recursos naturales disponibles de manera amigable con el ambiente. El problema se centra en como las personas abordan los procesos, Se necesita desde la academia e instituciones de investigación una respuesta a cada sistema y formular un plan..

#### *Sistemas de Pastoreo*

Cuando se establecen los sistemas de pastoreo con cercas desglosamos que a partir de la propuesta de Voisin se establece cuatro principios o leyes fundamentales para lograr un sistema de pastoreo que respeta los días de descanso (1ª Ley) y luego el tiempo que el animal dura en pastoreo sobre una especie en particular gramínea, leguminosa o arvenses.

Del sistema propuesto surgieron varias versiones, adaptando o ajustando bajo las cuatro leyes con modalidades como el uso de franjas móviles, cargas instantáneas elevadísimas o uso de cercas móviles.

Se conocen diferentes sistemas: pastoreo total, pastoreo a fondo, pastoreo inteligente, pastoreo de Ultra alta densidad. Todo se basa en los principios de la sustentabilidad ecológica

del sistema de pastoreo propuesto Voisin. Además, por supuesto del otro lado tenemos lo que es el pastoreo continuo, pastoreos estacionales, pastoreos rotacionales donde no se tiene realmente un control de tiempo de ocupación y de descanso.

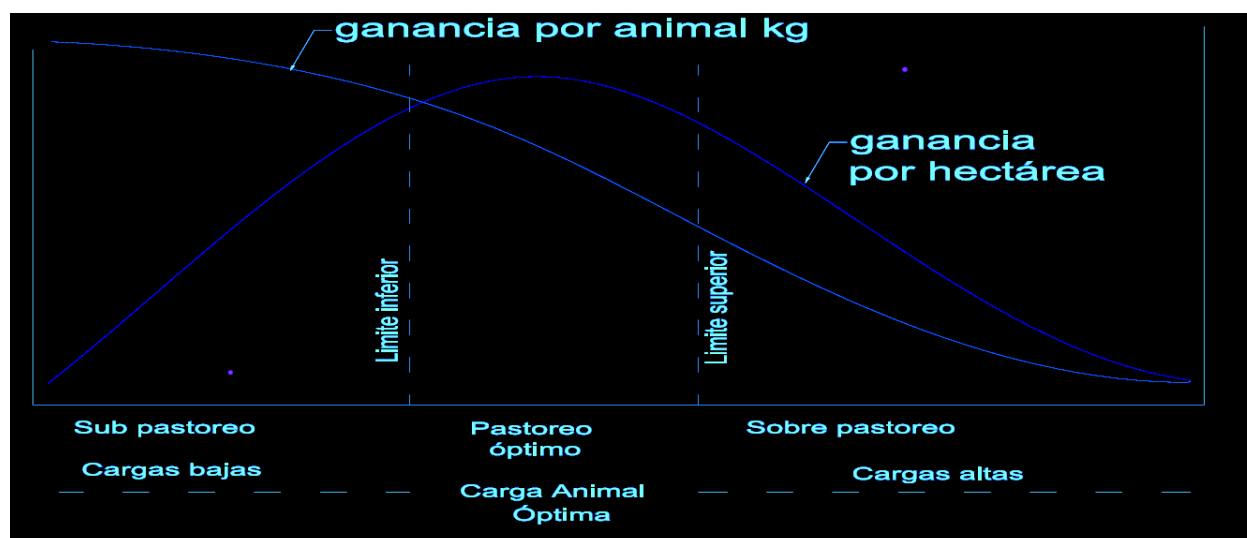
### ***Estrategias para el manejo del pastizal bajo los principios de Voisin***

En el manejo ganadero destaca la necesidad de comprender más la forma de hacer el pastoreo, es decir la paciencia, la observación, la manipulación que uno le hace al sistema que estamos haciendo.

El sistema captura energía solar y la estamos cosechando entonces el principio fundamental de cualquier sistema de pastoreo es alcanzar una eficiencia en el pastoreo donde la carga animal a pastoreo sea lo más parecido a la capacidad de sustentación que tenga ese espacio en un tiempo dado. Lo

importante de acuerdo a la estrategia es hacer más eficiente o no eficiente la relación entre la capacidad de sustentación del potrero y la capacidad de producción del animal que está sobre esa superficie. Hay una relación directa entre ambas variables influenciadas por un móvil económico porque el sistema de generar beneficios lo que determina una alta capacidad de carga instantánea.

En ganadería regenerativa, el enfoque de eficiencia se centra en buscar la mayor cantidad de animales por ha en un tiempo muy corto de cosecha de los pastos. Como se observa en la Figura 1, si la cantidad de animales es baja la ganancia por animal es alta pero baja la ganancia por ha. Si hay sobrepastoreo la ganancia por ha es alta pero baja la ganancia por animal. El objetivo es la máxima eficiencia con máxima ganancia de peso diario o en producción de leche y máxima ganancia por ha.

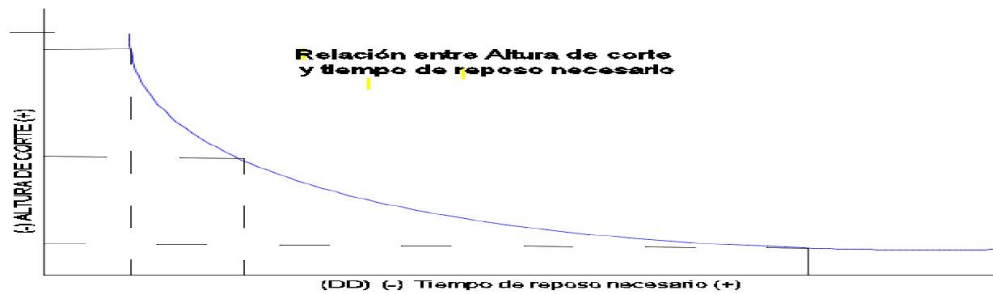


**Figura 1.** Relación entre las ganancias de peso vivo por animal y por hectárea, en función de la presión de pastoreo.

Otro aspecto a considerar el descanso de 60 días de los pastos. Hay una gran variación de la velocidad de crecimiento de los pastos en función de las condiciones agroclimáticas. En ningún caso un pasto puede llegar a 60 días. Se debe prever una rentabilidad económica y no se logra con pastos pasados que intensifican la producción de gases de efecto invernadero, mientras más tosco el pasto más producción de metano por los animales. En sentido contrario, a de mayor calidad del pasto con menos contenido de fibra se logra una mayor eficiencia productiva y reproductiva. Obviamente no se detiene la acumulación de fibra en la en las plantas para protegerse de las

condiciones ambientales tropicales y se presentan afectaciones de los meristemos de las plantas.

Otro factor determinante de la existencia de tiempo fijo de descanso y altura fija de pastoreo es el clima. Este varía en cuatro momentos entre solsticio y equinoccio. Venezuela tiene cuatro situaciones climáticas que hacen que ese tiempo de descanso y la altura sean totalmente diferentes. La Figura 2 muestra las alturas adecuadas. Mientras más bajo se corte el pasto más tiempo de recuperación se necesitará.



#### DIAGRAMA DE MIRTHORPE & DAVISON



Figura 2. Relación entre altura de corte y tiempo de reposo necesario

Las alturas de pasto van a variar en función de las condiciones climáticas. Entonces, qué es importante que mientras más bajo corte y pasto, el tiempo de descanso será mayor y se requiere más tiempo para recuperarlo. La recomendación es buscar un punto intermedio donde logre que el pasto bajo factores de ecofisiología vegetal del comportamiento de la planta en el medio real permitan dejar suficiente reserva en los tallos basales para que la tasa de crecimiento del pasto sea violenta, ya que el tallo remanente acumula sustancias de reservas para el rebrote. Cuando el pastoreo es a ras del suelo quedan expuestos los meristemas y la tasa de crecimiento del pasto se ve afectada. En tal sentido, el tiempo de descanso y la altura de pastoreo necesaria para hacer un pastoreo Voisin va a estar en función del agua, la radiación, tipo de crecimiento, tipo de fertilidad del suelo en función de sus características químicas, físicas y biológicas, dan la fertilidad y el manejo.

#### Leyes fundamentales del pastoreo racional moderno

El marco referencial pastoreo racional o Voisin se basa fundamentalmente en las leyes formuladas por André Voisin, complementadas con la ley de factores limitante o ley del mínimo, si en el suelo no hay un nutriente imposible que por ley de generación espontánea se cree. En otras ocasiones se tienen elementos tóxicos como excesos de hierro o exceso de calcio y el fósforo.

Se consideran los factores amplificadores, proporcionales y reductores del ecosistema pastizal. Se necesita el análisis multivariado de los cinco elementos importantes: el clima, el

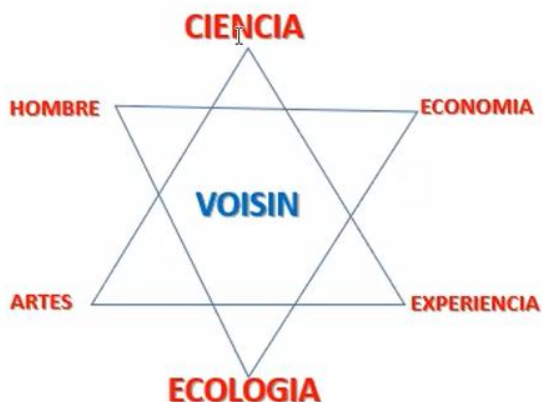
suelo, el animal, la planta y el hombre como agente manipulador y de sus interacciones que van a generar una serie de tomas de decisiones para lograr el máximo aprovechamiento.

El tiempo de descanso no tiene una función única. Depende de la arborización, el sistema silvopastoril, árboles dispersos en potrero, tipos de suelos, cantidad de agua en el suelo, nivel de fertilización, materia orgánica, riego, tipo de crecimiento de las especies, posición fisiográfica, posición orográfica, barlovento o sotavento, la altitud, condición climática mínima, inicio o salida de precipitación, altura remanente del pasto y tipo de animal. Todas las variables se deben conjugar para tomar una decisión de cuántos días de descanso a proporcionar. Esta es la ley más importante.

En el caso de la metodología del pastoreo franja para vacas de alta producción de leche o animales de carne, se adaptan a altas cargas, uso de riego y fertilización bueno con 30 días más que suficiente y obtiene excelente resultado de producción.

#### Consideraciones para establecer un sistema de pastoreo racional (Voisin)

Voisin basa su sistema de pastoreo en la conjunción de dos triángulos (Figura 2) por un lado, las ciencias con el conocimiento científico, la investigación reforzada con la experiencia local y, por otro lado, el hombre a sus necesidades económicas y la ecología.



**Figura 3.** Componentes del sistema de pastoreo racional (Voisin)

Los dos triángulos son la base fundamental de pastoreo Voisin. Sin la base científica y el conocimiento ecológico suficiente no se alcanza un buen sistema de pastoreo. Factores como por ejemplo la cobertura de los pastos, con disminución de 70% la cobertura de un pastizal afecta el consumo animal, aumenta el desplazamiento del animal a la disponibilidad de agua con pérdida por mandibuleo, locomoción por cierre de la boca para cosechar forraje.

#### ***Mecanismos que regulan el consumo en pastoreo***

El consumo en pastoreo es muy variable y puede estar regulado por factores la calidad y la cantidad de forraje. No obstante, no todo lo que está sobre el tapete del pastizal es comida muchas de esas especies son tóxicas. Existe un defensa de la pradera patrón polifítica y que se ofrezca a los animales una variedad de forrajes cuidándolo de plantas tóxicas y de los residuos indigestibles y partes basales del pasto. Hay que respetar los cinco derechos de los animales a una comida sana y agua, siendo un error someter a los animales a un pastoreo a fondo

#### ***Manejo de bovinos en pastoreo***

No todos los animales pastorean igual. Las razas no practican la misma forma de pastoreo hacen el mismo proceso con diferencias en la cosecha. El pastoreo a fondo no está sugerido, puede acarrear infecciones de parásitos.

Cuando se suministra un pasto de calidad se afecta la tasa de pasaje, la actividad ruminal, la eficiencia y producir gases de efecto invernadero.

En pastoreo racional, un aspecto muy importante es delimitar las áreas de pastoreo y en función de esto asignárselo a los animales de mayor exigencia aplicando la cuarta ley. Esto requiere un análisis ambiental del espacio muestrear con drones o imágenes satelitales u otras herramientas menos sofisticadas.

En cuanto al uso de los potreros, los animales respetan las formas, se acostumbran y llegan a conocer su distribución. Con alta carga animal, la selectividad se anula, se requiere técnicamente establecer una buena distribución de los potreros en función del tipo de suelo, tipo de pasto, tipo animal, características de los suelos. La comparación del método de delimitación llamado rueda de carrera versus pastoreo en forma cuadrada observen que no te ahorras nada posiblemente gastas un poco más en cerca interna que en hacerlo entró en forma cuadrada.

#### ***Costo por hectárea del establecimiento de un sistema de pastoreo racional.***

Establecer un sistema de pastoreo con divisiones para potreros de 200 hectáreas, mientras más potrero yo haga mayor es el costo fluctúa entre 8,42 y 61,56 \$/ha, de 8 a 120 potreros respectivamente.

En la realidad, se trabaja con un esquema de grandes franjas de 200 300 metros de largo con un ancho variable en función al número de animales. potreros muy rectangulares y asignación de secciones todo el tiempo. El costo es demasiado bajo.

#### ***Efectos positivos de la implementación del Sistema de pastoreo Voisin (SPV)***

- reducción significativa del control de maleza porque también van desapareciendo y las que no las eliminamos
- reducción de la mecanización por el boteo se hace significativo en la medida que haya más boteo por hectárea más o menos una bota afecta 0,8 m2 metro cuadrado entonces cada vez que los animales pasen organizados en la forma de hacer ese ese pastor en franja pues la la descompactación es significativa de hecho y finca que yo asesora hace muchos años y no no han hecho hasta ahorita sin ninguna actividad de compactación
- eliminamos la fertilización con química
- incrementa la materia orgánica en el suelo con el boteo comprende viva y muerta, incluye microorganismos, fauna

y macrofaunas en el suelo incluyendo insectos que deben descomponerse para el aporte de nutrientes. Crece entre 0,6 a 1% anual.

- incremento exponencial de la oferta forrajera con carga animal de 8,5 a 10 promedio por ha y alta cargas instantáneas.
- reducción del costo de manejo por ha de 630\$. Especialmente en fertilización cuya disminución es de 470\$

### **III.4- Ponencia 3: Ganadería regenerativa y el biotipo animal adecuado para el trópico bajo. Ing. Leopoldo Viteri Ministerio de Agricultura Ecuador**

El expositor señala su experiencia de alrededor de 35 años en ganadería, pero muchos de ellos de la forma equivocada y ha tocado desaprender y reaprender porque somos parte de las universidades y celebra del trabajo en el área regenerativa en el país a partir del conocimiento de las leyes universales del pastoreo de Voisin.

#### ***Que es ganadería regenerativa***

Consiste en regenerar el suelo que ha sido maltratado por prácticas inadecuadas, principalmente la deforestación, quemas indiscriminadas que afecta los microorganismos del suelo, el uso de agrotóxicos que elimina la vegetación arvense, el arado y maquinaria pesada destruye la lomalina (micorriza) puente entre las raíces de las plantas y los nutrientes, los fertilizantes químicos por la contaminación ambiental por ser precursor de NO<sub>2</sub>, el más contaminante de los gas de efecto invernadero y acidifica el suelo.

Otra práctica inadecuada es el pastoreo tradicional selectivo con grandes espacios para pocos animales que tiene como consecuencias erosión del suelo, pérdida de árboles, animales de baja conformación corporal.

#### ***Regeneración del suelo***

Las técnicas de recuperación de suelos consideran la incorporación de árboles en sistemas silvopastoriles con diseños de 2m entre plantas, 2m de calle y 20m de área de pastos donde se colocan las cercas eléctricas móviles, sin potreros fijos sino sectores. Todo esto en praderas polifítica con gramíneas, leguminosas, arbustivas y arvense.

La principal técnica de regeneración de suelos es el Pastoreo racional Voisin (PRV) y se puede recuperar los suelos solo con su aplicación por la cantidad de bosta y el orine del ganado. Aproximadamente entre 50 y 57 toneladas de materia orgánica por ha que queda en los suelos, no siendo la ganadería una actividad extractiva sino circular.

Existen otras modalidades llamadas pastoreo ultra alta densidad, pastoreo rotacional intensivo, pastoreo tecnificado, todas basadas en las cuatro leyes universales de Voisin.

Algunas técnicas son utilizadas para acelerar la recuperación de los suelos se estima en seis años en casos de degeneración están basadas en las cercas eléctricas móviles en el pastoreo de alta densidad, línea clave trazada en el suelo para retención de agua, uso de biofertilizantes, uso de excretas de aves y microorganismos de montañas. Un suelo está recuperado cuando su contenido de materia orgánica es alto.

#### ***Beneficios y soluciones de la ganadería regenerativa***

##### *Productor*

- Triplica su capacidad de carga
- No se utilizan agrotóxicos con reducción de costos
- Reducción del uso de fertilizantes químicos
- Menos utilización de alimentos balanceados
- Incremento de la rentabilidad. Es el estímulo fundamental para el cambio de manejo

##### *Consumidor*

- Oferta de alimentos sanos con altos niveles de ácido linoleico omega 6 y antioxidante proveniente de la carne obtenida de sistemas con base a pastos para prevenir enfermedades de alto riesgo

##### *Ambiente*

- El pastoreo bien gestionado tiene mayor secuestro de carbono más aún si se incorporan árboles.

#### ***Leyes universales del pastoreo Voisin***

##### *Primera Ley del reposo*

Para que el pasto cortado por el diente del animal pueda dar su máximo rendimiento es necesario que entre dos cortes sucesivos a diente haya pasado tiempo suficiente que permita al pasto: Almacenar en sus raíces reservas necesarias para un inicio de un rebrote vigoroso, realizar la llamarada de crecimiento.

Hay que darle el tiempo necesario para que la planta de recupere. El punto óptimo de reposo o punto óptimo de consumo es cuando salen las primeras hojas basales amarillas

##### ***Segunda Ley de ocupación***

Se refiere al tiempo de ocupación de la parcela debe ser lo suficientemente corto para que un pasto cortado a diente el primer día de la ocupación no sea cortado nuevamente por el diente de los animales antes que estos dejen la parcela.

La ley permite tres días o menos. Lo ideal es realizar tres cambios con cercas eléctricas, hasta el mediodía, hasta las cinco o seis de la tarde y por la noche

##### *Tercer Ley de los rendimientos máximos*

Es necesario ayudar a los animales de mayores exigencias alimenticias para que puedan cosechar la mayor cantidad de pasto, y que este sea de la mejor calidad posible.



En lechería es indispensable que se haga se aplique la tercera ley, en cría y en ganado de carne no. Los animales con mayores exigencias son las vacas en primer tercio de lactancia, los novillos listos para faenar y los terneros y terneras. Los animales de menores exigencias alimenticias que pueden estar en el grupo de repaso son las vacas preñadas entre 3 y 7 meses, los novillos antes de entrar a engorde final y por supuesto otras especies como ovinos caprinos y equinos que consumen pastos más toscos ubicados en la parte baja de la planta.

Si se tiene 150 vacas, 30% equivalente a 45 van al despunte y el 70% o sea 105 vacas van al repaso. De esta forma en un hato lechero se puede sacar las mejores vacas productoras que vayan a despuntar y el segundo grupo ese grupo de repaso que son vacas preñadas y que están produciendo menos leche, pero consumen la segunda parte más baja.

Con el sistema PRV y el control de la altura de cosecha se puede reemplazar alimentos balanceado con el control de la altura de corte. El follaje del pasto se puede dividir tres partes, sabiendo que la parte alta es la de mayor digestibilidad (Figura 4)

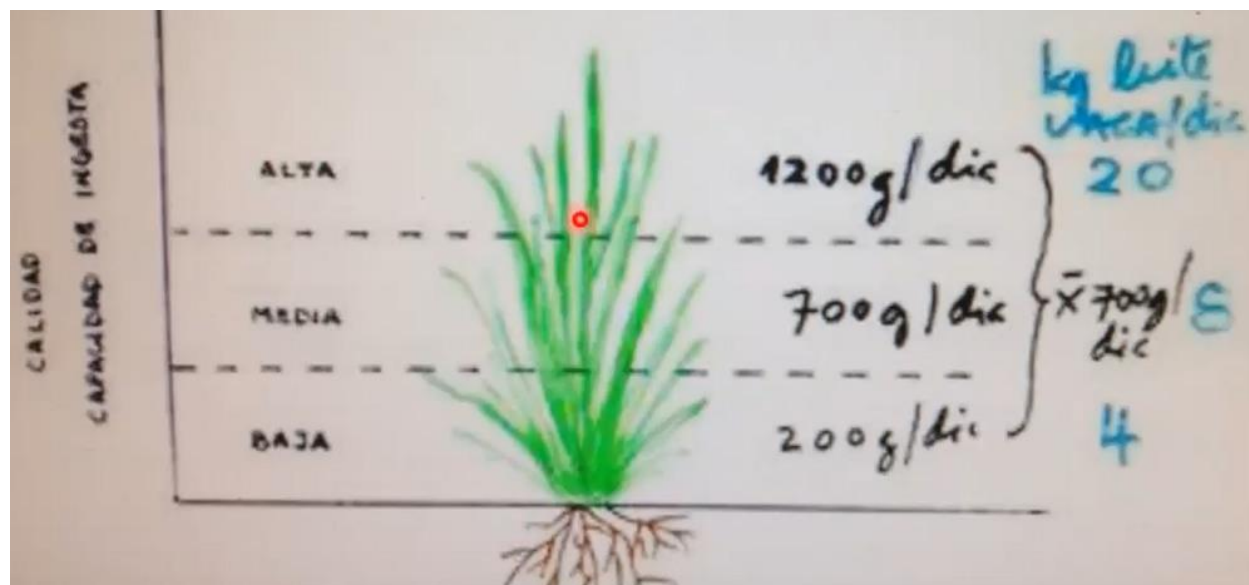


Figura 4. Altura de la planta y indicadores de producción

Cuando los novillos consumen la parte alta ganan 1.200 gr/día y las vacas producen 20 lt/día en una zona fría. Cuando los novillos consumían la parte media la ganancia en peso bajaba a 700 gr/día y el promedio del ordeño 8 lt/día. Por el contrario, cuando los mismos animales consumían la parte baja la ganancia en peso fue 200 gr/día y el volumen de ordeño diario 4 lt/ha.

En cuanto al consumo, cuando los animales pastorean la parte alta pueden consumir de 54 a 60 kg diarios. Cuando comen el pasto de la parte media consumen 44 kg de materia verde y cuando consume la parte baja solo consumen 33 o 35 kg de materia verde al día es por eso los animales tienen una baja producción por consumir pastos toscos.

#### Cuarta Ley del Rendimiento regular gr/día

Para que una vaca pueda dar rendimientos regulares es necesario que no permanezca más de tres días en una misma parcela. Los rendimientos serán máximos si la vaca no permanece más de un día en una parcela.

El esquema de trabajo recomendado es por bandas. La parte exterior es una cerca externa de alambre de y grupos de

animales manejados con cercas eléctricas móviles. El ganado llega el agua por callejones se van abriendo y diariamente van avanzando en el área de pastoreo. Los cambios varían de tres o cuatro día hasta nueve cambios al día y al final de la noche cuando se los deja que regresen al agua.

#### III.5- Ponencia 4: Algunos Métodos de control de parásitos en rumiantes acordes a la ganadería regenerativa Ing. Rafael Galíndez (FAGRO UCV):

La expresión genética tiene que ir concatenada con el manejo con el ambiente por la interacción fuerte entre ellos. En ese sentido, se observa como el tema de los parásitos radica en la susceptibilidad de los animales a las cargas parasitarias para lo cual se está investigando y aplicando el manejo. El control de los parásitos a utilizado químicos durante mucho tiempo y se conoce los problemas que esto causa en los productos, en este caso particular en la carne y por supuesto el efecto ambiental. Con esto no se pretende abordar los aspectos veterinarios sino los de manejo. En tal sentido se tratan algunas alternativas con buenos resultados para el control de parásitos a través de la ganadería regenerativa para impactar lo menos posible el ambiente y por supuesto la salud de los animales y las personas

que consumen sus productos. A continuación, presentan los factores para un buen manejo.

### ***Manejo de potreros***

El primer factor lo constituye el manejo de potreros con muy buen resultado del control de parásitos. Consiste manejar los pastos y rotar los animales pues si se dejan más tiempo de lo indicado vienen los ataques parasitarios, que en tres o cuatro días ocasionan la muerte del animal o retraso en los indicadores productivos y en consecuencia la rentabilidad.

Los resultados del conteo de huevo de parásitos en excreción en cuatro (4) opciones de sistema de pastoreo se observa como el pastoreo racional reduce las cargas parasitarias. En segundo lugar, el pastoreo alterno seguido del continuo y el de franja. es el de mayor infección de parásitos. En Venezuela se han confirmado estos resultados el pastoreo rotacional respetando el periodo de recuperación de los pastos y el control de los parásitos.

### ***Control Biológico***

Es un elemento clave en la ganadería regenerativa. Su utilización tiene efecto directo en el uso de los agroquímicos por su impacto ambiental. Como ejemplo se tiene el hongo *Duddintonia flagrans* con efecto sobre la población de nematodos con un efecto fuerte sin consecuencia sobre el animal y en la naturaleza pues no se ha detectado un efecto que sea detrimental para los cultivos. El hongo tiene espectro amplio y efectividad para controlar algunos grupos de nematodos o de parásitos de 80 a 90% aproximadamente. Esta alternativa es efectiva y el asunto es que logremos producir los hongos en Venezuela a nivel comercial.

Otros productos son las vacunas no utilizadas de manera masiva. En 2013 un trabajo muestra efectividad de entre 50 y 100% en el control de este principalmente hongo. Las vacunas es un material biológico que se está produciendo y que no va a contaminar el medio ambiente-

### ***Razas resistentes***

Este otro factor de manejo que se aplica fuerte, acompaña la ganadería regenerativa. La resistencia es las infecciones parasitarias determinadas por el clima. Las particularidades de cada unidad de producción determinan la adaptación progresiva en cada caso en particular de los conceptos de ganadería regenerativa que preservan la salud de los animales, del consumidor y del ambiente. La expresión genéticamente del animal ante el ataque de parásitos es una ventaja y se debe aprovechar totalmente de acuerdo al manejo propuesto. Los recursos genéticos no deben ser seleccionados en sitios donde no son adaptadas o resistentes. FAO tiene un programa mundial de conservación y en ese reporte están los animales o los grupos las especies y las razas que son resistentes y la mayoría de las ovejas criollas latinoamericanas y del Caribe están en ese grupo.

En resumen, se tiene un conjunto de recursos genéticos que podemos aprovechar, sin embargo, algunas razas son más resistentes sin olvidar lo que ocurre de manera individual. La variación individual ofrece la oportunidad extraordinaria para seleccionar los animales que son resistentes y que esos pues le demos prioridad para que tengan descendencia y transmitan eso a sus crías.

### ***Estrategias nutricionales***

Animales con buena nutrición gozan de buena salud, que entra por la boca y lo cierto y necesario es nutrir los animales no solo comer sino nutrirlos, si se suministran alimento de baja calidad nutricional no vamos a lograr el objetivo.

Los animales suplementados expresan menor carga parasitaria con respecto a los no han suplementados por efecto de nutrición por capacidad para generar los mecanismos de defensa por suministro de energía y proteína. En Venezuela se trabaja en fitoterapia definida como uso de metabolitos secundarios presentes muchos vegetales de uso común.

Por esta vía se puede controlar la carga parasitaria combinando sustancias que se adicionan en el alimento y fácilmente obtener el efecto de reducción sin utilizar químicos. Se puede utilizar sustancias naturales para controlar la carga parasitaria y combinarla con la estrategia nutricional para reducir el efecto dañino de algunos desparasitantes químicos.

Un elemento a considerar es la resistencia a los parásitos por el uso recurrente de esto desparasitantes químicos que a la postre derivan en que los parásitos sean resistentes. Algunas estrategias para evitar consisten en combinar las técnicas del manejo en cada unidad productiva de la capacidad que tenga cada productor. y por supuesto de los objetivos planteados.

Las estrategias nutricionales para el control de parásitos intentan que los animales consuman los alimentos que tengan la mayor suplencia de los nutrientes con el fin de elevar por supuesto el plano nutricional y aumenta la capacidad para que los animales se defiendan de forma natural e inclusive adquieran inmunidad. El éxito depende de poder aplicar los resultados.

## **III.6- Ponencia 5: Perspectiva del sector ganadero. Ing Richard Ramos FEDENAGA**

Destacó la importancia acercamiento entre la Academia y el sector productivo o privado, la dualidad ganaderos agricultores mediante el manejo del pasto y los pastizales necesarios para poder cubrir nuestros rebaños. Lo más importante de todo es que los resultados desarrollados en la Academia sean aplicados en campo basado en la receptividad de los ganaderos para poner en práctica aspectos para producir mejor.

La crisis de 2018, con los problemas para la adquisición de agroquímicos y fertilizantes, despertó la atención de los ganaderos hacia alternativas biológicas y provocó un cambio

en la conciencia de los productores de poder utilizar este tipo de manejo, impensable en años de bonanza petrolera.

De igual forma es fundamental que exista diversidad de criterios para cubrir todos los escenarios y poner en evidencia diversidad de criterios, modos de manejar y de adaptar mejor los métodos para que den mejor resultado, incluso en base a las características regionales. En tal sentido, se detectan grupos de ganaderos que vienen realizando ajustes en el manejo genético y la alimentación con el sistema de la ganadería regenerativa que puede ser regenerativa o de restauración.

Adicionalmente hay algo importante relacionado con la economía actual. El sector productivo atraviesa una situación de precios bastante bajos entonces en la búsqueda de mejorar la rentabilidad y mantener un negocio eficiente es fundamental esa asesoría en prácticas comprobadas, bien soportadas con la participación de la Academia y de todos estos estudios.

Entonces desde ese punto de vista es interesante el poder desarrollar redes donde el gremio junto con la Academia puede manejar experiencias como la desarrollada por la ULA con FEDEAGRO en el área del café que constituyen referencias para proyectar todo este conocimiento desde las universidades.

Otro aspecto interesante relacionado con los suelos y la necesidad de considerándolo como un organismo vivo, es fundamental la capacitación en materia de manejo de suelos, pastos y de alternativas productivas para mejorar la rentabilidad.

En la expansión de la ganadería regenerativa es necesario considerar un paquete de asuntos asociados. No tiene sentido de disponer de muy buenos pastos si luego no tengo animales para consumirlo, lo cual dificulta la meta de mejorar la rentabilidad.

Y esa gestión del modelo que pudiéramos trabajar el área genética para hacer correcciones a nuestro rebaño, modificando las características de forma pausada para no perder la capacidad de adaptación de los animales y su aclimatación a la finca. El biotipo animal óptimo debe ser una referencia a mediano plazo con ajustes progresivos para hacerla ganadería sostenible.

Lo importante es poder lograr un modelo de negocio dentro de las unidades de producción que deben ser vistas como empresa rentable, capaz de producir o capaz de generar no solamente el capital económico sino también el social el cultural y por supuesto el ambiental que es lo que a la larga va a permitir al país entero salir adelante del modelo rentistas del pasado. Por el otro lado, debido al deterioro que existen en la industria petrolera va a llevar años recuperarla.

En la actualidad, los sistemas productivos ganaderos están llamados a rescatar al país a llevar el país adelante y pues por supuesto con las exportaciones. La unión de La Academia con excelentes profesionales y el apoyo de los productores con nuestro acompañamiento para desarrollar juntos el sector en

pro del país y de la rentabilidad de cada uno de nosotros eso sería de nuevo.

### **III.7- Relatoría y Conclusiones. Ing. Gustavo Nouel. UCLA**

La asistencia estuvo alrededor de las 60 personas con una fuerte representación del sector productivo porque se busca la interacción con la academia desde la ciencia a la ingeniería responda. A través de redes que permitan lograr procesos productivos más eficientes.

#### ***Preguntas y comentarios***

1. Quiero agradecer al Señor Ramos por esas palabras, si nuestros ganaderos logran sintetizar las cosas fundamentales que aquí se dijeron creo que podemos ir por camino del desarrollo de la ganadería. Tendremos que ponernos de acuerdo con los términos al igual como paso con las palabras sustentabilidad y sostenibilidad. Lo importante es alcanzar un acuerdo conceptual y la regeneración de los ciclos biológicos naturales del ecosistema y no ve dificultad para aplicar el término regenerativa. Llama la atención sobre el marketing y las modas y decantando conocimiento hasta llegar a la práctica. Con el control de parásito queda demostrado que se va hacia ese tipo de ganadería y formas de producción. Entonces yo creo interesante lo planteado aquí y alertar sobre el tema de las modas y del absolutismo, creer que exclusivamente lo podemos hacer de determinada manera cuando los modelos pueden adaptarse tomando en cuenta la realidad de cada quien y en función de eso llegar hasta la planeación financiera. Importante el asunto del biotipo animal, el tema de la huella hídrica, el tema del carbono, el sumidero del carbono, la posibilidad de que los pastos puedan ayudarnos a solucionar el problema y la posibilidad de restituir la imagen de la ganadería y del consumo de carne, este como alimento inocuo. Tenemos que ir aterrizando sobre detalles de manejo para que el productor vea este concretamente y aquí se han dicho muchas cosas valiosas resaltar esos temas y la disponibilidad de la tecnología nos puede ayudar a tomar información para manejo de los pastos. Prof Fátima Urdaneta
2. Resalta lo que dio la profesora Fátima Urdaneta y lo dijo también José Rincón y Richard Ramos sobre las condiciones particulares de las unidades de producción y el manejo que se puede aplicar para tener esa ganadería llámese regenerativa o recuperación o el nombre que se le dé de acuerdo a lo que en algún momento intervengamos En conclusión no hay una receta que vamos a aplicar indiscriminadamente en todos los ambientes en todas las unidades productivas, sino que cada uno tiene una particular. Prof Rafael Galíndez
3. Hay planes nacionales estatales para agricultura y ganadería regenerativa?. En el gobierno no están planteados pero las instituciones como en el caso de agricultura generativa la UCLA, LUZ, Universidad Rómulo Gallegos, Universidad del Táchira. la fundación DANAC y la Fundación NATBIO están aplicando programas y capacitación de carácter

- público. Igual ocurre con la ganadería regenerativa a través impulsado por instituciones universitarias. Es evidente esta necesidad para la agricultura y la ganadería nacional y ue los institutos de investigación las universidades son claves. Prof Rafael Galindez
4. El componente animal es clave en los sistemas regenerativos. Muchas de los sistemas fracasan porque no hay el biotipo adecuado. Se inclina por las razas taurinas tropicales que incluye nuestras criollas, las sangas africanas, las razas compuestas que son mezclas entre razas europeas y angas como el cenepol y bos mara, entre otras. Las razas cebuinas sin bien son adaptados a condiciones tropicales tiene cuatro problemas principales: baja fertilidad, baja precocidad, temperamento difícil y baja calidad de la carne. Por estas razones no se recomiendan el ganado cebú en los sistemas regenerativos. Sin embargo, están las razas criollas sintéticas como el ganado Carora en alcanzado 70% de sangre de las razas europeas. En zonas bajas la participación de las razas europeas no debe pasar del 50% para asegurar en los animales la capacidad para consumir forrajes toscos. Prefiere el ganado Limonero. El tema del biotipo es fundamental para los sistemas regenerativos se debe trabajar con las razas criollas, sanga y machona para biotipos de mediano a pequeño. Ing. Leopoldo Viteri
5. La raza Carona está seleccionada para el bosque seco tropical y el bosque muy seco tropical, quien pretenda llevarse el calor afuera de ese ambiente está errado, y con todo y eso Si se logra hacer mestizaje de 50% de otra raza por ejemplo con el guserat o guara están generando una adaptación a zonas más húmedas pero el Carora es un animal con una condición corporal tremenda. En conclusión, el Ganado Carora es para zonas semi áridas y bosque seco tropical y de ahí para atrás cuando aumenta la humedad se manifiestan desventajas. Ing Gustavo Nouel
6. Es muy importante el fenómeno de la moda en la escogencia de la especie de pasto a sembrar. Es necesario considerar primero, la vocación agrícola y el análisis de suelos para determinar el forraje más adecuado por el contenido de materia seca, el valor nutricional y la calidad del pasto. En segundo lugar, el sistema de pastoreo, el principal el rotativo intensivo conlleva a mejorar la capacidad de carga en nuestro país fundamental para alcanzar los ODS 2030 y subsanar los problemas de alimentación del país y del mundo. Por otra parte, el sistema la rotación intensiva regenerativa ofrece las mayores ventajas para la el mantenimiento del medio ambiente mediante los forrajes densos y los bosques para evitar la desertificación. En la parte animal es la selección del biotipo formamos el ganado tipo Yaracal El talón de Aquiles de la parte de la reproducción es que no se usan los métodos de selección adecuados, la multiplicación de óvulos y obtención de óvulo y los trasplantes y reproducción in vitro y el semen sexado. Se requieren las inversiones por parte del Estado y el represamiento del conocimiento tenemos técnicos excelentes como ningún país sin embargo no llega al productor los resultados de las investigaciones. Ing. Bernardino López del Moral
7. Se destacó lo importante de la difusión y el apoyo que se requiere de parte del personal técnico para que la información llegue a los productores. Ing. Miguel Padrón
8. ¿Lo que queremos criar en el trópico animales europeos con tecnología y alimentación de países de primer mundo, cuando en realidad lo que tenemos son pastos de origen africano? La raza Carora fue formada con el amarillo de la quebrada de arriba y el pardo suizo ¿qué porcentaje tiene de pardo suizo? ¿Tengo entendido que lo están cruzando con cenepol con muy buenos resultados?  
Respuestas: El porcentaje de criollo es indefinido en un principio se hablaba que era cerca de un tercio, pero eso realmente no se sabe porque hubo varios refrescamientos con ganado pardo suizo. Pero el punto es que este ganado tiene una capacidad de respuesta en esas condiciones a pastoreo que son tremendas en la alimentación. comiendo leguminosa y pastos nativos. La otra parte de tu pregunta relacionada con los mestizos con cenepol, se está viendo una respuesta muy interesante sobre todo hacia la parte cárnica porque se mantiene dos carnes con grasa infiltrada, una capacidad o habilidad materna aumentada por la capacidad productiva.  
El Ganado Carora tiene dos características particulares que no tiene el Bos Taurus. Capacidad para consumir 10% más de materia seca y facultad para recuperar su capacidad productiva después de sufrir momento de estrés, lo cual carecen las razas europeas lecheras tradicionales. Ings Leopoldo Viteri y Gustavo Nouel
9. Propuso la recuperación de este material con Inteligencia artificial Este es un aspecto que todavía está débil en Venezuela. La Academia estamos muy preocupados por avanzar lo más rápidamente posible al desarrollo de esta de estos aspectos Vamos pues a llevarle esta inquietud a nuestras comisiones especializadas a ver si nos dan algún apoyo.  
Otro tema se relaciona con la tecnología del internet en todas partes de Venezuela existe la red mundial de satélites y en Venezuela existe disponibilidad para adquirir los kits necesarios para tener acceso a la red mundial de satélites que es independiente de los sistemas conocidos de acceso a internet. Esto también tenemos que investigarlo, conocerlo y tenemos que estar seguros de su funcionamiento.  
Por último, conoce si ¿Existen bancos de germoplasma del ganado criollo? Acad. Eduardo Buroz  
Respuesta: el ganado criollo se ha diluido mucho con el mestizaje a lo largo del tiempo, perdiendo mucho de los 500 años de adaptación que tuvimos por la entrada fundamentalmente de los cebuinos, Aunque hay algunos grupitos justamente de limonero y algunos parecidos a los ganados colombianos, pero lamentablemente Se ha perdido. Ing Gustavo Nouel
10. Experiencias de aplicación del sistema de pastoreo racional Voisin con excelentes resultados pero con solamente 2 o 3 casos divulgado. Por tres razones fundamentales: carencia de medios, toma de datos a nivel de finca. Propone la creación de un órgano de divulgación de resultados. Ing. Jesús José González
11. Tres puntos. Primero, colocar la grabación en YouTube. Segundo; apoyo a la idea del Ing. Del Moral de acercamiento a los alcaldes y solicitar la contratación de conexiones la empresa para un grupo experimental de 5 o 10

- ganaderos. La tercera, se dispone de un mestizo lechero para cruzar con la raza Carora y la gir lechera. De esta forma se introducen las ventajas que tiene el ganado Carora sobre una base de un animal que ya tiene cierta característica de resistencia a los ectoparásitos y son muy adaptados a climas cálidos más húmedos. Acad. Rafael Isidro Quevedo
12. Inteligencia artificial y digitalización: está en desarrollo una experiencia de digitalización de procesos productivos por profesores de la UCLA y la empresa privada. Se sistematiza información fundamental para la gobernanza relacionada con el financiamiento verde a través de modelos de simulación principalmente estudiando la variabilidad de precipitación estamos trabajando con índices como de temperatura humedad y por supuesto optando a sistematizar o principalmente a calibrar lo que son las mediciones de huella de carbono y la hídrica (Ing. Rafael J. Rodríguez)
13. Bancos de germoplasma de animales criollo: reafirma el poco efectivo del criollo limonero y la dilución que ha sufrido el criollo lanero que queda muy poco. Para los cerdos criollos el único sitio conocido que todavía mantienen cierta manera controlado es la reserva en Guárico de Masaguaral porque el resto de los Criollos hay muchísimo en Venezuela. Un estudio de la diversidad con genética molecular comprobó el origen de esos cerdos está relacionado con el cerdo ibérico sin embargo están dispersos en toda Venezuela. Ellos están sometidos a un proceso de cruzamiento indiscriminado fuerte con razas especializada que pueden diluirlo en algún momento.  
Biotipo animal: las modas acaban con todos los planes serios y de desarrollo al incluir elementos fuera de contexto. En Venezuela hay muchos ejemplos. Uno el del Ganado Carora diseñado para condiciones semiáridas y lo trasladan a los llanos con problemas a causa de la humedad. Esto por desconocimiento de los productores y por su inclinación a las modas. El caso de Yaracal los animales fueron desarrollados y generaron esos genotipos que son particularmente adaptados a esa zona, pero entonces llegan las modas y se traen otros animales y alteran la raza con genotipos que no están adaptados.  
En la actualidad es el caso del búfalo, lo que acarrea modificaciones al ambiente cuando se llevan los animales a sitios con condiciones climáticas diferentes cuando hay áreas inundables en Venezuela. Eso hay que difundirlo fuerte que sean los animales adaptados a las condiciones del lugar los que vamos a introducir. Es un tema para la Academia. Ing. Rafael Galíndez
14. Raza de Ganado Yaracal: Se creo bajo un convenio con el FONAIAP hoy INIA a partir de un trabajo de investigación impulsado por la asociación de ganadero con el apoyo de la agroindustria. La junta directiva con el objetivo de que no hubiera disgregación genética para evitar los riesgos e incertidumbre de la media sangre. Para garantizar la transmisión se decidió crear una raza con cinco octavos Holstein y tres octavos cebú para que no hubiera disgregación genética. Las vacas élites tienen una importancia particular para el logro de los objetivos. Se ofreció el contacto con el Alcalde de Yaracal. Ing. Bernardino López del Moral.
15. Ordenamiento territorial: invitación a trabajar en la Comisión de Agricultura integrada a la de Ordenamiento territorial para hacer el ordenamiento territorial de la ganadería en Venezuela incluyendo todas las especies comerciales. Un trabajo para determinar la relación agroecológica y los tipos de razas de ganado que deberían asentarse, adaptación por clima, carga, recurso forrajero y clasificación de la tierra por la carga animal.  
También tenemos la Comisión de Geomática y documentación que están trabajando en la organización de los sistemas de información geográfica referido a las distintas áreas de la ingeniería  
Reserva Masaguaral: sus recursos vienen de la estación de FUDESI en Amazonas. Es una fundación de la academia de ciencias físicas matemáticas y naturales la responsable de la separación y el control de estos animales de porcinos puros ibéricos.  
Proyecto Ganadero: no solamente las alcaldías sino el sector privado tiene que responder no solamente en lo que es la producción sino en los mecanismos de producción porque es la base a desarrollar en el futuro. Se observa en la transformación de la extensión agrícola a la asistencia técnica agrícola y como profesión
- La Academia puede organizar una presentación de este tipo para que conozcan el grado de avance que hemos logrado. Acad. Eduardo Buroz



## AGUA PARA LA PAZ, AGUA Y ENERGÍA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA: UN LLAMADO A LA ACCIÓN.

Viernes 22 de marzo de 2024

Eduardo BUROZ CASTILLO

Apreciados asistentes al Foro convocado por el CIDIAT – ULA, la Academia de Mérida y la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat para conmemorar el Día Mundial del Agua 2024. Desde cuatro años nos reunimos este día para reconocer que debemos trabajar sin desmayo y constancia para mantener en calidad, calidad y regularidad el vital líquido que nos sostiene a todos, es también un momento para reflexionar sobre los desafíos que enfrentamos para usar y mantener este recurso esencial.

Las Naciones Unidas propuso como tema central a considerar este año el *Agua para la Paz*:

Sin duda alguna, el agua es un elemento fundamental para la paz y la seguridad. La escasez de agua puede generar conflictos entre comunidades y países. El Tribunal de las Aguas de Valencia (España) es una institución milenaria destinada para dirimir conflictos por el agua entre regantes de los campos aledaños de esa ciudad. Venezuela exhibe curioso caso de una jurisdicción municipal binacional que resuelve los conflictos por el uso del agua del río Táchira. Es rica la historia de los tribunales de agua en la cultura hispánica, el Perú dispone de un Tribunal Nacional de Resolución de Conflictos Hídricos. Son ejemplos a escala nacional que resuelven problemas en comunidades. Pero dada la escasez de agua en múltiples países comienzan a presentarse conflictos en relación con usos transfronterizos, que puede alcanzar la indeseable circunstancia de una confrontación. Por ello es crucial promover la cooperación en la gestión de este recurso compartido. Un buen ejemplo es la Declaración de Belem del Tratado de Cooperación Académica que creó la Red Amazónica de Autoridades de Agua.

Es por estas razones que la Academia y el CIDIAT – ULA desde hace cuatro años realizan este Foro donde tratamos temas que contribuyen a resolver los conflictos de gestión de las aguas y donde, además, podemos mostrar como nuestro país continúa manteniendo el elevado nivel en planificación y gestión de las aguas alcanzado por el esfuerzo continuado de sus centros de investigación y formación de postgrado.

En el Foro de hoy se trató el tema del agua y la energía: La producción de energía también consume agua, bien sea para enfriamiento o por el compromiso temporal de volúmenes según el régimen de turbinación adoptado. Ante esas circunstancias debemos buscar formas de producir energía hidráulica de la manera más eficiente y sostenible, con un menor impacto en los ecosistemas hidráulicos.

También es conveniente y posible integrar a los sistemas hidráulicos sus propios sistemas de generación eléctrica. Dada la distribución hidrográfica de Venezuela y su ocupación territorial el próximo plan nacional de aprovechamiento de recursos hídricos deberá considerar la relación agua y energía tomando en cuenta, además, los procesos de descarbonización y conservación de la biodiversidad lo que amplía la complejidad del sistema a analizar.

Otro tema abordado fue la Inteligencia Artificial para la Gestión Integrada del Agua: La inteligencia artificial (IA) ofrece soluciones innovadoras para la administración de las aguas. La IA puede ayudarnos a:

- Optimizar el uso del agua: La IA puede analizar datos para identificar fugas en las redes de distribución, mejorar la eficiencia del riego y promover el uso responsable del agua.
- Predecir la demanda de agua: La IA puede predecir la demanda futura de agua y ayudar a las autoridades a tomar decisiones informadas sobre la gestión de los recursos hídricos.
- Detectar la contaminación del agua: La IA puede usarse para detectar la contaminación del agua en tiempo real y prevenir daños al medio ambiente y a la salud pública.

Es la hora de actuar. Todas las instituciones presentes tenemos un papel que jugar en la protección del agua.

Debemos valorar el ejemplo de las relaciones entre los países hispano, generando tecnologías acordes a las características culturales de estos pueblos, que nos fue mostrado durante el Foro. La Academia pone a la disposición del CIDIAT sus relaciones con Real Academia de Ingeniería de España y las Academias de Ingeniería Iberoamericanas para difundir y promover esfuerzos colaborativos como los mostrados hoy.

Tenemos el deber de desarrollar e implementar tecnologías sostenibles para la gestión del agua. El CIDIAT y la ULA nos ha mostrado el desarrollo de múltiples investigaciones novedosas, de gran interés nacional. La Academia pone a la disposición su Comisión Editora para publicar artículos y noticias técnicas arbitradas, pero también novedades académicas para divulgación no arbitrada. Asimismo, para editar las tesis mención publicación en formato libro.

Este evento tiene como propósito contribuir a concienciar a la población sobre la importancia del agua y la necesidad de usarla de manera responsable. En este Día Mundial del Agua, hacemos un compromiso con el agua para la paz, el agua y la

energía, y la gestión integrada del agua. Trabajando juntos para asegurar un futuro sostenible para todos.

Consideremos como podemos hacer algunas cosas sencillas demostrando que la suma de los pequeños esfuerzos puede generar efectos significativos. Ahorremos agua en el hogar. Demos apoyo a las organizaciones que trabajan en la gestión del agua, donándoles tiempo para proteger el agua y mejorar el acceso al recurso. En este sentido conviene destacar la importancia del trabajo voluntario y de la importancia de desarrollar los adecuados mecanismos gerenciales para fortalecer este tipo de trabajo. Divulguemos a nuestro entorno familiar, de amistades, de compañeros de trabajo, a nuestros

alumnos, temas como la escasez de agua, su contaminación y otras amenazas a este recurso esencial.

Compartamos el mensaje sobre la importancia del agua y la necesidad de protegerla. Promovamos la acción conjunta de los gobiernos, las empresas y la sociedad civil. Conciencia y divulgación hasta convencer. Juntos podemos hacer la diferencia. Demostremos nuestra convicción llamando a la acción a todos los componentes de nuestras comunidades, cada quien con su pequeño esfuerzo que la suma lo hace grande y efectivo.

**CONGRESO VENEZOLANO DE INGENIERÍA CIVIL 2024.**

Wagdi NAIME

**CONGRESO VENEZOLANO DE INGENIERÍA CIVIL 2024**  
*Ingeniería para construir el país del futuro*  
Caracas, 24 al 26 de abril de 2024

Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

**CONGRESO VENEZOLANO DE INGENIERÍA CIVIL 2024**

**PROGRAMA**

UCV LUZ UC Universidad Metropolitana UCLA

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO UNIVERSIDAD DE LOS ANDES VENEZUELA UNIVERSIDAD SANTA MARÍA

**MIÉRCOLES 24**

**Sesión de trabajo eje temático 1  
Sostenibilidad**

**Moderador:** Ing. Wagdi Naime, ANIH y UCV

**Relator:** Ing. Edson Martínez, UC

- 08:00 a 08:15 a.m. **Palabras de apertura:** Acad. Rafael Isidro Quevedo Camacho, presidente de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH)
- 08:15 a 09:00 a.m. **Ponencia principal 1:** La ingeniería civil como factor determinante para el desarrollo sostenible.  
**Expositor:** Ing. Carlos Rodríguez Álvarez. ANIH
- 09:00 a 09:15 a.m. **Preguntas y respuestas**
- 09:15 a 09:30 a.m. **Ponencia 1-1:** Ciudades inteligentes y regenerativas.  
**Expositor:** Acad. Alfredo Cilento-Sarli. UCV y ANIH
- 09:30 a 09:45 a.m. **Ponencia 1-2:** Análisis del comportamiento en desplazamientos no motorizados en las ciudades según la disponibilidad de espacio verde urbano. Caso de estudio Talca, capital de la región del Maule, Chile.  
**Expositor:** Ing. Wilmer Bueno-Silva. Universidad Católica, Chile
- 09:45 a 10:00 a.m. **Ponencia 1-3:** Reflexiones de la cosecha de agua de lluvia basado en un estudio de caso como alternativa a la crisis de suministro de agua.  
**Expositor:** Ing. Henry Blanco. UCAB y UCV
- 10:00 a 10:15 a.m. **Ponencia 1-4:** Factibilidad ambiental de las opciones de ruta del ferrocarril Cúa – San Juan de los Morros. Categoría ingeniería y costos.  
**Expositor:** Geog. Keissy Díaz. UCV
- 10:15 a 10:35 a.m. **Preguntas y respuestas**
- 10:35 a 10:50 a.m. **Ponencia 1-5:** Rehabilitación de la Presa Turimiquire. Historia reciente y propuesta de solución.  
**Expositor:** Ing. Pascual Perazzo. COVENPRE
- 10:50 a 11:05 a.m. **Ponencia 1-6:** Aprovechamiento de dos fuentes superficiales para mejorar por gravedad el sistema de abastecimiento de agua potable en los Municipios Plaza y Zamora del Estado Miranda.  
**Expositor:** Ing. Héctor Gutiérrez. USM
- 11:05 a 11:20 a.m. **Ponencia 1-7:** Implementación de sistemas de drenajes urbanos sostenibles como alternativa de regulación y control de inundaciones en la región metropolitana de Santiago (Chile).  
**Expositor:** Ing. Fernando Torres. UC y Universidad Autónoma de Chile
- 11:20 a 11:35 a.m. **Ponencia 1-8:** Ampliación del diseño de la propuesta metodológica óptima para la ubicación de puntos (pozos) de fuentes de agua subterránea con la implementación del estudio de vulnerabilidad o riesgo de contaminación presentes en Venezuela.  
**Expositor:** Lic. María Hernández. USM
- 11:35 a 12:00 a.m. **Preguntas y respuestas**



**JUEVES 25**

**Sesión de trabajo eje temático 2  
Tecnología e investigación**

**Moderadora:** Ing. María Eugenia Marante, UCLA

**Relator:** Ing. Alfredo Urich, UCV

- 08:00 a 08:15 a.m. **Palabras de apertura:** Ing. Julio Molina, decano Facultad de Ingeniería UCV, en representación de facultades de Ingeniería de las universidades públicas.
- 08:15 a 09:00 a.m. **Ponencia principal 2:** La Ingeniería civil y las tecnologías emergentes.  
**Expositores:** Acad. Carlos Genatios y Acad. Marianela Lafuente, ANIH
- 09:00 a 09:15 a.m. **Preguntas y respuestas**
- 09:15 a 09:30 a.m. **Ponencia 2-1:** Método de implementación de metodología BIM en pequeñas y medianas empresas de ingeniería y construcción.  
**Expositor:** Ing. Luis José Carrillo. IPM Aslan
- 09:30 a 09:45 a.m. **Ponencia 2-2:** Ensayos de corte directo bajo condiciones de rigidez constante para simular condiciones post-grouting en pilotes.  
**Expositor:** Ing. Álvaro Boiero. UCAB y Universidad Politécnica de Cataluña
- 09:45 a 10:00 a.m. **Ponencia 2-3:** Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada para la fabricación de concreto estructural.  
**Expositor:** Ing. Jorge González. UCV y FUNVISIS
- 10:00 a 10:15 a.m. **Ponencia 2-4:** Propuesta de reforzamiento de puentes de concreto mediante técnicas de pretensión exterior.  
**Expositor:** Ing. Ronald Torres. UCV
- 10:15 a 10:35 a.m. **Preguntas y respuestas**
- 10:35 a 10:50 a.m. **Ponencia 2-5:** Propuesta de una metodología para la evaluación rápida de daños en edificaciones.  
**Expositor:** Acad. Oscar Andrés López. UCV y ANIH
- 10:50 a 11:05 a.m. **Ponencia 2-6:** Estudio de conexiones a momento tipo end-plate en sistemas estructurales a momento con columnas tubulares HSS y vigas de alma abierta.  
**Expositor:** Ing. Eduardo Núñez. UCV
- 11:05 a 11:20 a.m. **Ponencia 2-7:** Evaluación estructural de los muros de la iglesia Inmaculada Concepción, de Pueblo Nuevo, municipio Falcón, estado Falcón.  
**Expositor:** Ing. Jose Morillo. UPTAG
- 11:20 a 11:35 a.m. **Ponencia 2-8:** Estudio de patrones de carga de análisis no lineal estático incremental en pórticos de concreto armado de estructuras regulares de baja y mediana altura y de estructuras regulares altas.  
**Expositor:** Ing. Ronald Torres. UCV
- 11:35 a 12:00 a.m. **Preguntas y respuestas**



**VIERNES 26**

**Sesión de trabajo eje temático 3  
Innovación, desarrollo y educación**

**Moderadora:** Ing. Claret Hernández de Tarre, LUZ

**Relatora:** Acad. Norly Belandria, ULA

- 08:00 a 08:15 a.m. **Palabras de apertura:** Ing. Doris Baptista Carrillo, decana Facultad de Ingeniería UNIMET, en representación de facultades de Ingeniería de las universidades privadas.
- 08:15 a 09:00 a.m. **Ponencia principal 3:** Desarrollo, innovación y educación tecnológica en la era digital.  
**Expositor:** Acad. Jonás A. Montilva C. ULA
- 09:00 a 09:15 a.m. **Preguntas y respuestas**
- 09:15 a 09:30 a.m. **Ponencia 3-1:** Una nueva estructura de las competencias profesionales específicas en el plan de estudios de ingeniería civil de la Universidad Católica Andrés Bello UCAB.  
**Expositor:** Ing. Henry Blanco. UCAB
- 09:30 a 09:45 a.m. **Ponencia 3-2:** Rediseño curricular por competencias de la carrera de ingeniería civil Universidad de Carabobo.  
**Expositor:** Ing. María Teresa Cruz. UC
- 09:45 a 10:00 a.m. **Ponencia 3-3:** Propuesta de mapa geotécnico con la integración de los estudios realizados en nueve municipios del estado Zulia.  
**Expositor:** Ing. Luis Fuenmayor. LUZ
- 10:00 a 10:15 a.m. **Ponencia 3-4:** Aspectos geotécnicos relevantes de los proyectos hidroeléctricos del bajo Caroní.  
**Expositor:** Ing. Pascual Perazzo. COVENPRE
- 10:15 a 10:35 a.m. **Preguntas y respuestas**
- 10:35 a 10:50 a.m. **Ponencia 3-5:** Dimensionamiento estructural de pilotes "in situ" con eurocódigos y comparativa con otros dimensionamientos tradicionales.  
**Expositor:** Ing. Álvaro Villarino Redondo. Universidad Politécnica de Madrid
- 10:50 a 11:05 a.m. **Ponencia 3-6:** Propuesta de curva carga-deformación no lineal para cimentación en losa pilotada.  
**Expositor:** Ing. Deiby Alejandro Camargo. Universidad Politécnica de Madrid
- 11:05 a 11:20 a.m. **Ponencia 3-7:** Jerarquización del riesgo de desastres por tramos de la línea vital vial de montaña del municipio El Jarillo del estado Miranda, mediante la evaluación de la susceptibilidad a escenarios potencialmente desastrosos.  
**Expositor:** Ing. Miguel Ángel Morales. UCV
- 11:20 a 11:35 a.m. **Ponencia 3-8:** El alud torrencial del 17/10/22 en el sector El Castaño, estado Aragua: ¿Qué podemos hacer para proteger a la población?  
**Expositor:** Acad. José Luis López. UCV y ANIH
- 11:35 a 12:00 a.m. **Preguntas y respuestas**
- 12:00 a 12:10 p.m. **Palabras de cierre:** Ing. Celia Herrera. Presidente del comité organizador. ANIH

Visite nuestra página web: [cvdic2024 \(google.com\)](http://cvdic2024.google.com)

Inscripciones gratuitas a través del siguiente link:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfXl\\_U7ITyiwE3daL3TA3vYf39BJ\\_mqEg73H5K\\_qi8WHAudw/viewform?usp=pp\\_url](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfXl_U7ITyiwE3daL3TA3vYf39BJ_mqEg73H5K_qi8WHAudw/viewform?usp=pp_url)

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

## ENTREVISTA RADIAL SOBRE “LA TRANSICIÓN A ENERGÍAS LIMPIAS Y EL EXTRACTIVISMO”

Noel MARIÑO PARDO<sup>1</sup>

### RESUMEN

El pasado 18/01/2024, en el programa “Puntos Cardinales”, conducido por Rafael Arriaz Lucca y Lila Vanorio, que se transmite por Circuitos Éxitos y la red nacional, se invitó al Dr. Kalep González y al autor del presente escrito, para conversar sobre la transición hacia las energías limpias y el extractivismo, que es un tema en boga debido a los efectos adversos del cambio climático a nivel mundial. Para ello, la comunidad internacional se ha planteado abandonar la producción de energía a partir de fuentes que emiten una gran cantidad de gases de efecto invernadero como los combustibles fósiles y utilizar energías como la hidroeléctrica, eólica, solar y mareomotriz, aprovechando esos recursos naturales capaces de renovarse ilimitadamente. En este orden de ideas, la transición hacia un sistema energético limpio conllevará un fuerte aumento de las necesidades de los minerales críticos, dependiendo de la tecnología a utilizar y el producto a construir. Es así que, en este contexto, entran en juego el litio, el cobalto, el níquel y el manganeso, por ejemplo. Además, estas necesidades minerales traerán como un requerimiento explícito, el aumento de la exploración geológica para satisfacer la demanda comercial para que no se conviertan en el cuello de botella del proceso de descarbonización.

### ABSTRACT

*Radio interview on “The Transition to Clean Energy and Extractivism”.*

Last 01/18/2024, in the program “Puntos Cardinales”, hosted by Rafael Arriaz Lucca and Lila Vanorio, which is broadcast on Circuitos Éxitos and the national network, Dr. Kalep González and the author of this writing were invited, to talk about the transition towards clean energy and extractivism, which is a topic in vogue due to the adverse effects of climate change worldwide. For that, the international community has considered abandoning energy production from sources that emit a large amount of greenhouse gases such as fossil fuels and use energies such as seawater, hydroelectric, wind, solar and tidal power, taking advantage of those natural resources capable of unlimited renewal. In this order of ideas, the transition towards a clean energy system will entail a sharp increase in the needs of critical minerals, depending on the technology to be used and the product to be built. In addition, these mineral needs will bring as an explicit requirement the increase in geological exploration to satisfy commercial demand so that they do not become the bottleneck of the decarbonization process.

*Palabras claves:* minerales críticos, energías limpias, cambio climático, tecnología, exploración geológica.

*Keywords:* critical minerals, clean energy, climate change, technology, geological exploration.

### INTRODUCCIÓN

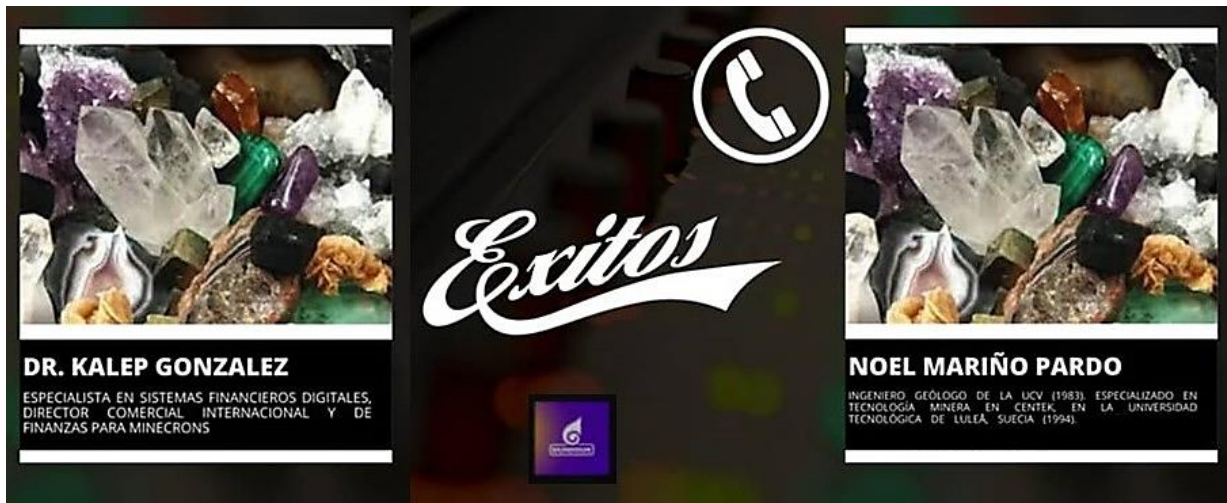
El 18 de enero de 2024, los locutores Rafael Arriaz Lucca y Lila Vanorio, conductores del programa Puntos Cardinales<sup>2</sup> (Figura 1), entrevistaron al Dr. Kalep González (KG), así como al suscrito (NMP) (Figura 2), sobre el tema titulado *Litio, cobalto, níquel, zinc... La transición a energías limpias y el extractivismo*.



**Figura 1** – Los locutores Rafael Arriaz Lucca (izquierda) y Lila Vanorio (derecha), conductores del programa “Puntos Cardinales”, quienes llevaron a cabo la entrevista a través del programa Puntos Cardinales, que se transmite por Circuitos Éxitos y la red nacional. Fuente: Mundour.

<sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> Es un “programa para explorar esos temas globales que siempre se convierten en obligados para desarrollar con los especialistas”, que se transmite por Circuitos Éxitos y la red nacional, de lunes a viernes, de 3 a 5 pm. Fuente: Mundour.



**Figura 2**– Los entrevistados, Dr. Kalep González y Noel Mariño Pardo, que participaron en el programa Puntos Cardinales el 18/01/2024, con una síntesis de sus adscripciones. Fuente: producción del programa “Puntos Cardinales”.

Antes de entrar en el contexto de la entrevista, se considera prudente definir un par de conceptos que son mencionados en el título del presente escrito:

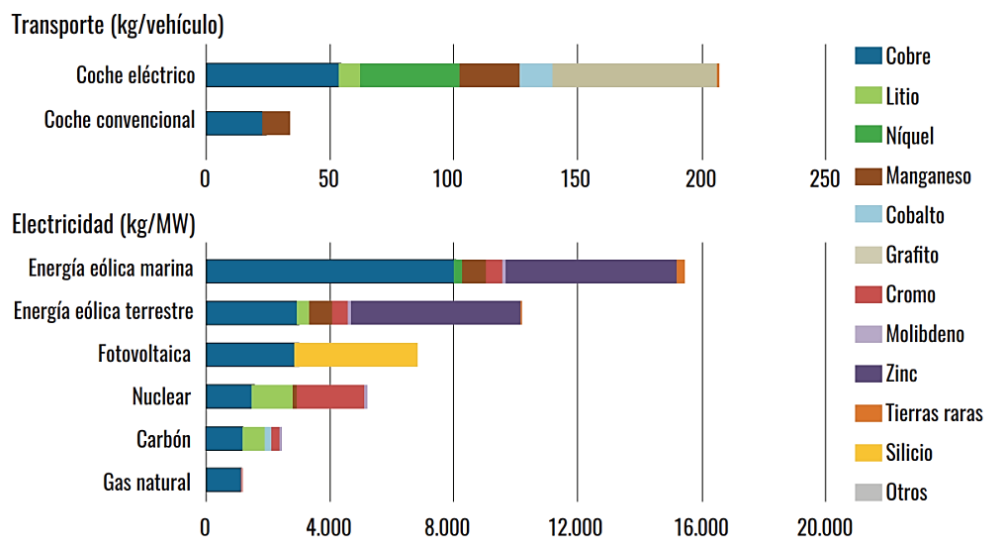
¿Qué es la transición a energías limpias? De acuerdo a Jawerth (2020), se define como “el proceso de transición a una energía limpia que supone abandonar la producción de energía a partir de fuentes que emiten una gran cantidad de gases de efecto invernadero, como los combustibles fósiles, y adoptar otras que emiten pocos gases de efecto invernadero o ninguno. Por ejemplo, las energías mareomotriz, hidroeléctrica, eólica y solar se encuentran entre estas fuentes limpias”, para así mitigar los efectos adversos del cambio climático.

El segundo concepto a considerar sería: ¿Qué es el extractivismo? En este orden de ideas, según Puyana (2017), “el extractivismo es un modelo de crecimiento económico basado en la primarización de las exportaciones o la venta al

exterior de recursos naturales poco transformados, como los obtenidos de la minería, la agricultura o el petróleo”.

### DESARROLLO DE LA ENTREVISTA

Antes de comenzar la entrevista, los presentadores leyeron la noticia donde se indica que “países como Estados Unidos se han propuesto que para el año 2050, la totalidad del parque automotor sea eléctrico, con el propósito de mitigar el impacto (de la huella de carbono) sobre el medio ambiente” y se enfatizó que “paradójicamente, la extracción de los minerales necesarios para la fabricación de las baterías de esos carros eléctricos tiene gran impacto ambiental”. Durante las investigaciones que se realizaron para esta entrevista, se ha localizado un gráfico (Figura 3) donde se documentan la cantidad actualizada de los principales minerales críticos utilizados en diversas tecnologías de energía limpia.



**Figura 3**– Cantidad de minerales críticos principales utilizados en la transición hacia energías limpias, dependiendo de su uso y el tipo de tecnología. Fuente: Agencia Internacional de la Energía (2023).

Se inició la ronda de preguntas con la siguiente interrogante: ¿El cobalto, el litio, el níquel, para hacer esas baterías tienen algún impacto ambiental? Comenzó KG indicando que: “si hay un impacto ambiental en la extracción, aunque con el avance de la tecnología pudiese disminuir ese impacto, no obstante, también pudiese significar mayores costos de extracción para las grandes mineras y estos costos se trasladan hacia el proceso de fabricación de las baterías”. Opina KG que se está buscando un balance entre la extracción y la fabricación de las baterías.

La siguiente pregunta fue más específica: ¿Cómo se puede hacer una extracción con menos impacto ambiental y en qué áreas del mundo se consiguen estos minerales críticos (para la transición)? Le tocó el turno a este autor, que prefirió comenzar sobre la definición de qué es la gran minería, en contraposición con la minería artesanal, para diseñar un hilo conductual. Esta última tiene un gran impacto ambiental en los lugares donde se extraen estos minerales críticos, en la mayoría de los casos para no generalizar y, por ende, es una fuerte contaminación de su entorno, sin disminuir la huella de carbono en su proceso precario porque se utilizan combustibles fósiles, entre otros causales. Esto ocasiona dudas sobre si la extracción de estos minerales críticos respeta las normas y protocolos ambientales para la transición energética, a fin de satisfacer los requerimientos de la tecnología del presente siglo. Se enfatizó que las grandes empresas mineras, por el contrario, tienen normas ambientales que cumplir, son objeto de fiscalización y regularización, se atañen a las “buenas prácticas mineras” y, en fin, son auditables, por lo que se adaptan a las leyes y normativas legales del país donde laboran.

Se continuó con la pregunta sobre: ¿Qué tan grande es este mercado y que representa para un país contar con depósitos con contengan estos minerales críticos? Y se insistió: ¿Dónde están? KG comenzó esta nueva serie de preguntas indicando que los minerales críticos se pueden localizar en África. Especificó que más del 70 % del cobalto viene de la República Democrática del Congo<sup>3</sup>, aunque ese país solo obtiene menos del 21 % de las ganancias, porque la extracción se rige todavía por procesos muy artesanales. Es su opinión, que está forma de explotación baja los costos, pero aumenta los impactos sociales y ambientales. Expone que, a nivel de Latinoamérica, se han reportado recursos de cobalto en Colombia y Brasil, principalmente.

Ante la siguiente inquietud: ¿Aparte de las baterías para los carros eléctricos, que otros usos tienen los minerales críticos? Sigue KG: Se pueden encontrar usos en la electrónica, la tecnología, en la industria aeroespacial, bioquímica e incluso, en los artefactos electrodomésticos.

En este punto de la conversación, los entrevistadores manifiestan que han observado una paradoja: “Mientras más grande la empresa minera, cumple mejor las reglas ecológicas y mientras más artesanal la extracción, mayor los daños”. Abrió esta sección NMP indicando que es así y se encuentran

ejemplos documentados en diversas zonas de la Guayana venezolana. Para complementar, se indicó donde están algunos de los depósitos de minerales críticos por explotar en Venezuela: Por ejemplo, cobre, en la zona de Las Claritas, estado Bolívar, que también es un yacimiento evaluado para oro. Para níquel, está la mina de Loma de Níquel, en Tiara, estado Miranda, aunque con reservas evaluadas, hoy día está paralizada. Para manganeso, se han reportado recursos en las cercanías de El Palmar, estado Bolívar, pero es necesario llevar a cabo una campaña de exploración, porque la minería de fácil acceso al manganeso ya agotó los recursos superficiales. Ante la pregunta obligada sobre litio, es importante señalar que entre el 56 % al 68 % de las reservas de este mineral crítico, para la fabricación de las baterías de los autos eléctricos, se ubican en el conocido “triángulo del litio”, localizado entre Chile, Bolivia y Argentina (Cabral, 2023) y, por otra lado, en Venezuela no se tienen áreas con recursos rentables de litio, hasta ahora.

## A MANERA DE CONCLUSIÓN

Aunque la limitación del tiempo de la entrevista no permitió realizar un cierre con conclusiones, es importante tener en cuenta que estas necesidades actuales de minerales críticos traerán como un requerimiento explícito, el aumento de la exploración geológica para satisfacer la demanda comercial, a fin de que el sistema energético impulsado por tecnologías de energía limpia no se conviertan en el cuello de botella del proceso de descarbonización y así contar con herramientas para mitigar los efectos adversos del cambio climático.

En definitiva, el sector minero será fundamental para el desarrollo de las energías renovables, a fin de construir con alto nivel de especialización y tecnología, las turbinas eólicas, los paneles solares, las turbinas de las presas hidroeléctricas e incluso, la infraestructura para el desarrollo de la energía geotérmica y la energía mareomotriz. Por ello, se requerirán de una diversidad de minerales entre los que se encuentran los críticos y hay que localizarlos manejando las “buenas prácticas mineras”.

## ENLACES

Si el lector desea más detalles sobre la entrevista, que tuvo una duración de 10 minutos, puede acceder a ella a través del enlace que se coloca a continuación: <https://www.youtube.com/watch?v=96z9LnDA130>

**Nota:** La entrevista completa de este tema se localiza entre los minutos 40:25 al 50:42 del video.

## REFERENCIAS

Agencia Internacional de la Energía 2023. *Minerales críticos en la transición hacia energías limpias*. Extracto en español del informe “*The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*”, publicado por la Agencia Internacional de la Energía en 2021.

<sup>3</sup> Un país con problemas de estabilidad y donde la producción del mineral se ha asociado con violaciones de derechos humanos y

problemas ambientales (Dirección Nacional de Promoción y Economía Minera, 2023; pág. 5).



- Enlace: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- Cabral, F. 2023. *Triángulo del litio: ¿cómo es la situación en la región?* LATFEM, 28/07/2023. Enlace: <https://latfem.org/triangulo-del-litio-como-es-la-situacion-en-la-region/#:~:text=El%20tri%C3%A1ngulo%20del%20litio%20est%C3%A1,natural%20en%20todo%20el%20mundo.>
- Jawerth, N. 2020. *¿Qué es la transición a una energía limpia y cómo encaja la energía nucleoelectrónica?* Vol. 61-3, 09/2020. Energía Internacional de Energía Atómica (IAEA). Enlace: <https://www.iaea.org/es/bulletin/que-es-la-transicion-a-una-energia-limpia-y-como-encaja-la-energia-nucleoelectrica>
- Puyana, A. 2017. *El retorno al extractivismo en América Latina. ¿Ruptura o profundización del modelo de economía liberal y por qué ahora?* Espiral (Guadalajara), vol.24, No.69 Guadalajara, may./ago. 2017. Enlace: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-05652017000200073#:~:text=Para%20la%20mayor%C3%ADa%20de%20autores,la%20agricultura%20o%20el%20petr%C3%B3leo.](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-05652017000200073#:~:text=Para%20la%20mayor%C3%ADa%20de%20autores,la%20agricultura%20o%20el%20petr%C3%B3leo.)
- Dirección Nacional de Promoción y Economía Minera. 2023. *Cobalto. Serie de estudios sobre mercados mineros.* Subsecretaría de Desarrollo Minero, Ministerio de Economía, Argentina, noviembre 2023. Enlace: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/noviembre\\_2023\\_-\\_mercado\\_del\\_cobalto.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/noviembre_2023_-_mercado_del_cobalto.pdf)

## LOS LIMITADOS DEPÓSITOS DE BAUXITA AL NORTE DE UPATA, ESTADO BOLÍVAR. Actualización, extracción en el pasado, remanentes y bohemita presente

Noel MARIÑO PARDO<sup>1</sup>

### RESUMEN

En la franja norte de Upata, municipio Piar del estado Bolívar, se localizan cinco depósitos limitados, pequeños y con escasos recursos de bauxita y caolín, situados sobre el tope de los cerros identificados de E-O como: El Toro, Mesa de La Carata, El Chorro, Copeyal y Algarrobo, donde tres de estos cerros: Mesa de La Carata, El Chorro y Copeyal se evidencian procesos extractivos de la bauxita hasta casi agotarlos. Esta bauxita tiene un alto contenido de hidróxido de aluminio tipo bohemita [AlO(OH)] y no puede ser procesada en la refinería de alúmina en Matanzas, Ciudad Guayana, por tanto, el residuo generado se comporta como lodo, por ello, se sugiere realizar pruebas piloto previas si se planea utilizarla. Se ha realizado una síntesis de la descripción de los perfiles y análisis elaborados por Lo Mónaco y López (2010), en los tres cerros mencionados, donde se observó evidencias de un origen poligenético, aunado a una naturaleza diagenética, por tanto, estos depósitos no tuvieron el mismo origen monogenético del yacimiento de bauxita de Los Pijiguaos. Como recomendación general, hace falta mucha más prospección y exploración geológica responsable y sistemática para confirmar el modelo geológico del remanente y determinar la cantidad porcentual de bohemita presente en estos depósitos.

### ABSTRACT

*Small bauxite deposits north of upata, bolívar state: update, extraction of the past, remnants and present bohemite.*

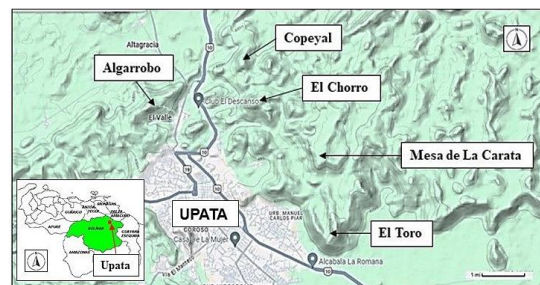
In the northern strip of Upata, Piar municipality of Bolívar State, there are five limited deposits, small and with scarce resources of bauxite and kaolin, located on the top of the identified hills E-W such as: El Toro, Mesa de La Carata, El Chorro, Copeyal and Algarrobo, where 3 of these hills: Mesa de La Carata, El Chorro and Copeyal are evidenced by extractive processes of the bauxite present there until they are almost exhausted. This bauxite has a high content of bohemite-type aluminum hydroxide [AlO(OH)] and cannot be processed in the alumina refinery in Matanzas, Ciudad Guayana, therefore, the waste generated behaves like sludge, therefore, it is suggested to carry out pilot tests if you plan to use it. A synthesis of the description of the profiles and analysis prepared by Lo Mónaco and López (2010) has been carried out in the three mentioned hills, where evidence of a polygenetic origin was observed, coupled with a diagenetic nature, therefore, These deposits did not have the same monogenetic origin as the Los Pijiguaos bauxite mine. As a general recommendation, much more responsible and systematic geological prospecting and exploration is needed to confirm the geological model of the remnant and determine the percentage amount of bohemite present in these deposits.

*Palabras claves:* bauxita, Upata, bohemita, gibbsita, origen poligenético, diagénesis, retrabajo.

*Keywords:* bauxite, Upata, bohemite, gibbsite, polygenetic origin, diagenesis, rework.

### INTRODUCCIÓN

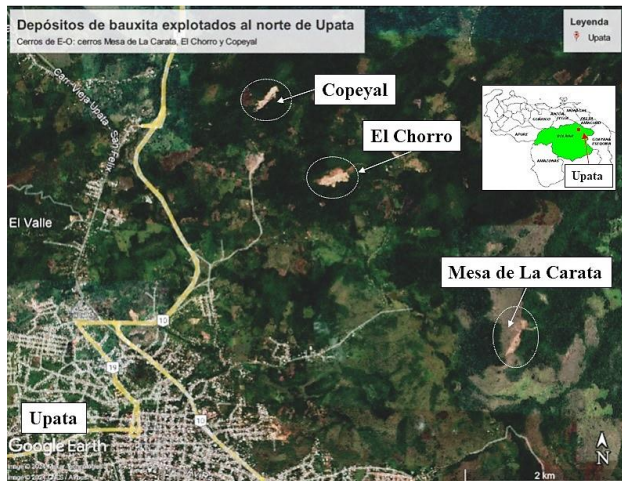
En una franja al norte de la población de Upata, capital del municipio Piar del estado Bolívar, Venezuela, se ubican 5 depósitos limitados, pequeños y con escasos recursos de bauxita y caolín, situados sobre el tope de los cerros identificados de E-O como (Figura 1): El Toro, Mesa de La Carata, El Chorro, Copeyal y Algarrobo (Freites *et al.*, 2013: 97).



**Figura 1**— Mapa de relieve con la ubicación de los cinco depósitos de bauxita que rodean la franja norte de la población de Upata, municipio Piar, estado Bolívar. Fuente: mapa base de Google Maps (2023).

<sup>1</sup>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

Este trabajo de investigación y recopilación de información, se presentó en las *Jornadas de Geología Minera*, auspiciado por la Sociedad Venezolana de Geólogos, se enfoca en tres de estos cerros: Mesa de La Carata, El Chorro y Copeyal (Figura 2), por presentar vestigios de un laboreo minero intenso para extraer bauxita, que los hace de interés para esta investigación y fue ejecutado hasta mediados de la década de los noventa del siglo pasado, por una empresa privada nacional dedicada a la producción de sulfato de aluminio  $[Al_2(SO_4)_3]$ , usado principalmente como “coagulante en plantas de potabilización y tratamiento de aguas residuales” (Bolívar, 2022).



**Figura 2** - Imagen satelital de la franja norte de la población de Upata (punto rojo en mapa regional) donde se detallan los depósitos previamente explotados y casi agotados de los cerros: Mesa de La Carata, El Chorro y Copeyal, con su denudación por acción antrópica con coloración marrón rojizo característico de zonas lateríticas. Fuente: mapa base de Google Earth (2022).

De acuerdo a Lo Mónaco y López (2010), “*existe cierta complejidad en los perfiles lateríticos que constituyen la parte más superficial de estos cerros y de los procesos que les dieron origen*”, así como de una limitación operativa por su alto contenido de hidróxido de aluminio por corresponder al mineral bohemita  $[AlO(OH)]$ . Esta información mineralógica deberá ser tomada en cuenta, si se desea extraerlos para alimentar la refinera de alumina en Matanzas, Ciudad Guayana, estado Bolívar, ya que ésta utiliza el Proceso Bayer de baja temperatura o Bayer Americano ([www.unioviado.es](http://www.unioviado.es), S/F), para producir alumina a partir de la bauxita rica en gibsita  $[Al(OH)_3]$ , proveniente del yacimiento de Los Pijiguaos, ubicado en el municipio Cedeño del estado Bolívar.

<sup>2</sup> Aunque en el trabajo original fueron definidos como “reservas”, este criterio no se ajusta a las consideraciones actuales definidos por el Código JORC (2012), que establece un conjunto de estándares, recomendaciones y guías para el reporte público de los *Resultados de Exploración de los Recursos Minerales o Reservas de Mena* y es usado por dos de las más grandes empresas mineras del grupo CVG.

<sup>3</sup> De enero a mayo de cada año.

El primero de estos depósitos descubiertos fue el cerro El Chorro, en mayo de 1951, “*a raíz de los levantamientos aeromagnetométricos realizados para la exploración de los depósitos de hierro en la zona*” (Perfetti, et al., 1951: 289). Entonces fue estudiado para conocer su potencial. Para ello, primero se determinó el perímetro del depósito, con sus espesores, computados a través de perfiles longitudinales y transversales. Con estos datos, los autores trabajaron con el “método de los perfiles o secciones”, que les permitió definir un espesor conservador de 20 m y, con los valores de densidad calculados, estimaron dos cifras para los posibles recursos inferidos<sup>2</sup>, donde este autor por definición ha escogido la menor, “*que representa alrededor de 547.500 m<sup>3</sup>, equivalentes a 1,25 kt de bauxita*” (Perfetti, et al., 1951: 292).

Estos cerros están enmarcados en el Complejo Imataca (Freites et al., 2013), con litología que consiste en gneises félsicos y máficos intercalados con capas de cuarcitas ferruginosas, granulitas y cuerpos delgados interestratificados de rocas graníticas (Lo Mónaco y López, 2010).

## DISCUSIONES

Ante la urgente necesidad de inventario de bauxita para mantener operando la planta de alumina de Matanzas, se hace necesario importar o buscar “otros” depósitos de bauxita que, debido al período de aguas bajas<sup>3</sup> del río Orinoco, que coincide con el verano tropical en el país, no se puede transportar desde la mina de Los Pijiguaos, primero, por el cierre anual del canal de navegación por bajo calado y segundo, por la distancia de 615 km por carretera<sup>4</sup>, que convierte esta operación en un traslado improductivo cuando se utilizan camiones. Por ello, se ha pensado en la posibilidad de utilizar tres de estos cerros cercanos a Upata, sin embargo, son depósitos muy pequeños<sup>5</sup> y están casi agotados por la extracción que fueron sometidos hace ya un par de décadas.

El tope de estos cerros ha sido afectado por fuertes procesos de lateritización y peneplanación, esta última correlacionable con la Superficie de Erosión Nuria, que oscila entre 500 y 600 m s. n. m.<sup>6</sup> (Yáñez, 1995) y es generadora de varios depósitos productivos de bauxita en el Escudo de Guayana (Mariño, 2023) como el yacimiento de Los Pijiguaos.

En el cerro Mesa de La Carata, Lo Mónaco y López (2010: 34) lo describen así: El tope del perfil se ha “inferido”, por la explotación intensa del sitio. “*Consiste en una coraza laterítica bauxítica pseudoesquelética a cavernosa, seguido por un horizonte con fragmentos redondeados (~ 50 cm) de laterita bauxítica embebidos a su*

<sup>4</sup> Recorrido que se realiza por un par de carreteras troncales angostas y con cierta dificultad. Primero por la Troncal 12 (170 km) y después del cruce de Caicara del Orinoco, la Troncal 19 (445 km).

<sup>5</sup> En los tres cerros amesetados lo extraído tiene forma elipsoidal, con una longitud entre 350 a 460 m y un ancho promedio entre 40-70 m.

<sup>6</sup> La forma correcta de abreviar la expresión metros sobre el nivel del mar es m s. n. m. (RAE).



vez en una coraza muy dura del mismo tipo, donde las pisolitas están en proceso de destrucción”. Un perfil característico de la zona basal de este cerro, es decir, del remanente de la explotación, se sintetiza en la Figura 3. Lo Mónaco y López (2010) concluyen que hay evidencias de la interacción de dos procesos: uno diagenético, “ya que la gibsita ha sufrido deshidratación para convertirse en bohemita y, por otra parte, hay indicios de retrabajo, por elementos texturales observados”.



**Figura 3**– Descripción concisa de la zona basal remanente en el cerro Mesa de La Carata, donde se observan claramente, la zona superior laterítica y la inferior, predominantemente arcillosa. Fuente: cortesía de CVG (2023).

En el cerro El Chorro, el perfil también surge de relaciones de campo por la intensa explotación efectuada. “Con unos 20 m de espesor, consiste en corazas bauxíticas de composición gibsítica y bohemítica” (Figura 4). De nuevo, Lo Mónaco y López (2010: 36) aseveran “la naturaleza compleja de estos perfiles, debido a las evidencias texturales y composicionales que permiten inferir la naturaleza retrabajada de estos materiales”.



**Figura 4**– Muestras de mano del duricrust de bauxita del cerro El Chorro con costra ferruginosa (izq.) y abundantes pisolitas equigranulares, de color blanco, con diámetro entre 0,5-0,6 mm, con contenido análogos de bohemita y gibsita. Fuente: colección de minerales del autor.

En cerro Copeyal, en un perfil de aproximadamente 50 m, producto de la explotación llevada a cabo, se observan fragmentos mayores con textura esponjosa a vesicular (hematita-goethita, cuarzo y gibsita, con trazas de caolinita, con bloques de cuarzo ferruginosa y

cuarzo (~ 20 cm) “flotando” en una matriz terrosa (cuarzo, caolinita y menor hematita). También, Lo Mónaco y López (2010: 35) describieron una estructura “tipo flama” en Cerro Copeyal, que este autor considera que es producto de un evento torrencial regional que se ha observado en otras partes del Escudo de Guayana, como en el cerro El Cume (municipio Padre Chien).

Como nota adicional, en el cerro El Toro, el perfil con contenido de bauxita en el tope se removió, para la conformación del terreno para instalar un conjunto de 12 antenas repetidoras y sus casetas.

## A MANERA DE CIERRE

El material bauxítico ubicado en los tres cerros descritos previamente presentan evidencias de estar altamente retrabajados y gran parte de la gibsita se ha transformado en bohemita. Por ello, Lo Mónaco y López (2010) afirman que “hay evidencias de un origen poligenético, aunado a una naturaleza diagenética”. En consecuencia, estos depósitos no tuvieron el mismo origen monogenético del yacimiento de Los Pijiguaos.

Por otra parte, como la bohemita no podrá extraerse en el proceso de digestión en la refinera de alúmina, pasará directamente a formar parte de los lodos (rojos), por tanto, se sugiere realizar pruebas piloto previas, para calcular la nueva relación de residuos generados, así como el consumo actualizado de bauxita durante el Proceso Bayer, que será mayor.

Como recomendación general, hace falta mucha más prospección y exploración geológica responsable y sistemática para confirmar el modelo geológico del remanente y la cantidad porcentual de bohemita presente en estos depósitos, que fueron explotados casi hasta agotarse y, lamentablemente, no se realizaron labores de cierre de mina y rehabilitación ambiental (Figura 5), a pesar que es normativa legal.



**Figura 5**– Imagen satelital de visión lateral del cerro El Chorro, donde se observa la denudación producto de las operaciones de extracción de bauxita, sin remediación ambiental, que genera erosión y aporta flujo de sedimentos a las quebradas de las laderas durante el período de lluvias. Fuente: Google Earth (2022).

## REFERENCIAS

- Anónimo. s/f. *La metalurgia del aluminio*. Universidad de Oviedo [Descarga 19/02/2024]. Enlace: [https://www.unioviedo.es/sid-met-mat/TECNOLOGIASIDEROMETALURGICA/La%20Metalurgia%20del%20Aluminio%20\(web\).pdf](https://www.unioviedo.es/sid-met-mat/TECNOLOGIASIDEROMETALURGICA/La%20Metalurgia%20del%20Aluminio%20(web).pdf)
- Bolívar G. 2022. *Sulfato de aluminio* [ $Al_2(SO_4)_3$ ]. Enlace: <https://www.lifeder.com/sulfato-de-aluminio/>
- Freites J., Paulo A. y Herrero J. 2013. Zonas potenciales de caolín en el estado Bolívar, Venezuela. *Geominas*, UDO, Ciudad Bolívar, 41(61).
- Lo Mónaco S. y López C. 2010. Estudio de perfiles de meteorización lateríticos de los alrededores de Upata, estado Bolívar. *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, 25(2): 29–39.
- Mariño N. 2023. Depósitos de bauxita en el Escudo de Guayana venezolana: actualización de los recursos inferidos y otras consideraciones geomineras. II Congreso Venezolano de Geociencias (marzo 2023). *Boletín Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, 58: 200-202. Enlace video: <https://www.youtube.com/watch?v=TA2ip11bVv0>
- Perfetti J. N., Márquez G. y Candiales J. L. 1951. Yacimiento de bauxita del cerro El Chorro, inmediaciones de Upata, estado Bolívar. *Boletín de Geología*, Ministerio de Minas e Hidrocarburos. 1(3): 289-294 + 4 mapas.
- Yáñez G. 1995. Bauxite on a planation surface in Venezuelan Guayana. En: *Geology and mineral deposits of the Venezuelan Guayana Shield*, US Geological Survey Bulletin, Rep. Bull. 2124: M1-M8.



## **CERRO IMPACTO.**

### **Una riqueza mineral inaccesible en el Escudo de Guayana, municipio Cedeño, estado Bolívar, Venezuela: Síntesis de su descubrimiento y exploración inicial**

Noel MARIÑO PARDO<sup>1</sup>

---

#### **RESUMEN**

La creciente demanda de minerales críticos ha reavivado el interés por conocer sobre las mineralizaciones presentes en Cerro Impacto, una expresión fisiográfica y estructural bien definida, ubicada en el municipio Cedeño del estado Bolívar que, por su aislamiento e inexistencia de vías de comunicación terrestre o fluvial, le ha rodeado un halo de desinformación. Cerro Impacto fue descubierto por el equipo de la División de Investigación Aplicada de CODESUR, en el último trimestre de 1971 e inmediatamente se planificaron las primeras campañas de exploración geológica. Sobre la base de las primeras observaciones de campo, los geólogos infirieron la existencia de un complejo de carbonatita en Cerro Impacto porque no observaron ni localizaron una exposición visible de material litológico por una gruesa recubierta laterítica, salvo un único afloramiento de baritina (BaSO<sub>4</sub>) masiva. Los resultados de la campaña de exploración evidenciaron enriquecimientos anómalos de niobio (Nb), bario (Ba) masivo y en forma de nódulos, estroncio (Sr), torio (Th), uranio (U), con presencia de tierras raras (REE): lantano (La), cerio (Ce) e itrio (Y). Ahora bien, como la reflexión es fuente del conocimiento, se invita a recapacitar sobre el potencial impacto de una minería en áreas remotas y ambientalmente sensibles, por estar en una zona selvática virgen, aunque se mantengan los protocolos de las buenas prácticas mineras.

#### **ABSTRACT**

*Cerro Impacto. An inaccessible mineral wealth in the Guayana Shield, Cedeño municipality, Bolívar state, Venezuela: Synthesis of its discovery and initial exploration.*

The growing demand for critical minerals has revived interest in knowing about the mineralizations present in Cerro Impacto, a well-defined physiographic and structural expression, located in the Cedeño municipality of Bolívar state that, due to its isolation and lack of land or river communication routes, a halo of misinformation has surrounded him. Cerro Impacto was discovered by the CODESUR Applied Research Division team in the last quarter of 1971 and the first geological exploration campaigns were immediately planned. Based on the first field observations, geologists inferred the existence of a carbonatite complex at Cerro Impacto because they did not observe or locate a visible exposure of lithological material by a thick lateritic coating, except for a single outcrop of massive barite (BaSO<sub>4</sub>). The results of the exploration campaign showed anomalous enrichments of niobium (Nb), barium (Ba) in massive and nodule form, strontium (Sr), thorium (Th), uranium (U), with the presence of rare earths (REE): lanthanum (La), cerium (Ce) and yttrium (Y). Now, as reflection is a source of knowledge, we invite you to reconsider the potential impact of mining in remote and environmentally sensitive areas, due to being in a virgin jungle area, even if the protocols of good mining practices are maintained.

---

*Palabras clave:* CODESUR, complejo de carbonatita, tierras raras, niobio, torio, Bosque Tropical Húmedo, biodiversidad.

*Keywords:* CODESUR, Carbonatite Complex, Rare Earths Elements, Thorium, Niobium, Humid Tropical Forest, Biodiversity

## **INTRODUCCIÓN**

Aprovechando la creciente demanda de minerales críticos, pero fundamentales para el desarrollo tecnológico, se ha despertado nuevamente un interés especial por conocer a fondo el depósito de Cerro Impacto, ubicado en el municipio Cedeño del estado Bolívar, enclavado en la mitad de la selva guayanesa, sin accesos fáciles y, por esa inaccesibilidad, le envuelve un halo de desinformación. Por ello, se realizó un

trabajo de recopilación y actualización, para proporcionar datos históricos relevantes, relatados en primera línea por sus protagonistas, pioneros de la exploración geológica de principios de la década de los setenta del siglo pasado. Con todos estos datos, este trabajo se presentó en las *X Jornadas Venezolanas de Historia de las Geociencias*, en el marco del 67 aniversario del Departamento de Minas, de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la UCV, Caracas, en diciembre 2023.

---

<sup>1</sup>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

En efecto, el descubrimiento del Cerro Impacto generó mucho entusiasmo entre la comunidad geocientífica en el último trimestre de 1971 y fue un trabajo de equipo llevado a cabo por la División de Investigación Aplicada de CODESUR<sup>2</sup>, programa que dependía del Ministerio de Obras Públicas (MOP), cuando el Ing. José Curiel era el ministro, durante la primera presidencia de Rafael Caldera (Duque, 2023).

Los geólogos Pablo Colvée (coordinador), J. L. Gamba y G. M. Portillo fueron los geólogos prospectores iniciales de la División de Investigación Aplicada de CODESUR (Duque, 2023). De hecho, “*como no había ninguna base topográfica de esta área geográfica tan grande y desconocida para ese entonces, los técnicos comprendieron que la forma más rápida para obtener información veraz era contratar una misión de radar aéreo de observación lateral (side-looking airborne radar o su acrónimo SLAR)*”<sup>3</sup> (Franco Urbani, *com. per.*, 12/02/2024). Durante la evaluación de esas imágenes a escala 1:250.000, y trabajando sobre el tercer mapa geológico preliminar de Amazonas de esa División, se seleccionaron áreas de interés geológico, tanto en el norte del estado Amazonas como en el sur del municipio Cedeño (distrito Cedeño para la época) del estado Bolívar (Colvée y Szczerban, 1991). Fue entonces cuando se localizó en cerro de curiosa morfología que destacaba del su entorno: “*Lo primero que llamó la atención de los investigadores fue su curiosa fisiografía que, en la imagen SLAR, se mostraba similar a un cráter y, al principio, se consideró que su origen pudiese ser producto de un impacto por un meteorito. De allí deriva su nombre de Cerro Impacto acuñado por el geólogo Pablo Colvée, que ha perdurado hasta la actualidad*” (Franco Urbani, *com. per.*, 17/11/2023).

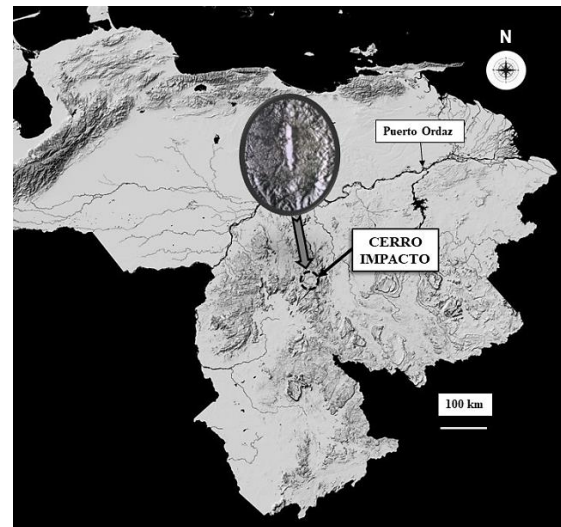
Con las imágenes de radar como base topográfica y, dado que para octubre de 1971, las condiciones meteorológicas habían mejorado en esas zonas de la selva guayanesa, CODESUR reanudó los programas de prospección radiométricas aéreas, que trajo una sorpresa: en el transcurso de los primeros vuelos, la medición de los equipos radiométricos se salieron de escala en dos zonas, lo que trajo como consecuencia que “*se descubrieran y localizaran la misma cantidad de anomalías: una en Cerro Danto, en la estribación norte de Parí Tepuy (norte del estado Amazonas), de actividad relativa y otra, de mayor importancia en Cerro Impacto*” (Gamba y Portillo, 1972).

Sin embargo, en marzo de 1972 por razones no técnicas, CODESUR cerró las labores de investigación en Cerro Impacto, para ser traspasadas al Ministerio de Minas e Hidrocarburos (MMH) y, en agosto de ese mismo año la Dirección de Geología del MMH inicia sus estudios de Cerro Impacto (Colvée y Szczerban, 1991). A continuación, los comentarios de uno de los integrantes pioneros en visitar Cerro Impacto: “*El MMH designó una comisión que visitó el sitio integrado*

*por Nesin Benaim, Emilio Herrero y Jean Pasquali. Las pocas muestras tomadas fueron analizadas en el MMH y el informe Benaim-Pasquali concluyó, por primera vez, que Cerro Impacto contenía una carbonatita meteorizada con una gran cobertura laterítica. Posteriormente, Ramón Sifontes fue nombrado jefe de la obra para continuar el estudio de Cerro Impacto*” (Jean Pasquali, *com. per.*, 28/09/2016). El MMH siguió el programa exploratorio hasta 1974, cuando cesaron las operaciones del “Grupo de Trabajo de Impacto” (GTI).

## LOCALIZACIÓN

Nada mejor que utilizar el escrito de Colvée y Szczerban (1991) para describir que Cerro Impacto se localiza al sur del municipio Cedeño (Figura 1), cercano a la frontera con el estado Amazonas. El relieve se presenta en forma alargada, en sentido norte sur, de casi 10 km de largo por 2 km de ancho y conformado por tres cerros: Cerro Norte, Cerro Sur y Cerro Impacto propiamente dicho, con alturas que oscilan entre 1.250 y 1.550 m s. n. m.<sup>4</sup>, embebidos en un valle ovalado de 15 km de diámetro, cuya altura promedio es de 1.000 m s. n. m. (Figura 2). El punto medio de esta expresión fisiográfica está localizada en las coordenadas 5° 50' de latitud norte y 65°13' de longitud oeste.

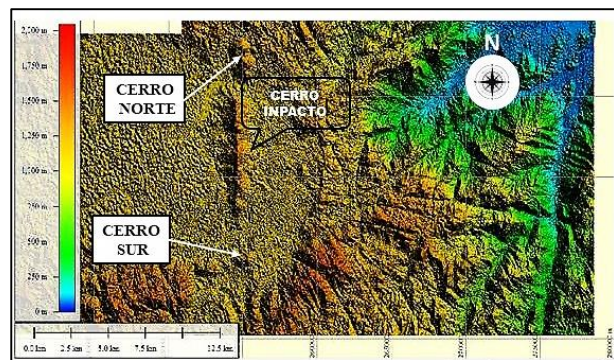


**Figura 1** - Ubicación general del Cerro Impacto en la Guayana Venezolana. Mapa base: Garrity, Hackley y Urbani, 2004.

<sup>2</sup> Recientemente, a través de las redes sociales, se ha observado que hay personas que se adjudican este descubrimiento, pero en épocas recientes, sin embargo, por medio de este trabajo, se documenta la labor de los pioneros en esta exploración geológica llevada a cabo hace más de 50 años.

<sup>3</sup> Es un radar de imágenes montado en un avión o en un satélite que apunta perpendicularmente a la dirección del vuelo. Funciona según el principio de emitir pulsos cortos de energía de microondas y registrar el reflejo de un área determinada del suelo.

<sup>4</sup> La forma correcta de abreviar la expresión metros sobre el nivel del mar es m s.n.m. (RAE).



**Figura 2** - Ortoimagen del complejo Cerro Impacto, donde se han identificado el Cerro Norte y el Cerro Sur, embebidos en un valle ovalado de 15 km de diámetro, procesada con programa Global Mapper - versión 12. Adaptado de Freites, 2013.

### CLIMA

Las mediciones preliminares de la pluviometría indicaron un promedio superior a los 3.600 mm/año, con registros puntuales de 10 a 12 horas diarias, con variaciones fuertes de temperaturas, que pueden llegar a 20° C, entre el día y la noche (Colvée y Szczerban, 1991). Por la presencia de elevados niveles de lluvia todo el año, sin estación seca propiamente dicha, el clima resulta propicio para el crecimiento de una abundante y densa vegetación, que se traduce en la formación de un típico Bosque Húmedo Tropical (Holdridge, 1967), con un crecimiento de una foresta exuberante (Figura 3), con árboles emergentes de hasta 60 m y altos niveles de biodiversidad.



**Figura 3** – Como el Bosque Tropical Húmedo (Holdridge, 1967) es de por sí, de difícil acceso, generalmente con condiciones climatológicas adversas, aunado a que Cerro Impacto está por encima de los mil metros de altura, fue necesario la apertura de varios helipuertos dentro la exuberante selva guayanesa para poder acceder a las zonas de prospección geológica, como se muestra en la gráfica, aunque no fue una tarea fácil. Para facilitar el movimiento del personal técnico, se construían en las cercanías de los campamentos base. 1972.

### ACCESO

Cerro Impacto se encuentra totalmente aislado, incluso hoy día. Los accesos fluviales son muy limitados e incluyen largas

caminatas y, por supuesto, no existe carretera alguna que lo comunique con centros poblados, por tanto, la única forma de llegarle en forma expedita es por helicóptero (Mariño, 2016). Durante la etapa prospección geológica (1971-1974), el acceso se realizaba desde San Juan de Manapiare, estado Amazonas, distante a 130 km al sur, en un vuelo que tardaba 45 minutos, si había buen tiempo (Colvée y Szczerban, 1991).

### GEOLOGÍA

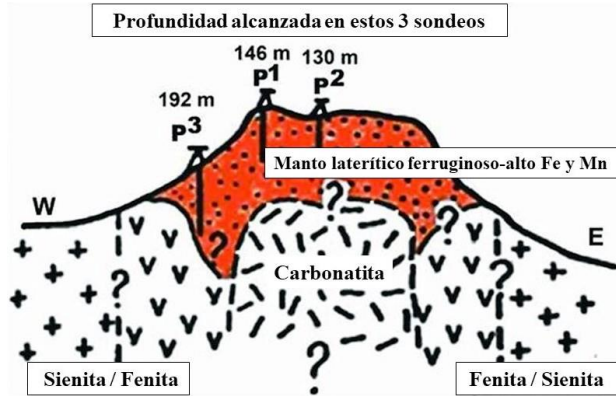
Luego de las primeras observaciones de campo y análisis, los geólogos infirieron la existencia de un complejo de carbonatita en Cerro Impacto porque no se observaron rocas aflorantes, “salvo un único afloramiento de rocas no lateríticas de baritina ( $BaSO_4$ ) masiva, de unos 3 m de alto y unos 10 m<sup>2</sup> de área en la base (Figura 4). Esta baritina es radiactiva y no sirve para barros de perforación petrolera” (Jean Pasquali, *com. per.*, 28/09/2016).



**Figura 4** – Un único afloramiento no laterítico de baritina ( $BaSO_4$ ) masiva en Cerro Impacto de 3 m de alto, con su escala gráfica. Observe la figura humana dentro del elipse amarilla, embebido dentro de la foresta tropical típica de la zona. Autor: cortesía de Jean Pasquali, 1972.

Ahora bien, aunque se realizaron perforaciones que atravesaron hasta 192 m del manto laterítico, no se alcanzó la roca fresca (Figura 5), pero lamentablemente, la información litológica de las muestras de las perforaciones profundas “se extraviaron” (Colvée y Szczerban, 1991). Por otra parte, Pasquali y Sifontes (2007) estiman un mínimo de 286 m de espesor. El alto contenido de minerales de fácil alteración presentes en las carbonatitas, hace posible una profunda laterización de estos cuerpos, sobre todo en climas tropicales. Para completar los estudios prospectivos, se realizó un protocolo de toma de muestras para su posterior análisis, que evidenciaron enriquecimientos anómalos de niobio (Nb), bario (Ba) masivo y en forma de nódulos, estroncio (Sr), torio (Th), uranio (U), con presencia de tierras raras (REE): lantano (La), cerio (Ce) e itrio (Y) (García y Aarden, 1977).





**Figura 5**– Sección transversal idealizada de Cerro Impacto, donde se señalan 3 de los pozos exploratorios (p1 a p3) con la profundidad reportada para cada uno, sin embargo, no lograron alcanzar la roca fresca por la presencia de una gruesa laterita ferruginosa, cuyo límite basal se desconoce. Fuente: Manrique (2019: 152).

### A MANERA DE CIERRE

En un futuro, Cerro Impacto será uno de los depósitos minerales más importantes a nivel mundial para la extracción de tierras raras, niobio y torio. De acuerdo a Manrique (2019: 152), “las lateritas están constituidas esencialmente por óxidos hidratados de Fe, Mn y Al. Se establecieron dos asociaciones geoquímicas respecto de elementos minoritarios: (1) Nb, Tb, Ti y Zn, con enriquecimientos erráticos de Pb, y (2) Ba, Ce y otras tierras raras: La, Nd, Sm, Y (Sifontes, 1975). Aarden et al. (1973) indican que la asociación de elementos de tierras raras (REE) en Cerro Impacto es principalmente de Ce, lo que indica que los elementos más abundantes en el depósito son los REE ligeros (Ce, La, Pr, Nd, Sm y Eu), lo que hace presumir la presencia de monacita”.

Sin embargo, hoy día, la factibilidad económica y minera está comprometida por su aislamiento, aunque se mantengan los protocolos de las buenas prácticas mineras, por tanto, hay que reflexionar sobre el impacto medio ambiental en una zona selvática virgen, ya que conllevaría a la intervención de una de las zonas más prístinas de todo el país y del planeta, con la consecuente colonización y deforestación a los márgenes de cualquier carretera que se construya.

Por otra parte, hay que considerar también que, en Brasil, está el caso de la mina de la *Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração* (CBMM) de niobio en Araxá, Minas Gerais (Figura 6), con buena infraestructura, servicios y vías de comunicación, que la hacen muy competitiva. Además, Brasil posee alrededor del 98 % de los depósitos de niobio en operación en todo el mundo, con reservas que suman 842 Mt (Figura 7), seguido por Canadá y Australia (Vasconcelos y Ramos, 2019). Una gran paradoja para nuestra geoeconomía nacional. Adicionalmente, en esta mina se han observado que las intrusiones alcalinas contienen torio y se encuentra asociado con pirocloro, como accesorio. En el análisis químico del pirocloro, que se presenta como pandaita (pirocloro de Ba), se determinó un promedio de 2,27 % de torianita o ThO<sub>2</sub> (Miyasaki, 2012).



**Figura 6**– Vista aérea de las operaciones mineras a cielo abierto para la extracción de niobio en Araxá, a cargo de la CBMM, Brasil y, actualmente, cuenta con la participación de capital privado chino. Fuente: <https://ejatlas.org/conflict/mayor-proyecto-de-explotacion-de-niobio-en-el-mundo-en-el-municipio-de-araxa-mg>



**Figura 7** - El niobio de la *Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração* (CBMM) en cifras. Fuente: Vasconcelos y Ramos, 2019.

De acuerdo a su proceso minero, CBMM luego la explotación del mineral, emplea su tecnología para extraer el niobio y así producir productos de ferroniobio. Como parte final del proceso, coloca el material estéril o que no pueda ser procesado en sus escombreras. Allí se encuentra el torio, en concentraciones mayores que aquellas de Cerro Impacto, esperando mejores tiempos y tecnología para su uso industrial, listo para ser procesado en un futuro no determinado.

Es por ello que, ante los constantes anuncios de la existencia de torio en Cerro Impacto, es importante recordar que el desarrollo del ciclo de combustible de torio se ralentizó hoy día, por la disponibilidad barata del uranio, que podría ayudar a un resurgimiento de la energía nuclear. Por otra parte, el uso del torio es una tecnología potencialmente viable, que podría garantizar el suministro de material fisible durante muchos siglos, sin embargo, se requieren todavía múltiples pruebas,

análisis, licencias y trabajos de calificación antes de que cualquier combustible de torio pueda entrar en servicio (Nuclear España, 2021).

## RECONOCIMIENTO

Se considera oportuno hacer un reconocimiento a los geólogos pioneros de los años 1971-1974: Colvée P., Gamba J. L., Szczerban E. y Portillo G. M. de CODESUR y, a Aarden H. M., Benaim N., Herrero J. E., Iturralde J. M., Motiska P., Navarro J., Pasquali J., y Sifontes R. del MMH, así como a todos aquellos que contribuyeron en ese proyecto.

## AGRADECIMIENTO

Al Dr. Jean Pasquali, por compartir sus testimonios como participante de primera línea en las exploraciones iniciales en Cerro Impacto y al Dr. Franco Urbani, como recopilador y editor de los trabajos relacionados con el descubrimiento de Cerro Impacto en el Boletín de Historia de las Ciencias Geológicas en Venezuela.

## ENLACE

Si el lector desea acceder al video pregrabado de la presentación y/o tener mayor información sobre el tema tratado, utilice el siguiente enlace:  
<https://youtu.be/EI4oWKrX2cc>

## REFERENCIAS

- Arden, H., Arozena, J., Moticska, P., Navarro, J., Pasquali, J. y Sifontes, R. 1973. *El complejo geológico del área del Impacto, distrito Cedeño, estado Bolívar, Venezuela*. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología. Informe Inédito, 53 p. y 4 láminas.
- Colvée P. y Szczerban E. 1991. *El Cerro Impacto, Edo. Bolívar. Revisión, evaluación e importancia económica*. Caracas, INFRASUR. Reproducido en: *Geos* (UCV, Caracas), 38: 117-118 + 242 p. en carpeta 71 del CD, 2005.
- Duque, N. 2023. *Mi experiencia en Cerro Impacto*. "Notas Geológicas de Venezuela". Enlace: <https://mariantoc.github.io/Resources/MiExperienciaEnEICerroImpacto.pdf>
- Freites, J. 2013. Depósitos aluviales y vetas de pegmatita con contenido de tantalio y niobio ("coltán") en la región de Aguamena-Parguaza, municipio Cedeño y depósitos de tierras raras asociados a la carbonatita del Cerro Impacto, estado Amazonas, Venezuela. *Revista Geominas*, 41(62): 159 – 170.
- Gamba, J. L. y Portillo, G. M. 1972. Historia del descubrimiento del yacimiento del Cerro Impacto, estado Bolívar. Reproducido en: *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela*, 42: 1 – 7, 1991-
- Garrity, C., Hackley, P., Urbani, F. 2004. *Digital shaded-relief map of Venezuela*. U.S. Geological survey, open file report 2004-1322. <http://pubs.usgs.gov/of/2004/1322>.

- García, V. y Aarden, H. M. 1977. *Análisis preliminar de correlaciones y agrupaciones geoquímicas en lateritas de Cerro Impacto, Estado Bolívar, Venezuela*. V Congr. Geol. Venez., Tomo III: 941-955, nov. 19-30, 1977.
- Holdridge, L. R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. En: *Ecología basada en zonas de vida*, 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982.
- Mariño, N. 2016. *Cerro Impacto: un tesoro guayanés*. Revista Commodities Venezolanas, sección Geociencia. Año 6, 19° Edición, dic/2016: 66-68.
- Manrique, J. 2019. *A case study on the application of UNFC to uranium, thorium and niobium resources of Venezuela*. En: *Application of the United Nations Framework Classification for Resources. Case studies*. ECE ENERGY SERIES No. 58, diciembre 2019: 148-158.
- Miyasaki, G.S. 2012. *Thorium Resources of Brazil Exploration History*. Interregional IAEA- CYTED- NECE Workshop "Recent Developments in Evaluation of Uranium and Thorium Resources". Lisboa, Portugal, octubre.  
[https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/ws\\_IAEA\\_CYTED\\_UNECE\\_Oct12\\_Lisbon/18\\_Miyasaki.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/ws_IAEA_CYTED_UNECE_Oct12_Lisbon/18_Miyasaki.pdf)
- Nuclear España [@OperadorNuclear] 01/10/2021. *Todo sobre el torio*. Alfredo García. Licencia de Operador de Reactor y Supervisor, Ingeniero de Telecomunicaciones, Licenciado en Comunicación Audiovisual y Divulgador Científico. Twitter. Enlace: <https://www.revistanuclear.es/divulgacion/todo-sobre-el-torio/>
- Pasquali, J. y Sifontes, R. 2007. Exploración de uranio en Venezuela. IX Congreso Geológico Venezolano, Universidad Central de Venezuela, *Geos* (UCV, Caracas), 39: 74-75.
- Sifontes, R. 1975. *Mineralización de torio, niobio y otros elementos en el Cerro Impacto*. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, División de Recursos Minerales, p. 10. *I Jornadas Venezolanas de Geología, Minería y Petróleo*, Maracaibo, Memorias, 8 p.
- Vasconcelos, Y. y Ramos, L. 2019. *El polémico niobio*. Pesquisa FAPESP, Nióbio\_277, Edição 2: 64-69. Enlace: <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/el-polemico-niobio-2/>

## OTROS TRABAJOS RELACIONADOS CON CERRO IMPACTO

Se ha considerado oportuno, compartir y recomendar como lectura, otros trabajos relacionados con Cerro Impacto, que fueron presentados y/o publicados por otros colegas durante el año 2023, a fin de complementar este trabajo.

- Greaves, E. 2023. Intentos de resucitar un depósito valioso: Cerro Impacto. Resumen presentado en el *II Congreso Venezolano de Geociencias*, UCV, Caracas, marzo 2023.
- Scherer, W. 2023. Carbón de Cerro Impacto. Primer y único carbón encontrado hasta la fecha en el Escudo de Guayana. En: *X Jornadas Venezolanas de Historia de las Geociencias*. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela*, 143: 75-91.



## MITOS Y REALIDADES SOBRE EL DEPÓSITO DE BAUXITA DE EL PALMAR, MUNICIPIO PADRE CHIEN, ESTADO BOLÍVAR. VENEZUELA

Noel MARIÑO PARDO<sup>1</sup>

### RESUMEN

Este trabajo proporciona datos históricos sobre la exploración geológica del depósito de bauxita de El Palmar, relatado a través de sus protagonistas. Se abordan temas como la evaluación de su potencial geomínero, datos inéditos sobre su calidad y extensión, su proximidad a la refinera de alúmina de CVG Bauxilum en Matanzas, proyectos, como la Ciudad del Aluminio El Palmar, así como su factibilidad de explotación y su ubicación con respecto a la Reserva Forestal Imataca, que es un área de bosques protegidos en el noreste de Venezuela. Se analizó el área prospectiva a través de imágenes obtenidas de satélites Spot, para valorar la respuesta espectral de la vegetación, los dominios geomorfológicos, las características de textura y la tonalidad para evaluar los posibles recursos inferidos de bauxita que se estimaron en 475 Mt, para el año 2009. Se hace énfasis en las necesarias campañas de prospección y exploración geológica en las áreas fuera de la Reserva Forestal Imataca, así como análisis de métodos de minería selectiva y geometalurgia, para determinar la mejor decisión de inversión para esta zona.

### ABSTRACT

*Myths and realities about the bauxite deposit of El Palmar, Padre Chien Municipality, Bolívar State. Venezuela*

This work provides historical data on the geological exploration of the El Palmar bauxite deposit, told through its protagonists. Topics are addressed such as the evaluation of its geo-mining potential, unpublished data on its quality and extension, its proximity to the CVG Bauxilum alumina refinery in Matanzas, projects, such as the El Palmar Aluminum City, as well as its exploitation feasibility and its location with respect to the Imataca Forest Reserve, which is an area of protected forests in northeastern Venezuela. The prospective area was evaluated through of images obtained from Spot satellites, to assess the spectral response of the vegetation, the geomorphological domains, the texture characteristics and the tonality to estimate the possible inferred bauxite resources that were estimated at 475 Mt, for 2009. Emphasis is placed on the necessary prospecting and geological exploration campaigns in areas outside the Imataca Forest Reserve, as well as analysis of selective mining and geometallurgy methods, to determine the best investment decision for this area.

*Palabras claves:* potencial geomínero, datos inéditos, calidad, extensión real, Reserva Forestal Imataca.

*Keywords:* geomining potential, unpublished data, quality, real extension, Imataca Forest Reserve.

### INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene el propósito de proporcionar datos históricos sobre la exploración geológica del depósito de bauxita de El Palmar, de 8.922 ha inicialmente, relatado a través de sus protagonistas. En este contexto, se abordan temas como la evaluación de su potencial geomínero, datos inéditos sobre su calidad y extensión, proyectos, como la Ciudad del Aluminio El Palmar, así como su factibilidad de explotación y su ubicación con respecto a la Reserva Forestal Imataca, que es un área de bosques protegidos en el noreste de Venezuela.

En efecto, se utilizó como referencias bibliográficas, un informe interno inédito de CVG Tecmin (1988) para CVG Bauxiven, así como varios trabajos publicados por este autor (Mariño, 2016, 2017a, 2017b y 2018) y el resultado se presentó

en dos eventos realizados a finales del año 2023, con dos versiones. El primero evento, en la versión corta<sup>2</sup>, se mostró como video pregrabado durante la celebración del *III Congreso de Ciencias Básicas y Aplicadas*, en la sede de la UNELLEZ, en la ciudad de San Carlos, estado Cojedes, en noviembre 2023 (Figura 1a), que coincidió con la graduación de la primera promoción de ingenieros de minas de esa universidad y, el segundo evento en versión extensa, se exhibió también en forma pregrabada, en las *Jornadas de Minería*, en el marco del 67 aniversario del Departamento de Minas (Figura 1b), de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la UCV, Caracas, en diciembre 2023 (Figura 2).

<sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> El tiempo fue estipulado por los organizadores de ambos eventos: 10 minutos para la versión corta y 40 minutos para la versión extensa.



**Figura 1**– 1a (arriba): Anuncio digital del III Congreso de Ciencias Básicas y Aplicadas, con las áreas temáticas que incluyó el tema sobre “minas”, celebrado entre el 15 y el 17 de noviembre del 2023, en la ciudad de San Carlos, capital del estado Cojedes. 1b (abajo): Logo conmemorativo de las Jornadas de Minería, en ocasión del 67 aniversario del Departamento de Minas, de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la UCV, Caracas.



**Figura 2**– Profesores y alumnos asistentes en forma presencial a las Jornadas 67 aniversario del Departamento de Minas, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, UCV, Caracas, con la imagen de Santa Bárbara, patrona de los mineros en primer plano, rodeada de algunas muestras geológicas. Fuente: cortesía de los organizadores.

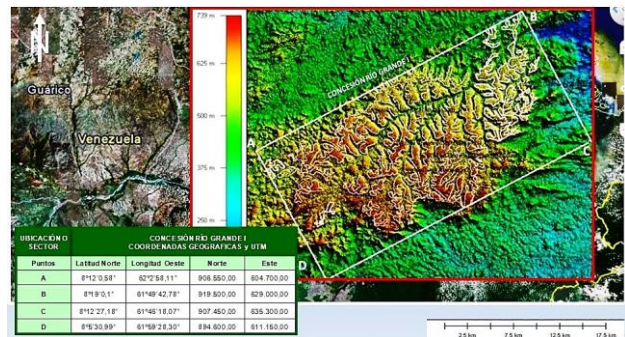
## CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO DE BAUXITA DE EL PALMAR

El citado depósito se encuentra en la zona de “bajo potencial”, en el contexto de los otros depósitos de bauxita detectados en la Región Guayana (Mariño, 2023) (Figura 3). Se ubica a unos 20 km al norte de la población de El Palmar, en la serranía de Paisapa, entre los municipios Padre Chien del estado Bolívar, principalmente y el municipio Antonio Díaz del estado Delta Amacuro. Su cercanía con Ciudad Guayana, que se ubica solo a unos 90 km al este, ha despertado el interés geocomercial de este potencial depósito desde que fue descubierto por el equipo exploratorio de CVG Tecmin en 1987, esfuerzo develado a través de las misiones de reconocimiento aéreo, usando las diversas técnicas de sensores remotos de la época, así como los necesarios trabajos de verificación de campo llevados a cabo.



**Figura 3**– Ubicación del depósito de bauxita de El Palmar (flecha blanca) en el estado Bolívar, en la zona definida por el autor como “zona de bajo potencial”, con baja alumina y alto hierro con respecto yacimiento bien estudiado de Los Pijiguaos, en el contexto de los otros depósitos de bauxita detectados en la Región Guayana. Sin escala. Fuente: Mariño (2023).

En el depósito de El Palmar se observan ciertas analogías con el depósito de bauxita de Los Pijiguaos, ubicado en el municipio Cedeño del mismo estado Bolívar, a saber: relieve de topes planos o *plateau*, altura entre los 600 y 700 m s.n.m. (Figura 4), alta pluviosidad del tipo monzónico y laterización profunda de la roca madre.



**Figura 4**– Geomorfología del depósito de bauxita de El Palmar, donde se han resaltado los contornos de lóbulos de buen potencial minero por encima de los 600 m s.n.m., equivalente a la superficie de erosión Nuria (Yáñez, 1995), enmarcado en la antigua concesión Río Grande I. Se indican las coordenadas geográficas de sus 4 vértices. Fuente: Pereira (2009).

A partir del año 1988, CVG Tecmin realizó algunos trabajos de exploración geológica en el depósito de bauxita de El Palmar, por contrato con CVG Bauxiven. Entre ellos se destacan: Tres calicatas excavadas y muestreadas (metro a metro) en los centros de lóbulos de mejor desarrollo, 89 pozos perforados con equipo Auger Drill y toma de muestras (metro

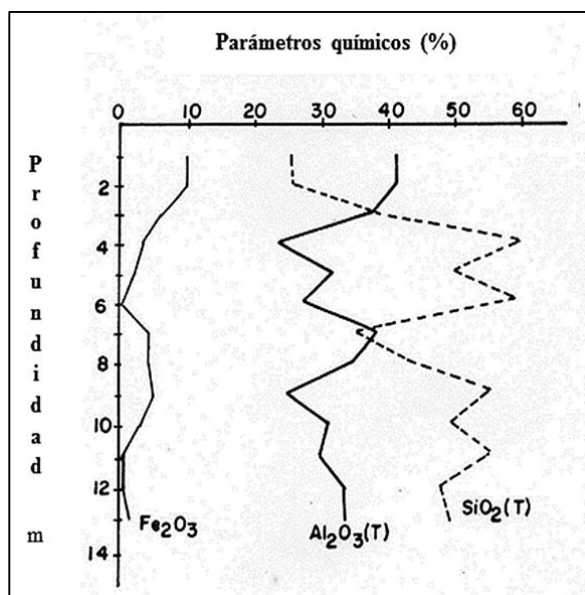
a metro), según norma CVG Bauxiven, ahora norma CVG Bauxilum. Se utilizó una malla regular de 250 x 250 m y todas las muestras recolectadas se enviaron al laboratorio de la mina en Los Pijiguaos, como ente contratante. Los resultados de las tres calicatas se muestran en la Tabla 1:

**Tabla 1** – Resultados promedio de los análisis químicos de los siguientes parámetros: sílice ( $Si_2O$ ), alúmina ( $Al_2O_3$ ), hierro ( $Fe_2O_3$ ), titanio ( $TiO_2$ ) y pérdida por ignición (PPI) y su acrónimo en inglés: LOI), de las tres calicatas muestreadas en el depósito de bauxita de El Palmar, con su profundidad alcanzada. Fuente: modificado de CVG Tecmin (1988) en Mariño (2017a).

| Calicata N° | Profundidad (m) | $SiO_2$ (%) | $Al_2O_3$ (%) | $Fe_2O_3$ (%) | $TiO_2$ (%) | PPI (LOI) |
|-------------|-----------------|-------------|---------------|---------------|-------------|-----------|
| 1           | 8               | 23,6        | 34,8          | 14,5          | 1,35        | 17,4      |
| 2           | 8               | 17,4        | 49,9          | 7,2           | 1,14        | 24,8      |
| 3           | 7,5             | 35,3        | 36,8          | 6,6           | 1,04        | 19,6      |

Un perfil laterítico “típico” del depósito de El Palmar (de tope a base) está conformado de la siguiente forma: Una cobertura vegetal no mayor de 50 cm, inmediatamente se observa la existencia de un recubrimiento laterítico de 2 a 3 metros de espesor, con muy baja alúmina y alto porcentaje de sílice. Luego infrayacente, una capa típica de bauxita pisolítica<sup>3</sup>, de 4 a 5 m de espesor, con intercalaciones de capas delgadas duras, con un promedio de alúmina de 42%, aunque con un alto contenido de sílice. Esta zona media se pudiese considerar como mena de bauxita. Finalmente, en la base del perfil se localiza una arcilla con alto contenido de sílice (> 48 %), que se puede considerar como material estéril.

En definitiva, para explotar depósitos de bauxita con baja calidad de alúmina y alto contenido de sílice (Figura 5), es decir, con menores leyes que el yacimiento de Los Pijiguaos, es necesario llevar a cabo una adecuada prospección geológica para estimar los recursos minerales presentes de manera responsable, por medio de una economía de escala<sup>4</sup>, para tener las bases para una buena planificación de mina y así, poder adecuarse a una clasificación de minerales (*ore sorting*) a través de tecnologías que permitan generar una minería selectiva eficiente y rentable.



**Figura 5** - Variación de los parámetros químicos de hierro ( $Fe_2O_3$ ), alúmina total ( $Al_2O_3 t$ ) y sílice total ( $SiO_2 t$ ) vs la profundidad (m), en las 3 calicatas excavadas en el depósito de bauxita de El Palmar.

Fuente: CVG Tecmin (1988).

Para la primera década del siglo XXI, se reanudaron las investigaciones y actualizaciones de los posibles depósitos de bauxita reportados para la Región Guayana, que fueron auspiciados por CVG Bauxilum, a través de sus profesionales y llevados a cabo por bachilleres de las carreras de geología e ingeniería geológica de la Universidad de Oriente (UDO), por medio de trabajos de grado supervisados. De esta forma, aprovechando los adelantos tecnológicos en imágenes

<sup>3</sup> Pisolita: concreciones redondeadas de tamaño de una arveja ( $\leq 5mm$ ).

<sup>4</sup> Cuando se requiere una mayor extracción, movimiento de equipos y procesamiento de material por tonelada de mineral (relación

estéril/mena), obligan a una clasificación temprana de materiales, es decir, una minería selectiva.



utilizando satélites Spot<sup>5</sup>, se evaluó la respuesta espectral de la vegetación, los dominios geomorfológicos, las características de textura y la tonalidad, para estimar los posibles recursos inferidos de bauxita a nivel regional. Esto dio como resultado, que los recursos minerales de bauxita actualizados para el depósito de bauxita de El Palmar fueran calculados en 475 Mt, para un espesor conservador de 4 m (Pereira, 2009).

## LA RESERVA FORESTAL IMATAKA

De acuerdo a lo plasmado por Lozada *et al.* (2011), la Reserva Forestal Imataka (RFI) es un extenso territorio protegido, con gran diversidad de comunidades boscosas productoras de maderas comerciales, creada el 09/02/1961 y publicada en la *Gaceta Oficial* N° 27.044. Abarca administrativamente parte de los estados Bolívar y Delta Amacuro (Figura 6), con una superficie de 3,8 millones de ha (38 mil km<sup>2</sup>), donde más del 80% posee cobertura de foresta, sin embargo, los suelos son ácidos, muy lixiviados, de muy baja capacidad de intercambio catiónico. Según el Sistema de Holdridge, esta reserva pertenece al Bosque Húmedo Tropical (Ewel *et al.*, 1976).

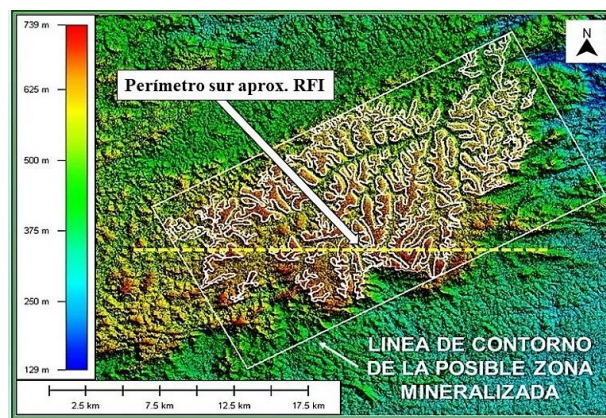


**Figura 6** – Ubicación relativa de la Reserva Forestal Imataka (RFI), localizada entre los estados Bolívar y Delta Amacuro, con las coordenadas UTM que la enmarcan, donde se ha señalado con una elipse roja el borde limitrofe que se ubica al norte del poblado de El Palmar, en el municipio Padre Chien. Fuente: mapa base tomado de @AntroCanal (2024).

Aunque la protección de la RFI debe ser una tarea prioritaria para todos los venezolanos, las actividades productivas tales como la agricultura, la ganadería, los desarrollos urbanísticos, la expansión industrial y, por supuesto, la minería del oro, son factores que impactan negativamente en la diversidad biológica de esta reserva. Lozada y Arends (2000) señalan que la extracción ilegal de oro genera graves impactos en la RFI, como deforestación, la destrucción de sus bosques y ríos, con generación de sedimentos, así como la grave contaminación por la utilización del mercurio, aunque está prohibido su uso, tenencia, almacenamiento y transporte para la obtención de oro, según el Decreto No. 2412, de fecha 05/08/2016.

Ahora bien, el lector se preguntará la razón de la insistencia del suscrito en la RFI. En primera instancia, porque es un área

que se debe proteger por concentrar una de las biodiversidades más rica y variada de Sudamérica. En segundo término, porque la mayor parte del depósito de bauxita de El Palmar está dentro de sus límites. Efectivamente, al norte de la población de El Palmar se encuentra uno de los límites que, en forma de línea recta E-O, secciona el depósito de bauxita de El Palmar, reduciendo significativamente el área prospectiva (Figura 7).



**Figura 7** – Líneas de contorno de la zona mineralizada con bauxita (color blanco), obtenidas mediante la interpretación de la imagen Spot de la zona, donde se ha señalado con una línea segmentada amarilla, en dirección E-O, el límite aproximado de la RFI en el municipio Padre Chien. Fuente: modificado de Pereira (2009).

## PROYECTOS PARA EL PALMAR

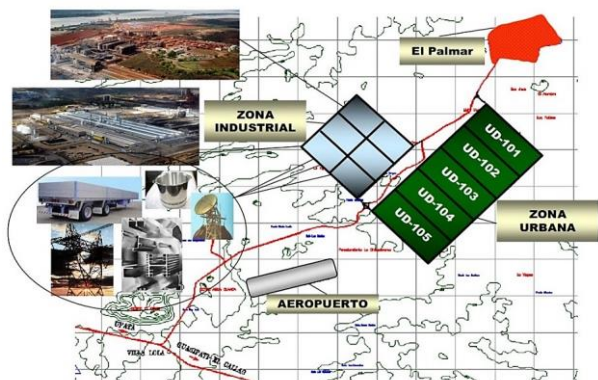
Como datos históricos y geográficos, El Palmar se fundó el 29/09/1746 y se erigió como la capital del municipio Padre Chien el 29/09/1995. Consta solo con 3.000 habitantes, según el censo del 2011<sup>6</sup> y posee un clima típico de sabana (entre 20° a 35°C), que les permite a sus pobladores ejercitar su principal base económica que es su potencial agropecuario, que incluye producir quesos de excelente calidad, que trasladan regularmente a Ciudad Guayana y Ciudad Bolívar.

Es importante señalar que el proyecto industrial “la ciudad del aluminio de El Palmar” (Figura 8), reúne todos los recursos necesarios para transformar una región de vocación agraria en industrial, “concebida para ser construida sobre un área de aproximadamente 13.500 ha y orientado principalmente a desarrollar económicamente el sector aluminio, desde la explotación de la bauxita hasta la transformación del aluminio, que contará además con un aeropuerto ubicado estratégicamente, a una distancia aproximada de 4 km de la zona industrial” (Mariño, 2018). Este proyecto fue diseñado por el equipo de Investigación y Desarrollo de CVG Venalum (Imery, 2017) para un futuro próximo, “a fin de aprovechar el potencial de Venezuela para la producción de aluminio”, aunque siempre entrelazado con los resultados de una exploración geológica responsable en el depósito, aunado a la necesaria valoración técnica-económica que pudiese determinar con

<sup>5</sup> Los satélites Spot (*Satellite Pour l'Observation de la Terre* o Satélite Para la Observación de la Tierra) son una serie de satélites de teledetección civiles de observación del suelo terrestre.

<sup>6</sup> XIV Censo Nacional de Población y Vivienda (2011), aunque ya desfasado, por la diáspora sufrida por el país los años siguientes y la migración interna.

exactitud, cuántos recursos de bauxita que pudiesen ser explotados comercialmente y que, además, estuviesen fuera de la RFI, que tiene restricción para cualquier tipo de minería.



**Figura 8** - Proyecto futurista para la "ciudad del aluminio de El Palmar", con la distribución de los espacios para las plantas industriales, zonas de servicio y centro urbano, sin dejar de lado la vocación agroindustrial. Fuente: Imery (2017).

## CONCLUSIONES

Las características geomorfológicas observadas en el depósito de bauxita de El Palmar permiten concluir que es análogo a los patrones de tipo meseta (plateau) del yacimiento de bauxita Los Pijiguaos.

Inicialmente se identificó un área potencial de 8.922 ha con buenas perspectivas de exploración para bauxita.

En el perfil vertical se observaron tres zonas de mineralización bien definidas. La zona media podría considerarse como mena, aunque con valores medios a bajos de alúmina total y altos en sílice.

En las investigaciones llevadas a cabo en la primera década de este siglo, se evaluó a través de satélites Spot, la respuesta espectral de la vegetación, los dominios geomorfológicos, las características de textura y la tonalidad para estimar los posibles recursos inferidos de bauxita.

Para la cuantificación de los recursos minerales para el depósito de El Palmar, se eligió una profundidad conservadora de 4 m. De esta forma, los resultados de las estimaciones de los recursos inferidos de bauxita fueron de 475 Mt, para el año 2009.

El depósito de bauxita de El Palmar tiene una ubicación geográfica favorable debido a su proximidad a la refinera de alúmina de CVG Bauxilum en Matanzas, Ciudad Guayana, a solo 90 km al noroeste.

Sin embargo, las limitaciones legales y medioambientales, por ocupar gran parte de la Reserva Forestal Imataca, así como la calidad de la bauxita, limitan el desarrollo rentable del proyecto en el corto plazo.

De todas formas, es necesaria realizar campañas de prospección y exploración geológica en las áreas fuera de la Reserva Forestal Imataca, así como análisis de métodos de minería selectiva y geometalurgia, para determinar la mejor decisión de inversión para esta zona.

Como complemento, ya se cuenta con el diseño de ingeniería básica del proyecto de la ciudad del aluminio de El Palmar.

Para los interesados en los videos pregrabados, hay dos versiones:

Enlace versión corta (10'): <https://youtube.com/@IIICongresoPCBA?si=16oFKlm7KHNA mGo8>

Enlace versión extensa (40'): [https://youtu.be/sFkHF\\_B139Y](https://youtu.be/sFkHF_B139Y)

## REFERENCIAS

- CVG Tecmin 1988. *Informe preliminar sobre la evaluación del depósito de bauxita de El Palmar*. Informe interno preparado para CVG Bauxilum, inédito.
- Ewel J, Madriz A. y Tosi J. 1976. *Zonas de vida de Venezuela*. Ministerio de Agricultura y Cría, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas, Venezuela.
- Imery J. 2017. *Ciudad del Aluminio El Palmar* (septiembre 01, 2017). Enlace: <https://jesusimery.blogspot.com/2017/09/ciudad-del-aluminio-el-palmar-necesidad.html>
- Lozada J. y Arends E. 2000. *Aspectos ambientales de los diferentes tipos de minería de oro, desarrollados en la Reserva Forestal Imataca*. Revista Forestal Latinoamericana 15 (27): 81-99.
- Lozada J., Guevara J., Hernández C., Soriano P. y Costa M. 2011. Los bosques de la zona central de la Reserva Forestal Imataca, estado Bolívar, Venezuela. *BioLlania*, Ed. Esp. 10: 47-62, 2011.
- Mariño, N. 2016. Historia, recursos minerales y métodos de explotación en la mina de bauxita de Los Pijiguaos, municipio Cedeño, estado Bolívar, Venezuela. Propuestas para el incremento de la producción, a corto plazo. Gestión ambiental. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, 35: 534 – 646. Enlace: [http://www.acading.org.ve/info/publicaciones/boletines/pubdocs/BOLETIN\\_35.pdf](http://www.acading.org.ve/info/publicaciones/boletines/pubdocs/BOLETIN_35.pdf)
- Mariño, N. 2017a. Yacimiento de bauxita de El Palmar. *Revista Commodities Venezolanas*, sección Geociencia. 6(20): 50 – 53.
- Mariño, N. 2017b. The El Palmar Bauxite Deposit. *Boletín Academia de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, 36: 658 – 667. Enlace: [http://www.acading.org.ve/info/publicaciones/boletines/pubdocs/BOLETIN\\_36.pdf](http://www.acading.org.ve/info/publicaciones/boletines/pubdocs/BOLETIN_36.pdf)
- Mariño, N. 2018. Ciudad del aluminio de El Palmar. *Revista Commodities Venezolanas*, sección Geociencia. 6(22): 46-49.
- Mariño, N. 2023. *Depósitos de bauxita en el Escudo de Guayana venezolana: actualización de los recursos inferidos y otras consideraciones geomíneras*. Charla magistral en II Congreso Venezolano de



- Geociencias (marzo 2023). *Boletín Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, 58: 200-202. Enlace video: <https://www.youtube.com/watch?v=TA2ipl1bVv0>
- Mi Mapa de Venezuela incluye nuestro Esequibo [AntroCanal] (2024, 02 febrero). #UnDiaComoHoy #2Feb 1961 El presidente Rómulo Betancourt decreta la Reserva Forestal de Imataca, en la Guayana venezolana. [Tweet] <https://twitter.com/AntroCanal>
- Pereira M. 2009. *Evaluación de las áreas potenciales en reservas de bauxita en la concesión Río Grande I en El Palmar, municipio Padre Chien, estado Bolívar, Venezuela*. Núcleo Bolívar, UDO. Trabajo Especial de Grado. Informe inédito.
- Yáñez, P.G., 1995. *Bauxite on a planation surface in Venezuelan Guayana*. En: *Geology and mineral deposits of the Venezuelan Guayana Shield*, Rep. Bull. Num. 2.124. US Geological Survey Bulletin: M1-M8

## ALGUNAS CUEVAS DE LA COSTA CENTRAL Y SUR DE CHILE: UNA CONTRIBUCIÓN AL INVENTARIO ESPELEOLÓGICO <sup>1</sup>

Franco URBANI PATAT <sup>2</sup>

### RESUMEN

Dada la escasez de cuerpos de caliza, Chile es el país andino con menor cantidad de cuevas kársticas, pero tiene una diversidad de cavidades volcánicas (tubos de lava) y, otras formadas a lo largo de su extensa costa debido a la acción de oleaje actuando sobre rocas muy diaclasadas. En este trabajo se presenta la ubicación y se resumen las características morfológicas y geológicas de nueve cuevas de la costa centro-sur del país, con un total de c.500 m de galerías topografiadas. Ocho cuevas están ubicadas entre las regiones de Valparaíso y Ñuble, se abren en rocas graníticas y gabroides con edades que van del Pérmico Tardío al Cretácico y, una cavidad en la Región del Bio Bio en arenisca del Eoceno. Se hace referencia a la “Cueva Infernal” explorada en 1553 por Francisco Cortés Ojea. La Cueva Iglesia de Piedra de Cobquecura con 140 m de galerías, parece ser la mayor en su tipo de Chile y probablemente de toda Suramérica.

### ABSTRACT

*Some caves of the central and southern coast of Chile: A contribution to the speleological inventory*

Given the scarcity of limestone bodies, Chile is the Andean country with the fewest karst caves, but it has a diversity of volcanic cavities (lava tubes) and other cavities formed along its long coastline due to wave action acting on very jointed rocks. This note presents the location and summarizes the morphology and geological features of nine caves on the central-southern coast of the country, with a total of c.500 m of surveyed passages. Eight caves that are located from the Valparaíso to the Ñuble Region open in granitic and gabroid rocks, with age ranging from the Late Permian to the Cretaceous, and one cavity in the Bio Bio Region in Eocene sandstone. Reference is made to the “Infernal Cave” explored in 1553 by Francisco Cortés Ojea. The Iglesia de Piedra Cave of Cobquecura with 140 m of galleries, at the moment appears to be the largest of its kind of Chile and probably of South America..

**Palabras clave:** Karst, geoespeleología, espeleotemas, Valparaíso, Maule, Bio Bio, Ñuble, Taitao, Caverna de Benavides, Cueva Infernal.

**Keyword:** Karst, geospeleology, speleothems, Valparaíso, Maule, Bio Bio, Ñuble, Taitao, Benavides Cavern, Infernal Cave.

### INTRODUCCIÓN

De los países andinos, Chile es el que tiene menor cantidad de cuevas; esto es debido a la ausencia de cuerpos mayores de rocas carbonáticas, a excepción de algunas islas de la Región de Magallanes. Las cuevas de Chile pueden clasificarse en cuatro tipos:

1) *Volcánicas*: Corresponden a tubos de lava, varios de ellos adaptados para el turismo, como en Chiloé, Villarrica, Quilmo, Los Pincheira y otras.

2) *Kársticas*: De estudios en décadas recientes, destaca el karst de la isla Madre de Dios, Región de Magallanes, desarrollado en caliza del Carbonífero-Devónico (SEPÚLVEDA y LACASSIE

s/f). Aquí hay cuevas de desarrollo kilométrico y otras con desniveles de hasta -300 m. La Cueva de Punta Blanca de 3,5 km es la mayor de Chile. Otro karst muy visitado turísticamente es la Catedral de Mármol, Región de Aysén (HERVÉ s/f-b). También hay pequeños karsts en rocas carbonáticas y yeso, con desarrollo de dolinas pero con pocas cuevas (CECIONI 1982).

3) *Glaciares*. En general son cuevas de pequeñas dimensiones, efímeras y algunas técnicamente peligrosas de explorar. Principalmente están ubicadas en la Región de Magallanes.

4) *Costeras*: Están formadas por la acción del oleaje sobre afloramientos de rocas masivas y son las descritas en esta nota.

<sup>1</sup> Resumen extenso presentado en el *I Simposio Latinoamericano de Geoespeleología* (celebrado en el marco del *II Congreso Venezolano de Geociencias*). Universidad Central de Venezuela. Caracas, 21 marzo 2023).

<[https://www.youtube.com/watch?v=3WzbBWo7afs&list=PLEfbvHG5SwZghldsZGggLZPsxERk6rWOJ&index=6&ab\\_channel=IICV\\_Geociencias2023](https://www.youtube.com/watch?v=3WzbBWo7afs&list=PLEfbvHG5SwZghldsZGggLZPsxERk6rWOJ&index=6&ab_channel=IICV_Geociencias2023)>

<sup>2</sup> Individuo de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Sociedad Venezolana de Espeleología. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Correo-e.: urbanifranco@yahoo.com

## UBICACIÓN, CARACTERÍSTICAS Y CONTEXTO GEOLÓGICO

Chile continental presenta una costa de unos 4.300 km con orientación N-S, donde inciden vientos del SO que generan fuerte oleaje contra los afloramientos rocosos. Esto propicia la formación de cuevas por la acción del oleaje sobre los roqueríos, especialmente aquellos constituidos por rocas masivas. El factor estructural dominante corresponde a las diaclasas.

A continuación, se presenta información sobre un grupo de cavidades de la costa centro y sur de Chile, fijando su posición, dimensiones, litología, morfología y muy breves descripciones.

Este trabajo comenzó con una búsqueda de información sobre la espeleología en Chile. Posteriormente se realizaron algunas visitas al terreno en la Región del Maule, para proceder con el levantamiento topográfico y recabar datos geológicos. A la fecha y de norte a sur se han documentado las siguientes cavidades:

**Cueva de Las Cujas** (Fig. 1). Cachagua. Comuna de Zapallar. Región de Valparaíso (Coordenadas  $-32^{\circ}34.668'$ ,  $-71^{\circ}27.466'$ ). Desarrollo de c.20 m, parcialmente colapsada con bloques. Se encuentra al final de un pequeño cañón por donde penetra el oleaje. La roca aflorante es diorita del Jurásico medio.

**Cueva del Pirata** (Fig. 2). Quintero. Provincia de Valparaíso. (Coordenadas de la Boca A:  $-32^{\circ}45.947'$ ,  $-71^{\circ}42.057'$ ). Desarrollo  $>65$  m. La galería principal A-D es más antigua, sigue diaclasas de rumbo  $N70^{\circ}O$  y se encuentra a unos 4 m sobre el nivel del mar, ésta es interceptada por otra galería formada a expensas de diaclasas de rumbo  $N30^{\circ}E$ , por donde hoy día penetra el oleaje. Al momento de la visita, el agua con fuerte oleaje llegaba hasta la mitad del tramo A-B, impidiendo el paso al resto de la cavidad. En el punto E hay una claraboya de la galería, para seguir con un breve tramo techado E-F. En el punto C no se conoce por cuanto distancia la galería penetra en dirección sur. El croquis de la Fig. 2 fue elaborado a partir de observaciones externas. La cavidad se abre en rocas graníticas del Jurásico medio muy diaclasadas y cruzadas por diques de pegmatitas simples.

**Piedra de la Iglesia** (Fig. 3). Constitución, Provincia de Talca ( $-35^{\circ}19.68'$ ,  $-72^{\circ}26.06'$ ). La cueva cruza el cerro de norte a sur y tiene un desarrollo de c.50 m con dos pilares internos. Allí aflora el Granito de Constitución del Triásico Tardío. La localidad corresponde al GeoSitio del mismo nombre (HERVÉ s/f-a).

**Arcos de Calán** (Fig. 4). Sur de Curanipe, Provincia de Cauquenes. Hay dos puentes naturales de 13 y 5 m de longitud, con luz de 1,5-3 m y 3-4 m, respectivamente ( $-35^{\circ}58.55'$ ,  $-72^{\circ}47.018'$ ) y un abrigo de 12 m ( $35^{\circ}58.59'$ ,  $-72^{\circ}47.024'$ ). Se han formado siguiendo diaclasas de rumbo N-O en un granitoide que está cruzado por diques basálticos del Plutón de Cobquecura.

**Iglesia de Piedra** (Fig. 5). Norte de Cobquecura. Provincia de Itata. La cueva tiene galerías con forma de “Y” con 140 m de desarrollo y bóveda de hasta 10 m de altura ( $-36^{\circ}5.62'$ ,  $-72^{\circ}48.76'$ ). Hay un puente natural de 15 m, 6 m de ancho y 20 m de luz ( $-36^{\circ}5.63'$ ,  $-72^{\circ}48.79'$ ). En el cerro afloran rocas gabroides del Plutón de Cobquecura del Triásico Tardío (VÁSQUEZ ILLANES 2008).

**Cueva de Huilquicura** (Fig. 6). Punta Santa Rita, al sur de Cobquecura. Provincia de Itata ( $-36^{\circ}11.39'$ ,  $-72^{\circ}49.35'$ ). Consta de una galería de 50 m de desarrollo con forma de “L”. En las paredes del salón final se presentan espeleotemas de yeso como costras blancas. Se abre en rocas gabroides del Plutón de Cobquecura.

**Caverna de Benavides** (Fig. 7). Punta Millaneco, norte de Lebu. Provincia de Arauco ( $-37^{\circ}34.74'$ ,  $-73^{\circ}38.58'$ ). Tiene 95 m de galerías con un gran salón de 50 x 30 m. Se abre en arenisca de la Formación Trihuco del Eoceno medio. En el flanco norte de la colina hay otras dos cuevas estrechas de sección vertical, con c.30 y c.20 m de desarrollo; en la última ( $-37^{\circ}34.71'$ ,  $-73^{\circ}38.50'$ ) hay espeleotemas de yeso en cristales milimétricos. Todo el cerro corresponde al GeoSitio “Cavernas de Benavides” (FERRARO *et al.* s/f). Ver información adicional en el Apéndice 2.1 y 2.2.

## COMENTARIOS

En este trabajo se han topografiado **nueve** cavidades que suman cerca de **medio kilómetro** de galerías, que contribuyen al inventario espeleológico chileno. Adicionalmente, a partir de fuentes digitales se ha encontrado información de otras 18 cuevas a lo largo de la costa, desde Arica hasta la Península de Taitao. Llama la atención la homonimia en un tercio de ellas, que se denominan “Cueva del Pirata” (Ver Apéndice 1).

Con la información recabada para este trabajo, la Cueva Iglesia de Piedra de Cobquecura con sus 140 m de galerías, es la mayor cavidad de este tipo reportada en Chile y, probablemente lo sea de todo el subcontinente suramericano.

En 1553 el cosmógrafo español Francisco Cortés Ojea visitó y describió la “Cueva Infernal” en la Península de Taitao, Región de Aysén, constituyéndose en el precursor de la espeleología chilena (URBANI y URBANI 2024). En noviembre de 2023 se cumplieron 470 años de su hallazgo, lamentablemente sin que nadie la haya vuelto a explorar.

## AGRADECIMIENTOS

A Rafael Carreño por el apoyo en fuentes documentales y estímulo en este trabajo. A Doménico Basile por el dibujo de los planos.

**BIBLIOGRAFÍA**

CECIONI G. 1982. El fenómeno cárstico en Chile. *Inform. Geogr. Chile*, 29: 57-79.  
<<https://investigacionesgeograficas.uchile.cl/index.php/IG/article/view/27672>>

FERRARO CASTILLO Francisc Xavier, Byron ZAMBRANO MEDINA y Erick CIFUENTES PINO. s/f. *Cavernas Benavides, Lebu*. Sociedad geológica de Chile.  
<<http://sociedadgeologica.cl/cavernas-de-benavides/>>

GAY C. 1854. *Atlas de la historia física y política de Chile*.  
<<http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-8000.html>>

HERVÉ Francisco. s/f-a. *Piedra de la Iglesia en Constitución*. Maule.  
<<https://geositios.cl/geositios/ficha/piedra-de-la-iglesia-en-constitucion/>>

HERVÉ Francisco. s/f-b. *Catedral de Mármol. Río Ibañez, Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo*.  
<[https://geositios.cl/wp-content/uploads/2020/05/FICHA-catedral\\_marmol.pdf](https://geositios.cl/wp-content/uploads/2020/05/FICHA-catedral_marmol.pdf)>

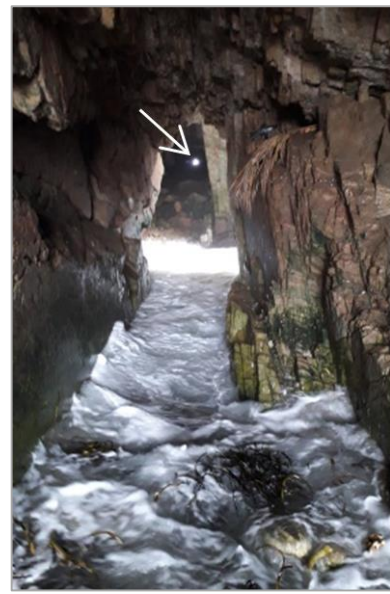
SEPÚLVEDA Fernando A. y Juan Pablo LACASSIE R. s/f. *Geosítio. Karst de la Isla madre de Dios, Natales*.  
<[https://geositios.cl/wp-content/uploads/2020/05/FICHA-karst\\_isla\\_madre\\_de\\_dios.pdf](https://geositios.cl/wp-content/uploads/2020/05/FICHA-karst_isla_madre_de_dios.pdf)>

URBANI F. y B. URBANI. 2024. *América sub terra: Crónicas sobre cavernas americanas en los siglos XV y XVI*. Caracas, Ed. Soc. Venezolana Espeleología, 658 pp. (distribución a mediados del año).

VÁSQUEZ ILLANES P. 2008. *Late Triassic to Early Jurassic Plutonism in south Chile (34°-37°S): Its significance for the geodynamic evolution in the transition from Gondwana to Andean orogeny*. Technischen Universität Berlin, tesis doctoral  
<<https://api-depositonnce-berlin.de/server/api/core/bitstreams/a9a43f05-d5f7-44de-9e52-7cd5e1ae160d/content>>



**Figura 1.** Cueva Las Cujas. Cachagua. **A:** Planta de la cueva sobre una imagen satelital de Google Earth del 25 febrero 2019. **B:** Pequeño cañón por donde penetra el agua y al final se encuentra la cueva. **C:** Boca de la cueva parcialmente derrumbada.



**Figura 2.** Cueva del Pirata, Quintero. **A:** Croquis de la cueva sobre imagen satelital del 18 agosto 2022. **B:** Vista desde la boca A hacia el oeste, con la zona muy iluminada del punto B y al fondo se observa un punto de luz (flecha blanca) que corresponde a la boca D. **C:** Boca D de 3 m de ancho. **D:** Boca F que muestra una sección alta y estrecha.





A



B



C



A



B



C



D

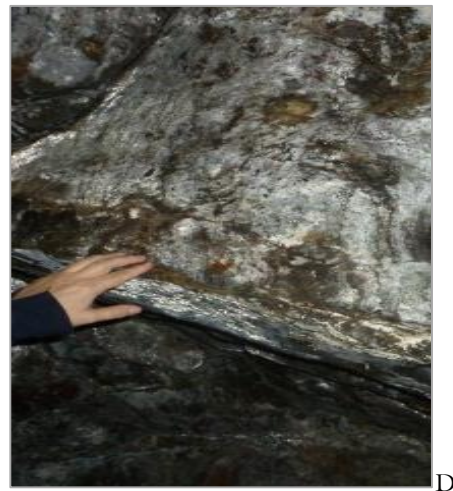
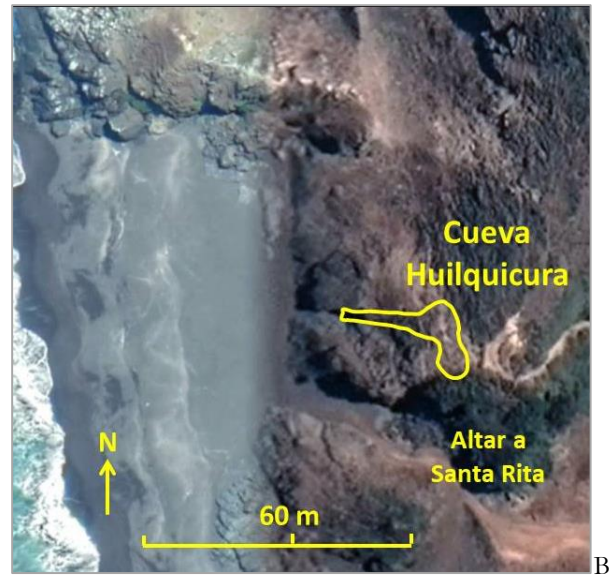
**Figura 3.** Cueva que atraviesa la Piedra de la Iglesia. Constitución.  
Fuentes: **A:** Grabado de GAY (1854). **B y C:** Imágenes tomadas de <https://cooperativa.cl/noticias/pais/region-del-maule/el-imperdible-viaje-de-una-nina-al-interior-de-la-piedra-de-la-iglesia/2021-06-10/133715.html>

**Figura 4.** Arcos de Calan. **A:** Ubicación en imagen satelital. **B:** Vista de los dos puentes naturales. El rectángulo ubica la Fig. 4C (Fuente: Google Images). **C:** Techo del Arco mostrando la roca granítica muy diaclasada y cruzado por un dique basáltico. **D:** Abrigo.





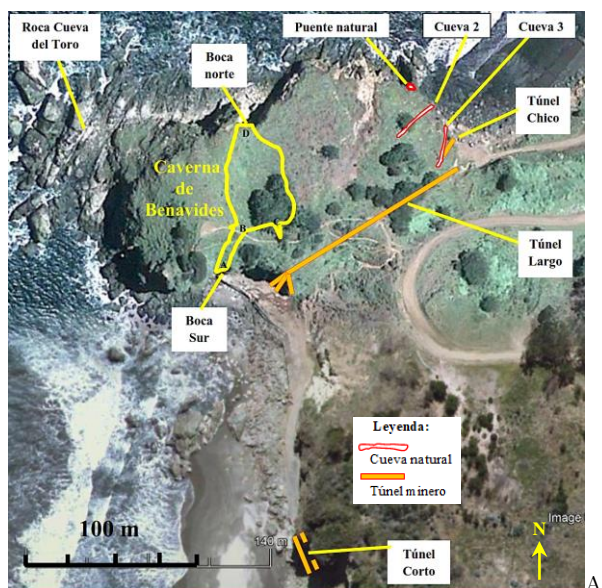
**Figura 5.** Iglesia de Piedra, Cobquecura. **A:** Plano de las cavidades sobre imagen satelital. **B:** Vista de lado sur del cerro. **C:** Salón central de la cueva. **D:** Puente Natural. (Fuentes de B, C y D: Google Images).



**Figura 6.** Cueva de Huilquicura, Sur de Cobquecura. **A:** Vista del cerro hacia el Este. **B:** Plano de la cueva sobre imagen satelital. **C:** Boca de la Cueva. **D:** Costra de yeso en la pared del salón final.







**Figura 7.** Imagen de Punta Millaneco, norte de Lebu.

**A:** Ubicación de la Cueva de Benavides y otras cuevas y túneles mineros.

**B:** Boca Norte de la Cueva de Benavides vista desde el centro del gran salón (Fuente Google Images).

**C:** Gran salón donde se observa un plano de falla que sirvió de control espeleogénico.

## APÉNDICE 1. OTRAS CUEVAS DE LA COSTA CHILENA

### Región de Arica y Parinacota

*Cueva de Anzola*, Arica (-18°32.8', -70°19.8').

<[https://es.wikipedia.org/wiki/Cuevas\\_de\\_Anzota](https://es.wikipedia.org/wiki/Cuevas_de_Anzota)>

### Región de Coquimbo

*Cueva de La Quintrala*. Coquimbo (-32°6.35', -71°31.80').

<<https://www.umatu.cl/cueva-de-la-quintrala-pichidangui-region-coquimbo/>>

### Región de Valparaíso

*Cuevas al norte de Valparaíso:*

*Cueva del Pirata*. Pichicuy (-32°20.6', -71° 27.8').

<<https://www.youtube.com/watch?v=MSujM21J0Zs>>

*Cueva del Pirata*. Maitencillo (-32°40.44', -71° 26.51')

<<https://es.wikiloc.com/rutas-senderismo/cueva-del-pirata-maitencillo-13922559>>

*Cuevas al sur de Valparaíso:*

*Cueva de Tunquén* (-33°17.73', -71°39.26')

<<https://cl.latinoplaces.com/valparaiso/la-cueva-de-tunquen-1151182>>

*Cueva del Pirata*, Mirasol (-33°19.35', -71°38.97')

<<https://mapio.net/pic/p-8328459/>>

*Cueva del Pirata*, Cartagena (-33°33.06', -71°36.89')

<<https://www.facebook.com/vacacionesfm/posts/-la-cueva-del-pirata-cartagena/2243584472395770/>>

*Cueva del Pirata de Punta Tralca, del Querol, de Cantalao o de El Quisco* (-33°25.85', -71°42.02'). Parece ser la misma cueva con distintas denominaciones.

<<http://rinconpatrimonialchileno.blogspot.com/2013/07/1a-cueva-del-pirata-de-punta-de-tralca.html>>

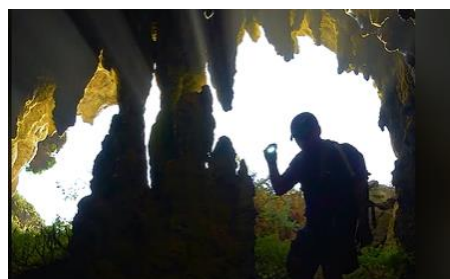
### Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

*Cueva de La Negra*. A 8 km al N de Pichilemu (-34°19.2',

-71°58.6') <<https://mapcarta.com/es/20131896>>

*Cueva Ábate Molina*, ¿entre Pichilemu y La Estrella?. Ubicación desconocida. Nombre dado por don Claudio Gay en 1831.

*Caverna de Tanumé o de Los Santos*. A unos 16 km al N de Pichilemu. (-34°14', -71°59'). Ubicación en <<https://mapcarta.com/es/N10547851502>>. Es la única cavidad con grandes espeleotemas de calcita (Fig. 8). La roca caja probablemente sea un mármol del Paleozoico.





**Figura 8.** Espeleotemas de la Caverna de Tanumé, norte de Pichilemu.  
<<https://www.youtube.com/watch?v=LVI63yeQJ-E>>.

### Región del Maule

Cuevas en los alrededores de Constitución.

Las Ventanas (-35°19.86', -72°24.87').

Elefante (-35°20,34', -72°26.22').

<[https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Piedra\\_del\\_Elefante\\_Constituci%C3%B3n.JPG](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Piedra_del_Elefante_Constituci%C3%B3n.JPG)>

Termópilas (-35°19.57', -72°25.73').

<<https://www.monumentos.gob.cl/monumentos/santuarios-de-la-naturaleza/rocas-constitucion>>

Calabocillos (-35°19.87', -72°26,15').

<[https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Piedra\\_del\\_Elefante\\_Constituci%C3%B3n.JPG](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Piedra_del_Elefante_Constituci%C3%B3n.JPG)>

Quivolgo (-35°19.01', -72°23.86').

<<https://arauco.com/chile/cuevas-de-quivolgo-todo-listo-para-redescubrir-la-historia/>>

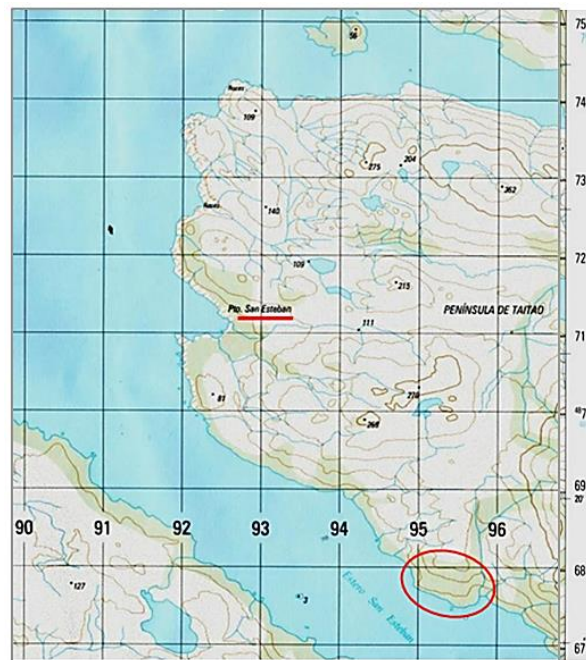
### Región de Bio Bio

Cueva del Pirata. Hualpén, SE de Concepción. (-36°48.74', -73°10,36'). Parque Pedro del Río Zañartu.

<<https://www.facebook.com/watch/?v=3626922677375935>>

### Región de Aysén

Cueva Infernal (Fig. 9). Península de Taitao. Visitada en 1553 por Francisco Cortés Ojea. Un análisis de las fuentes e interpretación sobre su ubicación aparecerá en URBANI y URBANI (2024). Ver extracto en el Apéndice 2.3.



**Figura 9.** Mapa topográfico de parte de la Península de Taitao, con la posible ubicación de la “Cueva Infernal” (óvalo rojo). Coordenadas lat. -46°20', long. -79°3'. [Fragmento de la Carta J014 Lago Manuel Rodríguez. IGM. 2014. Cuadrícula de 1 km].

### APÉNDICE 2. Material complementario en:

<[https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2024/04/Boletin\\_ANIH\\_62\\_Urbani\\_Cuevas\\_Costas\\_de\\_Chile.pdf](https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2024/04/Boletin_ANIH_62_Urbani_Cuevas_Costas_de_Chile.pdf)>

1. Caverna de Bernavides, Lebu, Provincia de Arauco. Una cronología. 25 pp.
2. Fotografías de Punta Millaneco: Caverna de Benavides y otras cuevas y túneles. 25 pp.
3. La “Cueva Infernal” de Francisco Cortés Ojea de 1553. 22 pp.

## **SEMBLANZAS**

## RECORDANDO AL PROFESOR FERNANDO SALVADOR KEY SÁNCHEZ (1909-1989) Político y Académico

Roberto VILLAFANE



Fernando Salvador Key Sánchez, integrante de la generación del 28, nace en Caracas, Venezuela, el 16 de noviembre de 1909; hijo de Fernando Key Ayala y María Sánchez Ramos, y sobrino del escritor e internacionalista Santiago Key Ayala.

Su educación media transcurre en su ciudad natal, entre 1922 y 1927 en el Colegio La Salle de Tienda Honda y el Liceo Caracas.

Ingresa a la Universidad Central de Venezuela (UCV) en 1928 y se suma al movimiento estudiantil que desde el alma mater organiza la lucha contra la dictadura del general Juan Vicente Gómez, participando en la insurrección del 7 de abril de 1928 (generación del 28). Ese mismo año es encarcelado y sometido a trabajos forzados en la Colonia Bolívar, una cárcel ubicada en la población de Araira del estado Miranda. Luego lo trasladan al Castillo Libertador de Puerto Cabello, estado Carabobo, donde conoce al poeta José Pío Tamayo y al periodista Andrés Alberto Ravel, quienes lo alientan a seguir ideas socialistas. Al año siguiente es puesto en libertad, formando en Caracas, junto con otros jóvenes, las primeras células del Partido Comunista de Venezuela.

Se integra nuevamente a sus estudios en la universidad, pero en 1933 es enviado a la cárcel La Rotunda durante un año y luego exiliado a México, donde permanece hasta la muerte del presidente Gómez en 1935. De regreso al país se casa con Graciela Domínguez y vuelve a sus estudios en la UCV, culminando la carrera en 1941 con el título de doctor en Ingeniería Civil. En ese lapso transcurre el gobierno del general Eleazar López Contreras (1935-1941).

Ya graduado ingresa al Ministerio de Obras Públicas cuando precisamente inicia el gobierno del general Isaías Medina Angarita (sucesor de Eleazar López Contreras). Es enviado a Ciudad Bolívar para atender las obras de contención de inundaciones del río Orinoco. Allí por cierto existe aún la mira que él instala para registrar los niveles del río (conocida como mira Key Sánchez), ubicada de manera ingeniosa en una de las columnas de la estructura fija del puerto fluvial que sirve de apoyo a la grúa. Con el derrocamiento de Isaías Medina Angarita por un golpe de estado cívico-militar el 18 de octubre de 1945, encabezado por cierto por Rómulo Betancourt, integrante también de la generación del 28, vuelve a Caracas para ocupar la jefatura de la División de Hidrología de la Dirección de Obras de Riego del Ministerio de Obras Públicas. Estando en ese cargo prepara junto con los ingenieros Pedro Palacios Herrera, Gustavo Padilla y Alberto Fernández Yépez una propuesta sobre “Consideraciones Básicas para la elaboración de un Plan Nacional de Irrigación” a ejecutar en el lapso 1950-1970. La propuesta incluye proyectos de obras de riego que venía estudiando el ministerio, pero cada uno con distintos niveles de avance, recomendando en consecuencia la instalación de una red de estaciones hidrometeorológicas y la realización de estudios geológicos, edafológicos y topográficos, entre otros, para comprobar la viabilidad de los proyectos.

En el año 1947 es electo concejal suplente de la parroquia San Juan de Caracas y designado vicepresidente del Consejo Supremo Electoral.

Al gobierno de la junta cívico-militar presidida por Rómulo Betancourt le sigue el gobierno de Rómulo Gallegos, quien es electo presidente en 1948, pero a los 9 meses de gobierno lo derroca una junta militar presidida por el coronel Carlos Delgado Chalbaud. El asesinato de este coronel en 1950 lleva al coronel Marcos Pérez Giménez a continuar con el gobierno de facto. Este militar expulsa del país a los “adecos” y “comunistas”, de manera que Fernando Key Sánchez sale de nuevo al exilio en México; sin embargo, el dictador pone en ejecución algunos de los proyectos de riego contemplados en la propuesta antes indicada.

En México, Fernando Key Sánchez junto al abogado Ernesto Silva Tellería, conocido de la universidad y el historiador Germán Carrera Damas fundan el periódico *Noticias de Venezuela*, pero también ejerce su profesión. Ocupa la Jefatura del Departamento de Hidrología de una empresa llamada Estudios y Proyectos ubicada en ciudad de México y cumple actividades académicas como profesor de Hidrología en la



Escuela de Ingeniería Hidráulica del Instituto Politécnico Nacional de Ciudad de México.

Cuando cae el gobierno del dictador Marcos Pérez Jiménez en 1958, Fernando Key Sánchez regresa a Venezuela y se incorpora a la administración pública como Consultor Técnico del Ministerio de Obras Públicas en 1959, participando en el estudio integral de las cuencas Unare-Neverí.

Es electo senador suplente del Congreso Nacional para el período 1959-1964, donde integra la comisión redactora del proyecto de Ley de Reforma Agraria. También integra esa comisión Víctor Giménez Landínez, profesor de esta casa de estudio. Igualmente forma parte de la comisión redactora de la Ley de Riego.

Es electo vicepresidente del Colegio de Ingenieros de Venezuela para el período 1959-1961.

En octubre del año 1959 Fernando Key Sánchez ingresa como profesor en la Facultad de Agronomía de la UCV, donde ocupa la jefatura de la cátedra de Riego y Drenaje.

Durante su desempeño en esta casa de estudios juega un papel relevante en el desarrollo del Instituto de Ingeniería Agrícola. Entre 1961 y 1965 actúa como miembro del consejo técnico del instituto, y entre 1965 y 1971 como director del mismo. En esa década proyecta y dirige las siguientes obras de infraestructura hidráulica:

1. Captación de agua en la parte alta del río Güey (conocida como Pozo del Diablo) con fines múltiples incluido el riego.
2. Canalización del río Güey en la parte baja dentro del campus universitario.
3. Captación de agua en cursos y nacientes existentes en las estaciones experimentales El Laurel y Bajo Seco.
4. Perforación de pozos en el campo experimental Maracay y en las estaciones experimentales Samán Mocho y San Nicolás.
5. Red de riego y drenaje en el campo experimental Maracay y en las estaciones experimentales El Laurel, Bajo Seco, Samán Mocho y San Nicolás.

También dirige la instalación de estaciones meteorológicas en las estaciones experimentales.

Por otra parte, diseña y supervisa la instalación del laboratorio de hidráulica con fines de docencia e investigación aplicada; laboratorio que lleva su nombre desde 1989.

Realiza también estudios de evapotranspiración del cultivo de Cafeto en la estación experimental El Laurel con lisímetros de volumen y de pastos en la estación experimental San Nicolás con lisímetros de pesada. Dichos estudios los adelanta con el propósito, en ambos casos, de generar información para la planificación y manejo del riego en dichos cultivos.

Asume un papel activo en el Curso Nacional de Riego y Drenaje para Graduados, que se inicia como producto de un programa de cooperación con el IICA. El primer curso se dicta

en octubre-diciembre de 1959, durante la primera gestión decanal del profesor Pompeyo Ríos. Este primer curso coincide con el ingreso de Fernando Key Sánchez como profesor de la facultad, y el segundo curso se dicta en enero-febrero de 1963 ambos bajo la coordinación del ingeniero agrícola Enrique Blair, quien además participa en el desarrollo del Departamento e Instituto de Ingeniería Agrícola en los aspectos de riego y drenaje. El éxito de estos dos primeros cursos da pie para su continuación a pesar de la finalización del convenio con el IICA. La coordinación del curso queda entonces bajo la responsabilidad de la facultad y a cargo profesor Julio José Lugo Blanco quien tenía experiencia en ingeniería agrícola, había sido funcionario del Ministerio de Agricultura y Cría, y contaba con estudios de postgrado. Lo apoya en la coordinación el profesor Luis Mora Contreras. En dichos cursos participan como facilitadores varios profesores de la facultad y profesionales del Ministerio de Obras Públicas, Fondo Nacional de Investigaciones agropecuarias y Servicio Shell para el Agricultor.

A continuación, la lista de los facilitadores del curso: Alberto Daker, José María Ochoa Pile, Antonio Estrada, Juan Comerma, Arnoldo Gabaldón, Julio José Lugo Blanco, Carpóforo Olivares, Julio San Martín, Enrique Blair, Justo Avilán, Fernando Key Sánchez, Kenneth Mathison, Humberto Echeverría, Luis Bascones, Ildefonso Pla, Oscar Guevara, Israel Tineo, Pedro Urriola, Javier López, Rafael Pinto, Jorge Astorga.

El laboratorio de hidráulica se convierte en un apoyo importante en estos cursos que por cierto es la primera experiencia de cursos de especialización en riego y drenaje en el país.

En 1961 Fernando Key Sánchez es escogido padrino de la promoción XVI, constituida por sus primeros alumnos, entre los cuales están los investigadores del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias Mauricio Riccelli, Juan Comerma, Ventura González y María Julia Gilabert; del Servicio Shell para el Agricultor Javier López, y de la Facultad de Agronomía de la UCV Manuel Pinto, Omar Gabaldón, Euquerio Salazar, David Villasmil, Jesús Sisco, Pedro Vega y Mauro Fernández.

El profesor Fernando Key Sánchez también prepara y dirige la asignatura Hidráulica para los estudiantes de la mención de Ingeniería Agrícola y promueve la creación de las asignaturas Hidrología Agrícola de la mención de Ingeniería Agrícola y Climatología Agrícola; esta última adscrita originalmente al Departamento de Botánica como asignatura obligatoria y luego transferida al Departamento de Ingeniería Agrícola.

Durante su carrera académica recibe las siguientes distinciones:

1. Padrino de la promoción XVI, constituida por sus primeros alumnos de agronomía, egresados en 1961.
2. Orden José María Vargas en 3ª Clase (1975).
3. Orden Henri Pittier en 2ª Clase (1978).
4. Orden Mérito al Trabajo en 1ª Clase (1979).

Se jubila de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en 1980, dedicándose entonces sólo al partido comunista de Venezuela y al periódico *Tribuna Popular*.

Fernando Key Sánchez fallece en Caracas el 22 de septiembre de 1989 a los setenta y nueve años de edad.

Es admirable apreciar cómo armonizó de manera espléndida su exitoso desempeño en la política, el ejercicio profesional y la actividad académica.

Será siempre recordado por muchos.

#### **Fuentes:**

Entrevistas a profesores y familiares además de revisión de las referencias siguientes:

Pacheco, G. 1998. Historia de la Facultad de Agronomía de la UCV.

Pacheco, G. 2022. Rostros de la ausencia (pioneros y constructores de la Facultad de Agronomía, UCV).

Fundación Polar: Fernando Salvador Key Sánchez.: <https://bibliofep.fundacionempresaspolarg.org/dhv/entradas/k/key-sanchez-fernando-salvador/>



Maracay, 8 de diciembre de 2023.

Información biográfica adicional puede descargarse en el siguiente enlace [https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2024/04/Boletin\\_ANIH\\_62\\_Semblanza\\_Fernando\\_Salvador\\_Key\\_Sanchez.pdf](https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2024/04/Boletin_ANIH_62_Semblanza_Fernando_Salvador_Key_Sanchez.pdf)

## **NOTAS DE DUELO**

## NOTAS DE DUELO

Prof. Pedro Raúl Solórzano Peraza, Ing. Alberto Naranjo Escobar y Dra. Coralia Salcedo Rodríguez

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat se une al duelo y manifiesta su pesar por el fallecimiento del Profesor

**PEDRO RAÚL SOLÓRZANO PERAZA**

Destacado Ingeniero Agrónomo, graduado en la Universidad Central de Venezuela. Es de profundo pesar para la agricultura venezolana. Fue un gran profesional, con sólidos conocimientos y con amplia y real experiencia en las tareas complejas de la producción agrícola y de la enseñanza de la Ingeniería Agronómica, que deja una importante obra escrita en libros docentes y artículos científicos. Miembro de la Comisión de Agricultura de la ANIH y galardonado con el premio Juan Manuel Cagigal al mejor libro de texto.

La Academia extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares y amigos.

Caracas, 31 de enero 2024

**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


**ALBERTO NARANJO ESCOBAR**

Quien fuera profesional distinguido en el campo de la ingeniería eléctrica, profesor universitario por varias décadas, autor del libro: "Proyecto del Sistema de Distribución Eléctrica", Gerente de Planificación de C.A. La Electricidad de Caracas. Participó en proyectos de gran envergadura para oficinas de ingeniería, arquitectura y entidades públicas y elaboró diversas normas del Sector Eléctrico Nacional.

La Academia extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares y amigos.

Caracas, 26 de febrero 2024

**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 Doctora

**CORALIA SALCEDO RODRÍGUEZ**

Hermana del Ingeniero Daniel Salcedo Rodríguez, activo miembro de la Comisión de Infraestructura y nominado candidato a Individuo de Número de la ANIH. La Dra. Salcedo fué economista, profesora titular jubilada de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, fundadora de la cátedra de Contabilidad de la Escuela de Administración y Contaduría, y Directora Adjunta de la Dirección de Administración de la UCV.

La Academia extiende sus más sentidas palabras de condolencias a sus familiares y amigos.

Caracas, 22 de marzo 2024

**QUE EN PAZ DESCANSE**

## NORMAS PARA LOS AUTORES

El *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat* es una publicación trimestral de carácter científico/tecnológico dedicada a divulgar trabajos originales en la temática de la ingeniería y áreas afines, tanto de nivel nacional como internacional. Es el órgano oficial de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), en el cual también se divulgan los acuerdos, resoluciones, informes, pronunciamientos y demás documentos oficiales de la Corporación y son admitidas contribuciones sobre temas nacionales o de otros países, en idioma español o inglés. La publicación está bajo la responsabilidad de la Comisión Editora (CE), 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](https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/BOLETIN_14.pdf)

**Libros**

NWEIHED K. G. y A. J. ROSALES. 1973. *La vigencia del mar. Las leyes internacionales emanadas de las naciones Unidas*. Caracas: Ed Equinoccio, Universidad Simón Bolívar, 435 pp. <<https://usb.ve/Biblioteca/abc/123a/AAAHggsEdfA.phs>>

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. 1992. *Standard methods for examination of water and wastewater*. Washington, D. C.: American Publications Health Association, 255 pp.

**Tesis**

MÉNDEZ F. J., B. A. RODRÍGUEZ, N. D. MENÉNDEZ y J. L. ROMERO. 1998. *Contribución al estudio sobre el uso de aguas residuales con fines de riego*. Maracay: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Tesis de Maestría. 128 pp. <<http://saber.ucv.ve/handle/123456/1822>>

Todas las obras incluidas en las referencias bibliográficas deberán estar citadas en el texto principal o en las leyendas de figuras o tablas. Las citas bibliográficas en el texto se efectuarán con el apellido del autor y el año de la siguiente forma: ej.: "... según ROMERO (2007), las condiciones..." o "...se establecieron las condiciones según cada tipo de procedimiento (ROMERO 2007)". En caso de dos autores, separar con la conjunción "y": GUTIERREZ y GUERRERO (1999) o (GUTIERREZ y GUERRERO 1999), según sea el caso. Para tres o más autores, utilice el vocablo *et al.*: RODRIGUEZ *et al.* (1986) o (RODRIGUEZ *et al.* 1986). Citas de un mismo autor, pero de diferentes años pueden escribirse juntas (ej. PEREZ, 1986, 2000, 2005). Para distinguir entre varios trabajos del mismo autor o autores publicados en un mismo año emplear las letras (a, b, c, etc): RAMIREZ y GOMEZ, 1995a, 1995b. En caso de citar varios trabajos en forma sucesiva, colocarlos en orden cronológico coma para separarlos (ej. MOLINA 1979, SANCHEZ y LOPEZ 1986, MARIN *et al.* 2000).

**OTRAS CONSIDERACIONES**

Los autores que deseen añadir **notas** explicativas, deberán añadirlas con numeración continua y al pie de cada página. Los detalles de las referencias bibliográficas deberán colocarse solo en la sección de "Bibliografía"

Para las unidades de medida o sus abreviaturas se seguirá el **Sistema Internacional**, aunque se podrán complementar con otras unidades de uso común.

Cada manuscrito será sometido a un proceso de evaluación doble ciego. El CE previo arbitraje, decidirá o no su publicación o sugerirá posibles modificaciones cuando lo crea oportuno. La CE se reserva el derecho de realizar adecuaciones menores de los artículos o en los Resúmenes/Abstracts.

Los contenidos de los trabajos publicados son de la exclusiva responsabilidad de los autores y no significan necesariamente, ni revelan las propias de la ANIH. Así mismo, los autores son los únicos responsables de la gestión de los posibles derechos de autor de figuras, tablas o textos que puedan ser incluidas en sus obras.

Al enviar un trabajo para su publicación en el *Boletín*, el autor reconoce que traspasa los Derechos de Autor a la ANIH, pero la Academia permite la libre difusión de los trabajos siempre y cuando se cite la fuente.

Aprobado en la Comisión Editora, reunión del 04-08-2020

**CONSIDERACIONES SOBRE LA POLÍTICA DE PUBLICACIONES DE LA ANIH.**

Puede descargarse de: <https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/CONSIDERACIONES SOBRE LA POLITICIA DE PUBLICACIONES.pdf>

-----

**INSTRUCTIONS FOR THE AUTHORS**

The Bulletin of the National Academy of Engineering and Habitat is a scientific/technological publication dedicated to disseminating original works on the subject of engineering and related areas, both nationally and internationally. It is the official body of the National Academy of Engineering and Habitat of Venezuela (ANIH), in which the resolutions, reports, pronouncements and other official documents of the Corporation are disseminated and contributions on national issues or from other countries are admitted in Spanish or English. The publication is under the responsibility of the Editorial Commission (CE), who channels all the processes leading to the production of the Bulletin.

The content of the Bulletin is divided into two groups:

**Technical papers**, these can come from members of the Academy and from other professionals. All papers will be peer reviewed.

**Life of the Academy**, that includes speeches of solemn acts; declarations, pronouncements and opinions issued by the Corporation itself or by other Academies; memorials or any other academic issues approved by the Board of Directors.

**LENGTH**

The maximum length allowed is 50 total pages. In the event that an author considers a greater extension necessary, he may send a reasoned request to the CE.

**GENERAL FORMAT**

Papers sent to the CE must be submitted in Microsoft Word and PDF format. Garamond 10 points, all margins 2.5 cm, normal style and single line spacing. After each paragraph add a blank line. Avoid bullets and do 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](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](https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/BOLETIN_14.pdf)>

### Books

MÉNDEZ 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\\_POLITICA\\_DE\\_PUBLICACIONES.pdf](https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/CONSIDERACIONES_SOBRE_LA_POLITICA_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](https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/NORMAS_PARA_EL_PROCESO_DE_ARBITRAJE.pdf)

Políticas sobre plagio

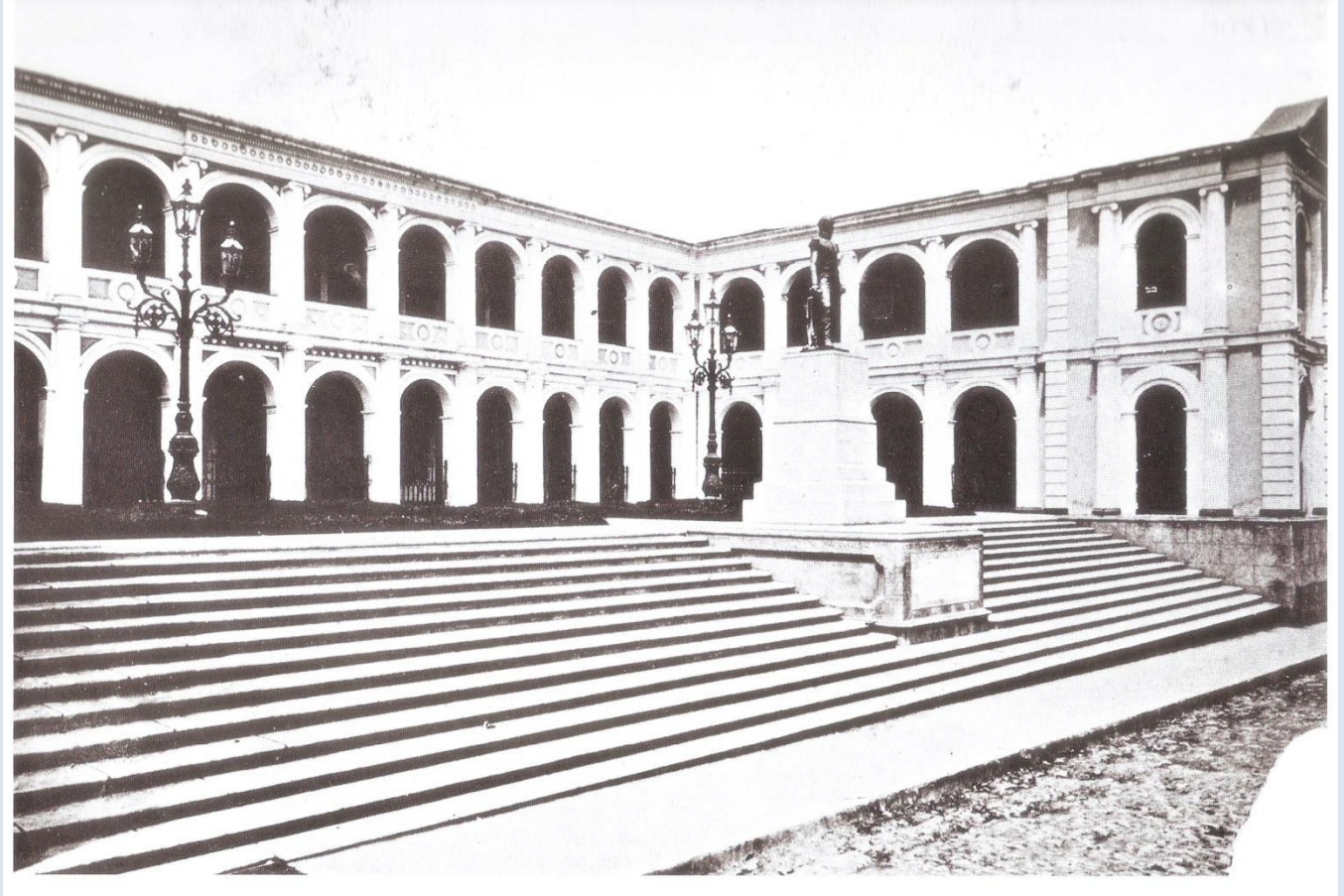
[https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/Políticas\\_sobre\\_Plagio\\_del\\_Boletín\\_ANIH.pdf](https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/Políticas_sobre_Plagio_del_Boletín_ANIH.pdf)

Formato de declaración Jurada

[https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/Declaracion\\_Jurada\\_Boletin\\_ANIH\\_Plantilla\\_modelo-1.docx](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](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 62**

Enero-Marzo 2024