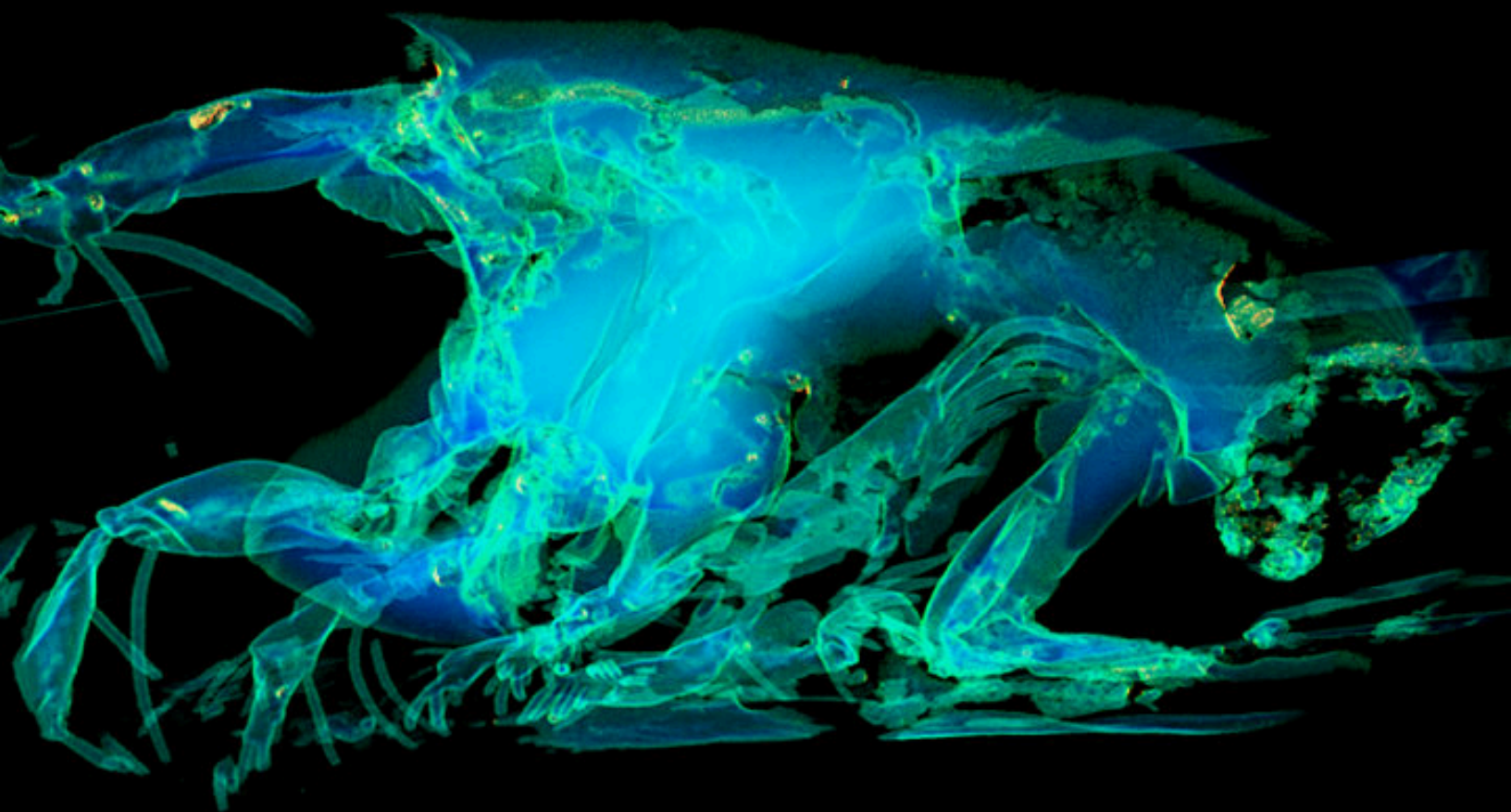


**JULIO  
2026**



# **MAYYA**

**REVISTA DE GEOCIENCIAS**



JULIO  
2026



# MAYA

## REVISTA DE GEOCIENCIAS

**Revista Maya:** Revista Maya de Geociencias que (RMG) nace del entusiasmo de profesionistas con la inquietud de difundir conocimientos relacionados con la academia, investigación, la exploración petrolera y Ciencias de la Tierra en general.

El objetivo principal de la revista es proporcionar un espacio a todos aquellos jóvenes profesionistas que deseen dar a conocer sus publicaciones. Los fundadores de la revista son *Luis Ángel Valencia Flores, Bernardo García Amador y Claudio Bartolini.*

Otro de los objetivos de la Revista Maya de Geociencias es incentivar a profesionales, académicos, e investigadores, a participar activamente en beneficio de nuestra comunidad joven de geociencias.

La Revista tendrá una publicación mensual, por medio de un archivo PDF, el cuál será distribuido por correo electrónico y compartido en las redes sociales. Esta revista digital no tiene fines de lucro. La RMG es internacional y bilingüe. Si deseas participar o contribuir con algún manuscrito, por favor comunícate con cualquiera de los editores.

Las notas geológicas tienen como objetivo el presentar síntesis de trabajos realizados en México y en diferentes partes del mundo por jóvenes profesionales y prestigiosos geocientíficos. Son notas esencialmente de divulgación, con resultados y conocimientos nuevos, en beneficio de nuestra comunidad de geociencias. Estas notas no están sujetas a arbitraje.

*\*Es importante aclarar, que las opiniones científicas, comerciales, culturales, sociales etc., no son responsabilidad, ni son compartidas o rechazadas, por los editores de la revista.*

**Portada de la revista:** La imagen de rayos X muestra un ejemplar de ostrácodo estuarino procedente del ámbar de Chiapas, en donde es posible observar parte de la morfología interna (músculos, principalmente). La figura se generó por computadora con base en los rayos X emitidos por el sincrotrón en el que fue analizada la pieza. El ejemplar mide unas 200 micras. Imagen por el **Dr. Francisco Vega**, UNAM.

**Revista Maya:** The Revista Maya de Geociencias (RMG) springs from the enthusiasm of professionals with a desire to distribute knowledge related to academic research, exploration for resources and geoscience in general.

The main objective of the RMG is to provide a place for young professionals who wish to distribute their publications. The founders of the Revista are Luis Ángel Valencia Flores, Bernardo García and Claudio Bartolini.

A further objective of the RMG is to encourage professionals, academicians and researchers to actively participate for the benefit of our community of young geoscientists.

The RMG is published monthly as a PDF file distributed by email and shared through social media. This digital magazine has no commercial aim. It is international and bilingual (Spanish and English). If one wishes to participate or contribute a manuscript, please contact any of the editors.

The geological notes aim to synthesize work carried out in Mexico and other parts of the world both by young professionals and prestigious geoscientists. These notes are produced principally to reveal new understandings for the benefit of our geoscientific community and are not subjected to peer review.

Revista de difusión y  
divulgación geocientífica.

# EDITORES



**Luis Ángel Valencia Flores** (M.C.). Ingeniero Geólogo y Maestro en Ciencias en Geología, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura-Unidad Ticomán, Ciencias de la Tierra, del Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con 25 años de experiencia. Ha trabajado en el Instituto Mexicano del Petróleo, Petróleos Mexicanos, Schlumberger, Paradigm Geophysical, Comisión Nacional de Hidrocarburos, Aspect Energy Holdings LLC, Facultad de Ingeniería de la

UNAM, actualmente es académico del Instituto Politécnico Nacional (posgrado y licenciatura) donde imparte asignaturas especializadas en la caracterización de yacimientos petroleros. Es estudiante del Doctorado en Energía en el IPN, especializándose en la exploración de Hidrógeno Natural y fuentes alternas de energías.

[luis.valencia.11@outlook.com](mailto:luis.valencia.11@outlook.com)  
[lvalenciaf@ipn.mx](mailto:lvalenciaf@ipn.mx)



**Josh Rosenfeld** (Ph.D.). He obtained an M.A. from the University of Miami in 1978, and a Ph.D. from Binghamton University in 1981. Josh joined Amoco Production Company as a petroleum geologist working from 1980 to 1999 in Houston, Mexico and Colombia. Upon retiring from Amoco, Josh was employed by Veritas DGC until 2002 on

exploration projects in Mexico. He has been a member of HGS since 1980 and AAPG since 1981, and currently does geology from his home in Granbury, Texas.

[jhrosenfeld@gmail.com](mailto:jhrosenfeld@gmail.com)



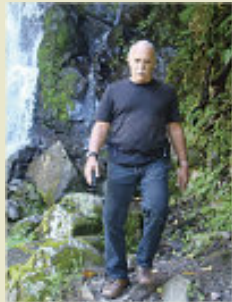
**Claudio Bartolini** (Ph.D.) is presently a senior exploration advisor at Petroleum Exploration Consultants Americas. He has more than 25 years of experience in both domestic and international mining and petroleum exploration, mainly in the United States and Latin America. Claudio was an associate editor for the AAPG Bulletin and he has edited several books on the petroleum geology of

the Americas. He is a Correspondent member of the Academy of Engineering of Mexico.

Claudio was made an Honorary Member of the AAPG in 2022 in recognition of his service to the Association, and his devotion to the science and profession of petroleum geology.

[bartolini.claudio@gmail.com](mailto:bartolini.claudio@gmail.com)

# COLABORADORES



**Ing. Humberto Álvarez Sánchez.** Más de 5 décadas dedicadas a la geología de Cuba occidental y central. Cartógrafo en los macizos metamórficos y ofiolíticos de Cuba central y editor cubano de la Expedición checoslovaca Escambray II. Autor/coautor de 23 unidades del Léxico Estratigráfico de Cuba y miembro de las subcomisiones del Jurásico, Cretácico y Paleógeno de la Comisión del Léxico. Es el descubridor del mayor depósito cubano de fosforitas marinas. Gerente de Operaciones de Geotec, S.A.; dirigió exploraciones de Cu y Au en la Cordillera Central de Panamá y Perú para Juniors canadienses. Country Manager de Big Pony Gold de Utah y Geólogo Senior de Gold Standard Brasil, exploró prospectos de oro en el basamento cristalino de Uruguay y en los Estados de Santa Catarina y Mato



**Ramón López Jiménez (Ph.D)** es un geólogo con 14 años de experiencia en investigación y en varios sectores de la industria y servicios públicos. Es un especialista en obtención de datos en campo, su análisis y su conversión a diversos productos finales. Ha trabajado en EEUU, Mexico, Colombia, Reino Unido, Turquía y España. Su especialidad es la sedimentología marina de aguas profundas. Actualmente realiza investigación en



**José Antonio Rodríguez Arteaga** es Ingeniero geólogo, egresado de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, con más de 30 años de experiencia. En sus inicios profesionales laboró como geólogo de campo por 5 años consecutivos en prospección de yacimientos minerales no-metálicos de la región Centro-Occidental de Venezuela.

Tiene en su haber labores de investigación en Geología de Terremotos y Riesgo Geológico asociado o no a la sismicidad. Es especialista en Sismología Histórica, Historia de la Sismología y Geología venezolanas. Ha recibido entrenamiento profesional en

Grosso del Norte. El Ministro de Comercio e Industrias lo nombró Miembro de la Comisión "Ad Honorem" del Plan Maestro de Minería de Panamá. El Banco Interamericano de Desarrollo le encargó de redactar el Proyecto de Geología y Minería y parte de su Misión Especial para su entrega al Gobierno panameño. Anterior Miembro del Consejo Científico de GWL de la Federación Rusa y Representante del BGS en América central. Director de Miramar Mining Panamá y Minera Santeña, S. A., reside en Panamá y redacta obras sobre geología de Cuba y Panamá. En el repositorio Academia edu, se encuentran 22 artículos suyos.

[geodoxo@gmail.com](mailto:geodoxo@gmail.com)

afloramientos antiguos de aguas someras y profundas de México, Turquía y Marruecos en colaboración con entidades públicas y privadas de esos países. Es instructor de cursos de campo y oficina en arquitectura de yacimientos de aguas profundas y tectónica salina por debajo de la resolución sísmica.

[r.lopez.jimenez00@aberdeen.ac.uk](mailto:r.lopez.jimenez00@aberdeen.ac.uk)

Metalogenia, Ecuador y Geomática Aplicada a la Zonificación de Riesgos en Colombia. Tiene en su haber como autor y coautor, tres libros dedicados a la catalogación sismológica del siglo XX; a la historia del pensamiento sismológico venezolano y la coordinación de un atlas geológico de la región central del país, preparado junto al Dr. Franco Urbani, profesor por más de 50 años de la Escuela de Geología de la Universidad Central. Actualmente prepara un cuarto texto sobre los estudios de un inquieto naturalista alemán del siglo XIX y sus informes para los terremotos destructores en Venezuela de los años 1812, 1894 y 1900.

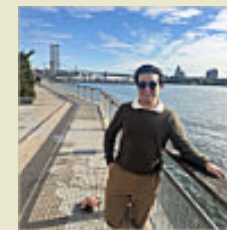
[rodriguez.arteaga@gmail.com](mailto:rodriguez.arteaga@gmail.com)



**Natalia Silva (MSc):** Geóloga de la Universidad Industrial de Santander, Postgrado en Petroleum Geoscience de la Heriot-Watt University y Máster en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética de la Universitat de Barcelona. Su carrera empieza en la minería de esmeraldas en el Cinturón Esmeraldífero Oriental de Colombia y en proyectos mineros de Níquel colombianos. Tiene más de 10 años de experiencia en el sector de hidrocarburos en desarrollo de

yacimientos y geomodelado en cuencas petrolíferas de los Estados Unidos, Colombia, Ecuador y Brasil. Más recientemente, su carrera está enfocada en el aprovechamiento de energías renovables, principalmente de energía solar, ha elaborado proyectos de generación eléctrica a partir de instalaciones fotovoltaicas en Europa y los Estados Unidos.

[ensilvacruz@gmail.com](mailto:ensilvacruz@gmail.com)



**Miguel Vazquez Diego Gabriel,** es estudiante de la carrera de Ingeniería Geológica en la Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de Ingeniería), sus principales áreas de interés a lo largo de la carrera han sido la tectónica, geoquímica y mineralogía. Es un

entusiasta de la divulgación científica, sobre todo en el área de las Ciencias de la Tierra.

[diegogabriel807@gmail.com](mailto:diegogabriel807@gmail.com)



**Daniela Kristell Calvo-Ramos** es Ing. Ambiental de la Univ. Politécnica de Chiapas, Maestría y Doctorado en Ciencias de la Energía en la Univ. Autónoma de Querétaro. Actualmente es Profesora en la Universidad Tecnológica de Corregidora. Sus líneas prioritarias de investigación son: (1) síntesis de materiales fotocatalíticos, (2) síntesis de materiales grafénicos, (3) fotodegradación de colorantes en aguas, (4) foto-oxidorreducción de metales en agua y (5) contaminación de metales en agua. En su programa posdoctoral está

trabajando en preparación de muestras (separación en columnas de intercambio iónico) y análisis (Espectrometría de Masas Multicolector con Plasma Acoplado Inductivamente ICP-MMS) para medición de isótopos estables de zinc, cobre y hierro en diferentes materiales naturales (agua-roca). (6) Análisis de caracterización de microplásticos en el medio ambiente.

[daniela.calvo@utcorregidora.edu.mx](mailto:daniela.calvo@utcorregidora.edu.mx)

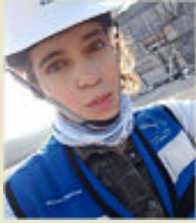


**Rafael Tenreiro Pérez,** se gradúa de ingeniero en geofísica de exploración de petróleo en 1974 en la Academia Estatal de Petróleo de Azerbaiyán, Master en Ciencias en Geología del Petróleo en la Universidad Politécnica CUJAE de la Habana en 1981 y Doctor en ciencias en Geofísica de Exploración la Universidad de Petróleo Gubkin de Moscú, Rusia, en 1987.

Tiene cuarenta y ocho años de experiencia en la Industria petrolera en Cuba y en otros países fundamentalmente en la especialidad de exploración de yacimientos de petróleo y gas. Durante este tiempo transitó desde ingeniero geofísico de adquisición hasta

Jefe de Exploración de la empresa petrolera nacional de Cuba - Cupet, cargo que ocupó por 16 años hasta su retiro en 2016. Investigador científico también recorre desde Aspirante a Investigador a Investigador Titular. Fue Jefe técnico del programa de exploración en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México. Director Técnico del Comisión para la Plataforma Extendida de Cuba. Tiene más de doscientas publicaciones que incluyen artículos científicos, presentaciones en eventos, conferencias, mapas, monografías y libros de texto. Premio de Geología Antonio Calvache Dorado de la Sociedad Cubana de Geología en 1992. En estos momentos trabaja en la empresa australiana Melbana Energy Limited.

[tenreiro2015@gmail.com](mailto:tenreiro2015@gmail.com)



**Laura Itzel González León / Ingeniera geóloga ambiental**

Profesionista inclinada a la Geología aplicada a obras de ingeniería civil y a riesgos geológicos desencadenados por fenómenos antrópicos y naturales. Experiencia en

levantamientos geológico-estructurales, logueo geológico, instrumentación geotécnica, cartografía de riesgos, supervisión de perforaciones y difusión de geopatrimonio.

[gleon.laura@gmail.com](mailto:gleon.laura@gmail.com)



**Rodolfo Rafael Avalos Alejandre** Es ingeniero geólogo por la Facultad de Ingeniería (2022), actualmente estudiante de la maestría en ciencias de la Tierra por el Instituto de Geociencias. Realizó su estancia profesional en la unidad minera Fresnillo (2019), yacimiento correspondiente con su trabajo de tesis. Su principal interés es el entender procesos geológicos de escala regional enfocados en la exploración de yacimientos minerales a partir

de análisis de Mineralogía Avanzada, estudiando variaciones en especies minerales, texturas, asociaciones, grados de cristalinidad, emulsiones por exsolución y elementos menores en solución sólida. Es divulgador científico centrado en la astronomía, historia de la ciencia y cultura desde 2015 en la plataforma Astro Camp MX, montañista entusiasta desde 2021 y fotógrafo de paisaje desde 2021.

[r.avalos@astrocamp.mx](mailto:r.avalos@astrocamp.mx)



**Dr. Alejandro Carrillo-Chávez.** Ingeniero Geólogo del Instituto Politécnico Nacional, Maestría en La Universidad de Cincinnati, y Doctorado en la Universidad de Wyoming. Inició su trabajo en el Instituto Mexicano del Petroleo y después inició vida académica en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. En 1998 ingresó al a Unidad Investigación en Ciencias de la Tierra (UNICIT) UNAM, Campus Juriquilla (actual Centro de Geociencias). Su trabajo inicial fue sobre petrografía ígnea y metamórfica. En academia inició dando clases de petrología ígnea y metamórfica.

Actualmente es Tutor del Posgrado en Ciencias de la Tierra UNAM. Su maestría fue sobre yacimientos minerales metálicos y su doctorado sobre geoquímica ambiental. Actualmente sus líneas de investigación son: Metales Pesados en Medio Ambiente, Hidrogeoquímica, Geoquímica Isotópica de Metales Pesados e Hidrogeoquímica de Salmueras Petroleras. A la fecha es responsable de un Proyecto UNAM y CONAHcyT sobre Concentraciones de metales e isotopía estable de Zn y Hg en agua de lluvia, nieve y núcleos de hielo en glaciares mexicanos. [ambiente@geociencias.unam.mx](mailto:ambiente@geociencias.unam.mx)



La **Dra. Norma E. Olvera Fuentes**, estudió la carrera de Física en la Facultad de Ciencias, su Maestría en el Instituto de Física y su Doctorado en Ciencias de la Tierra, en el ICAYCC, UNAM. Sus líneas de investigación tanto en licenciatura como en maestría versaron sobre el problema cuántico de difracción espacio-temporal de Moshinsky para diversas geometrías.

Bajo la dirección del Dr. Carlos Gay, su investigación doctoral analizó por medio del uso de mapas cognitivos difusos los posibles impactos que el cambio climático puede tener sobre la vulnerabilidad hídrica de la ZMVM. Su tesis doctoral fue galardonada con el Primer Lugar del Primer Premio a la Investigación en Cambio Climático PINCC-UNAM, 2023.

Con casi 20 años de labor docente, ha impartido clases en la Facultad de Ciencias y en la Facultad

de Ingeniería de la UNAM, así como en la División de Ingeniería del Tecnológico de Monterrey, Campus Santa Fe. Institución que le otorgó la Presea por Excelencia Académica como profesora de Cátedra. Como escritora tiene publicados tres libros como única autora y 5 como coautora. El número de Impluvium Gestión Integral de Sequías, en el que el Dr. Gay y la Dra. Olvera son coautores de artículo, es referencia de consulta que el CENAPRED presento para su curso "Sequías: un reto en la reducción del riesgo", marzo del 2024.

Actualmente la Dra. Olvera es Investigadora Posdoctoral del Instituto de Ingeniería de la UNAM, miembro del Sistema Nacional de Investigadores e invitada como líder de opinión del periódico Excelsior.

[norma.olvera@atmosfera.unam.mx](mailto:norma.olvera@atmosfera.unam.mx)



Tertiary mylonites, Catalinas metamorphic core complex, Tucson, Arizona. Photo by Claudio Bartolini.

### Estimados Colegas

**Ahora que hemos llamado su atención, aprovechamos la oportunidad para invitarlos cordialmente a participar en nuestra Revista Maya de Geociencias, con diversos Temas de Interés y Manuscritos Cortos relacionados a cualquier tema de las Ciencias de la Tierra y similares. Todos los trabajos son bienvenidos, puesto que la función primordial de la revista es la difusión de las geociencias.**

**Si los manuscritos son relativamente largos, también pueden ser publicados, pero en nuestras Ediciones Especiales de la revista, las cuales no tienen las limitaciones de tamaño, como los números mensuales de la revista.**

*Nuestro agradecimiento a **Manuel Arribas Andrés**, un gran fotógrafo y excelente diseñador gráfico Español, por la creación del nuevo logotipo de la Revista Maya de Geociencias y sus indicaciones para la compaginación de la misma.*

Manuel Arribas Andrés. Fotógrafo de España: <https://www.instagram.com/manuel.arribas.andres/>

## Normas editoriales de la Revista Maya de Geociencias:

Semblanzas: un máximo de 3 cuartillas.

Notas de pioneros en las geociencias: un máximo de 4 cuartillas.

Temas de interés para la comunidad: un máximo de 6 cuartillas.

Notas Geocientíficas: un máximo de 12 cuartillas.

**Nota #1:** el máximo de cuartillas es incluyendo figuras. Asimismo, recomendamos que la fuente sea Calibri, No. 11, párrafos justificados, e interlineado de 1,0-1,5.

**Nota #2:** el manuscrito lo pedimos tanto en WORD como en PDF. Las figuras, junto con sus pies de figuras, se agregan dentro del texto, en el orden que aparecerán (i.e., entre párrafos). Los pies de figura pueden tener un tamaño menor, p.ej., No. 10, eso se los dejamos a su consideración.

## Editorial norms for the Revista Maya de Geociencias:

Biographical sketches: A maximum of 3 pages.

Geoscience pioneer notes: A maximum of 4 pages.

Community themes of interest: A maximum of 6 pages.

Geoscience notes: A maximum of 12 pages.

**Note #1:** Page maxima include figures. We also recommend that the font be Calibri size number 11, with justified paragraphs and line spacings of 1.0 or 1.5.

**Note #2:** We ask that the manuscript be in WORD as a PDF. The figures, together with their captions, should be added within the text in their order of appearance (i.e. between paragraphs). The figure captions may be in smaller size font; e.g. number 10, at your discretion.

## Reglamento de la Revista Maya de Geociencias (RMG)

Los siguientes puntos se fundamentan en la experiencia editorial de más de cinco años (más de 60 números mensuales regulares) de la RMG:

- No se aceptarán temas relacionados a la política de ningún país.
- No se permitirá el manejo de temas religiosos, ni se publicarán materiales relacionados a estos, a menos que sea de carácter cultural.
- Se invita a la comunidad a construir temas que respeten en todo momento la equidad de género.
- Queda estrictamente prohibido cualquier tipo de insulto, comentarios soeces o ataques a individuos, asociaciones, instituciones, gobiernos, o cualquier clase de grupo.
- Es importante aclarar, como se menciona al inicio de cada número de la RMG que, las opiniones científicas, comerciales, culturales, sociales, etc., no son responsabilidad, ni son compartidas o rechazadas, por los editores y colaboradores de la RMG.

**Nuevo Canal Youtube de la Revista Maya de Geociencias**

Es un gran placer informarles que hemos establecido un Canal Youtube de nuestra Revista Maya para la difusión de videos de temas de Ciencias de la Tierra. Ya iniciamos nuestras actividades en: <https://www.youtube.com/channel/UCYJ94EyLj4LqnVbbTXh5vpA>

**Estimados colegas,**

Te invitamos a que visites la página web de nuestra Revista Maya de Geociencias, donde podrán encontrar (en formato PDF), todas las revistas que hemos publicado hasta ahora, mismas que pueden descargar de la página. También estaremos incluyendo información adicional que sea de utilidad para nuestras comunidades de geociencias.

<http://www.revistamaya.com/>



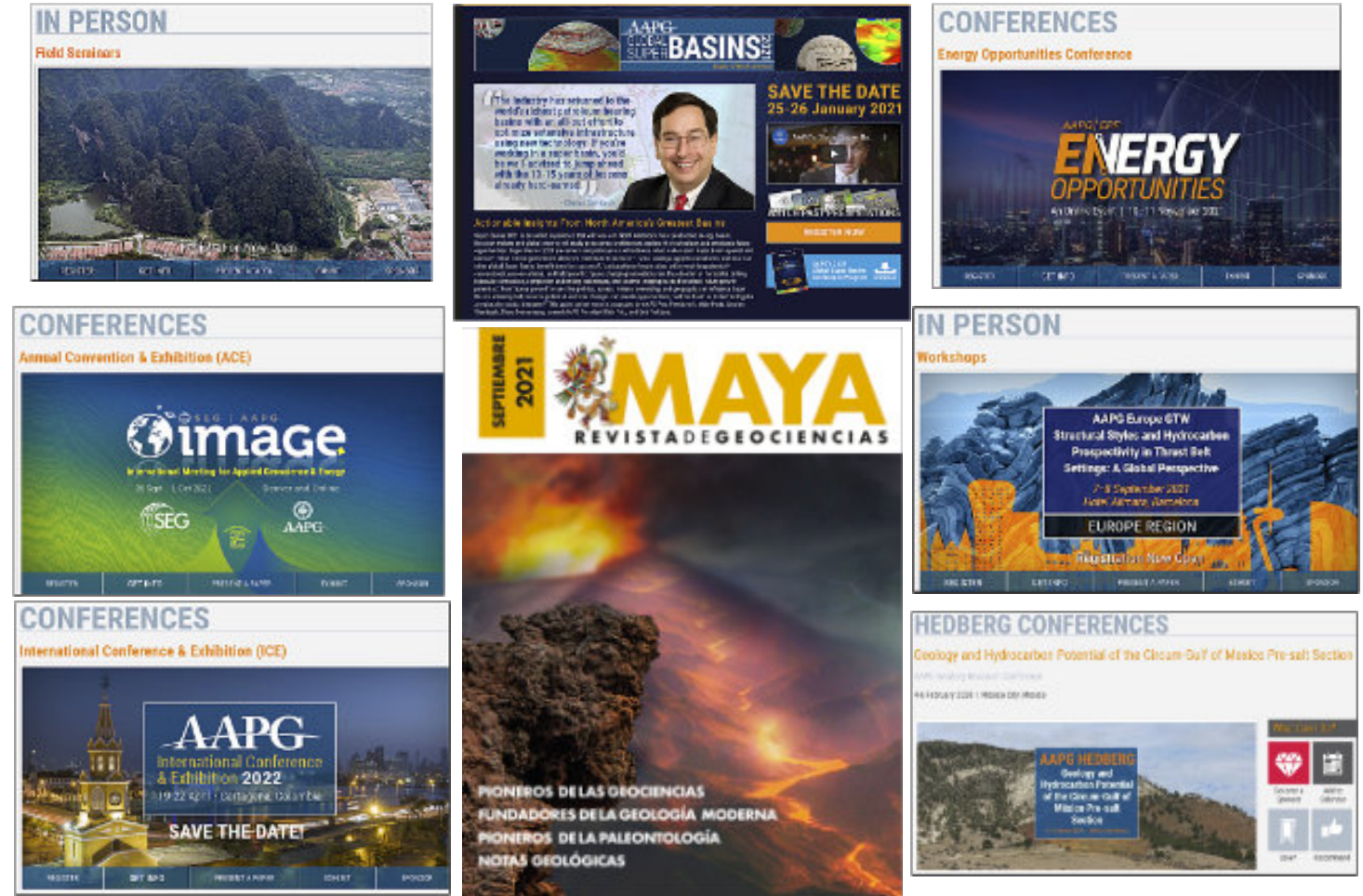
**Visítanos en Revista Maya de Geociencias**

<https://www.facebook.com/groups/430159417618680>



Revista Maya de Geociencias, Julio, 2026.

**Lazos de colaboración y amistad con la AAPG**



Revista Maya de Geociencias, Julio, 2026.



### In Bloom Editing

In Bloom Editing launched in early 2026. The founder and editor has always had a passion for the written word. She carried that interest to the University of Tampa, where she earned a Bachelor of Arts in English.

Following graduation, she obtained more than 18 years of experience in editing. Of that time, 14 years were spent in geoscience scholarly publishing. She edited books for the American Association of Petroleum Geologists. Then, she edited *The Leading Edge*, a journal of the Society of Exploration Geophysicists.

In both roles, she had the honor of helping geoscientists around the world. While earning a Publication Certificate from the Council of Science Editors, she performed a study on the most commonly requested revisions in the peer-review process to help authors with their submissions.

Through In Bloom Editing, she is happy to continue to help authors with their articles, books, conference papers, and more. There are three main offerings that can be tailored to fit the needs of individual projects.

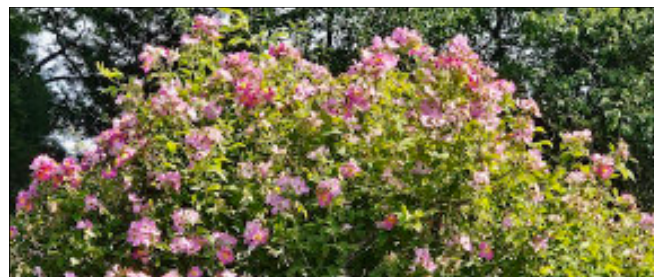
The first is combined Line and Copyediting, which dives into the details of the writing. It improves clarity, consistency, grammar, punctuation, readability, repetition, sentence structure, spelling, and style.

In the second offering, Proofreading, the writing is carefully read again, with attention to remaining refinements. It ensures the previous suggestions have been implemented correctly.

In the third offering, all citations and references are reviewed for accuracy, consistency, and proper formatting. Each is checked against original materials when available.

Each offering is designed to be an uplifting experience. In addition, she is available to help organizations with related tasks. Topics of interest include, but are not limited to, archaeology, natural-hazard mitigation, humanitarian projects, and sustainability.

For more information, visit [www.inbloomediting.com](http://www.inbloomediting.com) or email [hello@inbloomediting.com](mailto:hello@inbloomediting.com).



# CONTENIDO

**JULIO  
2026**

Semblanzas.....	15
Obituarios.....	28
Miscelanea de imágenes.....	32
Resúmenes de tesis y publicaciones.....	35
Los libros recomendados.....	43

### Temas de interés

#### Sostenibilidad en la transición energética. El dilema de los 100.000 años de la energía nuclear

Natalia Silva Cruz.....	50
-------------------------	----

#### La odisea del hidrógeno: de curiosidad química a combustible del futuro

Luis Ángel Valencia Flores.....	53
---------------------------------	----

#### The future of nuclear energy

Claudio Bartolini.....	57
------------------------	----

#### El petróleo precolombino. Los arahuacos de la cuenca del Caribe. II parte.

Rafael Tenreiro Perez.....	63
----------------------------	----

#### Simbología geológica y paleontológica en la heráldica territorial

Jesus S. Porras M.....	68
------------------------	----

#### Fotografías de afloramientos/microscopio

Fotografías.....	81
------------------	----

**Notas Geocientíficas**

**A Gulf of Mexico refill paleocanyon in Belize?**  
Stephen P. J. Cossey and Joshua Rosenfeld.....89

**Programa de Bachillerato Avanzado en la Universidad Tecnológica de Corregidora (Una experiencia para descubrir la ciencia).**  
Escobar-Sánchez Monserrat et al.....94

**Observations on a singular earthquake west of Cuba, after 1,098 days of seismic repose.**  
Manuel A. Iturralde-Vinent y Enrique Arango Arias.....108

**La importancia de la criptobioturbación en sucesiones sedimentarias del registro geológico**  
Jhonny E. Casas.....111

**De mis libretas de campo en la Sierra Madre Oriental, México**  
Rogelio Ramos Aracén.....121

**Misceláneos**

**Museos de historia natural.....127**

**GeoLatinas - GeoSeminarios.....128**

**Venezuelan American Petroleum Association.....129**

**Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias.....130**

**Seminario Institucional de geofísica - UNAM.....131**

**Congreso Nacional de Geoquímica.....133**

**Eventos geológicos y paleontológicos.....134**

**Caverna del Arte.....141**

**Geo-caricatura (Wilmer Pérez Gil).....158**

**La casa de la atmósfera de la tierra.....159**

**Grand Tsingy de Bemaraha: Madagascar’s cathedral of limestone.....160**

**Asociaciones geológicas hermanas.....161**

# SEMBLANZAS

## Ellen H. Swallow Richards: 1842 – 1911

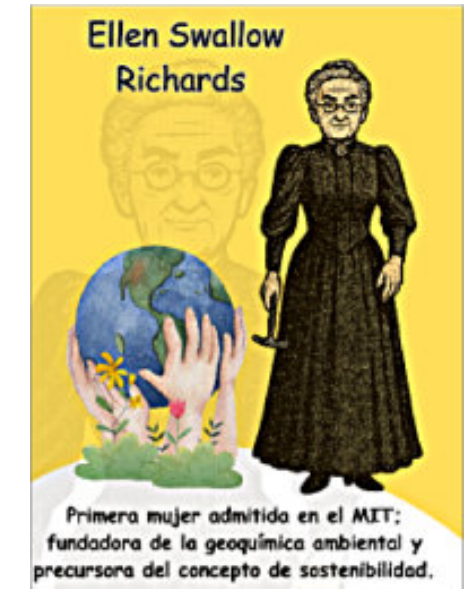
**Daniela Kristell Calvo-Ramos**  
Colaboradora de la Revista

Para la semblanza de julio estuve leyendo no solo artículos que hablaran de la vida de esta gran científica, también me adentré en lecturas sobre la lucha de las mujeres y sus derechos. Porque no podemos separar la semblanza de grandes mujeres científicas con la eterna lucha de la igualdad de género.

Durante esta investigación, no pude evitar preguntarme cuántos obstáculos tuvo que enfrentar la **Dra. Ellen Henrietta Swallow Richards** al convertirse en la única mujer que estudiaba química en el MIT. En una época en la que las puertas de la ciencia permanecían cerradas para las mujeres, habría sido comprensible que abandonara sus sueños ante la discriminación y las constantes barreras. Sin embargo, hizo exactamente lo contrario: luchó por ocupar el lugar que merecía y, una vez dentro, trabajó para que otras mujeres no tuvieran que recorrer el mismo camino lleno de dificultades.

Si hoy las mujeres podemos estudiar con mayor libertad y aspirar a desarrollarnos en cualquier disciplina científica, es gracias al esfuerzo y la valentía de pioneras como ella. Por ello, a lo largo de esta semblanza encontrarán en repetidas ocasiones el prefijo de Dra., pues considero que no basta con llamarla por su nombre; merece ser reconocida como la doctora que abrió caminos para generaciones enteras y que nos enseñó que el conocimiento solo vale la pena si sirve para mejorar la vida.

Los dejo con esta semblanza que me sacó unas lágrimas pensando en todo el trabajo y lucha que tuvo que realizar para poder hacer un cambio en el mundo.



En la historia de la ciencia, pocas figuras han logrado entrelazar de manera tan magistral el rigor del laboratorio con el bienestar de la vida como lo hizo la **Dra. Ellen Henrietta Swallow Richards (1842–1911)**. Nacida el 3 de diciembre de 1842 en Dunstable, Massachusetts, en el seno de una familia de maestros, agricultores y comerciantes, Ellen creció bajo la influencia de sus padres, Peter Swallow y Fanny Taylor, quienes le inculcaron el valor del esfuerzo. Su camino hacia la cima académica no fue sencillo; para costear su educación, trabajó durante años como maestra, realizó tutorías y limpió casas hasta ahorrar los 300 dólares necesarios para ingresar al Vassar College en 1868.

En Vassar, bajo la tutela de la astrónoma Maria Mitchell, Ellen descubrió su fascinación por la astronomía y la química. Tras graduarse en 1870, rompió un hito histórico al ser aceptada como "estudiante especial" en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), convirtiéndose en la primera mujer en Estados Unidos en ser admitida en una institución científica con tal prestigio. En 1873, obtuvo un segundo título de grado en el MIT y una maestría en

Vassar con una tesis sobre el análisis químico del mineral de hierro. Sin embargo, la misoginia institucional de la época le impidió alcanzar el doctorado en Química; las autoridades del MIT se negaron a otorgárselo simplemente porque no querían que una mujer ostentara el primer doctorado de la institución en esa materia.

En 1875, Ellen contrajo matrimonio con Robert Richards, jefe del Departamento de Ingeniería de Minas del MIT. Esta unión no solo fue sentimental, sino una poderosa alianza profesional; su colaboración en el análisis químico de minerales la llevó a ser la primera mujer elegida miembro del American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.

Consciente de las barreras que enfrentaban otras mujeres, Ellen dedicó más de una década a abrirles camino. En 1876, impulsó la creación del Laboratorio de la Mujer en el MIT, donde enseñó química, biología y mineralogía. Richards creía firmemente que las mujeres debían armarse de amplios conocimientos en química, física y mecánica. Su generosidad era tal que aportaba 1,000 dólares anuales de su propio dinero para financiar esta educación científica. Además, en 1881, fue cofundadora de la American Association of University Women (AAUW), organización que hoy continúa defendiendo la igualdad de género en la educación.

El legado más tangible de Richards reside en su impacto sobre la salud pública. En 1887, por encargo del Consejo de Salud de Massachusetts, lideró un estudio masivo y sin precedentes sobre la calidad del agua en el estado. Analizó muestras de agua, aire y suelo, lo que permitió establecer los primeros estándares de calidad del agua en Estados Unidos y derivó en la construcción de la primera planta moderna de tratamiento de aguas residuales en Lowell, Massachusetts.

Su labor en el tratamiento de aguas continuó durante una década, tiempo en el que también coescribió el texto clásico *Air, Water, and Food from a Sanitary Standpoint*

(1900). Su visión transformó el MIT, logrando que en 1890 se estableciera el primer programa de Ingeniería Sanitaria, donde enseñaba a sus alumnos a analizar aguas residuales y aire contaminado.

Ellen no se detuvo en sus estudios de ingeniería. Inventó el concepto de "Euthenics" (Eutenia), que definió como la ciencia para mejorar la condición humana a través de la educación y el entorno. Fue la madre de la Ingeniería Ambiental y la Economía Doméstica moderna, aplicando principios científicos a la nutrición, la seguridad alimentaria y la higiene doméstica para liberar a las mujeres de la carga de las tareas ineficientes.

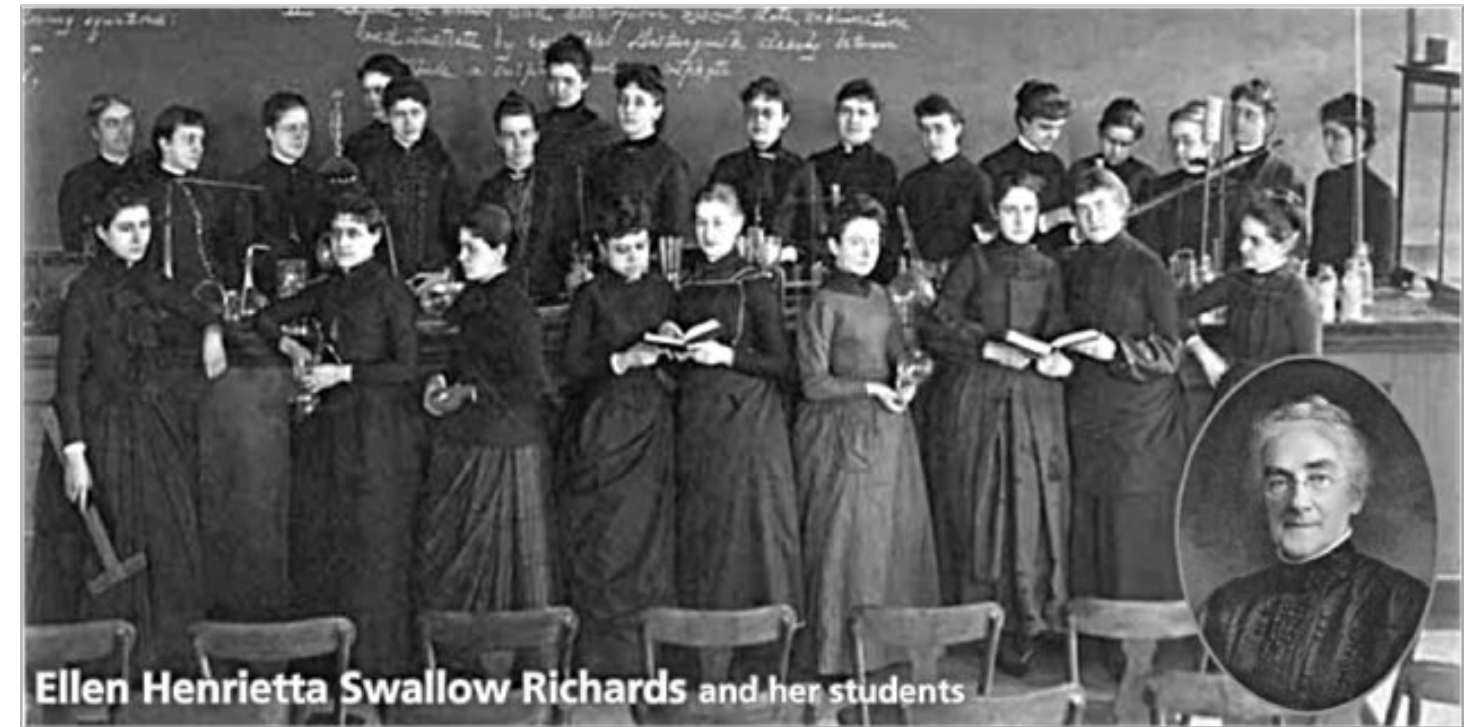
En 1890, fundó el New England Kitchen en Boston, un laboratorio público que trabajaba con principios científicos de nutrición para trabajadores inmigrantes. Al ver que los adultos eran reacios al cambio, enfocó sus esfuerzos en los jóvenes, iniciando en 1894 uno de los primeros programas de comedores escolares en Estados Unidos, el cual llegó a alimentar a 5,000 estudiantes diariamente con dietas balanceadas científicamente.

La Dra. Ellen Swallow Richards falleció el 30 de marzo de 1911 en Boston, a los 68 años. Un año antes, el Smith College le otorgó un doctorado honoris causa, un reconocimiento tardío a la mujer que no solo analizó el mundo bajo el microscopio, sino que lo limpió para las futuras generaciones. Hoy, cada vez que abrimos un grifo de agua potable o estudiamos ciencias ambientales, estamos siguiendo con el legado de una científica que creía que **el conocimiento solo vale la pena si sirve para mejorar la vida.**

#### Referencias

Alcalá Cortijo, Paloma (1993): "Mujeres, máquinas y maquinaciones". *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura*, n° 565, (91-108).

Claramunt Vallespí Rosa, & Claramunt Vallespí, Teresa (2012): *Mujeres en ciencia y tecnología*. UNED, Madrid.



Dra. Ellen Swallow Richards y sus estudiantes mujeres en el Laboratorio de la Mujer en el MIT en 1888. Como la primera instructora femenina del MIT, Richards enseñó análisis químico, química industrial, mineralogía y biología. Más tarde se convertiría en cofundadora de la Asociación Americana de Mujeres Universitarias.

Edelsztein, Valeria (2012): *Científicas: cocinan, limpian y ganan el premio Nobel (y nadie se entera)*. Siglo XXI editores, Buenos Aires.

Lillo, M. "Si tuviera que elegir otra vez, no sería científica". *El País*. (internet). Disponible en: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/04/25/actualidad/1398445342\\_458886.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/04/25/actualidad/1398445342_458886.html). Consultado 06/06/2026.

Muñoz Páez, Adela, y Garritz, Andoni. (2013): *Mujeres y química: Parte IV. Siglos XX y XXI*. Educación química, 24(3), 326-334. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187893X201300030009&Ing=es&tIng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187893X201300030009&Ing=es&tIng=es). Consultado 06/06/2026.

Piqueras Mercedes (2007): "Ellen Swallow Richards, pionera de les ciències ambientals". *Medi ambient: Tecnologia i cultura*, 40, (42-47).

Solsona i Pairó, Nuria (1997): *Mujeres científicas de todos los tiempos*. Talasa Ediciones, Madrid.

Tomé, César (2013): "Ellen Richards: la economía doméstica como cultura científica". *Cuaderno de cultura científica* (internet). Disponible en: <http://culturacientifica.com/2013/08/06/ellenrichards-la-economia-domestica-como-cultura-cientifica/>. Consultado 06/06/2026.



**Daniela Kristell Calvo-Ramos** es Ing. Ambiental de la Univ. Politécnica de Chiapas, Maestría y Doctorado en Ciencias de la Energía en la Univ. Autónoma de Querétaro. Actualmente es Profesora en la Universidad Tecnológica de Corregidora. Sus líneas prioritarias de investigación son: (1) síntesis de materiales fotocatalíticos, (2) síntesis de materiales grafénicos, (3) fotodegradación de colorantes en aguas, (4) foto-oxidoreducción de metales en agua y (5) contaminación de metales en agua. En su programa posdoctoral está

trabajando en preparación de muestras (separación en columnas de intercambio iónico) y análisis (Espectrometría de Masas Multicolector con Plasma Acoplado Inductivamente ICP-MMS) para medición de isótopos estables de zinc, cobre y hierro en diferentes materiales naturales (agua-roca). (6) Análisis de caracterización de microplásticos en el medio ambiente.

[daniela.calvo@utcorregidora.edu.mx](mailto:daniela.calvo@utcorregidora.edu.mx)

**BREVE SEMBLANZA DE CHRISTL PALME, PILAR SILENCIOSO DE LA SISMOLOGÍA HISTÓRICA DE VENEZUELA**

**José Antonio Rodríguez Arteaga<sup>1</sup> y Alejandra Leal Guzmán<sup>2</sup>**

[1rodriguez.arteaga@gmail.com](mailto:1rodriguez.arteaga@gmail.com) y [2alfaleguz@gmail.com](mailto:2alfaleguz@gmail.com)

Dpto. de Geología de terremotos<sup>1</sup> (Investigador emérito) y Dpto. de Sismología<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, (FUNVISIS)

**Christl Palme** nace en el pequeño poblado de *Kottgeisering*, al oeste de Munich, Alemania. En dicha localidad se encontraba su madre, Teresa —natural de Múnich—, junto a sus 2 pequeños hermanos.

La crianza familiar y el cuidado de los niños se completaría con el apoyo de Rudolf, esposo de Teresa, avezado jugador de ajedrez; vienés de origen y campeón nacional de ajedrez nacional de Austria en 1953.

De sus tempranos tiempos y en breve conversación Christl manifestó que para ella y su familia fueron muy difíciles, regularmente marcados por la II Guerra Mundial y los continuos bombardeos de que era objeto su “*Kottgeisering* natal”. A dicha estancia arribarían tropas americanas durante los últimos días de la Segunda Guerra Mundial para luego, tras finalizar el conflicto, la familia entera se trasladaría a Reutte en Austria, en la que Christl cursó sus estudios básicos.

A *posteriori* ella iniciaría, su educación básica, en la que tuvo mayor énfasis la ciudad de Frankfurt -Alemania-, para luego retornar a Reutte y obtener en dicha estancia su grado de bachiller.

Entre sus saberes universitarios Christl egresa por la Universidad de Innsbruck - *Leopold-Franzens-Universität*



*Innsbruck* —en donde obtuvo su título doctoral (*Doctor Philosophiae* en Física para el año 1970.

Este grado académico equivale a un doctorado en ciencias físicas. Tras culminar dicha formación, trabajó en instituciones de altísimo nivel como el Instituto Max-Planck de Química en Mainz (Alemania), antes de asentarse en Venezuela, donde desarrolló una prolífica carrera docente e investigativa con un trabajo de grado realizado en el instituto de investigación de una importante empresa metalúrgica con sede en *Reutte: Metallwerk Plansee*, dedicada a la producción de componentes de molibdeno y tungsteno.

Tras graduarse en Europa marcha a Venezuela y trabaja cerca de un año en la Universidad de Oriente (UDO), núcleo de Nueva Esparta en la Isla de Margarita, y por dos años, en la Universidad Simón Bolívar (USB) en Sartenejas, Caracas, dictando clases en el ciclo básico. Transcurrido ese tiempo, viaja de nuevo a Mainz (Alemania), donde trabaja durante cerca de 4,5 años en el Max Planck, centrándose en el análisis por fluorescencia de rayos X.

Aún en Alemania, contrae matrimonio con el venezolano Darío Osechas, con quien retorna a Venezuela para establecerse en el estado Trujillo. Ya en suelo venezolano, ingresa a la Universidad de los Andes (ULA) y específicamente al Núcleo Universitario Rafael Rangel

(NURR), donde dicta cátedras en las área de educación y en el ciclo básico. De su unión matrimonial nació su único hijo, Okuary José Osechas Palme.

Un aspecto descolante de esta geocientífica ha sido su formidable y constante contribución a la sismología venezolana en sus variados aspectos. Quizás su aporte más duradero haya sido el diseño y desarrollo del Sistema de Teledetección de Sismos Históricos de Venezuela; un proyecto en el cual ha prestado su silenciosa y desinteresada colaboración desde la época de su lejano Reutte en Austria.

Ha sido docente y fundamental colaboradora, manteniendo estrecha relación con el grupo de profesores y geofísicos del Instituto de Geofísica de la Universidad de los Andes (IGULA) en Mérida e instituciones de Caracas como la ya mencionada.

Tras el estudio de los terremotos históricos nacionales, estos se convirtieron en verdadera pasión y vida profesional; lazo que con el Instituto de Geofísica de la Universidad de Los Andes, (IGULA) motivó que en 1991 expandiera sus conocimientos en Múnich junto al profesor Frank Scherbaum, una experiencia que, en sus propias palabras, le permitió "aprender muchísimo".

Formalmente Ingresó al personal profesional del IGULA-Mérida en la década de los noventa.

Tras su jubilación formal en el año 2002, y movida por el supremo interés en seguir aportando temas de investigación y docencia a la universidad, continuó trabajando activamente en el instituto por 9 años más. En 2011, tomó la decisión definitiva de retornar a su anhelada Reutte, localidad desde la cual sigue ejerciendo en Sismología Histórica nacional “a media máquina” y con la modestia que la caracteriza, la infatigable labor de investigadora que se propuso desde sus inicios.

A lo largo de su carrera, Christl perteneció en forma activa al Sistema de Promoción del Investigador (SPI),

manteniendo un destacado número de publicaciones de alto nivel. Ha sido distinguida académicamente con el reconocimiento otorgado por la Universidad de los Andes, el Vicerrectorado Académico y el Consejo de Computación Académico (CCA), en virtud de su sostenido esfuerzo por la libre difusión del conocimiento a través de servidores temáticos y repositorios institucionales. Con más de una veintena de publicaciones como autora y coautora, su legado sigue siendo un faro para las geociencias en Venezuela.

**BIBLIOGRAFÍA SISMOLÓGICA MÍNIMA DE CHRISTL PALME EN VENEZUELA**

Hemos decidido presentar a consideración de los lectores de el presente artículo, la relación ordenada cronológicamente, junto con los enlaces directos a las plataformas donde se aloja el resumen, la ficha de catálogo o el texto completo si al caso viene, con sus respectivas referencias finales.

**Palme de Osechas, C.,** Aranguren, R., Choy, J. E., Guada, C., & Ramírez Méndez, L. A. (2025). *Aplicación del método de Bakun & Wentworth para el análisis del terremoto de febrero 3, 1610, Andes venezolanos*. Revista Geográfica Venezolana, 66(1): 178-191. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/regeoven/article/view/21148>

Mata, S., Choy, J. E., **Palme de Osechas, C.,** & Guada, C. (2015). *Preliminary study of the focal process of the September 12, 2009 earthquake, located off the coast of western central Venezuela, using body waves*.

[https://www.researchgate.net/publication/282220229\\_Preliminary\\_study\\_of\\_the\\_focal\\_process\\_of\\_the\\_september\\_12\\_2009\\_earthquake\\_located\\_off\\_the\\_coast\\_of\\_western\\_central\\_Venezuela\\_using\\_body\\_waves](https://www.researchgate.net/publication/282220229_Preliminary_study_of_the_focal_process_of_the_september_12_2009_earthquake_located_off_the_coast_of_western_central_Venezuela_using_body_waves)

Choy, J. E., **Palme de Osechas, C.,** Guada, C., & Morandi, M. (2011). *Implications of the intensity centers location of the Caracas 1967 and the Caracas 1812 subevent*.

[https://www.researchgate.net/publication/290082364\\_Implications\\_of\\_the\\_intensity\\_centers\\_location\\_of\\_the\\_caracas\\_1967\\_and\\_the\\_caracas\\_1812\\_subevent](https://www.researchgate.net/publication/290082364_Implications_of_the_intensity_centers_location_of_the_caracas_1967_and_the_caracas_1812_subevent)

**Palme de Osechas, C.,** Choy, J. E., Guada, C., & Morandi, M. (2005). *Determinación de una relación lineal entre intensidad, magnitud y distancia epicentral para el occidente de Venezuela*. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 30(4), 195-204. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33910303.pdf>

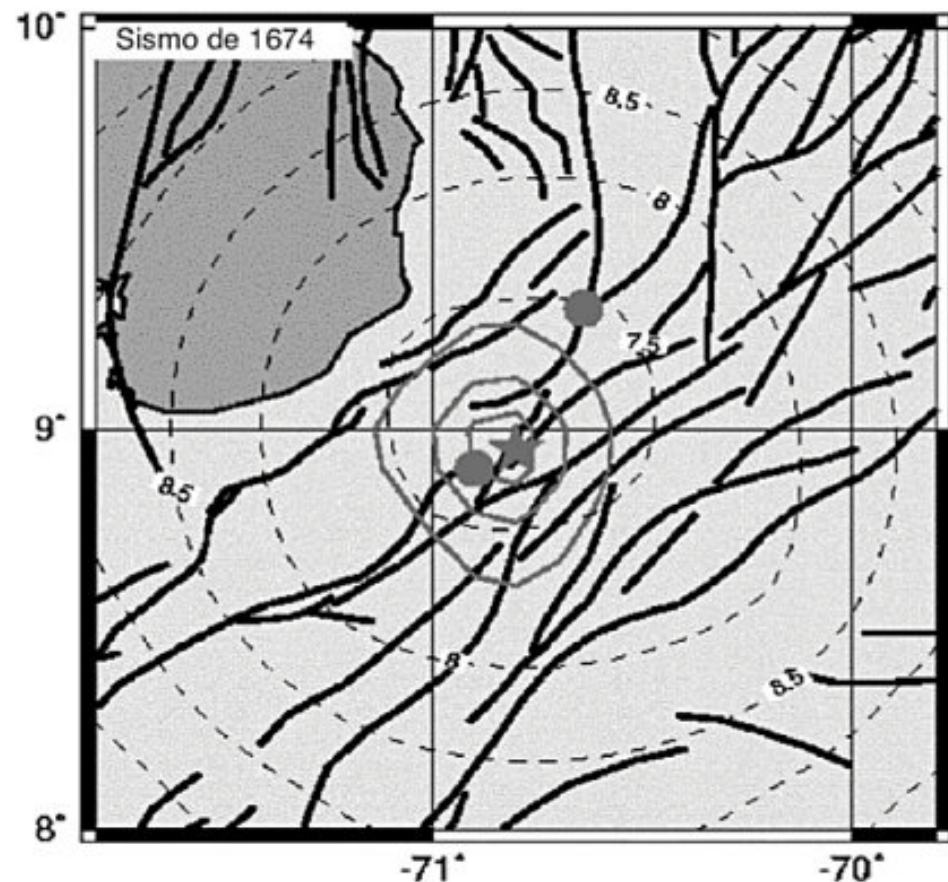
**Palme de Osechas, C.,** & Altez, R. (2005). *La sismología histórica de Venezuela*. *Revista de la Coordinación de CDCHT-ULA*. <https://studylib.es/doc/6503799/la-sismolog%C3%ADa-hist%C3%B3rica-de-venezuela>

Choy, J. E., **Palme de Osechas, C.,** & Morandi, M. (2004). *Implicaciones tectónicas del terremoto de El Tocuyo del 3 de agosto de 1950, Venezuela*. *Revista Geográfica Venezolana*, 45(2), 183-202. [https://www.academia.edu/117702193/Implicaciones\\_tect%C3%B3nicas\\_del\\_terremoto\\_de\\_El\\_Tocuyo\\_del\\_3\\_de\\_agosto\\_de\\_1950\\_Venezuela](https://www.academia.edu/117702193/Implicaciones_tect%C3%B3nicas_del_terremoto_de_El_Tocuyo_del_3_de_agosto_de_1950_Venezuela)

**Palme de Osechas, C.,** Choy, J. E., & Morandi, M. (2001). *Focal seismic mechanisms and tectonic stresses in the northern region of the Mérida Andes, Venezuela*. [https://www.researchgate.net/publication/299007546\\_Focal\\_seismic\\_mechanisms\\_and\\_tectonic\\_stresses\\_in\\_the\\_northern\\_region\\_of\\_the\\_Merida\\_Andes\\_Venezuela](https://www.researchgate.net/publication/299007546_Focal_seismic_mechanisms_and_tectonic_stresses_in_the_northern_region_of_the_Merida_Andes_Venezuela)

**Palme de Osechas, C.** (1993). *Los terremotos de los años 1674, 1775 y 1886 en Trujillo. Mérida, Venezuela: Editorial Venezolana C.A.* (Libro de referencia fundamental para la sismología histórica andina). [https://www.researchgate.net/publication/233967000\\_Los\\_Terremotos\\_de\\_los\\_Anos\\_1674\\_1775\\_y\\_1886\\_en\\_Trujillo](https://www.researchgate.net/publication/233967000_Los_Terremotos_de_los_Anos_1674_1775_y_1886_en_Trujillo)

**Palme de Osechas, C.** (1989). *Reevaluación del terremoto de Trujillo del 29-09-1886*. *Acta Científica Venezolana*, 40, 211-223. [https://books.google.co.ve/books/about/Los\\_terremotos\\_de\\_los\\_a%C3%B1os\\_1674\\_1775\\_y.html?id=ScsgAQAAIAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.co.ve/books/about/Los_terremotos_de_los_a%C3%B1os_1674_1775_y.html?id=ScsgAQAAIAAJ&redir_esc=y)



Resultado de la aplicación del método de B&W para el terremoto del 16-01-1674.

**Dorothy Kemper Palmer (Bryant) (1897-1947).**  
**La primera geóloga de la industria petrolera en Cuba.**

**Rafael Tenreyro Pérez**  
Melbana Energy, La Habana, Cuba



Nació en Chicago, Illinois, Estados Unidos el día 14 de abril de 1897. Cursa la enseñanza secundaria en Los Ángeles, California, para ingresar en 1918 en la Universidad de California en Berkeley. Fue una de las tres primeras mujeres que matricula estudios geológicos en esa Universidad. Se graduó en 1920, recibiendo los honores en las materias correspondientes a la paleontología, ciencia a la cual se va a dedicar durante toda su vida.

Después de su graduación, fue asistente del profesor Bruce L. Clark, trabajando en el estudio de los moluscos fósiles. En 1922 recibió el grado de Master of Arts con su investigación referente a la microfauna del Eoceno cerca de Vacaville, California<sup>1</sup>. Poco tiempo después, junto con Clark publica un artículo sobre los gasterópodos del tipo *Rimella* del Eoceno<sup>2</sup>. Se casó el 3 de enero de 1923, con el notable geólogo y paleontólogo Robert H. Palmer, en San Antonio, Texas. En el año 1924 comenzó a trabajar en la Río Bravo Petroleum Company, en Houston, junto con Grace Newman. La río Bravo la emplea por recomendación de la micropaleontóloga y compañera de estudios en Berkeley, Esther Applin, quien a su vez fue la primera profesional contratada por una empresa petrolera en los Estados Unidos: Shell Oil, en 1917. La río Bravo se mostró inicialmente reticente a la contratación de Dorothy, porque era política de la compañía no emplear mujeres casadas. Esther que para la época estaba casada, convenció a la gerencia de ignorar esta práctica. Dorothy se dedica a los *Foraminíferos*, cuyo estudio se encontraba en su período inicial de desarrollo en el mundo. En tal sentido, fue pionera en el uso de este grupo para la estratigrafía en la exploración de petróleo y gas<sup>3</sup>.

En 1925 – 1926, mientras su esposo Robert cursaba su doctorado en la Universidad de Stanford, Dorothy coopera en la redacción del "Micropaleontology Bulletin". Aquí expone sus experiencias en el uso de los foraminíferos en el control geológico de los pozos petroleros. Estos artículos y notas son considerados como los pioneros en dicha publicación norteamericana. En 1927, los Palmers se mudan para el Estado de Washington para dedicarse a las investigaciones geológicas y paleontológicas en este estado. Dorothy simultaneó el trabajo geológico con la

enseñanza en la Universidad del Estado de Washington, donde simultáneamente cursa estudios de post graduado. En esta misma Universidad y en el Puget Sound Marine Laboratory realiza estudios especiales con C.C. Church y completa colecciones de *Foraminíferos* del Mioceno de Astoria. Continúa sus investigaciones posteriormente, en 1929, bajo la guía del doctor Thomas W. Vaughan en el Scripps Institute of Oceanography. Sus primeras investigaciones sobre Cuba las realiza a instancias del propio Vaughan, quien había participado a finales del siglo XIX, durante la ocupación norteamericana, en la evaluación geológica de la isla auspiciada por el USGS<sup>4</sup>.

Dorothy Palmer comienza a prestar servicios para la Cuban Atlantic Oil and Refining Company (Carco), desde 1930, formando parte de un formidable grupo de geólogos y geofísicos que emprendió un ambicioso programa exploratorio en varias zonas de Cuba. Dorothy se traslada junto con su esposo quien a su vez se involucra como consultante en investigaciones geológicas y paleontológicas. Su papel es ayudar a comprender la geología de Cuba y el Caribe utilizando la micropaleontología y en particular los *Foraminíferos*, en las secuencias sedimentarias del Mesozoico y el Cenozoico. En Cuba publica varios trabajos en la revista de la Sociedad Cubana de Historia Natural Felipe Poey, de la Universidad de la Habana.

Dorothy Palmer trabajó en Cuba por espacio de 17 años y se convirtió en una de las principales autoridades en el conocimiento de los microfósiles, de los cuales tenía una sobresaliente colección<sup>5</sup>. Llegó a poseer 3217 ejemplares. Esta magnífica colección de foraminíferos se encuentra conservada en el Paleontological Research Institution and Museum of the Earth en Ithaca, Nueva York. Su labor

excedió la actividad profesional como experta en la aplicación de la paleontología a la estratigrafía y la geología del petróleo. Junto con su esposo fueron determinantes en lograr que jóvenes cubanos se interesaran, adquirieran conocimientos y desarrollaran habilidades científicas en la geología y la paleontología.

Dorothy inspiró y ayudó a muchos jóvenes científicos cubanos. Entre los colaboradores de la doctora Palmer pueden citarse a los cubanos Pedro J. Bermúdez Hernández y E. Camacho. Perteneció a numerosas instituciones cubanas y extranjeras. Falleció en la ciudad de la Habana el día 16 de junio de 1947.



Dorothy Palmer en 1924 en Houston cuando trabajaba para Rio Bravo Petroleum Co. (Cortesía de Robbie Gries).



Los malacólogos cubanos Aguayo y Jaume dedicaron a la memoria de Dorothy Palmer el *Cerion dorotheae*, una de las más características entre las especies de Cerion en Cuba.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Palmer D.K., 1923 A fauna from the Middle Eocene Shales near Vacaville, California University of California Publications in Geological Science 14 No 8 (1923) 289=318

<sup>2</sup>Palmer D.K., B.I. Clark 1923 Revision of the Remella like gastropods from the West Coast of North America. University of California Publications in Geological Science 14 No 7 1923 277 = 288

<sup>3</sup>Palmer K.V. "Dorothy Palmer 1897 – 1947 Journal of Paleontology 22 (1948) pp. 518-519

<sup>4</sup>Marilyn Bailey Ogilvie, Joy Dorothy Harvey The Biographical Dictionary of Women in Science: L-Z Page 974.

<sup>5</sup>Alvarez-Conde, J., 1957. Historia de la Geología, Mineralogía y Paleontología en Cuba. Publicaciones Junta Nacional de Arqueología y Etnología. La Habana, 248 pág Dorothy K. Palmer pp. 210-212

<sup>6</sup>CERIONIDAE - Cerion dorotheae Aguayo & Jaume, 1951 <http://www.femorale.com/>

## Krystyna Piotrowska: 1938 - 2022



Con gran tristeza, el 26 de Enero de 2022, a la edad de 83 años, falleció la Profesora **Doctora Krystyna Piotrowska**.

La doctora Krystyna Piotrowska nació el 5 de Julio de 1938 en Łuck, en la actual Ucrania. Al inicio de la guerra, regresó con sus padres a Varsovia, donde completó su educación secundaria y comenzó sus estudios en la Facultad de Geología de la Universidad de Varsovia.

En Febrero de 1962, obtuvo el título de Master en Geología (en estratigrafía y exploración) sobre la base de su tesis titulada: "Budowa geologiczna Wyżniej Świstówki" ("Estructura geológica de la Alta Świstówka"), elaborada bajo la supervisión del profesor Edward Passendorfer. En ese mismo año, se incorporó al Departamento de Tectónica y Cartografía Geológica de la Facultad de Geología de la Universidad de Varsovia y sus investigaciones se centraron en la geología de los Montes Tatra y las Montañas Pieniny, con especial énfasis en el análisis estadístico mesoestructural y en los estudios fotogeológicos.

En 1969 defendió su tesis doctoral (premiada por el Rector de la Universidad de Varsovia) con el título "Análisis fotointerpretativo cualitativo de las estructuras disyuntivas

del basamento cristalino de los Montes Tatra Polacos". En los últimos años de su trabajo en la Facultad de Geología impartió conferencias sobre tectónica y cartografía geológica.

En 1971 comenzó su actividad científica en el Departamento de Ciencias Geológicas (más tarde Instituto de Ciencias Geológicas) de la Academia de Ciencias de Polonia, donde se le ofreció participar en un proyecto internacional co-ejecutado por la Academia de Ciencias de Polonia y la Academia de Ciencias de Cuba, destinado a la preparación del Mapa Geológico de Cuba en la escala 1:250.000. En los años 1971-1975 Krystyna Piotrowska realizó investigaciones y trabajos cartográfico-geológicos sobre la elaboración del mapa geológico de la provincia de Pinar del Río, en el occidente de Cuba y en los años 1977-1982 supervisó una expedición del equipo polaco-cubano que trabajaba en el mapa de la provincia de Matanzas en el centro-occidente de la República de Cuba. En el transcurso de los trabajos de investigación y cartográficos relacionados con dicho proyecto, junto con los especialistas cubanos, se realizaron mapas geológicos y tectónicos en las escalas 1:250.000 y 1:100.000; perfiles y sondeos documentados, así como el reconocimiento de las características tectónicas de Cuba, la unificación de la litoestratigrafía de las unidades formales, la identificación

de nuevas unidades y miles de determinaciones micropaleontológicas y macrofaunísticas. El resultado de estos trabajos fue también una tesis de Krystyna Piotrowska titulada "Estructuras del manto del oeste de Cuba a partir del ejemplo de la Sierra de los Órganos", sobre cuya base se le concedió en 1978 el título de Doctora en Ciencias Naturales. En los años 1994-2002 Krystyna Piotrowska trabajó simultáneamente en el Instituto de Geografía de la Academia Santacrucensis (Świętokrzyskie) como jefa del Departamento de Fundamentos de la Geología. Impartió clases con estudiantes de Ciencias de la Tierra y fue supervisora de numerosas tesis de master y licenciatura.

El primero de Enero de 1995 Krystyna Piotrowska comenzó a trabajar en el Instituto Geológico Estatal (PIB), donde en los años 2002-2006 dirigió el Departamento de Cartografía Geológica. Durante sus 20 años de trabajo en el Instituto, fue responsable de las hojas del Mapa Geológico Detallado de Polonia a escala 1:50.000 y del Mapa Geológico de Polonia a escala 1:200.000, y puso en marcha numerosos proyectos, como los mapas geológicos y turísticos de los parques nacionales y paisajísticos. También es coautora del Diccionario de Unidades Litoestratigráficas de Polonia y fue una de las editoras científicas del Mapa Geológico de Polonia a escala 1:500.000. Su papel fue fundamental en el inicio de la aplicación de métodos de geofísica superficial y en el desarrollo de modelos geológicos en el Instituto, como co-creadora del modelo espacial de la estructura geológica profunda de Polonia. En los años 2005-2015 dirigió su mayor proyecto en el Instituto: trabajos sobre el Mapa Geológico Detallado de los Montes Tatra a escala 1:10.000, reuniendo a un grupo de geólogos de Varsovia, Cracovia, Wrocław y geólogos del Servicio Geológico Eslovaco (Instituto Geológico Estatal Dionýz Štúr).

El proyecto a largo plazo culminó con la publicación de 25 hojas, incluidas 16 hojas limítrofes entre Polonia y Eslovaquia. El efecto de la cooperación extranjera fue también su coautoría del Mapa Geológico-Educativo de los Montes Tatra en la escala 1:50.000 y la producción del Mapa Geológico de los Montes Tatra para el Atlas del Parque Nacional. Durante estos trabajos, se ocupó especialmente de los jóvenes geólogos y apoyó activamente sus trabajos y estudios durante todo el proceso de cartografía geológica.

En el año 2000, Krystyna Piotrowska recibió del Presidente de la República de Polonia el título de Catedrática de Ciencias de la Tierra. Por sus logros, fue condecorada con la Cruz Dorada al Mérito (2005), la Insignia Dorada del Instituto Geológico Polaco (2013) y la insignia honorífica al Mérito de la Geología Polaca.

Fue miembro de muchos Consejos Científicos, entre ellos, el Consejo de la Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales de la Universidad Tecnológica de Silesia, el Comité de Ciencias Geológicas de la Academia Polaca de Ciencias, la Comisión para la Aceptación de Estudios Cartográficos, el Consejo Editorial del Geological Quarterly, el Comité Editorial de Trabajos del PGI y los trabajos del Instituto de Geografía de la Academia Santacrucensis (Świętokrzyska), el Consejo de Programa del Atlas de los Montes Tatra y la Comisión de Unificación y Redacción del Mapa Geológico de Cuba. Como parte de su actividad, asumió la evaluación de los logros científicos y la emisión de opiniones sobre las solicitudes de otorgamiento de títulos científicos, así como la revisión de estudios y artículos cartográficos y fue tutora de dos tesis para el grado de doctor.

Krystyna Piotrowska dedicó su vida profesional principalmente a sus amadas montañas Tatra y a la geología de Cuba. Su dedicación a la tectónica de los Montes Tatra, desde su época universitaria se extendió hasta la práctica del alpinismo realizando escaladas de invierno y verano en equipos femeninos. Fue una persona comprometida y entregada casi hasta el final de sus años. Siempre alegre y amistosa, invitó a cooperar a geólogos de varios centros de investigación. Se unió en la búsqueda de descubrimientos conjuntos, organizó conferencias científicas y numerosas reuniones en el campo. Le gustaba y apreciaba el trabajo con los jóvenes. Entrenó a geólogos cubanos que colaboraron con ella en el levantamiento geológico de Cuba. Siempre llena de energía y carisma, desarrolló en sus alumnos curiosidad por la geología y sensibilidad por la naturaleza.

Durante muchos años, compartió su pasión y trabajo profesional en Polonia y en Cuba con su esposo, también geólogo y cartógrafo, el Dr. Jerzy Piotrowski, finado años antes.

La misa funeral por la Doctora Krystyna Piotrowska se realizó el 4 de Febrero de 2022 a las 12:00 en la iglesia de St. Borromeo y después se le llevó a la tumba familiar en Stare Powązki.

*Traducción del polaco por Humberto Álvarez Sánchez, revisada por el Doctor Andrzej Pszczółkowski; sobre la base de la Nota necrológica publicada el 31 de enero de 2022 por el Instituto Geológico Polaco-Instituto Nacional de Investigación. En homenaje a la vida de la Doctora Krystyna Piotrowska.*

<https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Krystyna-Piotrowska-83838866>

## José Mas Vall: 1918 - 2003

### Destacado egresado de la Primera Promoción de Geólogos (1942) de la Escuela de Geología de la ilustre Universidad Central de Venezuela

Marianto Castro Mora  
[notasgeologiavenezuela@gmail.com](mailto:notasgeologiavenezuela@gmail.com)



Figura 1: Foto de José Mas Vall tomada de la Revista GEOS, profesores del Departamento de Geología de la Universidad Central de Venezuela, año 1964.

José Mas Vall fue un destacado geólogo venezolano y uno de los egresados de la Primera Promoción de Geólogos de la ilustre Universidad Central de Venezuela (UCV) en el año 1942. Se conoce que nació en España en el año 1918 y emigró a Venezuela persiguiendo su sueño de estudiar geología. José Mas Vall participó activamente en los primeros esfuerzos de investigación geológica y cartografía del territorio venezolano. Su formación coincidió con el período de expansión de la exploración petrolera nacional, cuando la geología adquirió una importancia estratégica para el desarrollo económico del país. Realizó sus estudios en el contexto de una profunda transformación institucional de Venezuela. En el año 1937, durante el gobierno del general Eleazar López Contreras, fue creado el Instituto de Geología, una institución destinada a formar profesionales capaces de estudiar sistemáticamente los recursos geológicos y minerales del país. Este instituto constituyó el antecedente directo de la posterior Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela.

Diversas fuentes históricas destacan que José Mas Vall obtuvo su título con la distinción Magna Cum Laude, reflejo de su excelencia académica.

Sus compañeros de la Primera Promoción de Geólogos en Venezuela del año 1942 fueron: Carlos E. Key, César

Rosales, Luis Candiales, José Rafael Domínguez, Jesús Armando Yáñez, José Pantín Herrera, Leandro Miranda Ruíz, Luis Ponte Rodríguez, Eduardo J. Guzmán, Ricardo Rey y Lama, José Vicente Sarría y Oswaldo Salamanqués. Tuvieron el honor de recibir clases de los pioneros y fundadores de la Escuela de Geología en Venezuela: Pedro Ignacio Aguerrevere, Guillermo Zuloaga, Santiago Aguerrevere, Angel Demetrio Aguerrevere, Manuel Tello Berrizbeitia, Víctor M. López, Alfonso Kroboth, Ernesto Vallenilla, Herman Kaiser, Ely Mencher y Leopoldo E. López, (Figuras 2 y 3).



Figura 2: José Mas Vall en la foto de la Primera Promoción de Geólogos de la Escuela de Geología de la ilustre Universidad Central de Venezuela. Se encuentra en la segunda línea hacia el centro (número 16). Foto tomada de la revista GEOS, Número 1, Enero 1959.

La Promoción de Geólogos de 1942 representó un acontecimiento de enorme trascendencia para el país. Hasta entonces, quienes deseaban estudiar geología en Venezuela debían realizar la carrera en universidades fuera del país. Gran parte de los estudios geológicos realizados en Venezuela habían sido ejecutados por especialistas extranjeros contratados por compañías petroleras o instituciones gubernamentales. La graduación de estos primeros geólogos venezolanos permitió iniciar un proceso de nacionalización del

conocimiento geocientífico y de formación de cuadros técnicos propios, (Figura 4).



Figura 3: José Mas Vall el día de su graduación en la Primera Promoción de Geólogos en Venezuela en el año 1942. Foto tomada de la revista GEOS, Número 1, Enero 1959.

LISTA DE LOS GEOLOGOS EGRESADOS DE LA ESCUELA DE GEOLOGIA DESDE SU FUNDACION		
1ª PROMOCION (1942)		
NOMBRE	TRABAJO	LUGAR
Candiales, Luis	M.M.H.	México
Dominguez, José R.	Shell	Holanda
Guzmán Eduardo (mexicano)	PEMEX	México
(Petróleos Mexicanos)		
Key, Carlos Eduardo	Creole	Caracas
Mas Vall, José	U.C.V.	Caracas
Miranda Ruiz, Leandro	Corporación de Guayana	Caracas
Pantín Herrera, José	Creole	Caracas
Ponte Rodríguez, Luis	PONROCA	Caracas
Ray y Lara, Ricardo (peruano)		Perú
Rosales W., César	Shell	Londres
Salamánquez, Oswaldo	M.O.P.	Caracas
Sarria, José Vicente	M.M.H.	Caracas
Yanes, Jesús Armando	Fábrica de Almidón	Valencia

Figura 4: Listado de la Primera Promoción de Geólogos, 1942 y sus lugares de trabajo. Tomado de la Revista GEOS, Número 10, Caracas, Marzo 1964

Una vez graduado se trasladó a los Estados Unidos donde obtuvo un Master of Arts en Geología en la Universidad de Princeton en el año 1948.

Su nombre aparece frecuentemente en publicaciones históricas sobre las geociencias venezolanas debido a su participación en el desarrollo temprano de la geología nacional. Durante su formación y actividad profesional realizó prácticas y trabajos especializados en mineralogía óptica y petrografía en el reconocido laboratorio geológico de Caripito, uno de los centros de investigación geológica más avanzados de Venezuela en la década de 1940 y 1950.

Trabajó en los años 50 en el Departamento de Geología del Ministerio de Fomento y en el Ministerio de Minas e Hidrocarburos donde llegó a ocupar el cargo de Jefe de la División de Petróleo. Dedicó su vida a la enseñanza en la Universidad Central de Venezuela siendo profesor de

petrología y geología física, (Figura 5). Formó parte del Comité Editor del primer *Léxico Estratigráfico de Venezuela* (1956).

PERSONAL DOCENTE DE LA ESCUELA DE GEOLOGIA, MINAS Y METALURGIA	
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA	
<b>AGUIRREVERE, ANGEL D.</b> Titular. Abogado, U. C. V. (1923); M. A. Stanford University (1926); Profesor de Legislación Minera y Petrolera.	Pennsylvania St. University E.U.A. (1946); Profesor de Principios de Ingeniería del Petróleo.
<b>BALLESTRINI, CESAR</b> Titular. Dr. Ciencias Políticas, U.C.V. (1947); Licenciado en Ciencias Físicas y Sociales, U.C.V. (1947); Profesor de Economía Minera y Petrolera.	<b>KROBOTH, ALFONSO</b> Titular. Ingeniero de Minas, Escuela de Minas de Freiberg, Alemania (1927); Profesor de Geología Estructural; Geomorfología; Mapas Geológicos.
<b>BERMUDEZ, PEDRO J.</b> Titular. Doctor en Farmacia, Universidad de La Habana, Cuba (1935); Doctor en Ciencias Naturales, Universidad de La Habana, Cuba (1936); Profesor de Micropetrología.	<b>LOPEZ, VICTOR M.</b> Titular. Doctor of Philosophy (Massachusetts), Institute of Technology E.U.A. (1937); Ingeniero de Minas, U.C.V. (1938); Geólogo U.C.V. (1941); Profesor de Petrografía Avanzada; Mineralografía Avanzada.
<b>DE SOLA, OSWALDO</b> Titular. Geólogo, U.C.V. (1943); Profesor de Geología para Ingenieros; Geología Aplicada; Seminario.	<b>MAS VALL, JOSÉ</b> Asistente. Geólogo, U.C.V. (1942); Master of Arts (Geología), Princeton University, E.U.A. (1948); Profesor de Petrología.
<b>GONZALEZ DE JUANA, CLEMENTE</b> Titular. Ingeniero de Minas, Escuela Española de Ingeniería de Minas (1929); Ingeniero de Minas, U.C.V. (1951); Doctor en Ingeniería de Minas, Escuela Española de Ingeniería de Minas (1961); Profesor de Geología de Venezuela; Geología del Petróleo; Aerogeología; Geología de Campos.	<b>BIERO, FRANCIS DE</b> Titular. Master of Arts (Geología), Columbia University, E.U.A. (1926); Profesora de Paleontología, Estratigrafía.
<b>JONES PARRA, JUAN (N)</b> Titular. Ingeniero de Petróleo, U.C.V. (1956); Doctor of Philosophy (Petróleo).	<b>GALAVIS S, FELIX</b> Asistente. Geólogo, U.C.V. (1943); Profesor de Mineralogía Óptica, Petrografía.
	<b>MIRANDA RUIZ, LEONORO</b> Asistente. Geóloga, U.C.V. (1942); Profesor de Geología General.

Figura 5: Listado de Profesores del Departamento de Geología de la ilustre Universidad Central de Venezuela. Tomado de la Revista GEOS, Número 10, Caracas, Marzo 1964.

**TUTOR, MENTOR Y AMIGO**

Somos numerosas las generaciones de geólogos que recordamos al profesor Mas Vall con inmenso cariño y admiración. Era un caballero de refinada elegancia, cuyo trato cordial, educado y formal reflejaba una personalidad serena y distinguida. Aunque se relacionaba con gran cortesía y calidez humana, era sumamente reservado en lo concerniente a su vida privada, que protegía con ejemplar discreción.

En mi caso, le debo agradecimiento eterno, pues el me abrió las puertas a una carrera hermosa, por la cual siento devoción y respeto.

En el año 1975, yo estudiaba cuarto semestre de ingeniería civil en la Universidad Católica Andrés Bello. No lo hacía por elección, sino por circunstancias. Mi vocación era una carrera hacia biología o ciencias, pero mi familia deseaba una persona en la rama de ingeniería para continuar el negocio familiar y es así como comencé a estudiar ingeniería civil. Mi compañera de estudio, María Antonieta Lorente, por iniciativa propia logró con gran esfuerzo, obtener equivalencia y comenzar a estudiar

geología en la Universidad Central de Venezuela. Esta situación me animó a hacer lo mismo, y un día al culminar las clases al mediodía me fui a la Escuela de Geología de la Universidad Central de Venezuela con un sobre con todos mis documentos que me acreditaban el haber culminado cuatro semestres de ingeniería civil. La Escuela de Geología estaba ubicada en el tercer piso del Edificio de Ingeniería de Petróleo. Al llegar un señor muy elegante estaba cerrando la puerta y me indicó que era hora de almuerzo y que volverían a abrir a las dos de la tarde. Creo que vio mi cara de tristeza o ansiedad, que muy amablemente me preguntó que deseaba a lo que respondí "estudiar geología porque no puedo mas con la ingeniería civil". Inmediatamente abrió la puerta, me hizo pasar a su oficina, me entregó material escrito de geología y me dijo "te voy a ayudar...yo llegue a Venezuela porque mi familia quería que fuera ingeniero civil...y puedo ver en tu cara lo que yo sentí hace muchos años atrás" y así, comencé a estudiar geología y al año siguiente fui por dos semestres preparadora de la materia que el profesor Mas Vall dictaba en quinto semestre, Geología Física. Fue así como nació mi profunda admiración y afecto por un profesor y mentor extraordinario que, con el transcurrir de los años, se convirtió no solo en una figura fundamental de mi formación profesional, sino también en un apreciado amigo, respetado colega y valioso compañero en múltiples actividades gremiales desarrolladas en Venezuela.



Figura 6: Con mi querido y apreciado profesor Mas Vall en una celebración gremial en el Colegio de Ingenieros de Caracas en el año 1982.

Es importante mencionar que la trayectoria profesional de José Mas Vall estuvo estrechamente vinculada al surgimiento de la enseñanza moderna de la geología en el país y al desarrollo científico que acompañó la expansión de la industria petrolera durante la primera mitad del siglo XX. Su nombre figura entre los pioneros que contribuyeron a consolidar la geología como disciplina académica y profesión especializada en Venezuela. Su legado está asociado a la formación numerosas generaciones de geólogos venezolanos y al establecimiento de las bases científicas y técnicas de las geociencias en el país. Su partida física en el año 2003 constituyó una sensible pérdida para la comunidad geocientífica venezolana. No obstante, su legado perdura y permanece vigente en el recuerdo de colegas, discípulos y amigos, quienes lo evocan como un profesor extraordinario, formador de generaciones, y como un caballero a carta cabal. Se distinguió siempre por su integridad, nobleza de carácter y permanente vocación de servicio cuya conducta ejemplar honró permanentemente los más altos valores humanos y profesionales.

**REFERENCIAS**

**Egresados de la Primera Promoción de la Escuela de Geología.** GEOS, Número 1, Caracas, Enero 1959.

**Léxico Estratigráfico de Venezuela.** Dirección General Sectorial de SERVIGEOMIN, Dirección de Geología, Ministerio de Energía y Minas, República de Venezuela. Versión digital revisada de Agosto 2021, 1251 p. <https://www.academia.edu/96551124/LEXICO ESTRATIGRAFICO DE VENEZUELA VERSION DIGITAL>

**Personal docente de la Escuela de Geología, Minas y Metalurgia, Profesores del Departamento de Geología (1964).** Revista GEOS, Número 10, Caracas, Marzo 1964

## Luis Lagno Bravo: 1946 – 2026



Estimados Socios y Colegas:

Con hondo pesar debemos informar el sensible fallecimiento del colega y socio Luis Lagno Bravo (QEPD), ocurrido el sábado 6 de junio, luego de una larga enfermedad.

El colega Lagno fue un geólogo económico, egresado de la Universidad de Chile en 1980 y dedicado a la minería nacional tanto en exploración como en producción. Especializado en metalogenia andina, en la conceptualización de modelos de yacimientos metálicos en el territorio nacional y en la Cordillera Argentina, especialmente en la evaluación geológica económica básica y de detalle, distrital de yacimientos de cobre, cobre-oro y oro.

Luis era Persona Competente, calificado por la Comisión Minera. Sus últimos años ejerció como docente en la P. Universidad Católica de Valparaíso. De personalidad alegre y extrovertida, tuvo una especial afición por la aeronáutica, teniendo licencia de piloto.

El Directorio del Colegio de Geólogos de Chile, en representación del gremio, envía sus más sinceras condolencias a sus familiares y amigos."

<https://www.colegiodegeologos.cl/post/luis-roberto-sebasti%C3%A1n-lagno-bravo>



## Gabriel París Quevedo: 1937 – 2026



La Sociedad Colombiana de Geología (SCG) lamenta profundamente el fallecimiento de Gabriel París Quevedo (29 Dic. 1937 - 2 Mar. 2026), eminente Geólogo Colombiano, egresado de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, y uno de los pioneros de la Paleosismología y la Neotectónica en el país.

Durante más de 5 décadas, desde el entonces INGEOMINAS (Cali) - hoy Servicio Geológico Colombiano @serviciogeologicocolombiano, Sede Cali -, y sus casi 20 años como docente de cátedra en las universidades del Cauca @unicauca, Pontificia Universidad Javeriana - Cali @pontificiauniversidadjaveriana, y del Valle @univallecol, además de ser profesor invitado a cursos de campo por diversos programas de Geología e Ing. Geológica del país, fue referente de rigor científico, trabajo de campo incansable y compromiso absoluto con la Geología Colombiana. Perteneció a esa generación de Geólogos que recorrió el territorio construyendo conocimiento con observación directa, hipótesis sólidas, y profunda vocación.

El "Dr. París" (como muchos le llamaban, y con su imborrable acento cachaco) además de marstro, colega, mentor y amigo, fue un gran ser humano, alegre, sabio y sincero. Su presencia marcó profundamente a quienes tuvieron el privilegio de caminar junto a él por las rocas, los valles y las montañas, así como las aulas y los laboratorios.

<https://www.facebook.com/soc.col.geologia/photos/la-sociedad-colombiana-de-geolog%C3%ADa-scg-lamenta-profundamente-el-fallecimiento-de/1425815656252697/>



La Sociedad Geológica del Perú expresa su profundo pesar por el sensible fallecimiento de nuestro socio Honorario Jorge Nelson Rivera Guillen de nuestra institución. Transmitimos nuestras más sinceras condolencias a su familia y seres queridos.

<https://www.facebook.com/sociedadgeologica/posts/%EF%B8%8F-condolencias-la-sociedad-geol%C3%B3gica-del-per%C3%BA-expresa-su-profundo-pesar-por-el-s/1212517237689158/>

# Miscelanea de Imágenes

## Mundial de futbol 2026: Tres naciones, una misma pasión

Luis Ángel Valencia Flores

Editor de la Revista

En 2026, el fútbol escribirá una de las páginas más memorables de su historia. Por primera vez, tres países compartirán la organización de una Copa Mundial: México, Estados Unidos y Canadá. Más que un torneo deportivo, este acontecimiento representa la unión de culturas, tradiciones y millones de aficionados que comparten una misma pasión por el deporte más popular del planeta.

México se convertirá en el primer país en albergar tres Copas del Mundo, después de las ediciones de 1970 y 1986, consolidando su lugar como una de las grandes cunas del fútbol internacional. Desde la majestuosidad de sus sitios históricos y arqueológicos hasta la calidez de su gente, el país ofrecerá al mundo una experiencia llena de color, identidad y emoción. Por su parte, Estados Unidos aportará infraestructura de vanguardia, estadios monumentales y una capacidad organizativa sin precedentes, mientras que Canadá mostrará al mundo la diversidad cultural, la hospitalidad de sus ciudades y el crecimiento continuo del fútbol en Norteamérica.

El Mundial 2026 simboliza mucho más que una competencia deportiva. Es un puente entre naciones, una celebración de la diversidad y una oportunidad para demostrar que el deporte tiene el poder de unir a millones de personas sin importar fronteras, idiomas o culturas. Durante un mes, las miradas del planeta estarán puestas en Norteamérica, donde cada gol, cada celebración y cada historia personal contribuirán a construir un legado que trascenderá generaciones.

Las imágenes que acompañan esta publicación buscan capturar precisamente ese espíritu: la riqueza cultural de México, los símbolos icónicos de Estados Unidos, la belleza natural y urbana de Canadá, así como la grandeza del trofeo más codiciado del fútbol mundial. Juntas, representan la esencia de un Mundial histórico que promete emociones inolvidables y que quedará grabado para siempre en la memoria de los aficionados.



<https://www.infobae.com/mexico/deportes/2025/09/25/juanito-pique-y-zayu-conoce-la-historia-de-las-mascotas-mundialistas-de-mexico/>



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/85/Pele\\_celebrating\\_1970.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/85/Pele_celebrating_1970.jpg)



<https://despertarmexico.com/deportes/quien-es-el-mexicano-que-ayudo-a-maradona-a-ganar-en-el-mundial-de-mexico-86/>



<https://www.infobae.com/mexico/deportes/2025/09/25/juanito-pique-y-zayu-conoce-la-historia-de-las-mascotas-mundialistas-de-mexico/>



# PUBLICACIONES

## TESIS & RESÚMENES

**Gutierrez Reyna Saul Osmar.**

**Simulación numérica de monolitos impresos en 3D para la remoción de contaminantes del agua.**

Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Tesis que para obtener el título de Maestro en Ciencias en Ingeniería Química. 2023.

Directores de Tesis: Dr. Raúl Ocampo Pérez y Dr. Carlos Gilberto Aguilar Madera.

### Resumen

Debido a la necesidad de hacer más eficientes los sistemas actuales de adsorción en lecho fijo, en este trabajo se propuso un modelado matemático capaz de reproducir el proceso de adsorción en régimen dinámico, el cual se aplicó sobre una amplia variedad de geometrías de lecho, con el propósito de llevar a cabo la simulación de la remoción de un soluto sobre un lecho fijo. Con los resultados obtenidos de la simulación se realizaron modificaciones a la geometría del lecho con la intención de lograr un mejor aprovechamiento del material adsorbente. El enfoque que se utilizó para esto fue el de plantear geometrías de lecho que nos permitan obtener diferentes distribuciones de mezclado, de tal manera que en el interior del lecho se provoque un adelgazamiento de la capa limite, ubicada en la interfaz sólido-líquido que nos permitan disminuir los efectos difusivos presentes en la interfaz. Para lograr esto se propusieron 4 geometrías de lecho con una distribución axisimétricas, en cada geometría se propuso diferente distribución de canales manteniendo constante las dimensiones del lecho de 15cm de alto por 5 cm de radio, de tal manera que en las 4 geometrías estudiadas se mantuvo constante el volumen de huecos y la masa de material adsorbente. El modelado matemático propuesto fue derivado a partir de los fenómenos de transferencia de masa y momentum, y fue resuelto utilizando el software COMSOL Multiphysics, utilizando los parámetros del estudio de adsorción de 8-hidroxiquinoleína sobre carbón activado realizado por (Aguirre Contreras, 2022). Para cada una de las geometrías propuestas se evaluó el desempeño general del lecho a partir del tiempo de ruptura y saturación, y el aprovechamiento derivado de las curvas de ruptura obtenidas. A partir de los resultados se encontró que es posible disminuir los efectos difusionales y acotar la zona de transferencia de masa al interior de los monolitos, incrementando así la eficiencia.

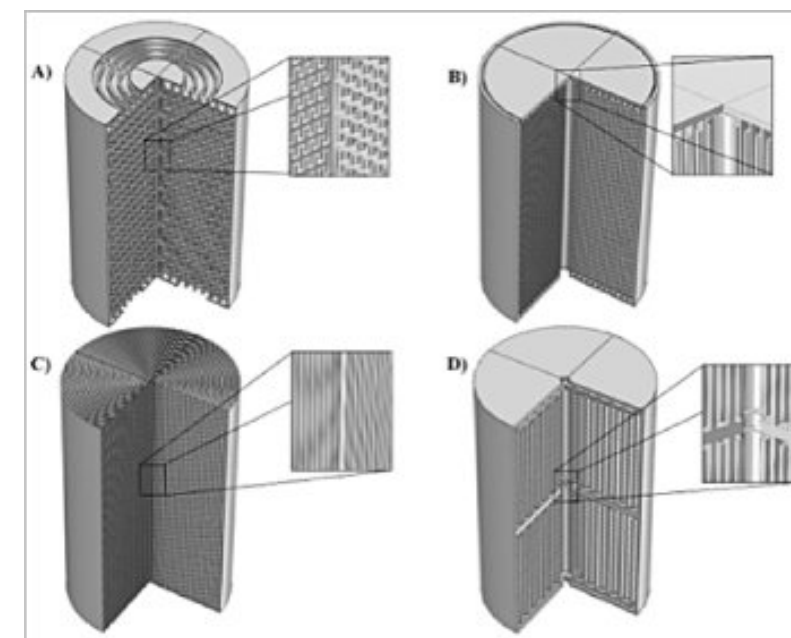


Figura 1.1. Revolución axisimetrica y tipo de canal de los monolitos A) Monolito A, forma de T; B) Monolito B, canales entrecruzados, C), Monolito C, anillos concéntricos; y D) Monolito D canales con intersección.

**VULCANISMO MONOGENÉTICO DEL PLEISTOCENO EN LA REGIÓN APIZACO-TLAXCO, TLAXCALA.**

Universidad Nacional Autónoma de México.

Tesis que para obtener el título de: Licenciada En Ciencias de la Tierra. 2026.

Sustentante: **Cristal Esqueda Maldonado.**

Director de Tesis: *Dra. Elizabeth Rangel Granados.*

**Resumen**

La región de Apizaco-Tlaxco, Tlaxcala, se ubica en el sector oriental del Cinturón Volcánico Transmexicano. Cubre un área de ~900 km<sup>2</sup> y alberga ~53 volcanes monogenéticos, entre los que se incluyen: conos de escoria con y sin flujos de lava asociados, domos de lava, volcanes escudo mediano, flujos de lavas fisurales y un cono de salpicaduras. De la mayoría de estas estructuras se desconocen su edad, composición química, estilo eruptivo y las condiciones tectónicas que controlan su distribución. Con base en cartografía geológica-estructural, descripciones detalladas de depósitos volcánicos, análisis geoquímicos, petrográficos y morfométricos, así como en dos nuevos fechamientos por radiocarbono (<sup>14</sup>C) en paleosuelos, se caracterizaron los volcanes monogenéticos de la región Apizaco-Tlaxco. Los resultados sugieren que la actividad volcánica inició durante el Pleistoceno temprano (~1.5 Ma) y continuó hasta el Pleistoceno tardío (~12.6 ka) con la formación del cono de escoria San Gregorio. Este vulcanismo se emplazó dentro de una depresión tectónica con orientación NW-SE y se dividió en dos episodios principales. El primer episodio, ocurrido entre ~1.5 y 1 Ma, se caracterizó por erupciones efusivas que formaron flujos y domos de lava y volcanes escudo en la porción noroeste de la depresión tectónica; así como por erupciones explosivas que generaron conos de escoria alineados con orientación NE-SW, principalmente en la porción sureste de la depresión. La composición química de los productos volcánicos de esta etapa muestra cierta variabilidad, con magmas que abarcan desde basaltos hasta andesitas (49.1-60.3 % en peso de SiO<sub>2</sub>), predominando las rocas de afinidad sub-alcalina y en menor proporción alcalina. Durante el segundo episodio, ocurrido entre ~1 Ma y 12.6 ka, se desarrollaron erupciones efusivas que formaron domos de lava y erupciones explosivas que generaron conos de escoria con flujos de lava asociados. El vulcanismo de este episodio se distribuyó principalmente en la porción sureste de la depresión, y su composición química fue variable y relativamente más evolucionada que en la etapa anterior, abarcando desde basaltos hasta dacitas (49.4-66.3 % en peso de SiO<sub>2</sub>), con afinidad principalmente sub-alcalina. Asimismo, la comparación de sus características composicionales y morfológicas, la edad del vulcanismo, los estilos eruptivos y los rasgos estructurales con respecto a los campos volcánicos Apan-Tezontepec y Cuenca de Serdán-Oriental permite proponer que la región Apizaco-Tlaxco sea reconocida como un campo volcánico independiente.

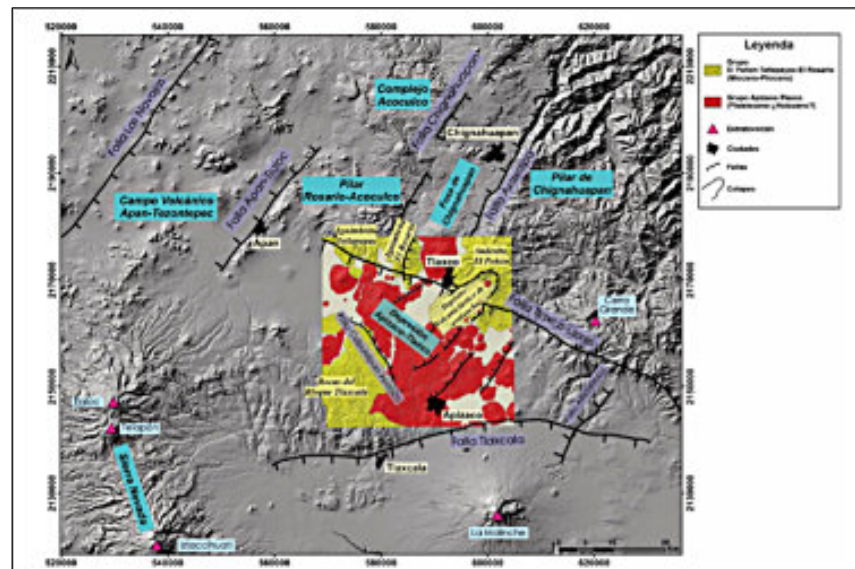


Figura 1.1. Modelo digital de elevación del área de estudio y sus alrededores. El área delimitada por los polígonos de color amarillo y rojo corresponde a la zona de estudio, la cual abarca ~900 km<sup>2</sup>. Los polígonos amarillos representan rocas de edad Mioceno-Plioceno, mientras que los polígonos rojos corresponden a rocas de edad Pleistoceno-Holoceno. Asimismo, se señalan las estructuras geológicas más importantes que delimitan a la zona de estudio.

<https://www.flipsnack.com/8D6766CC5A8/volumen-6-n-mero-3-2026>

BOLETÍN de la SCME

## Los microorganismos de aguas termales, potenciales aliados ambientales

Miguel Salvador Salinas-Gutiérrez <sup>1</sup>  
Maritza Gutiérrez-Gutiérrez <sup>1</sup>  
Jerjes Rigoberto Pantoja-Irrys <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León  
<sup>2</sup>Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.

**Palabras clave**  
aguas termales, biorremediación, comunidad microbiana, metales pesados, potencial biotecnológico

**Resumen**  
Los manantiales termales de México albergan comunidades microbianas capaces de sobrevivir en condiciones extremas, transformar compuestos contaminantes y formar minerales de origen biológico. Invisibles a simple vista, estos microorganismos representan una oportunidad para entender cómo la vida se adapta a ambientes hostiles y para diseñar soluciones inspiradas en la naturaleza. En diversas regiones del país, se ha documentado la presencia de bacterias adaptadas a aguas sulfurosas, con bajo oxígeno y alta temperatura, cuyas funciones metabólicas pueden contribuir a la restauración de cuerpos de agua afectados por actividades humanas. Este artículo explora el valor ecológico y biotecnológico de estas comunidades microbianas extremófilas, su papel como modelos naturales de resiliencia y su potencial para inspirar nuevos enfoques en remediación ambiental.

**Microorganismos extraordinarios en ambientes extremos**  
Al observar los paisajes mexicanos, los manantiales termales suelen percibirse como curiosidades. Estos sistemas se originan cuando aguas subterráneas circulan en profundidad, se calientan al interactuar con rocas calientes o fluidos magmáticos y regresan a la superficie a través de fracturas geológicas. En el agua, las rocas y los sedimentos de estos sistemas geotermales habitan comunidades microbianas en condiciones extremas (Figura 1). En un entorno ácido, caliente y cargado de sulfatos, estos organismos microscópicos, como las bacterias y las arqueas, presentan adaptaciones que van desde transformar compuestos tóxicos hasta precipitar minerales.

Humedal de Cuatro Ciénegas, oasis del desierto Chihuahuense, paisaje único de aguas cristalinas, vegetación ribereña y cielos abiertos. Fotografía: Kevin Samuel Torres Paz

**TRANSFORMACIÓN TÉRMICA DE LA MATERIA ORGÁNICA EN MICROMETEORITOS Y SUS IMPLICACIONES EN LA QUÍMICA PREBIÓTICA: ESTUDIO DE CASO SOBRE GLICINA Y GLICINATO DE SODIO.**

Universidad Nacional Autónoma de México.

Tesis que para obtener el título de: Licenciada En Ciencias de la Tierra. 2026.

Sustentante: **Mariana Amador Ortega.**

Director de Tesis: Dra. María Colín García.

**Resumen**

Los meteoritos son una fuente importante de materia orgánica de gran relevancia prebiótica para la Tierra primitiva. No obstante, las condiciones de irradiación en el medio interplanetario y posteriormente la temperatura y presión que alcanzan los meteoroides al atravesar la atmósfera puede provocar la destrucción de moléculas orgánicas termolábiles, como los aminoácidos. Por lo tanto, es necesario identificar un mecanismo para su protección térmica y radiolítica. Un ejemplo puede ser la asociación de sales metálicas de aminoácidos con matrices mineral-filosilicatos, que se encuentran en condritas carbonáceas. El objetivo de este estudio es demostrar, a través de simulaciones experimentales, que la presencia de minerales ígneos y arcillosos, en conjunto con sales metálicas de aminoácidos, puede brindar estabilidad térmica y radiolítica a las moléculas orgánicas de importancia prebiótica. Se llevaron a cabo ensayos de calentamiento en fase sólida, absorción en disolución acuosa e irradiación ultravioleta sobre el aminoácido glicina y a su sal, glicinato de sodio, tanto en su forma pura como en dos matrices minerales: una en olivino de magnesio (forsterita) y la otra en la arcilla montmorillonita de sodio. Según el experimento, los productos fueron identificados a través de espectroscopía infrarroja (FTIR) y análisis termogravimétrico (TG+DTG). Se encontraron evidencias que sugieren que la glicina presenta una mayor estabilidad térmica como ión glicinato enlazado a un átomo de sodio, especialmente en presencia de una matriz mineral. La glicina muestra mayor estabilidad en presencia de montmorillonita de sodio, mientras que el glicinato de sodio con olivino de magnesio. Por el contrario, puede que el glicinato sea más susceptible a la descomposición y/o catálisis a causa de la radiación UV, sobre todo en matriz de olivino, aunque la montmorillonita de sodio sí provea un efecto de radioprotección. Finalmente, se determinó que el glicinato de sodio también puede ser adsorbido por minerales, aunque no hay evidencias de que este proceso afecte la descomposición térmica. Los resultados sugieren que la interacción química de una matriz mineral con aminoácidos cóndriticos podría propiciar efectos de estabilidad térmica y radiolítica antes y durante el tránsito atmosférico. Así, es posible que los aminoácidos, sus sales, polímeros o incluso sus posibles productos de descomposición y/o catálisis se liberaran como parte de la materia orgánica disponible en la Tierra primitiva, para luego incorporarse a los procesos y reacciones de la química prebiótica.

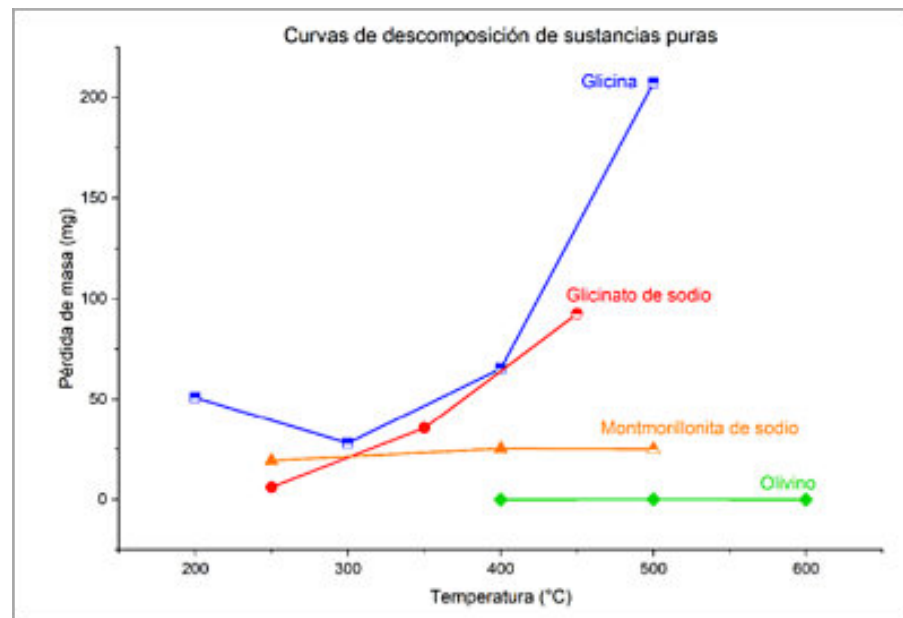


Figura 1.1. Curvas de descomposición de las sustancias puras. Los marcadores parcialmente rellenos representan el calentamiento durante 3 minutos y los completamente rellenos, durante 5 minutos.

<https://doi.org/10.18268/BSGM2026v78n1a101125>

Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana | 78 (1) | A101125 | 2026 | 1

**Low-medium enthalpy geothermal systems on the eastern flank of the Sierra Madre Oriental, México**

**Sistemas geotérmicos de baja a media entalpía en el flanco oriental de la Sierra Madre Oriental, México**

Jerjes Rigoberto Pantoja Irys<sup>1\*</sup>, Antonio Cardona Benavides<sup>2</sup>, Rosa María Prol-Ledesma<sup>3</sup>, Carlos Trejo-De León<sup>1</sup>, Hugo Mujica-Sánchez<sup>1</sup>, Christian Santillanes-Gutiérrez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Corporación Ambiental de México S.A. de C.V. Texcoco 100, Colonia Satélite Acueducto, 64960 Monterrey, Nuevo León, México.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Dr. Manuel Nava 304, Zona Universitaria, 78210 San Luis Potosí, México.

<sup>3</sup> Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, CDMX, México.

\* Corporación Ambiental de México S.A. de C.V. Patricio Sanz 1609, Torre 2, Piso 6, Colonia Del Valle, 03100 Benito Juárez, Ciudad de México, México.

\* Corresponding author: (J. Pantoja-Irys) jerjes.pantojai@sanobas.mx

**ABSTRACT**

This study presents the discovery of four hot springs, located across an area of 65 181 km<sup>2</sup>, on the eastern flank of the Sierra Madre Oriental in Mexico. These springs emerge from sedimentary formations dating back to the Cretaceous period, displaying surface temperatures that range from 26.3° to 38 °C with electrical conductivity measurements varying between 1049 and 2421 µS/cm. The altitudinal range of these springs is documented from 55 to 1229 meters above sea level. The results from this research indicate that these springs are likely fed by rainwater infiltrating into the mountainous regions, where carbonate-evaporite rocks exist at probable depths of 3.5 km. The equilibrium temperatures at depth calculated using a multicomponent geothermometric model and isotopic geothermometers based on the chemical-isotopic composition of the four springs, fall within the range from 34° to 120 °C. These temperature values indicate the presence of geothermal groundwater flow systems. This geothermal resource has significant potential for utilization in electricity generation using binary plants and for various direct applications. This potential is especially relevant in regions where fossil fuels constitute the predominant source of energy.

**Keywords:** saturation index, ionic imbalance, geothermometric model.

**RESUMEN**

Esta investigación presenta el descubrimiento de cuatro manantiales termales en un área de 65 181 km<sup>2</sup>, en el flanco oriental de la Sierra Madre Oriental en México. Estos manantiales emergen en formaciones sedimentarias del período Cretácico, con temperaturas superficiales que oscilan entre 26.3° y 38 °C, conductividad eléctrica entre 1049 y 2421 µS/cm, y altitudes que varían entre 55 y 1229 metros sobre el nivel del mar. Los resultados de este estudio sugieren que los manantiales pueden estar alimentados por agua de lluvia que se infiltra en las zonas montañosas, donde hay rocas evaporíticas-carbonatadas a profundidades probables de hasta 3.5 km. Las temperaturas en profundidad calculadas con un modelo geotermométrico de multicomponentes y geotermómetros isotópicos a partir de la composición química-isotópica de los cuatro manantiales se sitúan en el intervalo de 34° a 120 °C. Estas temperaturas sugieren la presencia de flujos de agua subterránea geotérmica, un recurso que puede utilizarse para la producción de electricidad con centrales binarias y para usos directos, lo que reviste especial importancia en una zona en la que los combustibles fósiles dominan el suministro energético.

**Palabras clave:** índice de saturación, desbalance iónico, modelo geotermométrico.

**How to cite this article:** Pantoja Irys, J. R., Cardona Benavides, A., Prol-Ledesma R. M., Trejo-De León, C., Mujica-Sánchez, H., & Santillanes-Gutiérrez, C. (2026). Low-medium enthalpy geothermal systems on the eastern flank of the Sierra Madre Oriental, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 78(1), A101125. <https://doi.org/10.18268/BSGM2026v78n1a101125>

Manuscript received: July 20, 2025.  
Corrected manuscript received: September 30, 2025.  
Manuscript accepted: October 7, 2025.

Peer Reviewing under the responsibility of Universidad Nacional Autónoma de México.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

ABSTRACT

Low-medium enthalpy geothermal systems on the eastern flank of the Sierra Madre Oriental, México

**Circulación por marea y tiempos de residencia en el complejo lagunar Ojo de Liebre - Guerrero Negro.**

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.

Tesis para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de Maestro en Ciencias. 2026.

Sustentante: **Victor Daniel Solorza Rodríguez.**

Director de Tesis: Dr. Alejandro Francisco Pares Sierra.

**Resumen**

El sistema lagunar Ojo de Liebre es uno de los más importantes en la península de Baja California. Es Patrimonio Natural de la Humanidad por su gran biodiversidad, destacando la presencia de mamíferos marinos y aves migratorias que utilizan este sitio como parte esencial en su ciclo de vida. Aunque el ecosistema ha sido ampliamente estudiado, se conoce poco sobre la hidrodinámica de la laguna. En este trabajo se estudia la hidrodinámica del complejo lagunar Ojo de Liebre - Guerrero Negro utilizando el modelo numérico Finite Volume Community Ocean Model (FVCOM) forzado con marea. Se realizaron simulaciones de experimentos lagrangianos con el fin de analizar la conectividad entre ambas lagunas y estimar los tiempos de residencia dentro del sistema. Las corrientes residuales mostraron la generación de remolinos de marea en las entradas de ambas lagunas y alrededor de las islas que se encuentran en Laguna Ojo de Liebre, causados por cambios en la vorticidad relativa debido a la fricción con el fondo y a la línea de costa. Además, se observó que el patrón de circulación en Ojo de Liebre tiene una dirección de la cabeza hacia la entrada, con las mayores velocidades a través de los canales; en Guerrero Negro, la dirección preferencial de las corrientes es en dirección a Laguna Ojo de Liebre atravesando la marisma que se encuentra entre ambas lagunas. Con base en un análisis armónico, se identificó la generación del armónico de aguas someras M4 dentro del sistema lagunar, este genera asimetrías en la corriente de marea con flujos más intensos y cortos en la zona de la marisma y la cabeza de Ojo de Liebre. Los experimentos lagrangianos mostraron que la construcción de los terraplenes dentro del sistema lagunar aumentaron las zonas de retención de partículas en la entrada de Ojo de Liebre y gran parte de Guerrero Negro. Los tiempos de residencia promedio utilizando la metodología de seguimiento de partículas fueron de ~23 días para Laguna Ojo de Liebre y ~33 días para Guerrero Negro.

**Dinoflagelados tropicales del Pacífico Oriental (DSDP 84 Site 568) del Oligoceno tardío al Pleistoceno temprano.**

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.

Tesis para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de Maestro en Ciencias. 2024.

Sustentante: **Ariadna del Carmen Lucho González.**

Director de Tesis: Dr. Javier Helenes Escamilla.

**Resumen**

El Neógeno fue un periodo de transición de temperaturas más cálidas que la actualidad a frías del Plioceno-Pleistoceno. Por lo que su estudio puede ayudar a la mejora de modelos de cambio climático actual. Los quistes de dinoflagelados y otros palinomorfos son usados como herramientas en reconstrucciones paleoambientales principalmente en latitudes medias a altas del hemisferio Norte. Pocos trabajos se han realizado en la zona ecuatorial oriental del Océano Pacífico, por lo que este estudio documenta los conjuntos de quistes de resistencia presentes en 43 muestras de núcleo del Sitio 568 (DSDP Leg 84) localizado en la costa occidental de Guatemala. Actualmente, esta localidad representa una cuenca óxica de baja productividad, reflejada por las bajas concentraciones de quistes ( $134 \pm 14$  qsts/g sed) durante la sedimentación de la columna estudiada. La integración de los datos de dinoflagelados de este trabajo, con la actualización de los rangos de diatomeas, foraminíferos planctónicos y nanofósiles calcáreos reportados por el DSDP, permiten confirmar que la depositación comenzó en el Mioceno temprano (~19 Ma) y llegó hasta el Pleistoceno temprano (>0.7 Ma). Además, permite ampliar los rangos estratigráficos de los dinoflagelados *Batiacasphaera sphaerica* e *Impagidinium plicatum*. Los conjuntos de quistes se encuentran dominados por taxones autótrofos, principalmente por las especies *Polysphaeridium zoharyi*, *perculodinium centroparpum* y *Spiniferites bulloideus*. Las variaciones de concentración de los quistes en la columna estudiada permiten identificar tres conjuntos, A y C con mediana a alta concentración y B con baja. Se reporta la relación entre los conjuntos de palinomorfos con proxies de precipitación y escorrentía (Fe/Al y Ti/Al) y productividad primaria (Corg), obtenidos por medio de un espectrómetro de fluorescencia de rayos X y un coulómetro respectivamente. La comparación estadística (ACP y MDS) de los proxies geoquímicos y los conjuntos de dinoflagelados permite identificar la respuesta de estas variables a cuatro eventos sincrónicos globales: Óptimo Climático del Mioceno, Evento de Disminución de Carbonato, Florecimiento Biogénico Global del Plioceno y Glaciación del Hemisferio Norte.

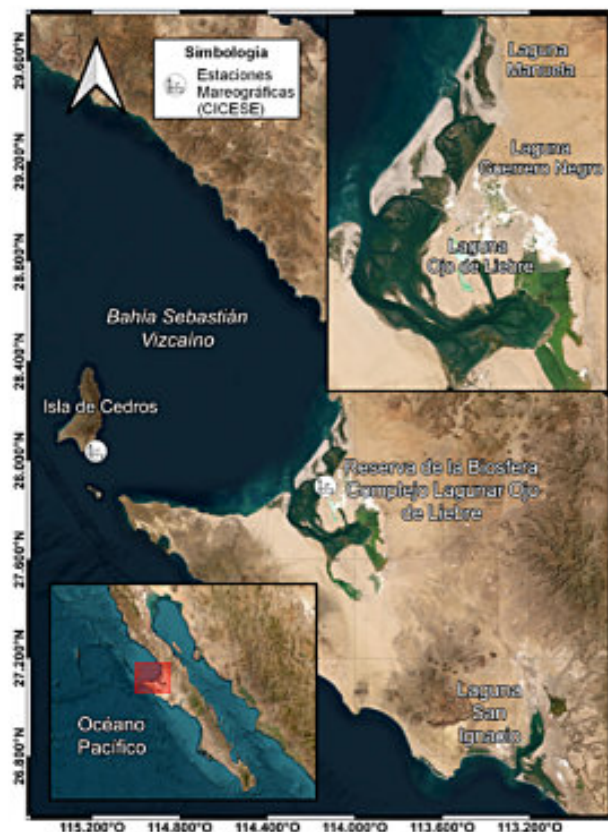


Figura 1.1. Área de estudio y puntos de interés.

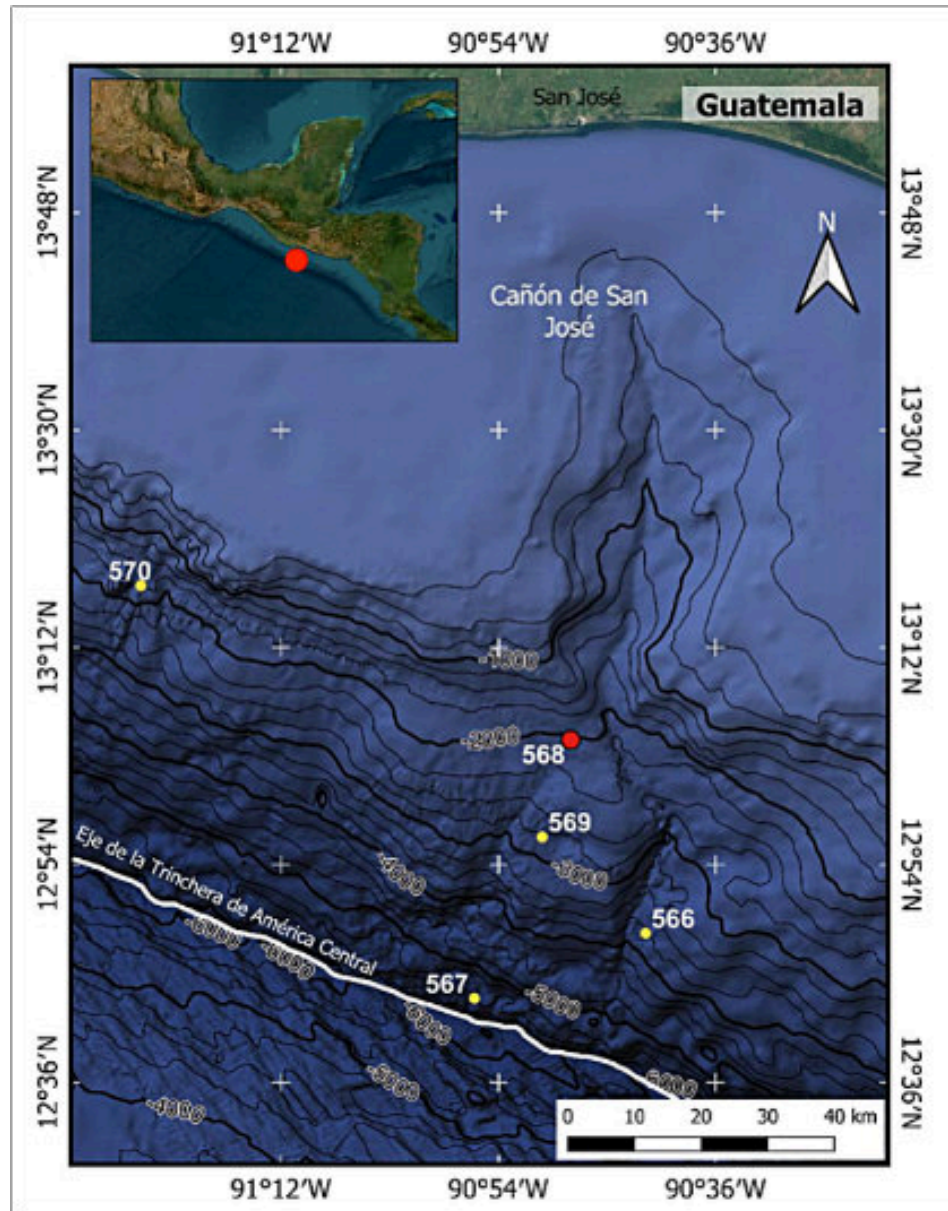


Figura 1.1. Mapa de localización de los sitios 566 al 570 del "DSDP Leg 84" (Modificado de von Huene et al., 1985). El punto rojo indica el Sitio 568 a 2,000 m de profundidad que se estudió en este trabajo.

Si deseas que publiquemos tu tesis o resumen de algún artículo, por favor envíalo a **Miguel Vazquez Diego Gabriel**.



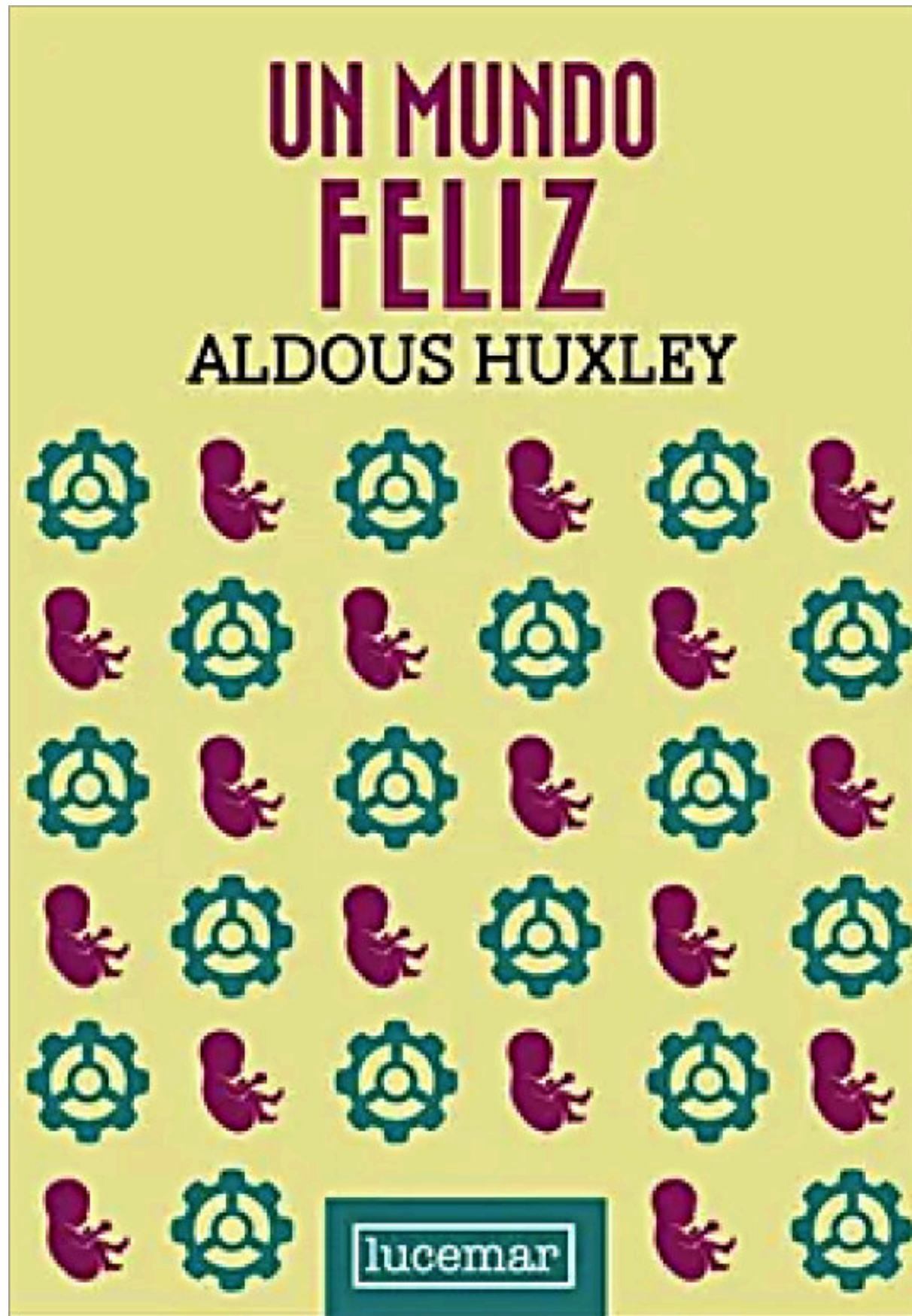
**Miguel Vazquez Diego Gabriel**, es estudiante de la carrera de Ingeniería Geológica en la Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de Ingeniería), sus principales áreas de interés a lo largo de la carrera han sido la tectónica, geoquímica y mineralogía. Es un

entusiasta de la divulgación científica, sobre todo en el área de las Ciencias de la Tierra.

[diegogabriel807@gmail.com](mailto:diegogabriel807@gmail.com)

[file:///Users/claudiobartolini/Downloads/book\\_1865\\_com.pdf](file:///Users/claudiobartolini/Downloads/book_1865_com.pdf)





## “Un Mundo Feliz”

Aldous Huxley

Cesar Alberto Arriaga Bautista

Imaginemos nunca tener que hacernos las preguntas: ¿A qué me pienso dedicar en el futuro?, ¿qué comeré el día de hoy?, ¿qué comeré el día de mañana?, ¿cuál es mi propósito en la vida?

En *Un Mundo Feliz*, Aldous Huxley (Escritor y filósofo inglés) nos presenta una distopía sin estas preocupaciones.

Hay un mundo en donde todas y todos, nacen con una “programación” de por vida por parte de los altos mandos que dirigen a esta sociedad: nacen de manera artificial desde la fase de la fecundación manteniendo al cigoto dentro de una incubadora. A partir de ese momento, se decide tu futuro: ingeniería, licenciatura, profesionista, si estás destinado al éxito, al fracaso, o si vivirás en la mediocridad por el resto de tu vida. No existen emociones o sentimientos capaces de distraerte. No hay discriminaciones o reclamos por ello, pues todo hombre y mujer son esenciales para el buen funcionamiento del gran mecanismo que es esta sociedad perfecta.

¿Preocupado si serás capaz de alimentarte el día de hoy? ¡No te preocupes!, los altos mandos cubrirán tus necesidades básicas y esenciales. Pero antes, toma una pequeña dosis de *Soma*. ¿Estás estresada por la larga jornada laboral del día de hoy? Dirígete a tu farmacia o centro de mando más cercano y pide *Soma* en la presentación que más te agrada. Incluso si lo que quieres es pasarla bien un buen rato, el *Soma* será la mejor opción. Recuerda que es gratis.

Pero, ¿qué pasará cuando el *Soma* ya no surta efecto en mí, incluso después de aumentar la dosis? Acude con tu mediador más cercano: ¡Es momento de una excursión! Conocerás la vida de aquellos que padecen dicha “enfermedad” y el lugar donde habitan. Y, aquí entre nosotros, corre el rumor que ahí habita un hombre (¿el único?) nacido de mujer.

Hasta este punto, puede que la pregunta que hace ruido en tu cabeza sea “¿Qué es el *Soma*?”. La próxima vez que te encuentres navegando en tus Redes Sociales y digas “¡Vaya!, qué rápido pasó el tiempo”, ahí está la respuesta. Hay gente que ingiere distintos tipos de sustancias para “pasar un buen rato” fuera de esta realidad, que incluso ya han generado cierta dependencia. Lo anterior mencionado, es nuestro *Soma*.

Pensándolo bien, Aldous Huxley no escribió una *distopía* en su totalidad en tan grandiosa novela. Me atrevería a decir que dio una buena descripción a lo que podría llegar a ser el grandioso siglo XXI.



Soy estudiante de Ingeniería en Tecnologías de la Información e Innovación Digital en la Universidad Tecnológica de Corregidora (UTC). Tengo un gusto enorme por la lectura, indicando gran preferencia por el género de terror, mundos distópicos e historia son otros géneros de mi agrado. Mis libros favoritos son “Misery” de Stephen King, la saga completa de “Los Juegos del Hambre” por Suzanne Collins, “Un Mundo Feliz” de Aldous Huxley. Actualmente, Milan Kundera es uno de mis escritores favoritos. [arriaga.bautista.cesar@gmail.com](mailto:arriaga.bautista.cesar@gmail.com)

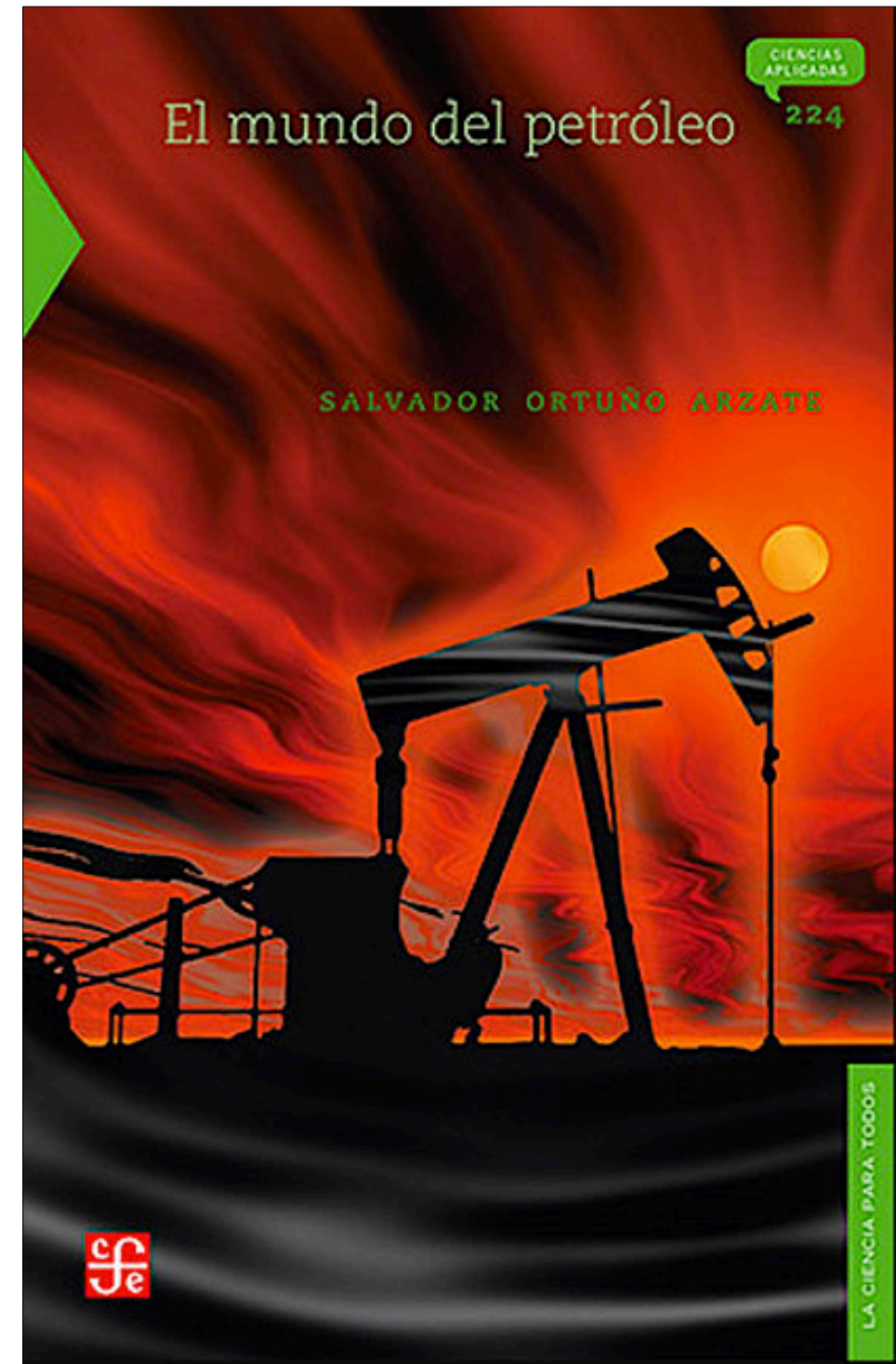
[https://www.gandhi.com.mx/historias-de-mujeres/?srsltid=AfmBOoo1VVjVLCUgOI1K5LqvUKUcZomZDg74oXwdKR59arLmeLjgb\\_6l](https://www.gandhi.com.mx/historias-de-mujeres/?srsltid=AfmBOoo1VVjVLCUgOI1K5LqvUKUcZomZDg74oXwdKR59arLmeLjgb_6l)



**SINOPSIS**

Un alegato contra el modelo de mujer perfecta. Un catálogo de vidas, de señoras agradables o terribles, patéticas o admirables, derrotadas o triunfantes. Personas poco comunes con unas vidas fascinantes. De Rosa Montero, autora de La hija del caníbal (Premio Primavera de Novela en 1997), El corazón del Tártaro (2001) y La loca de la casa (Premio Qué Leer 2004 al mejor libro del año). Esta obra es todo lo contrario a un catálogo hagiográfico de mujeres perfectas. Nunca deseé hacer tal cosa. No sólo no creo que las mujeres tengamos que ser forzosamente admirables, sino que además lo que reivindicó es que podamos ser tan malas, tan necias y tan arbitrarias como lo son los hombres en ocasiones...Y así, entre las biografías de este volumen hay señoras perversas y terribles, como Laura Riding o la mortífera Aurora Rodríguez, la madre de la pobre Hildegart. Hay mujeres patéticas y desquiciadas que no pueden ser un modelo para nadie, como Camille Claudel o Isabelle Eberhardt. Y hay otras, en fin, ambiguas y complejas, con logros admirables y detalles horrendos, como la gran Simone de Beauvoir, una pensadora monumental que ocultaba también ciertas miserias. Eso sí: todas ellas, malas o buenas, desgraciadas o dichosas, derrotadas o triunfantes, son personas muy poco comunes y tienen unas vidas fascinantes

<https://fondodeculturaeconomica.com/Ficha/9786071690005/F>



**El mundo del petróleo. Origen, usos y escenarios**

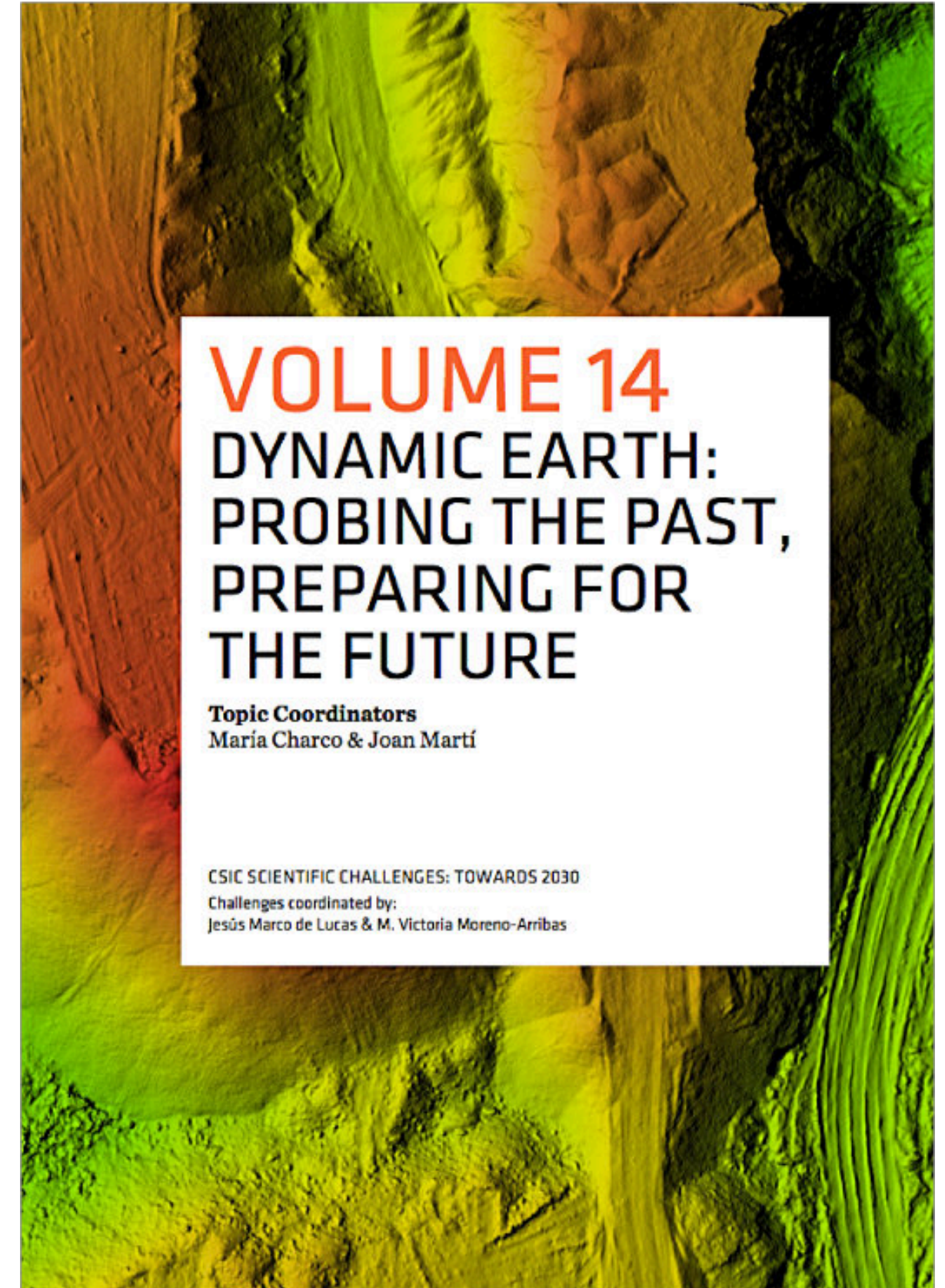
**Ortuño Arzate, Salvador**

Se ha vuelto indispensable conocer el papel que el petróleo ha desempeñado en el desarrollo de nuestra sociedad, y estudiar desde su origen y composición química hasta los procesos industriales que lo transforman en el combustible ideal y en la base de una creciente industria; todo ello sin dejar fuera sus implicaciones económicas, políticas y ambientales.

[file:///Users/claudiobartolini/Downloads/book\\_1816\\_com.pdf](file:///Users/claudiobartolini/Downloads/book_1816_com.pdf)



[file:///Users/claudiobartolini/Downloads/book\\_1525\\_com.pdf](file:///Users/claudiobartolini/Downloads/book_1525_com.pdf)



## **Sostenibilidad en la transición energética. El dilema de los 100.000 años de la energía nuclear.**

**Natalia Silva Cruz**  
Colaboradora de la Revista

La fisión nuclear era la solución casi perfecta a todos nuestros requerimientos energéticos: era prácticamente libre de emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero, cubría la demanda base a nivel residencial y comercial sin interrupciones, tiene una de las densidades energéticas más alta que existen, utiliza áreas relativamente pequeñas, el transporte del combustible es mucho menor en comparación con el de combustibles fósiles, además de que no emite contaminantes como dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Todo parecía maravilloso hasta que aparecieron los aspectos no tan deseables. La inversión inicial es altísima, hablamos de millardos de dólares para un proyecto que va a empezar a cubrir los costos en un plazo de una década o más, cuya construcción tarda años, que además cuenta con un riesgo que de concretarse puede concluir en un accidente mayor de consecuencias severas, lo que creó una reputación de la que no es difícil de recuperarse. Requiere grandes fuentes de agua para enfriamiento (esta dependencia se puede reducir en diseños avanzados de reactores de sales fundidas de 4ª generación), utiliza una fuente de recursos sostenibles pero no renovables que deben ser obtenidos mediante minería tradicional, además, genera residuos radiactivos que deben ser almacenados y monitoreados en un depósito que garantice su aislamiento durante unos 100.000 años.

Hablemos sobre cómo se manejan los residuos en la actualidad. Las barras que contienen los pellets del

combustible nuclear que ha sido consumido son sumergidas en agua para reducir su temperatura y bloquear la radiación. Luego de años de enfriamiento, el combustible nuclear es empaquetado en acero y concreto y dispuesto en almacenes donde no se requieren procesos activos para refrigerar pero que deben ser adaptados para resistir terremotos, inundaciones, tornados, hasta impactos de aviones. Contrario al imaginario colectivo, esta metodología es bastante segura, sin embargo, científicos e ingenieros han encontrado algo mejor: el almacenamiento geológico profundo (AGP).

El concepto de cómo funciona un AGP es el siguiente, se requiere una formación geológica estable de baja permeabilidad con mínimo flujo de agua subterránea en la cual se construye un almacén a cientos de metros de profundidad. La preparación del desecho nuclear consiste en varias capas que están diseñadas para que si una falla, la siguiente contenga cualquier filtración. Los pellets radiactivos son encapsulados con un revestimiento metálico sellado que es cubierto por arcilla de grano muy fino. Este ensamblaje es introducido dentro de una roca impermeable (como son algunas rocas ígneas, metamórficas, arcillas y evaporitas) localizada en un ambiente en el que se garantice la estabilidad estructural durante 100.000 años, por lo que debe resistir glaciaciones, terremotos, movimientos tectónicos, migración de agua subterránea, cambio climático, permafrost, erosiones, actividades humanas, entre otros.

Este mecanismo de disposición de material no es algo realmente nuevo, de hecho, desde 1.999 está en funcionamiento la Planta Piloto para el Aislamiento de Residuos (WIPP, por sus siglas en inglés) en el estado de Nuevo México, en los Estados Unidos. La planificación de dicha instalación comenzó en 1.974 y cuenta con una profundidad de 660 metros. El almacén atraviesa una capa

de evaporitas de más de 1.000 metros de espesor de las formaciones Salado y Castilla, parte de la cuenca Delaware. La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos recomendó esta locación como candidata para el almacenamiento de desechos radiactivos en 1.957 debido a la propiedad de deformación plástica de la sal, que, en principio, fluye y sella las grietas que se llegaran a formar. Está destinada a contener residuos procedentes de la investigación y de la producción de armamento nuclear, allí se disponen principalmente materiales que han entrado en contacto con sustancias radiactivas durante la producción de combustible nuclear y armamento, es decir, guantes, herramientas, pedazos de tela, entre otros. Estos desechos son bastante menos potentes que los residuos de plantas de energía nuclear, y pueden ser radiactivos durante unos 24.000 años. Desafortunadamente, en 2.014 ocurrió una explosión que disparó todas las alarmas puesto que uno de los recipientes sufrió una explosión, liberando material radiactivo que se detectó hasta 800 metros fuera de las facilidades. Una posible causa de este incidente va a sonar descabellada, pero tiene una explicación: alguien compró arena para gato orgánica, el ingrediente perfecto para el desastre. Resulta que la arena para gatos compuesta de arcilla es especialmente eficaz a la hora de absorber material radiactivo, propiedad de la que carece la arena conformada por material vegetal. Durante décadas, la arena para gatos se ha utilizado como aislante de material radiactivo en los centros de almacenamiento de desechos nucleares, y en esta ocasión, por error, previo al accidente, se compró arena orgánica en lugar de la que contiene arcilla. La materia vegetal de la arena orgánica tiene compuestos químicos que pudieron reaccionar con el material nuclear, además de que le añadía calor a la ecuación, dando lugar a la explosión. Posterior al incidente, se realizaron las remediaciones correspondientes y la operación reinició en 2.017.

Ahora, tenemos excelentes noticias provenientes de Finlandia. Recientemente, después de 20 años de construcción, el país nórdico puso en marcha el primer AGP del mundo con fines de disponer desechos nucleares

por más de 100.000 años. Lleva el nombre de Depósito de Combustible Nuclear Gastado Onkalo (que significa “pequeña cueva” o “cavidad”) y tiene una profundidad de aproximadamente 450 m. Está diseñado para contener unas 6.500 toneladas de material radiactivo y su desmantelado se realizará en cien años. Fue construido en la región de Eurajoki, cerca de la planta nuclear Olkiluoto. Los residuos nucleares son revestidos en acero al boro y luego recubiertos por una cápsula de cobre, cada cápsula se envuelve en bentonita y se ubica en una perforación dentro de la roca. La localización geológica es extremadamente estable, está ubicada dentro del Escudo Fenoscándico, donde se ubican las rocas más antiguas de Europa. Estas rocas, principalmente gneises graníticos, gneises migmatíticos y rocas granodioríticas a tonalíticas, se formaron hace unos 1,8 a 1,9 miles de millones de años durante la Orogenia Sveconferiana, durante todo este tiempo han resistido múltiples eventos de ciclos tectónicos y repetidas glaciaciones. Estas formaciones se han mantenido geomecánicamente estables durante escalas geológicas inmensas y cuentan con un movimiento de aguas subterráneas mínimo, por lo que se considera como una región con propiedades excepcionales para la implementación de AGPs. La Unión Europa ve con muy buenos ojos este proyecto y se espera que para 2.050 existan proyectos similares en todo el continente.

La energía nuclear no es parte de las provenientes de fuentes renovables, pero sí es sostenible y está libre de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes. La principal barrera para que su distribución sea más masiva, además de los costos, es que logren demostrarnos a nosotros los consumidores que la operación puede minimizar al máximo accidentes severos. Según los últimos sucesos, las noticias del avance de las plantas nucleares de 4ª generación y los AGPs, esa realidad puede estar más cerca de lo que pensamos. Las geociencias nuevamente demuestran su papel trascendente en el aprovechamiento energético de nuestro planeta, garantizando procesos sostenibles para la sociedad, el ambiente y la economía, apoyándose en esas escalas de tiempo en las que estamos tan acostumbrados.

Brumfiel, G. Organic Cat Litter Chief Suspect In Nuclear Waste Accident. National Public Radio. Houston Public Media News. Mayo, 2014. <https://www.npr.org/sections/thetwo-way/2014/05/23/315279895/organic-kitty-litter-chief-suspect-in-nuclear-waste-accident>  
 Benke, E. Finland's plan to bury spent nuclear fuel for 100,000 years. BBC. Junio, 2023. <https://www.bbc.com/future/article/20230613-onkalo-has-finland-found-the-answer-to-spent-nuclear-fuel-waste-by-burying-it>  
 Associated Press. A 1.9 billion-year-old bedrock will soon house the world's first permanent nuclear waste site. Abril, 2026. <https://www.columbian.com/news/2026/apr/11/a-1-9-billion-year-old-bedrock-will-soon-house-the-worlds-first-permanent-nuclear-waste-site/>



**Natalia Silva** (MSc): Geóloga de la Universidad Industrial de Santander, Postgrado en Petroleum Geoscience de la Heriot-Watt University y Máster en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética de la Universitat de Barcelona. Su carrera empieza en la minería de esmeraldas en el Cinturón Esmeraldífero Oriental de Colombia y en proyectos mineros de Níquel colombianos. Tiene más de 10 años de experiencia en el sector de hidrocarburos en desarrollo de

yacimientos y geomodelado en cuencas petrolíferas de los Estados Unidos, Colombia, Ecuador y Brasil. Más recientemente, su carrera está enfocada en el aprovechamiento de energías renovables, principalmente de energía solar, ha elaborado proyectos de generación eléctrica a partir de instalaciones fotovoltaicas en Europa y los Estados Unidos.

[ensilvacruz@gmail.com](mailto:ensilvacruz@gmail.com)

## La odisea del hidrógeno: de curiosidad química a combustible del futuro

**Luis Ángel Valencia Flores**  
Editor de la Revista

### Introducción

El hidrógeno ( $H_2$ ) es el elemento más abundante y ligero del universo, presentándose en la Tierra como un gas incoloro, inodoro, altamente inflamable y no tóxico. Aunque durante décadas ha sido visto principalmente como una materia prima para la industria química y la producción de fertilizantes, hoy se encuentra en el epicentro de la transición energética global. Con una densidad energética por masa superior a la de los hidrocarburos convencionales, el hidrógeno promete revolucionar sectores difíciles de electrificar, como el transporte pesado y la siderurgia, emitiendo únicamente agua al combustionar.

### El despertar de un gigante: De la alquimia a la ciencia

Aunque la humanidad ha convivido con emanaciones naturales de hidrógeno durante milenios, su identificación científica es relativamente reciente. Las llamas "eternas"

de **Chimaera en Turquía**, conocidas desde hace más de 2500 años y consideradas el origen de la primera llama olímpica, son en realidad filtraciones de gas ricas en hidrógeno (7.5%–11.3%) generadas por procesos geológicos. Fenómenos similares se documentaron en Filipinas con "Los Fuegos Eternos", donde las concentraciones de  $H_2$  alcanzan hasta el 44.5%.

El reconocimiento formal del hidrógeno como una sustancia distinta ocurrió en **1776 gracias a Henry Cavendish**, y fue **Antoine Lavoisier en 1783** quien acuñó el nombre que conocemos hoy, derivado del griego para "generador de agua".

### La era del "gas de ciudad" y la Revolución Industrial

A principios del siglo XIX, antes de la llegada masiva de la electricidad, el hidrógeno encontró su primer gran uso comercial a través del "**gas de ciudad**" (**town gas**). Inventado por Philippe Lebon en Francia (1801) y perfeccionado por científicos como Murdoch y Winsor, este gas se producía inicialmente quemando madera y luego carbón. El gas de ciudad contenía aproximadamente un **50% de hidrógeno**, un 35% de metano y un 10% de monóxido de carbono, iluminando las calles de las grandes metrópolis europeas.



Figura 1. Representación histórica de los experimentos de Henry Cavendish y Antoine Lavoisier que condujeron a la identificación y denominación del hidrógeno como elemento químico en el siglo XVIII.

A mediados del siglo XX, el descubrimiento de enormes yacimientos de gas natural (metano) desplazó al gas de ciudad debido a su mayor facilidad de manejo y menor toxicidad. El hidrógeno pasó entonces a un papel secundario, siendo fundamental para la síntesis de **amoniaco** (esencial para fertilizantes) y en los procesos de refinación de petróleo.

### El espectro cromático del hidrógeno moderno

Para entender el papel del hidrógeno en la actualidad, la industria ha desarrollado un código de colores basado en su origen y huella de carbono:

□ **Hidrógeno Gris:** Producido a partir de gas natural mediante reformado con vapor (SMR), liberando grandes cantidades de CO<sub>2</sub>.

□ **Hidrógeno Marrón/Negro:** Derivado de la gasificación del carbón.

□ **Hidrógeno Azul:** Igual al gris o marrón, pero utilizando tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (CCS).

□ **Hidrógeno Verde:** Producido por la electrólisis del agua utilizando energías renovables, siendo libre de emisiones

pero actualmente más costoso.

□ **Hidrógeno Blanco (Natural):** Es el hidrógeno generado espontáneamente en el subsuelo por reacciones agua-roca.

□ **Hidrógeno Naranja (Estimulado):** Se obtiene inyectando agua en formaciones reactivas ricas en hierro para acelerar la generación natural de gas.

A pesar de sus ventajas, el hidrógeno enfrenta desafíos importantes:

- Costos de producción aún elevados.
- Infraestructura limitada de transporte y almacenamiento.
- Necesidad de mejorar la eficiencia de conversión energética.
- Requerimientos de seguridad para su manejo.

Sin embargo, los avances tecnológicos y las políticas internacionales de descarbonización están acelerando su adopción. Diversos países han desarrollado estrategias nacionales para impulsar una economía basada en hidrógeno, especialmente en sectores difíciles de electrificar.



Figura 2. Evolución de las aplicaciones del hidrógeno durante el siglo XX, destacando su uso industrial y su papel como combustible de alto rendimiento en programas espaciales.

### El "Oro Blanco": El descubrimiento accidental en Mali

El interés moderno por el hidrógeno como combustible primario dio un giro radical en **1987 en Bourakébougou, Mali**. Mientras se perforaba un pozo en busca de agua, los trabajadores hallaron un gas explosivo que resultó ser

**hidrógeno con una pureza del 98%**. Desde 2012, este pozo alimenta un generador que provee electricidad limpia y barata a toda la aldea, demostrando que el hidrógeno geológico no es solo una curiosidad, sino un recurso comercialmente viable.

Este hallazgo ha desencadenado una "fiebre del oro blanco", llevando a la exploración activa en países como:

**1. Australia:** El proyecto Ramsay ha detectado concentraciones de hasta el **86% de H<sub>2</sub>** en pozos originalmente perforados para petróleo en 1931.

**2. España:** El pozo Monzón-1, perforado en 1963, está siendo reevaluado tras hallarse acumulaciones con un **25% de hidrógeno**.

**3. Estados Unidos:** El USGS ha publicado recientemente el primer mapa de potencial de hidrógeno geológico, identificando zonas críticas en Nebraska y Kansas.

**Políticas públicas y marcos regulatorios implementados en diversos países para fomentar el uso y la exploración del hidrógeno con especial énfasis en el hidrógeno de bajas emisiones y el hidrógeno natural.**

### 1. Panorama general de las políticas globales

El panorama de las políticas públicas para el hidrógeno varía significativamente entre jurisdicciones, reflejando prioridades domésticas y limitaciones económicas. El objetivo central de estas intervenciones es cerrar la brecha de costos entre el hidrógeno de bajas emisiones y el hidrógeno producido a partir de combustibles fósiles sin mitigación. Actualmente, más de 65 países han publicado estrategias nacionales de hidrógeno, de los cuales 29 son economías emergentes.

### 2. Estrategias en economías avanzadas

**Unión Europea:** Posee uno de los enfoques más integrales, abordando toda la cadena de valor. Destacan el Banco Europeo de Hidrógeno, que realiza subastas para subsidiar la producción (con primas fijas de hasta 10 años), y los Proyectos Importantes de Interés Común Europeo (IPCEI). Además, la Directiva de Energías Renovables (RED) establece objetivos vinculantes, como cubrir el 42% de la demanda industrial de hidrógeno con combustibles renovables de origen no biológico (RFNBO) para 2030.

**Estados Unidos:** Su política se basa principalmente en incentivos fiscales a través de la Ley de Reducción de la Inflación (IRA). El crédito fiscal 45V ofrece hasta 3.2 USD/kg de H<sub>2</sub> para proyectos que cumplan con umbrales

estrictos de intensidad de carbono. También implementa garantías de préstamos y el desarrollo de hubs regionales de hidrógeno limpio.

**Japón:** Opera bajo la Ley de Promoción de la Sociedad del Hidrógeno, utilizando un esquema de Contratos por Diferencia (CfD) para proporcionar certidumbre de precios a largo plazo (15 años) a los productores.

**Australia:** Implementó el Incentivo Fiscal a la Producción de Hidrógeno en 2025, otorgando un apoyo de 2 AUD/kg (aprox. 1.3 USD/kg) por un máximo de 10 años. Es pionero en establecer estándares de arrendamiento específicos para la exploración de hidrógeno natural.

### 3. Liderazgo y expansión en Asia

**China:** Es el líder mundial en capacidad instalada de electrolizadores y el mayor mercado de consumo de hidrógeno. Su política se centra en el apoyo a través de empresas estatales para el uso industrial y un sistema de recompensas para ciudades piloto (como Beijing y Shanghái) que desplieguen vehículos de celda de combustible (FCEV). Recientemente, el hidrógeno fue incluido formalmente como vector energético en su Ley de Energía, lo que reduce la carga regulatoria al dejar de ser clasificado solo como sustancia peligrosa.

**India:** Ha lanzado el programa SIGHT (Strategic Interventions for Green Hydrogen Transition), que ofrece subsidios para la fabricación de electrolizadores y la producción de hidrógeno verde, además de abrir licitaciones para el sector de refinación.

### 4. Avances en el hidrógeno natural (blanco) y economías emergentes

Varios países han comenzado a adaptar sus marcos legales para permitir la exploración de hidrógeno geológico:

**Francia:** En 2022, enmendó su Código Minero para designar al hidrógeno natural como una sustancia minera, permitiendo así el otorgamiento de permisos de exploración.

**Brasil:** Aprobó la Ley No. 14.948/2024, que regula la exploración de hidrógeno natural y promueve la creación de hubs tecnológicos.

Filipinas: Lanzó en 2024 la primera subasta mundial dedicada exclusivamente a la exploración de hidrógeno natural.

Colombia y Uruguay: Han confirmado reservas en el subsuelo y planean rondas de licitación para la exploración de hidrógeno geológico entre 2025 y finales de la década.

#### 5. Certificación y cooperación internacional

Para facilitar el comercio global, se están desarrollando esquemas de certificación y garantías de origen que rastrean las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a lo largo de la cadena de suministro. Organizaciones como la ISO esperan publicar una metodología estandarizada para 2025/2026. Asimismo, iniciativas como la Declaración del Hidrógeno de la COP 29 han sido respaldadas por 62 gobiernos para acelerar la descarbonización de los usos actuales de este gas

#### Conclusiones: El hidrógeno como combustible del mañana

La demanda mundial de hidrógeno podría quintuplicarse para el año 2050. Su versatilidad le permite actuar tanto como combustible para **pilas de combustible en camiones y barcos**, como fuente de calor industrial y vector de almacenamiento de energía para compensar la intermitencia de las renovables.

El gran desafío reside en la infraestructura de transporte y los costos de producción. Sin embargo, el hidrógeno

natural emerge como la opción más competitiva, con costos estimados de **1.5 a 1.0 USD/kg**, superando incluso al hidrógeno gris y posicionándose como la pieza faltante para una economía global descarbonizada.

#### Referencias

Hanchate, N., Ramani, S., Mathpati, C. S., et al. (2021). Journal of Cleaner Production, 280, 123148..

Hanson, J., & Hanson, H. (2024). Hydrogen's organic genesis. *Unconventional Resources*, 4, 100057..

Maiga, O., Deville, E., Laval, J., Prinzhofer, A., & Diallo, A. B. (2023). Characterization of the spontaneously recharging natural hydrogen reservoirs of Bourakebougou in Mali. *Scientific Reports*, 13, 11876..

Milkov, A. V. (2022). Molecular hydrogen in surface and subsurface natural gases: Abundance, origins and ideas for deliberate exploration. *Earth-Science Reviews*, 230, 104063..

Moretti, I., Bouton, N., Ammouial, J., & Carrillo Ramirez, A. (2024). The H2 potential of the Colombian coals in natural conditions. *International Journal of Hydrogen Energy*, 77, 1443-1456..

PEMEX. (2025). *Evaluación potencial de hidrógeno geológico*. Gobierno de México..

Royal Society of Chemistry. (2025). Environmental Science: Review..

Zgonnik, V. (2020). The occurrence and geoscience of natural hydrogen: A comprehensive review. *Earth-Science Reviews*, 203, 103140.

UNAM, actualmente es académico del Instituto Politécnico Nacional (posgrado y licenciatura) donde imparte asignaturas especializadas en la caracterización de yacimientos petroleros. Es estudiante del Doctorado en Energía en el IPN, especializándose en la exploración de Hidrógeno Natural y fuentes alternativas de energías.

[luis.valencia.11@outlook.com](mailto:luis.valencia.11@outlook.com)  
[lvalenciaf@ipn.mx](mailto:lvalenciaf@ipn.mx)



**Luis Ángel Valencia Flores** (M.C.). Ingeniero Geólogo y Maestro en Ciencias en Geología, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura-Unidad Ticomán, Ciencias de la Tierra, del Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con 25 años de experiencia. Ha trabajado en el Instituto Mexicano del Petróleo, Petróleos Mexicanos, Schlumberger, Paradigm Geophysical, Comisión Nacional de Hidrocarburos, Aspect Energy Holdings LLC, Facultad de Ingeniería de la

## THE FUTURE OF NUCLEAR ENERGY

The future of nuclear energy is centered on a rapid pivot toward Small Modular Reactors (SMRs), private investments from the tech sector to power AI data centers, and an international push to triple global nuclear capacity by 2050 to meet net-zero emissions targets. The industry is undergoing a "second nuclear age," shifting away from massive, bespoke construction projects toward factory-mass-produced reactors that offer lower costs and faster deployment times. Key trends shaping this future include:

1. The Tech Sector Partnership Surging energy demands from artificial intelligence and data centers have sparked massive interest in nuclear baseload power. Tech companies are bypassing traditional utility timelines by directly partnering with next-generation nuclear startups to secure round-the-clock, carbon-free energy.
2. Small Modular Reactors (SMRs) & Advanced TechStartups and energy developers are moving beyond traditional light-water reactors. SMRs use advanced coolants (like molten salts or liquid metals) and are assembled on assembly lines and shipped to sites, significantly reducing financial risk and construction times.
3. Government Backing & Global Adoption The U.S. and over 30 other countries have set targets to triple global nuclear capacity by 2050 to fight climate change. Governments are backing this with heavy federal incentives and streamlined licensing approvals. Globally, China is leading the charge, operating and building over half of all new reactors worldwide.
4. Long-Term Potential: Nuclear Fusion While nuclear fission dominates current plans, experimental fusion technology continues to emerge as a strategic research priority. If commercialized, fusion promises an abundant, virtually limitless source of clean energy. Despite this momentum, the industry still faces major hurdles, including high upfront capital costs, regulatory complexities, and public debate over radioactive waste. For detailed policy targets, see the U.S. Department of Energy or explore global deployment tracking on the International Atomic Energy Agency platform.

The World Nuclear Outlook Report reviews national

targets for nuclear capacity and assesses these against the global goal to triple nuclear capacity by 2050. It also reviews the current and future contribution of nuclear technology to energy provision and summarizes the range of different nuclear reactor technologies available.

<https://world-nuclear.org/our-association/publications/global-trends-reports/world-nuclear-outlook-report>

#### U.S. Sets Targets to Triple Nuclear Energy Capacity by 2050

#### U.S. targets map out 200 GW of new nuclear capacity by 2050.

#### Paul Terek used to be one of the top decathletes in the world.

He was an All-American at Michigan State University and competed for Team USA in Athens, Greece, during the 2004 Olympic Games. After injuries sidelined his career, Paul landed a good-paying union job in operations at the Diablo Canyon nuclear power plant in California.

In 2016, Paul and roughly 1,300 of his fellow employees were informed that the plant would close starting in 2024 — putting their future plans in jeopardy.

Unit 1 at the plant was supposed to shut down this month, on November 2. But thanks to local advocacy groups, state action, and federal nuclear credits, Paul is still helping to operate the plant today, and will be for the foreseeable future.

This is a success story that we might not have seen a few years back when nuclear power plants were closing due to the economics.

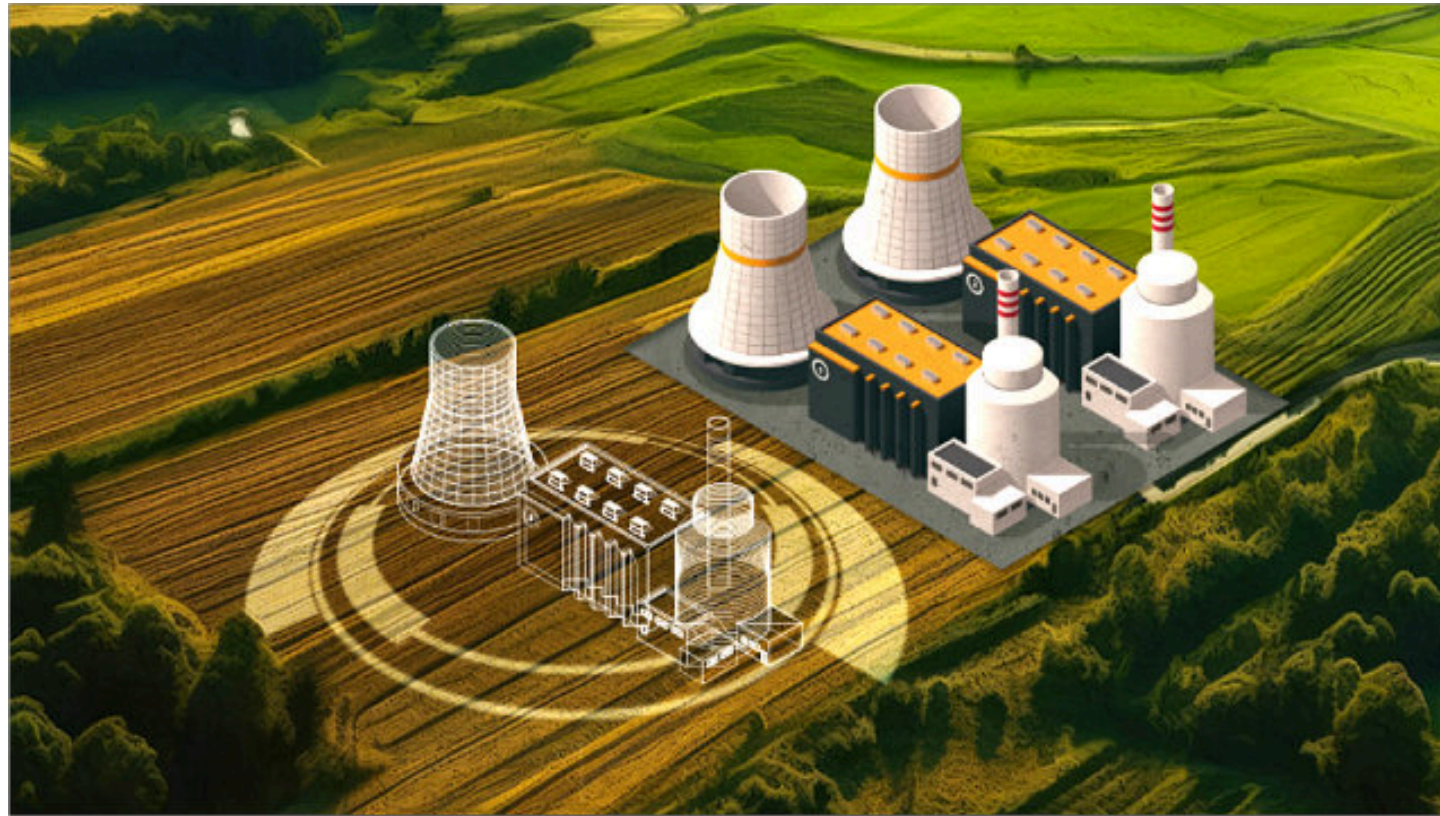
Now, plants like these are looking to extend operations, retired reactors are in the process of restarting, and new reactors are inching closer to deployment thanks to the historic investments and tax incentives provided by the Bipartisan Infrastructure Law and Inflation Reduction Act.

Both pieces of legislation are crucial climate and energy security components to the Administration's

Investing in America Agenda, and it's causing many communities throughout the country to reconsider nuclear power as an affordable option to lower emissions, grow our economy, and strengthen our

national security.

<https://www.energy.gov/ne/articles/us-sets-targets-triple-nuclear-energy-capacity-2050>



### Five Reasons the Clean Energy Transition Needs Nuclear Power

Nuclear energy provides access to clean, reliable and affordable electricity. It accounts for around 9% of global electricity and 25% of all low-carbon electricity without emitting greenhouse gases at the point of generation. According to the IAEA projections, global nuclear operational capacity could more than double by 2050 in a high-case scenario, reaching 2.6 times the 2024 level, driven in part by the deployment of small modular reactors (SMRs). Let's look at why nuclear is an important part of a sustainable, energy-secure future.

#### 1) Nuclear Delivers Large-scale, Low-carbon Power

Nuclear energy ranks among the cleanest power sources when assessed across its entire lifecycle. Lifecycle analyses consider every stage — from uranium mining and fuel fabrication to plant construction, operation and

decommissioning. Even with all these phases included, nuclear power's total greenhouse gas emissions remain extremely low, comparable to wind and lower than solar.

This is because nuclear reactors produce electricity without releasing carbon dioxide during operation, and advances in technology continue to reduce emissions from earlier stages of the fuel cycle. New reactor designs — including small modular reactors— are being developed to provide flexible, dispatchable clean energy and further minimize total emissions.

According to the IAEA's Power Reactor Information System (PRIS), as of 20 January 2026, 415 reactors were in operation worldwide, providing 376.0GW(e) of nuclear capacity and supplying hundreds of millions of homes with low-carbon electricity.

<https://www.iaea.org/newscenter/news/five-reasons-the-clean-energy-transition-needs-nuclear-power>



### The Path to a New Era for Nuclear Energy

About this report

The Path to a New Era for Nuclear Energy is a new report by the International Energy Agency that looks at the opportunities for nuclear energy to address energy security and climate concerns – and at critical elements needed to pursue these opportunities, including policies, innovation and financing. Nuclear energy is a well-established technology that has provided electricity and heat to consumers for well over 50 years but has faced a number of challenges in recent years. However, nuclear energy is making a strong comeback, with rising investment, new technology advances and supportive policies in over 40 countries. Electricity demand is projected to grow strongly over the next decades, including from data centres, further underpinning the importance of having sufficient new sources of stable low-emissions electricity.

Despite the rising momentum behind nuclear energy, various challenges need to be overcome for nuclear to play an important role in the future energy landscape. This report reviews the status of nuclear energy around the

world and explores risks related to policies, construction and financing. It provides the long-term outlook for nuclear power in light of policies and ambitions, quantifying nuclear power capacity and the related investment over the period to 2050. The report shows that with continued innovation, sufficient government support and new business models, small modular reactors can play a pivotal role in enabling a new era for nuclear energy. It highlights potential mechanisms to unlock financing while also emphasizing the critical importance of adequate planning for the required workforce and supply chains.

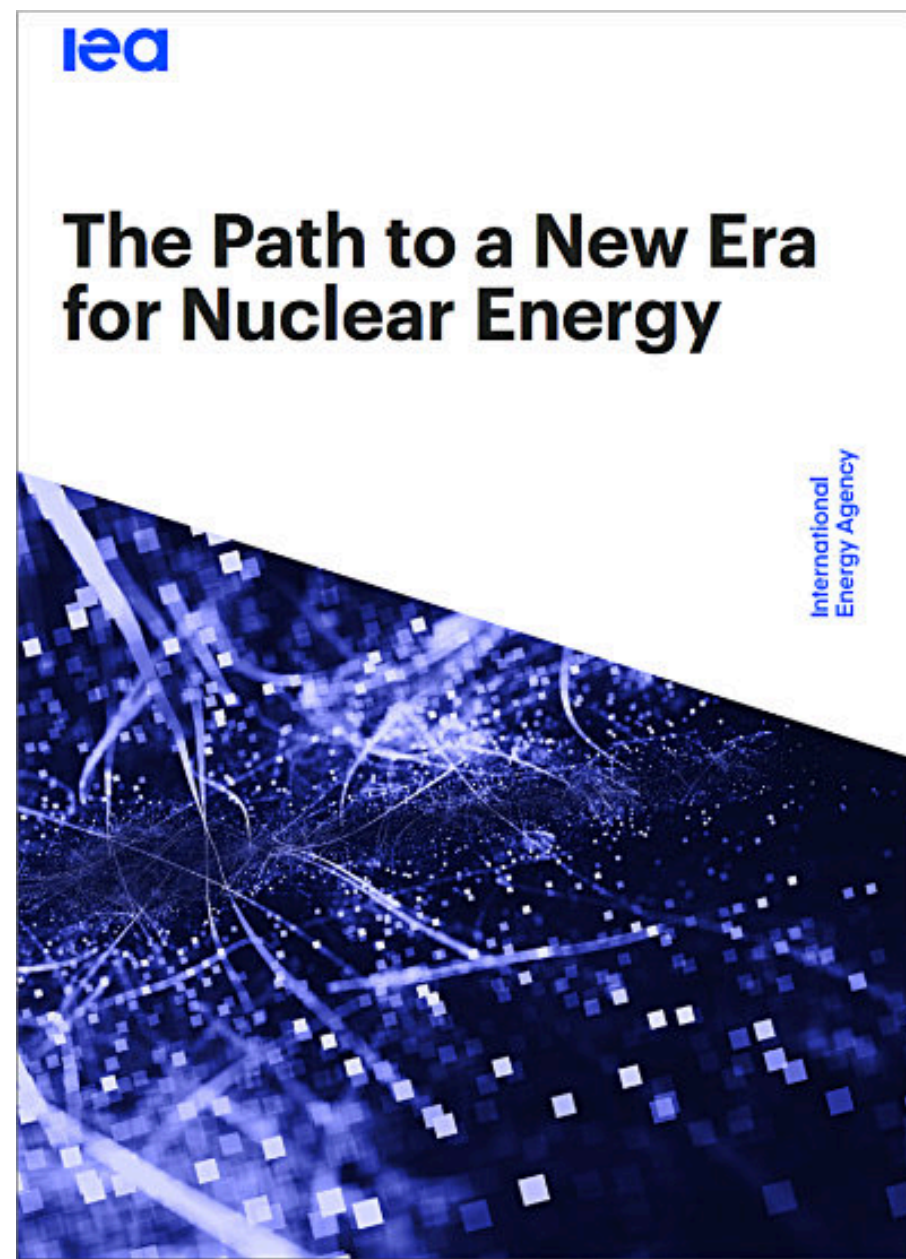
<https://www.iea.org/reports/the-path-to-a-new-era-for-nuclear-energy>

The market, technology and policy foundations are in place for a new era of growth in nuclear energy over the coming decades. Demand for electricity is rising fast, not only for conventional uses such as light industry or air conditioning, but also in new areas such as electric vehicles, data centres and artificial intelligence. Electricity use has increased at twice the rate of total energy demand over the past decade and is set to extend this lead as the world enters a new Age of Electricity. Nuclear is a clean and dispatchable source of electricity and heat that can be

deployed at scale with round-the-clock availability. It brings proven energy security benefits to electricity markets as well as reductions in emissions, complementing renewable energy. Interest in nuclear energy is at its highest level since the oil crises in the 1970s: support for expanding the use of nuclear power is now in place in more than 40 countries. Moreover, innovation is changing the nuclear technology landscape, including many small modular reactor (SMR) designs under development; the first commercial SMR projects are set to start operation around 2030.

Generation from the world's fleet of nearly 420 reactors is on track to reach new heights in 2025. Even as a few countries phase out nuclear power or retire plants early, global generation from nuclear plants is rising as Japan restarts production, maintenance works are completed in France, and new reactors begin commercial operations in various markets, including China, India, Korea and Europe. Nuclear power produces just under 10% of global generation and is the second-largest source of low-emissions electricity today after hydropower.

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/b6a6fc8c-c62e-411d-a15c-bf211ccc06f3/ThePathtoaNewEraforNuclearEnergy.pdf>



## Nuclear Energy's Next Generation

It's been many years since the heyday of nuclear power plants. In the 1970s, hyperboloid cooling towers rose across the U.S., but today, over a dozen states maintain moratoria on new nuclear power plant permits. However, nuclear power appears poised for a comeback, driven by a new generation of technology.

Reliably and safely meeting the anticipated surge in electricity demand from manufacturing, electrification, artificial intelligence and data centers will take many energy solutions, balancing cost, availability, carbon intensity and responsiveness. Traditional nuclear power plants are best suited to providing a constant baseload for the grid — the energy source stands out for its low carbon footprint and 24/7 reliability. Plants being designed today offer the same low carbon footprint and reliability while adding attractive new features.

Major technology companies are already investing in nuclear power as an answer to their energy-intensive operations. Amazon, Google, Microsoft and Meta have announced plans to incorporate nuclear power into their energy strategies. For instance, Meta — parent company of Facebook and Instagram — has issued a request for proposals seeking over a gigawatt of nuclear capacity by the 2030s. Microsoft is partnering with Constellation Energy to reopen the Three Mile Island Unit 1, rebranded

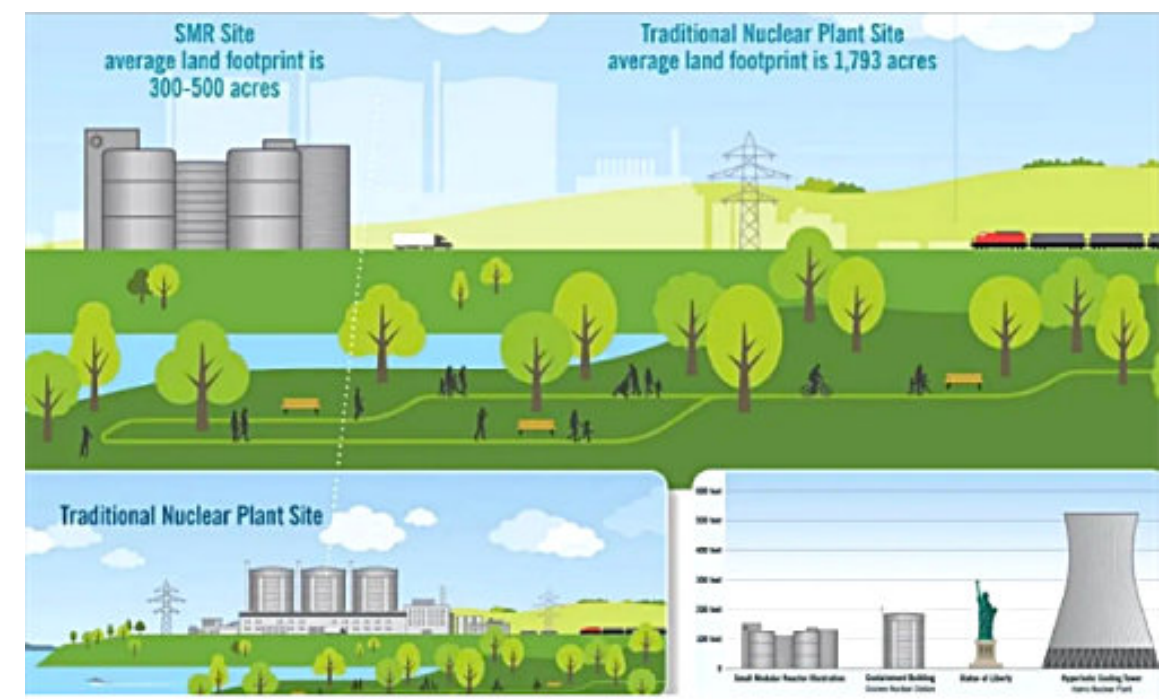
as the Crane Clean Energy Center. Meanwhile, Google has contracted Kairos Power to develop and operate a series of small modular reactors (SMRs) by 2035, and Amazon is collaborating with X-energy to deploy new reactors across multiple locations by 2039.

### The Promise of SMRs

SMRs represent the latest innovation in nuclear energy. Designed to be smaller, safer, more flexible and more cost-effective than traditional large-scale nuclear plants, SMRs are heralded as a key solution to growing energy demands in a decarbonizing world. Their modular design allows multiple reactors to be combined to form larger-capacity plants that can adapt to grid needs by ramping up or down.

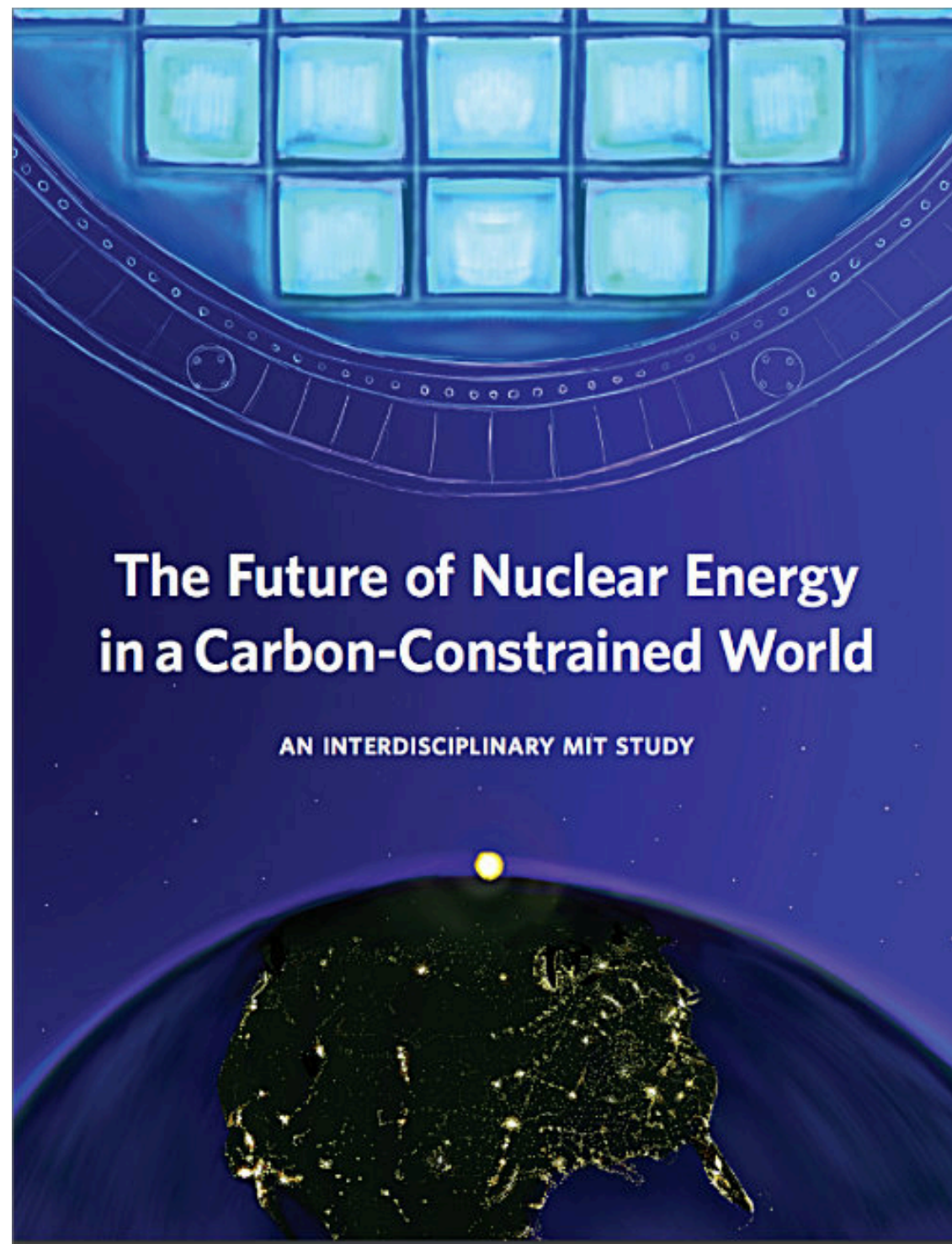
Unlike conventional nuclear power plants, SMRs can respond dynamically to fluctuations in grid demand and are well suited for decentralized energy generation, with a maximum capacity of 300 megawatts (MW) per reactor. SMRs have additional safety and operational benefits. For example, their passive safety systems automatically cool reactors in emergencies without operator action. They're also expected to have smaller emergency planning zones than traditional reactors.

<https://www.advancedenergy.org/news/nuclear-energys-next-generation>



<https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/plans-for-new-reactors-worldwide#nuclear-reactors-under-construction>

<https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2018/09/The-Future-of-Nuclear-Energy-in-a-Carbon-Constrained-World.pdf>



## El petróleo precolombino. Los arahuacos de la cuenca del Caribe. II parte.

Rafael Tenreyro Perez

Colaborador de la Revista

### Introducción

Hoy, es posible dibujar un cuadro bastante completo de la utilización del petróleo antes de la conquista. A pesar de lo disperso de la información, las evidencias son suficientes para apoyar la idea que cuando los aborígenes llegaron a Cuba, ya conocían el petróleo, lo utilizaban y lo traían a bordo de sus canoas. El cronista de indias Fernández de Oviedo incluye al petróleo entre las maravillas que se encuentran en América y resalta el hecho que los europeos aprendieron a utilizarlo de los nativos: **“Así que, hasta el presente se saben en estas nuestras Indias siete fuentes o manantiales de betum; e muy diferentes los unos de los otros, de los cuales todos, nuestros españoles, o de la mayor parte dellos, se han aprovechado para brear navíos, non obstante que, segund lo que de los indios se ha podido saber, son apropiados tales licores a muchas pasiones, e son medicinales”**.<sup>1</sup>

### El petróleo en las Grandes Antillas.

En las zonas cercanas, los pueblos originarios usaron el petróleo en múltiples oficios y, aparentemente, Cuba no fue una excepción. Lamentablemente, hasta el momento, se cuenta con muy pocos estudios arqueológicos y analíticos, especialmente dedicados a la utilización de los asfaltos naturales y petróleos por parte de los aborígenes. El conocimiento de este aspecto proviene fundamentalmente de dos fuentes: las crónicas españolas y europeas del siglo XVI, con una información deformada e incompleta, pero crucial, y las investigaciones en sitios arqueológicos.<sup>2</sup>

El legado taino sobrevive en la herencia étnica, en unas 1000 palabras del español de la isla, más de 1500 toponimias, y en algunas costumbres relacionadas con la

música, el baile y la alimentación. El sabio Fernando Ortiz, en su ensayo “Cuba primitiva: las razas indias”, señala que: **“...la isla de Cuba había sido descubierta varias veces y poblada desde siglos anteriores por unos aventureros que en rústicas canoas, sin carabelas, brújulas ni astrolabios, habían llegado a este país en sucesivas oleadas transmigratorias”**.<sup>3</sup>

La cultura taina, parte de una rama indígena de amplia distribución desde Sudamérica hasta el sur de la Florida, era la de mayor desarrollo en el Caribe cuando llegó Cristóbal Colón en 1492. Los pequeños reinos tainos, llamados cacicazgos, habían evolucionado hacia complejas entidades políticas que semejaban verdaderos estados. Esta cultura tenía su propia percepción del mundo, en el que todo estaba vivo y cambiante, con un poder sobrenatural. Para ellos, elementos tales como el paisaje, las montañas, las cuevas, los ríos, los árboles, el mar poseían alma, al igual que los animales y las personas. La Tierra de los tainos era una fina interfase entre las profundidades acuosas y la expansión de los cielos – un fino disco flotando en el vasto cosmos de agua y estrellas. En el centro de esta superficie, un hueco imaginario circular, conocido como la quinta dirección cardinal, conectaba la Tierra con los espacios sagrados superior e inferior. Muchas sociedades precolombinas asociaban la quinta dirección con la Ceiba, el árbol del mundo o de piedra, cuyas raíces, llegaban a las profundidades del mar y con ramas que sostenían el cielo.<sup>4</sup>

La sociedad taina, tenía una gran energía y creatividad, evidenciadas en el extraordinario repertorio de formas expresivas como la escultura, la cerámica, la joyería, la danza, la música, la poesía, las prácticas religiosas, la mitología y su particular imaginario del mundo. Los historiadores reconocen que los objetos hechos por los tainos tales como los asientos ceremoniales o dujos, los cinturones del juego de pelota, las esculturas, cerámica, objetos rituales y ornamentos de piedras semipreciosas, oro, conchas y hueso, eran comparables con las de las culturas de meso y Sudamérica. Pero lo más importante, es que los tainos poseían una concepción diferente del universo, una especial sensibilidad y una profunda

espiritualidad. En la lengua arahuaca, “taino” significa: “el noble”.

El taino explotó todos los recursos naturales y desarrolló técnicas eficientes de agricultura, caza y pesca. Su dieta tenía a la yuca (*Manihot esculenta*) como alimento básico. El pan de casabe cocido en el “burén” (fogón de piedra), se podía conservar por varios días, luego era rellenado con pescado, carne y vegetales o acompañaba al “ajiaco”, un guiso cargado de especias donde preponderaba el ají (*Capsicum sp.*). El taino cultivaba frutas tales como la guayaba, papaya y piña, así como maíz, frijoles, calabaza, ajíes, tabaco y algodón. Como suplemento cazaban aves, jutías, manatíes y reptiles. También, consumían profusamente productos marinos como pescado, conchas, ostiones, camarones, langostas y cangrejos.

Una parte especial de la cultura taina era la construcción de canoas, que usaban para navegar por los ríos, la pesca en el mar y para el comercio entre las islas. Los viajes a larga distancia se efectuaban guiándose con la Estrella Polar y la Vía Láctea. Hacían objetos de madera, piedra, oro, conchas, huesos, cerámica y otros materiales. Los cuchillos de piedra y hachas eran las armas más comunes y duraderas. Las hachas petaloides con mangos de madera se utilizaban para limpiar la tierra o labrar las canoas y otras piezas de madera, así como, para cortar la yuca y alimentos. Los instrumentos musicales de madera se utilizaban en los “areitos” (fiestas ceremoniales), incluían maracas, flautas y tambores de varios tamaños. La cerámica taina alcanza un nivel expresivo y utilizaban las mismas técnicas que las de las culturas ceramistas avanzadas del continente. Sus casas o “bohíos” eran dos tipos: de planta circular y techo cónico, sostenido por postes alrededor del piso y uno mayor colocado en el centro y, los más grandes, de forma rectangular, con techo a dos aguas y con un zaguán o especie de marquesina, donde se recibía a los visitantes.

Cuando arriba Cristóbal Colón a Cuba, una tribu muy agresiva estaba llegando desde el sur, estableciéndose en asentamientos aislados: los caribes. No todos los arahuacos estaban en la misma condición frente a la

invasión caribe. Mientras que los de Bahamas y el sur de la Florida estaban totalmente indefensos, los de Cuba y Haití estaban en mejor situación y los de Jamaica y Puerto Rico eran tan agresivos como los invasores. Luego de la llegada de los conquistadores españoles, los indios se vieron obligados a trabajar como esclavos, a practicar la religión católica y a aprender el idioma español. Así, poco a poco, se fue perdiendo la identidad taína, hasta desaparecer. La población aborigen, se vio considerablemente reducida, a causa del maltrato y el abuso físico a los que fueron expuestos hombres, mujeres y niños, sin distinción y por las epidemias. En el curso de medio siglo, los aborígenes fueron decimados en Cuba.

Existen muy reducidas fuentes para conocer con detalle el uso que los aborígenes cubanos hacían del petróleo o el asfalto presente en los numerosos manaderos que existían en Cuba. Lo que presenta pocas dudas es que lo conocían y lo utilizaron en su migración desde Sudamérica.

#### Evidencias en la lengua

El idioma taino no tenía escritura y hoy es un idioma extinto como soporte de un grupo cultural. El padre Las Casas, conocedor como pocos del idioma taino escribió: “en todas las islas hay un solo idioma y las mismas costumbres”.<sup>5</sup> Algo similar escribe Charles de Rochefort quien dice: “se observa que a través de todas las islas de Caribe, todas las islas se entienden unas a otras, aunque en algunas de ellas los dialectos se diferencian de las otras”<sup>6</sup> Brinton describe al arahuaco como “la más suave de las lenguas indias” y libre de sonidos guturales “rica en vocales con una enunciación distinguida y melodiosa”.<sup>7</sup>

Se debe a otro dominico, el padre Raymond Bretón en 1665<sup>8</sup> la creación del más completo diccionario del idioma arahuaco-caribe. Según el padre Bretón, “boteri”, era el término que los arahuacos tenían para el asfalto y por extensión al alquitrán y la brea, otro término utilizado era “balámani”. El padre Bretón recoge la expresión “boteriba nucúnni”, que significa: “¡junta con pez, calafatea, alquitrana la canoa!” Además, recoge expresiones frecuentes como: “má botéro ni kéiru”, o sea, “no está todavía alquitranada” y “na bóteri cayénli” o “na boteri

cani” – “lo alquitrano, lo que alquitrané”. Por otra parte, la expresión: “ràcacuya liém balámani loucaborocou-barou túbara acamàteca láne”, significa: “quítate el alquitrán que tienes en las manos para agarrar mejor al hombre y capturarlo”.

Sin embargo, es el sabio cubano Antonio Bachiller y Morales (1812-1889) quien aporta los más importantes elementos lingüísticos para evaluar el conocimiento de los tainos sobre el petróleo. Según el sabio cubano los aborígenes utilizaban la voz “copei” para denominar el petróleo, cuando dice: “copei, es bálsamo ó betún”.<sup>9</sup> Del árbol Copey (*Clusia rosea*), obtenían los aborígenes la resina negruzca con la que confeccionaban las pelotas para el juego de batos y quemaban esa resina en las hogueras para sahumerios. Algunas locaciones cubanas que llevan el nombre ‘copey’ coinciden con importantes manaderos de petróleo, como en Bahía de Cárdenas, en Matanzas y Placetas, en el centro de Cuba.

#### Evidencias arqueológicas

La intensa erosión del clima tropical y de los elementos naturales, contribuyen a la fragilidad de los vestigios arqueológicos, a su precariedad y la rápida desaparición del patrimonio. Las evidencias arqueológicas atestiguan sobre la industria taína de la madera, que comprendía diversos artículos, entre ellos, las canoas. El término arahuaco “canoa” pasó definitivamente al español (y al inglés - “canoe”) para designar una embarcación hecha ahuecando el tronco de un árbol, mediante el fuego y el hacha de piedra.



Dice Colón, en su Diario: “Lunes, 3 de diciembre. Halló una caleta en que vido cinco muy grandes almadias, que los indios llaman canoas.”<sup>10</sup> En la carta del Gran Almirante, escrita cuando regresaba del primer viaje, y enviada desde Lisboa, en marzo de 1493, los Reyes Católicos, se lee: “Ellos tienen en todas las islas muy muchas canoas, a manera de fustas de remo; dellas mayores, dellas menores, e algunas e muchas, son mayores que una fusta de diez y ocho bancos; no son tan anchas, porque son de un solo madero; mas una fusta no terns con ellas al remo, porque van que no es cosa de creer; e con estas navegan todas aquellas islas, que son innumerables, e tratan sus mercaderías. Algunas destas canoas he visto con setenta y ocho hombres en ella y cada uno con su remo.”<sup>11</sup> Pedro Mártir de Anglería dice: “...en sus botes que llaman canoas.”<sup>12</sup> Fray Bartolomé de las Casas<sup>13</sup> apunta: “Tenían sus barcos hechos de un madero cavado, que llamaban canoas, donde cabían 50 y 100 hombres; los remos son como palas de horno.”<sup>14</sup>

Fernando Colón (cap. XXIX) dice (luego de describir una canoa fabricada de un tronco de árbol, que era tan grande como una fusta de doce bancos: “Después, encontraron otra canoa, hecha como la que va referida, de 95 palmas, en que cabían 150 personas.” En el Capítulo XXIV señala: “Después, al día siguiente, que fue 13 de Octubre, de mañana, salieron muchos de ellos a la playa, y en sus barquillas denominadas canoas, venían a los navíos. Estas canoas eran de una sola pieza, hechas del tronco de un árbol excavado como artesas. Las mayores eran tan grandes que cabían cuarenta o cuarenta y cinco personas; las menores eran de distinto tamaño, y algunas tan pequeñas que no llevaban más que una persona. .... Estas canoas son tan ligeras y hechas con tal artificio que, si se vuelcan, los indios, echándose al mar en seguida y nadando, las enderezan y sacan el agua, meciéndolas, como hace el tejedor, cuando voltear la canilla de un lado a otro; y luego que está ya vacía la mitad, sacan el agua que queda con calabazas secas, que para tal efecto llevan divididas por medio en dos partes”.<sup>15</sup> Los indígenas las hacían con troncos de ceiba, jabiya, cedro, baria, etc. En los años siguientes al descubrimiento y antes de la

conquista de la isla, numerosas son las pruebas de los usos que los indios daban a sus endebles barquichuelos en viajes de largas distancias.

#### Evidencias en los diarios y en las crónicas de indias

El asfalto o el petróleo no eran de interés, ni siquiera secundario para los conquistadores. La atracción principal, al comenzar la conquista, fue la prospección de las minas de oro y otros metales que se suponía debían existir en las nuevas tierras. Las Casas escribió: **"Nadie viene a las indias sino es por el oro que le permitiría salir de la pobreza que plagaba todas las clases en España"**.<sup>16</sup> A pesar de esto, en la literatura de los cronistas de indias se pueden encontrar varias referencias al petróleo americano y en particular al cubano.

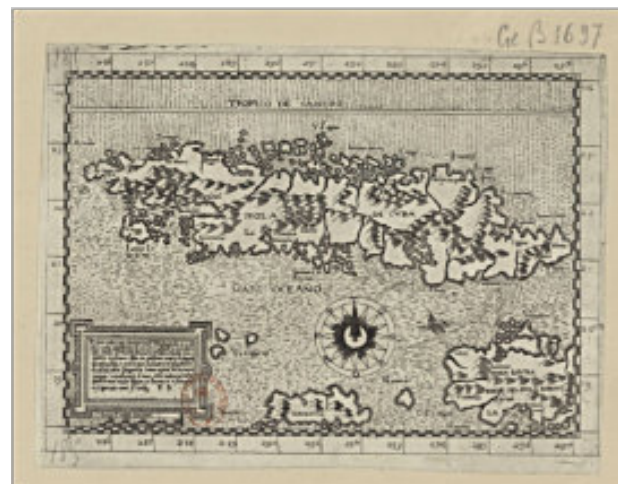
Luego de sufrir una devastadora tormenta al Este de La Habana, en su bojeo por la costa norte de Cuba (1508 o 1506), el gallego Sebastián de Ocampo se consideró muy afortunado al encontrar una espléndida bahía, en cuya costa oriental los indígenas le muestran un depósito natural de "betún", con cuyo material calafateó o carenó sus naves. Tras el hallazgo, el lugar fue denominado "Puerto de Carenas", lo que hoy se conoce como Bahía de La Habana. Fray Bartolomé de las Casas señala que: **"uno de los navíos, o ambos, tuvieron necesidad de darse carena, que es renoverlas o remendalles las partes que andan debajo del agua, y ponedles pez y sebo, entraron en el puerto que agora decimos de la Habana, y allí se la dieron, por lo cual se llamó aquel puerto el Puerto de Carenas... puerto muy bueno y donde pueden caber muchas naos..."**<sup>17</sup> Francisco López de Gómara, en la "Historia General de las Indias", prestó atención al hecho de que fue allí y no en un sitio anterior o posterior, donde Ocampo decidió detener la expedición porque: **"...hay una fuente y minero de pasta como de pez, con la cual revuelta con aceite o sebo, brean los navíos y empegan cualquier cosa"**.<sup>18</sup>

Cierta porción de petróleo cubano fue llevado a España posteriormente, constituyendo con seguridad una de las primeras muestras de la naturaleza geológica cubana llevada a Europa por iniciativa de Gonzalo Fernández de

Oviedo, quien lo explica así: **"En la costa norte de la Isla de Fernandina del Puerto del Príncipe está un minero de pez la cual se saca en lascas o pedazos de muy buena pez o brea (...) y súpelo del Adelantado Diego Velázquez, la pez della he yo visto, y me la enseñó, y dio un pedazo della Diego Velázquez que yo llevé a España el año 1523 para enseñar allá"**.<sup>19</sup>

En el Segundo viaje de Colon, durante sus investigaciones de la suerte de los colonos del fuerte Natividad, el cacique Guacanagari en su intento por consolar a los españoles le entrega a cada uno de ellos una joya de oro. Particularmente a Colon le hace entrega de un máscara de oro. En la descripción del Dr. Chanca<sup>20</sup> se menciona **"Este oro, está hecho de hojas muy delicadas, como nuestras hojas de oro, porque se usaban para hacer mascarás a las cuales de adhiere con bitumen. También lo llevan en la cabeza y para aretes de las orejas y de la nariz por lo que lo llevan no por su valor sino por su belleza"**. Esto fue en La Española una isla que no se caracteriza por su abundancia de manifestaciones de asfalto. Entonces cabe preguntarse de donde vino este bitumen: ¿de Cuba, de la isla de Trinidad? ¿O será que los quisqueyanos conocían las manifestaciones de Ocoa en el sur de la isla?

Por último cabe resaltar la curiosa obra del doctor Uricoechea titulada Mapoteca colombiana. En ella se describe un plano de Cuba de 1566, publicado por grabador e ilustrador veneciano Fernando Bertelli (n. 1525) en el cual se lee en el cuadro descriptivo abajo a la izquierda del mapa: **"tiene mucho betún y brea que produce una fuente"**<sup>21</sup>



<sup>1</sup>Fernández de Oviedo y Valdés, Gonzalo. 1553. "Historia general y natural de las Indias. Tomos I-V." Imprenta de la Real Academia de Historia, Madrid, 1851-1855.

<sup>2</sup>Rey, Estrella y Cesar García del Pino. 1994. "Conquista y Colonización de la isla de Cuba (1492-1553)." Instituto de Historia de Cuba; Buznego, Enrique; Cantón Navarro, José; Barcia Zequeira, María del Carmen; 1994. "Historia de Cuba. La colonia. Evolución socioeconómica y formación nacional. De los orígenes hasta 1867" Editora Política. 1994.

<sup>3</sup>Ortiz Fernández, Fernando: 1937. "Cuba primitiva. Las razas indias". Cuadernos de Historia Habanera. Municipio de La Habana, La Habana, 1937

<sup>4</sup>Rey, Estrella y García del Pino, Cesar. 1994. Op Cit. ; Buznego, Enrique; Cantón Navarro, José; Barcia Zequeira, María del Carmen; 1994 "Historia de Cuba. La colonia. Evolución socioeconómica y formación nacional. De los orígenes hasta 1867" Editora Política. 1994 Habana.

<sup>5</sup>Las Casas, Fray Bartolomé de. 1550. "Historia de las Indias". Escrita por Fray Bartolomé de las Casas. Obispo de Chiapas. Ahora por primera vez dada a luz por el Marques de la Fuentesanta del Valle y Don José Sancho Rayón. Madrid Imprenta de Miguel Ginesta. Calle de Campomanes Numero 3. 1875

<sup>6</sup>Rocheffort Charles. 1658. "Histoire Naturelle et Morale des Illes Antilles de l'Amérique" 1658

<sup>7</sup>Brinton, Daniel Garrison. 1871. "The Arawak language of Guiana and its linguistic and ethnological relations." Transactions of the American Ethnological Society. Nueva York. Vol. 14. Parte 3a: 427-444.

<sup>8</sup>Breton, Raymond. 1665. "Dictionnaire française-caraiibe." Leipzig: B. F. Teubner. 1868

<sup>9</sup>Bachiller y Morales, A. 1883. "Cuba primitiva. Origen, lengua, tradiciones e historia de los indios de las Antillas Mayores y las Lucayas." Segunda Edición. Librería Miguel de la Villa. Calle Obispo 58 y 60. Habana.

<sup>10</sup>Colon, Cristóbal. "Derrotero de Cristóbal Colón, cuidadosamente conservado por Fray Bartolomé de las Casas" en Fernández de Navarrete Martin Viajes de Colón con una carta. Colección de los viajes y descubrimientos que hicieron por mar los españoles desde fines del siglo XV: con varios documentos inéditos concernientes a la historia de la marina castellana y de los establecimientos españoles en Indias, coordinada e ilustrada por don Martín Fernández de Navarrete. Madrid. Imprenta Real, 1825-1837

<sup>11</sup>Colon, Cristóbal. "Cartas de particulares a Colon y Relaciones coetáneas". Edición de Juan Gil y Consuelo Valera. Madrid Alianza Universidad 1984

<sup>12</sup>Anglería, Pedro Mártir. 1494. "De orbe novo (première et deuxième decade, février 1494). Decade 1.0, lib. 1, cap. 11."

<sup>13</sup>Las Casas Fray Bartolomé de. 1535, Op. Cit.

<sup>14</sup>Las Casas Fray Bartolomé de. 1535, Op. Cit.

<sup>15</sup>Colón, Fernando. "La historia de D. Fernando Colon en la qual se da particular y verdadera relación de la vida y hechos de el Almirante D. Christoval Colon su padre y del descubrimiento de las Indias Occidentales, llamadas Nuevo Mundo, que pertenece al Serenísimo Rei de España, que tradujo de español en italiano Alonso Ulloa y será por parecer el original español sacado del traslado italiano" cap. XXIX

<sup>16</sup>Las Casas, Fray Bartolomé de. 1535, Op. Cit.

<sup>17</sup>Las Casas Fray Bartolomé de las. 1535, Op. Cit.

<sup>18</sup>López de Gómara Francisco (1511-1565), Historia general de las Indias y conquista de México (1552), Historia General de las Indias del clérigo Francisco López de Gómara (1555)

<sup>19</sup>Fernández de Oviedo y Valdés Gonzalo, 1536 "Historia natural y general de las Indias, Islas y Tierra Firme del Mar Océano",

<sup>20</sup>Álvarez Chanca, Diego. Doctor Chanca. Carta del Doctor Diego Álvarez Chaca al Cabildo de Sevilla sobre el segundo Viaje de Cristóbal Colón. 1493. Colección Documental del Descubrimiento Tomo I pp. 504 521 Madrid Real Academia de la Historia CSIC Fundación Mapfre América Madrid. 1994.; Álvarez Chanca, Diego. Doctor Cartas de Relación de Diego Álvarez Chanca 1495

<sup>21</sup>Uricoechea, Ezequiel. 1860. "Mapoteca Colombiana". Londres, Trubner y Co., 60 Pasternoster Row.



**Rafael Tenreyro Pérez**, se gradúa de ingeniero en geofísica de exploración de petróleo en 1974 en la Academia Estatal de Petróleo de Azerbaiyán, Master en Ciencias en Geología del Petróleo en la Universidad Politécnica CUJAE de la Habana en 1981 y Doctor en ciencias en Geofísica de Exploración la Universidad de Petróleo Gubkin de Moscú, Rusia, en 1987.

Tiene cuarenta y ocho años de experiencia en la Industria petrolera en Cuba y en otros países fundamentalmente en la especialidad de exploración de yacimientos de petróleo y gas. Durante este tiempo transitó desde ingeniero geofísico de adquisición hasta

Jefe de Exploración de la empresa petrolera nacional de Cuba - Cupet, cargo que ocupó por 16 años hasta su retiro en 2016. Investigador científico también recorre desde Aspirante a Investigador a Investigador Titular. Fue Jefe técnico del programa de exploración en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México. Director Técnico del Comisión para la Plataforma Extendida de Cuba. Tiene más de doscientas publicaciones que incluyen artículos científicos, presentaciones en eventos, conferencias, mapas, monografías y libros de texto. Premio de Geología Antonio Calvache Dorado de la Sociedad Cubana de Geología en 1992. En estos momentos trabaja en la empresa australiana Melbana Energy Limited.

[tenreyro2015@gmail.com](mailto:tenreyro2015@gmail.com)

## SIMBOLOGIA GEOLÓGICA y PALEONTOLÓGICA EN LA HERÁLDICA TERRITORIAL

JESUS S. PORRAS M.

Geólogo Consultor Senior

([porrasjs@yahoo.com](mailto:porrasjs@yahoo.com))

### Introducción

La heráldica constituye una de las formas más antiguas de representación simbólica de territorios, instituciones y comunidades. A través de escudos, emblemas y blasones, las sociedades han sintetizado elementos históricos, culturales y naturales que expresan su identidad y memoria colectiva. Dentro de esta iconografía, los componentes del paisaje como las montañas, volcanes, minerales, fósiles, estratos y recursos naturales, han adquirido un papel relevante como símbolos vinculados al lugar donde se encuentran, a los recursos naturales del territorio y a las características que lo distinguen de otras regiones.

El registro geológico y fósil, representado en la heráldica refleja no solo características naturales del entorno, sino también la manera en que las comunidades interpretan y valoran su patrimonio geológico y paleontológico. En numerosas regiones del mundo, especialmente en áreas mineras, petroleras o de gran relevancia geológica o paleontológica, los escudos municipales, provinciales, universitarios e institucionales incorporan elementos vinculados con la geología y los fósiles como expresión de identidad local, desarrollo económico o importancia científica.

La presencia de fauna y flora fósil, accidentes geomorfológicos, paisajes, herramientas mineras y estructuras geológicas en los emblemas oficiales evidencia la interacción histórica entre las sociedades y los territorios. Estos símbolos funcionan como representaciones culturales del paisaje y del tiempo geológico, integrando dimensiones científicas, históricas y patrimoniales en una imagen de carácter institucional y colectivo.

Desde una perspectiva amplia, el estudio de la heráldica ayuda a comprender cómo las comunidades perciben y valoran su entorno natural. Los escudos y emblemas muestran qué elementos del paisaje, la geología o la

paleontología han sido considerados importantes para la identidad de cada territorio. Además, constituyen una herramienta útil para divulgar el patrimonio geológico y paleontológico, ya que acercan estos temas al público a través de símbolos visuales ampliamente conocidos y presentes en la vida cotidiana.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la representación del registro geológico y paleontológico en la heráldica, identificando los principales elementos geológicos y paleontológicos utilizados en escudos y emblemas, así como su significado cultural, territorial y patrimonial. Para ello, se examinan distintos casos de estudio y se discute el papel de la heráldica como medio de preservación de la memoria geológica y paleontológica de las regiones.

### 2. Marco conceptual

#### 2.1. La heráldica: origen y evolución

Desde la antigüedad, las sociedades humanas han utilizado signos y símbolos para identificarse y diferenciarse, especialmente en contextos donde la distinción resultaba esencial, como en los enfrentamientos militares. Aunque existieron símbolos y emblemas utilizados como formas de identificación desde épocas muy antiguas, la heráldica, en el sentido formal y normativo actual, surgió en Europa occidental hacia el siglo XII, vinculada a la necesidad de reconocer a los caballeros en el campo de batalla. Escorza (2009) indica que, ante las similitudes físicas existentes entre los seres humanos, las sociedades han desarrollado de manera casi inconsciente diversos signos de identidad y pertenencia asociados con grupos nacionales, ideológicos, sociales, gremiales, familiares o comunitarios a lo largo de la historia.

Inicialmente, los emblemas respondían a decisiones individuales y a la creatividad de sus portadores; sin embargo, con el tiempo adquirieron carácter hereditario y pasaron a formar parte de un sistema regulado por

normas, lenguaje y terminología propios. La concesión y control de los escudos quedó asociada a la autoridad real mediante la figura de los heraldos y los Reyes de Armas.

El término “escudo”, elemento central de la heráldica, evidencia su origen medieval y militar, ya que los símbolos eran representados originalmente sobre los escudos defensivos de los caballeros. Posteriormente, estos emblemas se extendieron a diversos soportes, incluyendo estandartes, edificaciones, monumentos, documentos y objetos ceremoniales, consolidándose como expresiones de identidad, linaje y representación territorial.

Actualmente, la heráldica no solo establece normas para la composición de escudos, sino que también cumple una función fundamental en la identificación de personas, linajes e instituciones mediante símbolos distintivos. Por ello, se considera una de las principales ciencias auxiliares de la Historia, junto con disciplinas como la Paleografía, la Diplomática, la Epigrafía, la Sigilografía, la Vexilología, la Genealogía y el Derecho Nobiliario, todas orientadas al estudio e interpretación de documentos, símbolos y formas de representación histórica (Gavira Tomas, Heráldica Hispánica).

Un escudo de armas contempla cinco elementos fundamentales: la forma, el campo, los materiales, las particiones y las representaciones. Aunque el escudo constituye el elemento esencial y más representativo de un blasón, forma solo una parte del conjunto heráldico. Completo puede incluir soportes, lambrequines, lema, casco, cimera, estandartes y otros elementos ornamentales y simbólicos.

#### 2.2. Definición RAE y vocabulario heráldico

Heráldico, ca. (De heraldo). 1. adj. Pertenciente o relativo a los blasones o a la heráldica. 2. f. Arte del blasón.

Blasón. (Del fr. blason). 1. m. Arte de explicar y describir los escudos de armas de cada linaje, ciudad o persona. 2. m. Cada figura, señal o pieza de las que se ponen en un escudo.

La descripción de los escudos de armas emplea el lenguaje heráldico o blasón, un vocabulario especializado que permite identificar con precisión colores, figuras y disposiciones. En trabajos técnicos suele utilizarse una terminología más sencilla, describiendo los símbolos de forma clara y accesible, especialmente cuando

representan elementos geológicos, geográficos o naturales.

#### 2.3. Partes de un Blasón

Un blasón consta de varias partes: el escudo propiamente dicho, dividido en partes denominadas “cuarteles”, y en donde se representan las figuras heráldicas (Fig. 1). A partir del siglo XIV se originaron los ornamentos externos, que suelen reforzar el significado del escudo, y también incorporan imágenes u objetos que son exclusivos de determinadas clases sociales.

(<https://cronicasdefauna.blogspot.com/2018/02/club-de-fauna-los-animales-en-la.html>)

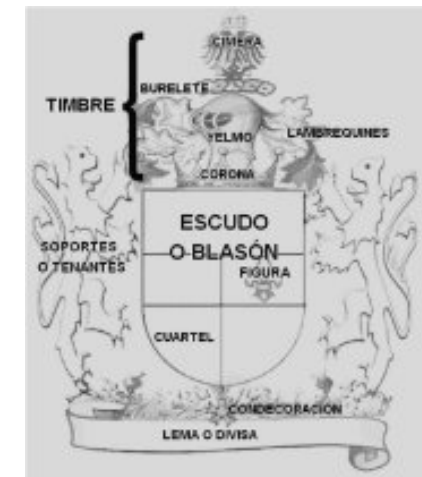


Figura 1. Partes básicas de un escudo o blasón. [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Partes\\_del\\_escudo.PNG](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Partes_del_escudo.PNG)

#### 2.4. Simbología territorial y natural en emblemas y escudos

El origen de muchos escudos urbanos y territoriales es antiguo, por lo que en ellos predominan símbolos religiosos e históricos asociados con la identidad y la memoria de las ciudades. No obstante, la representación de elementos naturales también es frecuente, especialmente plantas y animales vinculados al entorno local. Asimismo, algunos escudos incorporan componentes geomorfológicos, fósiles y otros rasgos geológicos como expresiones simbólicas del paisaje y del patrimonio natural de cada región.

La diversidad de motivos naturales presentes en la heráldica refleja la estrecha relación entre las comunidades y su entorno físico, al integrar elementos del paisaje, la biodiversidad y los recursos naturales característicos del territorio.

En la heráldica medieval era frecuente que los heraldos diseñaran escudos con figuras relacionadas con el significado de los apellidos o con elementos geográficos asociados al lugar de origen de las familias, como ocurre en apellidos tales como Montaña, Castillo, Ríos o Paredes.

### 3. El registro geológico en la heráldica

La heráldica no solo caracteriza hechos históricos o símbolos políticos y religiosos; también incorpora elementos del paisaje natural y del subsuelo que identifican a muchas regiones. Montañas, fósiles, volcanes, ríos, minerales y símbolos mineros, entre otros, aparecen en numerosos escudos como expresión de la relación entre las comunidades y su territorio. Estas representaciones reflejan aspectos geográficos, económicos y culturales asociados al ambiente natural.

Escorza (2009) señala que la presencia de elementos geológicos en la heráldica es relativamente escasa y se limita principalmente, aunque no de manera exclusiva, a volcanes, fósiles y representaciones vinculadas con la actividad minera.

Los elementos geológicos, incluidos algunos rasgos geográficos, forman parte de la categoría de figuras minerales dentro de las clasificaciones tradicionales utilizadas en el diseño de blasones heráldicos. Entre las representaciones más comunes se encuentran distintos tipos de rocas, piedras preciosas y semipreciosas, joyas, montañas, valvas marinas y otros elementos asociados con el mundo mineral y el paisaje natural.

Según algunas clasificaciones de la heráldica municipal española, los símbolos geológicos y mineros se incluyen principalmente dentro de los escudos tropológicos alusivos, es decir, aquellos que emplean figuras con un significado alegórico o simbólico, ya que representan actividades económicas, recursos naturales o elementos característicos del territorio (Sanchis, 2018). No obstante, ciertos escudos con motivos poco comunes, pueden considerarse arbitrarios debido a su carácter singular o excepcional dentro de la tradición heráldica.

#### 3.1. Representaciones geomorfológicas y relieves

##### Montañas, cordilleras y serranías

Las montañas son uno de los elementos naturales más comunes en la heráldica. Simbolizan elevaciones del

terreno y, más que montañas, suelen llamarse montes, cuya representación varía según la cantidad de cumbres (cimas) y la tradición regional: monte simple, monte de tres picos o Trimonte (Dreiberg), monte de seis picos (Sechsberg) y cumbres nevadas. El monte de peñas o montaña, está formado por varias cimas, y suele especificarse el número de ellas.

Su presencia suele representar fortaleza, estabilidad y pertenencia territorial. Frecuentemente aparecen como elementos visuales que hacen alusión directa al nombre del linaje, como en los apellidos Montaña, Montes o Montaña.



Figura 2. Diversos ejemplos donde las montañas constituyen el principal elemento paisajístico del blasón: a) Depto. Del Magdalena, Colombia b) Adigueya, Rusia c) El Alto, Potosí e) Bolivia f) Caldas, Colombia.

En regiones andinas o montañosas, los escudos incluyen cordilleras, picos nevados o serranías como símbolos del paisaje característico de la zona. En algunos casos también se representan domos, colinas o elevaciones rocosas asociadas con sitios emblemáticos, formaciones geológicas particulares o lugares de importancia cultural y turística. Estas imágenes ayudan a identificar visualmente el territorio y a destacar rasgos distintivos del relieve como es el caso del escudo de la ciudad de El Alto que incorpora como elemento principal la silueta nevada del Huayna Potosí, una de las montañas más simbólicas de la Cordillera Real boliviana (Fig. 2c).

##### Acantilados, valles y dunas

En heráldica, se emplean figuras naturales, elementos o accidentes geográficos para aludir a características topográficas prominentes o hechos históricos. Pueden

aparecer cañones, acantilados, formaciones rocosas, cuevas o desiertos, especialmente en territorios donde estos elementos forman parte de la identidad geográfica local.

El acantilado representa una costa cortada verticalmente. Un ejemplo es el diseño heráldico de Quilmes (Argentina) el cual, en su punta derecha, incluye de forma estilizada una barranca o acantilado costero con una columna de humo, en clara alusión a las características topográficas e históricas de su ribera (Fig. 3). (<https://www.argentina.gob.ar/buenosaires/quilmes/escudo>)



Figura 3. Ejemplos de símbolos de acantilados en escudos de armas: Provincia de Río Negro, Argentina 1982-2009 (izquierda) y Quilmes, Argentina (derecha).

Las dunas o médanos no son figuras independientes frecuentes, pero se representan bajo la figura de montículos de tierra o la partición denominada "punta". Suelen incluirse en blasones locales para representar la geografía desértica, la topografía arenosa o la historia de una ciudad. Se diseñan como elevaciones onduladas en la parte inferior del escudo, conocidas heráldicamente como terrazas. El escudo de Marinha Grande (Portugal) está compuesto por un pino sobre dunas de arena y acompañado por dos conchas marinas. Las dunas de arena simbolizan el paisaje litoral sobre el que se asienta la localidad. Las dos conchas (vieiras) aluden a la cercanía del mar y a la tradición marítima de la zona (Fig. 4)



Figura 4. Escudo de armas de la localidad de Marinha Grande (Portugal).

El valle es una pieza o figura natural que representa una depresión geográfica entre dos montañas o colinas. Funciona principalmente como un símbolo parlante para linajes con apellidos toponímicos (como Del Valle o Vallés) y como identificador territorial (Fig. 2f, 5).



Figura 5. Escudo de armas del apellido Valle, mostrando en el cuartel inferior un castillo de gules (color rojo vivo) en un valle de sinople (color verde).

#### Relieves y Geoformas Singulares

Algunos escudos de armas incorporan relieves excepcionales como símbolos de identidad territorial. Estas representaciones suelen destacar paisajes de gran valor escénico y natural. Son empleadas para describir el paisaje local. Constituyen geoformas distintivas que permiten identificar visualmente un territorio y resaltar aspectos únicos de su patrimonio natural. Su presencia en la heráldica no solo evoca el paisaje actual, sino también los procesos geológicos y climáticos que modelaron la región a lo largo del tiempo (Fig. 6).



Figura 6. Escudos con representaciones de geoformas emblemáticas de la Patagonia y los Andes argentinos. De izquierda a derecha: el Glaciar Perito Moreno en el escudo de El Calafate; el Cerro Chaltén (Monte Fitz Roy) en el escudo de la provincia de Santa Cruz; y el Cerro General Belgrano, en el escudo de la provincia de La Rioja.

#### Volcanes y paisajes volcánicos

Los volcanes aparecen frecuentemente en escudos de regiones volcánicas de América Latina, Europa y Asia. Además de representar el paisaje, simbolizan energía, fertilidad y fuerza natural. Algunos escudos muestran volcanes activos con humo o lava, mientras que otros

representan conos volcánicos estilizados integrados al paisaje (Fig. 7).

Escorza (2009) señala que los volcanes constituyen uno de los elementos geológicos más frecuentes en las representaciones heráldicas. La influencia de la cultura española en América propició que numerosas naciones, ciudades y comunidades adoptaran escudos en los cuales los volcanes aparecen como símbolos identitarios vinculados con la presencia de actividad volcánica en sus territorios, como ocurre en los casos de Arequipa, Neuquén, Costa Rica, Honduras y Nicaragua. Destaca que España posee uno de los patrimonios heráldicos más ricos en representaciones volcánicas, especialmente en los escudos de instituciones pertenecientes a las Islas Canarias. Contabiliza, además, 23 escudos correspondientes a villas distribuidas en siete islas volcánicas del archipiélago canario: 9 en Tenerife, 5 en La Palma, 4 en Gran Canaria, 2 en Lanzarote, y 1 respectivamente en Fuerteventura y La Gomera.



Figura 7. Escudos de armas con alusiones a volcanes o actividad magmática: a) Arequipa, volcán Misti b) Costa Rica, tres volcanes humeantes (c) Neuquén, volcán Lanín d) Ecuador, volcán Chimborazo e) El Salvador, cinco volcanes cónicos f) Lanzarote, Islas Canarias, Municipio de Yaiza, volcán en erupción.

### Tectónica y Geodinámica

Las estructuras geológicas no formaban parte de los conceptos representados en la heráldica medieval, ya que el conocimiento científico sobre ellas se desarrolló siglos después. Sin embargo, en la heráldica cívica moderna y contemporánea se han incorporado con frecuencia elementos asociados a la tectónica y a la dinámica de la Tierra.

Aunque son menos frecuentes, algunas representaciones pueden asociarse indirectamente con volcanes, fallas, valles alineados, cadenas montañosas y otros rasgos del relieve originados por procesos geológicos. En numerosos escudos de ciudades y países situados en regiones geológicamente activas, estos elementos aparecen de forma directa o simbólica, evocando procesos tectónicos y constituyendo características distintivas del paisaje.

Ejemplo de esto último son las Cataratas de Iguazú, símbolo del escudo de la Provincia de Iguazú, formadas por la erosión del río Iguazú sobre antiguos derrames de basaltos formados por actividad volcánica hace millones de años. El río aprovechó fallas, fracturas y zonas débiles de las rocas volcánicas, excavando gargantas y provocando el retroceso progresivo de los saltos de agua hasta formar el sistema actual de cataratas (Fig. 8a).

Los soportes del escudo de Islandia se apoyan sobre una plataforma de lava solidificada y cortada, haciendo alusión directa a la dorsal mesoatlántica sobre la que emerge el país (Fig. 8b).

Otro caso representativo puede encontrarse en la región de la Sierra de la Ventana, en Tornquist, provincia de Buenos Aires, Argentina (Fig. 8c). Este sistema montañoso se distingue por sus estratos fuertemente plegados, corridos y elevados durante antiguos eventos tectónicos asociados a la formación del supercontinente Gondwana. Su paisaje actual es el resultado de una compleja historia geológica que incluye la colisión de masas continentales, la sedimentación en antiguos mares y una intensa erosión. Entre sus rasgos más emblemáticos destaca el Cerro Ventana, cuya característica abertura natural se originó a partir de fracturas presentes en las cuarcitas y de la acción combinada de la erosión eólica e hídrica, los cuales generaron la singular geoforma que hoy constituye uno de los principales símbolos paisajísticos de la región.

El escudo de Kamchatka (Rusia) incorpora tres volcanes activos con emisiones de humo y fuego (Fig. 8d). Refleja el volcanismo intenso que caracteriza a la península, relacionado con su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde la subducción de la placa del Pacífico bajo la placa de Ojotsk ha generado una de las regiones tectónicamente más activas del mundo.



Figura 8. Escudo de armas que incorporan elementos de tectonismo y geodinámica o estructuras resultantes de ello a) Provincia de Misiones, Cataratas de Iguazú (fallamiento masivo y erosión en zona volcánica) b) Islandia (volcanismo interplacas divergentes, hot spot) c) Tornquist, Argentina (plegamiento y erosión en supercontinente Gondwana) d) Kamchatka, Rusia (volcanismo en zona de subducción).

### Ríos, Lagos y Cuerpos de Agua

Los ríos son símbolos tradicionales de vida, comunicación e identidad geopolítica. En la heráldica son muy frecuentes y suelen representarse mediante franjas onduladas de color azul o líneas sinuosas que evocan cursos de agua (Fig. 9). Además de su valor económico e histórico, los ríos representan elementos fundamentales de la geografía física de un territorio. En muchos casos delimitan fronteras, modelan el relieve mediante procesos erosivos y sedimentarios, y condicionan la distribución de poblaciones y actividades productivas. Por ello, su incorporación en los escudos constituye una forma de reconocer la influencia del medio natural en la identidad local.



Figura 9. Escudos de armas de localidades que utilizan ríos o lagos como símbolos centrales y cuya identidad está asociada a la presencia de estos cursos de agua. De izquierda a derecha a) Los Lagos, Chile b) Santiago del Estero, Argentina c) Mérida, Venezuela d) Región de los Ríos, Chile.

Numerosas ciudades ubicadas a orillas de grandes ríos, como el Paraná, el Ebro, el Danubio o el Rin, han incorporado referencias fluviales en sus emblemas, convirtiendo al río en un símbolo de origen, conexión territorial y patrimonio natural.

Los habitantes de Pesquera de Ebro forman una comunidad muy dinámica y eligieron una serie de

elementos para representar en su escudo, que, en orden de importancia, son los siguientes: la olma, que frente a la iglesia era un punto de reunión de la comunidad; el puente de tres arcos sobre el río Ebro; y el propio Ebro, que forma parte de su nombre (Fig. 10).



Figura 10. Escudo de armas de Pesquera del Ebro

Enrique (2016) analiza la formación de ciudades surgidas alrededor de nodos territoriales estratégicos durante el período colonial y la manera en que sus escudos reconstruyen simbólicamente ese pasado histórico. Resalta la estrecha relación entre la fundación de estas ciudades y la proximidad a ríos y cursos de agua, considerados elementos clave para la comunicación, la defensa y el desarrollo territorial, aspectos que posteriormente quedaron reflejados en la simbología heráldica local.

### 3.2. Representaciones mineras y litológicas

#### Minerales, cristales y rocas

En muchas regiones mineras, los escudos incorporan minerales, cristales o rocas como símbolos de riqueza natural y desarrollo económico. El oro, la plata, el carbón, los diamantes y otros recursos minerales suelen aparecer representados mediante lingotes, vetas, joyas o formas cristalinas estilizadas.

#### Rocas, Piedras y Peñascos

Algunas ciudades también incluyen piedras ornamentales o rocas características de la región, especialmente cuando estas han tenido importancia histórica, arquitectónica o comercial (Fig. 11). Por ejemplo, los escudos de Le Caire y La Motte-du-Caire (Francia) destacan por incorporar la imagen de un gran peñasco o afloramiento rocoso que domina el paisaje local.

A diferencia de otras representaciones heráldicas más generales de montañas o colinas, estos blasones reproducen una geoforma específica y fácilmente reconocible, convirtiéndola en un símbolo de identidad territorial. Constituyen ejemplos singulares de heráldica

geomorfológica, en los que un rasgo geológico destacado del paisaje adquiere valor histórico, cultural y representativo para la comunidad.



Figura 11. Ejemplos de formas de relieve como peñascos y afloramientos rocosos en la heráldica municipal. Arriba, de izquierda a derecha, escudo de Pedrajas de San Esteban (Valladolid), escudo de Villa de Castrojimeno (Segovia) y escudo del municipio de Añorbe (Navarra), todos de España. Abajo, en los extremos, los escudos de Le Caire y La Motte-du-Caire (Francia), que incorporan prominentes formaciones rocosas características de su entorno. En el centro, una fotografía de una de estas elevaciones, cuya silueta inspiró la simbología heráldica de ambas localidades.

### Martillos, picos y símbolos de minería

Uno de los símbolos mineros más conocidos en la heráldica es el uso de martillos cruzados y picos, asociados tradicionalmente con la actividad extractiva. Estos emblemas representan el trabajo minero, la industria y el aprovechamiento de los recursos del subsuelo.

En escudos de regiones carboníferas o metalíferas también pueden aparecer herramientas, palas, hornos, tolvas, vagonetas, torres de extracción, castilletes, chimeneas o lámparas mineras, reflejando la importancia histórica de la minería en la economía local (Fig. 12).



Figura 12. Escudos con referencias y simbología relativa a minería: a) Escudo de Peñarroya b) Escudo de Erzgebirskreis (Alemania) c) Escudo de Minas Gerais (Brasil) d) Escudo de Adelaide (Australia) e) Escudo de Colorado (USA) f) Escudo de Lanjarón (Granada)

Escorza (2009) destaca que los símbolos vinculados con la minería constituyen una de las representaciones geológicas más abundantes en la heráldica. Durante su revisión de escudos de ciudades de distintos países, identificó una notable recurrencia de los tradicionales martillos mineros cruzados, utilizados para señalar la existencia o la importancia histórica de la actividad minera en el territorio. Registró más de 130 escudos con este tipo de referencias, convirtiéndolos en el grupo más numeroso entre los motivos geológicos analizados. Asimismo, señala que la República Checa parece concentrar la mayor cantidad de estos emblemas, hecho que relaciona con la larga tradición de explotación carbonífera y minera desarrollada en ese país.

Sanchis (2018) identificó más de medio centenar de escudos municipales españoles con referencias directas o indirectas a la actividad minera, distribuidos en 76 municipios pertenecientes a 27 provincias. Destacan especialmente la provincia de León (13) y la comunidad de Castilla y León (26) por la cantidad de blasones asociados a la minería, seguidas por Andalucía (19). El autor señala que los símbolos más frecuentes son el mazo y la punterola cruzados, así como picos y palas, aunque algunos escudos incorporan representaciones mineras menos comunes o de carácter singular.

### Relación con economías extractivas

La presencia de símbolos mineros y geológicos en la heráldica evidencia la estrecha relación entre muchas comunidades y las actividades extractivas. En numerosas ciudades, la minería, el petróleo o la explotación de canteras han influido en el crecimiento económico, el desarrollo urbano y la identidad regional. (Fig. 13).



Figura 13. Escudos con simbología asociada a economías extractivas. De izquierda a derecha, escudo de Vetás (Santander), Escudo de El Callao (Venezuela) y escudo de Macachín (Argentina). Los dos de la izquierda vinculados a la minería del oro y el de la derecha a la extracción de sal.

Por ello, los escudos funcionan también como una memoria simbólica de las actividades productivas vinculadas con los recursos naturales del territorio, mayormente de explotación de yeso, sal, piedra caliza, hierro, carbón, metales y piedras ornamentales como mármoles y granitos. Los símbolos pueden incluir también minas, vetas, bocaminas y canteras.

### 3.3. Subsuelo: capas, estratos y recursos

#### Estratos y capas

Algunos escudos representan capas o bandas horizontales que semejan estratos geológicos. Aunque muchas veces tienen un diseño simplificado, estas figuras pueden simbolizar la composición del subsuelo, la riqueza mineral o la diversidad natural del territorio. En ciertos casos, las franjas de colores representan distintos niveles del terreno o hacen referencia a formaciones geológicas importantes de la región

Entre los ejemplos de representaciones heráldicas asociadas con capas geológicas estilizadas destacan algunos escudos municipales y regionales donde aparecen franjas horizontales, bandas onduladas o divisiones cromáticas que evocan estratos del terreno o niveles del subsuelo.

### Petróleo y recursos energéticos

En regiones petroleras es común encontrar torres de perforación, pozos, llamas, tanques, engranajes o gotas de petróleo como símbolos heráldicos (Fig. 14). Las torres de perforación junto a los equipos de bombeo mecánico son los más comunes. Estos elementos representan la relevancia económica de los hidrocarburos y la actividad energética.

El municipio Sargentos de la Lora (Burgos, España) incorpora una torre petrolera en su escudo, por albergar el único yacimiento y museo petrolero de la península ibérica. Los escudos de Tamaulipas (México), Cutralco (Argentina), Almetievsk (Rusia) y Steimbke (Alemania) contienen diversos elementos de la industria petrolera: torres, tanques de almacenamiento, cascos, bombas e incluso un influjo de petróleo.



Figura 14. Símbolos petroleros en la heráldica urbana: a) Escudo de Tamaulipas (México) b) Escudo de Cutralco (Argentina) c) Sargentos de la Lora (Burgos, España) d) Almetievsk (Rusia) e, f) Steimbke (Alemania)

También pueden aparecer símbolos relacionados con gas, carbón o energía hidroeléctrica, especialmente en ciudades cuya economía depende de estos recursos. Los símbolos de carbón son ampliamente utilizados, y están representados por montículos y fragmentos de carbón, llamas, vías férreas, lámparas o actividades mineras (Fig. 15).

El escudo de Cerceda (España) incorpora la silueta de la torre de refrigeración y la chimenea de la moderna central térmica de Meirama. De igual forma, en el escudo de la localidad de Cubillos del Sil (Provincia de León) aparece una torre de refrigeración de la central térmica de Compostilla II (Sanchis, 2018).



Figura 15. Símbolos heráldicos relacionados a la industria extractiva del carbón: a) Escudo del Municipio de Hatonuevo (Colombia) b) Escudo de Blanzky (Francia) c) Escudo de East Dunbartonshire (Escocia) d) Escudo de Zipacón (Colombia)

#### 4. El registro fósil en la heráldica

##### 4.1. Fósiles como símbolos identitarios y patrimoniales

Los motivos paleontológicos en la heráldica municipal responden principalmente a la necesidad de representar la identidad cultural, histórica y turística de las comunidades, así como de reconocer su patrimonio geológico y paleontológico. La presencia de fósiles en escudos y emblemas también puede conmemorar descubrimientos científicos importantes y destacar la relación de la localidad con su pasado natural y geológico.

Los primeros intentos de incorporar fósiles al lenguaje simbólico de instituciones científicas surgieron en el Reino Unido durante el siglo XIX. Un antecedente destacado es el denominado escudo de los Royal Hammerers (1849), diseñado por William Hellier Baily para el Servicio Geológico Británico (Fara, 2005) (Fig. 16). Aunque no constituyó un escudo de armas oficial, esta composición alegórica de inspiración heráldica reemplazó las tradicionales figuras de la heráldica por reptiles marinos fósiles, trilobites y otros elementos paleontológicos, convirtiéndose en uno de los primeros ejemplos conocidos del uso de fósiles como símbolos institucionales.

Más de un siglo después, esta tradición simbólica encontró continuidad en el logotipo de la Black Country Geological Society (BCGS), que incorpora la imagen del Dudley Bug (Calymene blumenbachii), un trilobite silíceo emblemático de la región de Dudley (Fig.16).

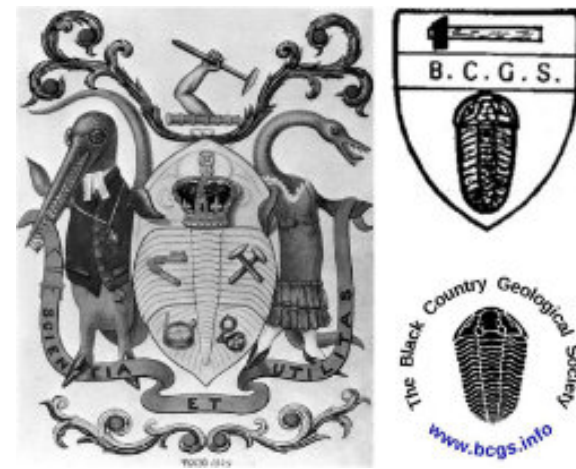


Figura 16. Evolución del logotipo de la Black Country Geological Society (BCGS) a lo largo del tiempo, desde el diseño original (1849), hasta las versiones utilizadas entre 1975 y 1980 (arriba, der.) y actual (abajo der.) Todos conservan un trilobites como identidad geológica y paleontológica de la institución.

##### 4.2. Tipos de fósiles, clasificación y distribución

Con el propósito de sistematizar los símbolos paleontológicos presentes en la heráldica municipal, se tomó como punto de partida la clasificación general propuesta por Wikimedia Commons, que agrupa estos motivos en dos grandes categorías: fósiles de animales y fósiles de plantas, así como el inventario detallado de elementos paleontológicos identificado por Astudillo-Pombo (2010) en escudos civiles europeos. La combinación de ambas propuestas permitió elaborar una clasificación más amplia y específica, adaptada a los objetivos de este estudio.

A partir de una muestra de 119 escudos de armas con símbolos fósiles, recopilados de diversas fuentes (Wikipedia; Escorza, 2009; Astudillo-Pombo, 2010), se comprobó que estas representaciones están distribuidas en 19 países. Su presencia es notablemente mayor en Europa (16 países, 84%), especialmente en naciones con una larga tradición heráldica y un importante patrimonio paleontológico. Alemania concentra el mayor número de casos, con 34 escudos (29 %), seguida de Francia con 23 (19 %), Reino Unido con 11 (9 %), República Checa y Rusia con 9 cada una (8 %), Austria con 7 (6 %) y España con 5 (4 %). En América, únicamente se identificaron ejemplos en Canadá y Colombia, representando el 11% del total. El aporte asiático es bajo. Solo Mongolia se encontró entre los países con símbolos paleontológicos en sus escudos de armas (5% del total) (Figura 17 y Tabla 1)

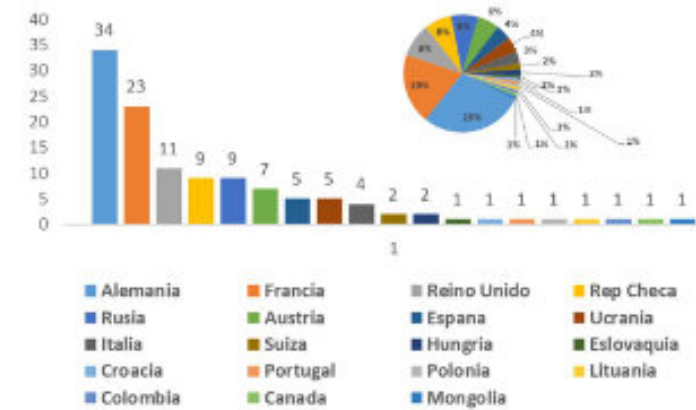


Figura 17. Distribución de escudos de armas con símbolos paleontológicos por países. Los 119 registros de fósiles identificados en escudos de armas se encuentran distribuidos en 19 países, con un marcado predominio de Europa, que concentra el 84 % de los casos (incluida Rusia). América reúne el 11 %, mientras que Asia representa el 5 % restante.

Tabla 1. Distribución de símbolos fósiles por categoría (tipo de fósil) y países

	Alemania	Francia	R. Checa	Austria	España	Reino Unj	Italia	Suiza	Hungría	Eslovaq	Croacia	Portugal	Polonia	Rusia	Colombia	Ucrania	Mongolia	Canadá	Lituania	TOTALES
Ammonites	22	10	2	1	1	4	1	2					1	2	1					46
Conchas Moluscos	3	3		1	1	1	1					1						1		10
Trilobites			5		1	1														9
Plantas, Hojas,	4	3														2				9
Mamuts	2	1		1						1	1			4		2				12
Megafauna	1	1		3	2	4														11
Dinosaurios	1	1				1	1							3		1	1			9
Peces	1		1																	2
Erizos de mar		2																		2
Gasteropodos		1					1													2
Coníferas, troncos							1		1											2
Prehistoria									1											1
Insectos			1																	1
Aceite mineral				1																1
Ambar																			1	1
Carbon		1																		1
	34	23	9	7	5	11	4	2	2	2	1	1	1	1	9	1	5	1	1	119

La clasificación de los símbolos heráldicos permitió reconocer 16 categorías relacionadas con fósiles, paleontología y prehistoria utilizadas en escudos municipales. La distribución por grandes grupos muestra un claro predominio de los fósiles de animales, que suman 104 representaciones (87 %) del total de 119 casos analizados. Por su parte, los símbolos vinculados a la flora fósil alcanzan 14 registros (12 %), mientras que las referencias directas a la prehistoria humana son excepcionales, con apenas un caso (<1 %) (Fig. 18).

Los amonites constituyen el motivo más frecuente, con 46 registros (39 %), seguidos por los mamuts (12 casos; 10 %), la megafauna fósil (11; 9 %), las conchas de moluscos fósiles (10; 8 %), los trilobites (9; 8 %), las plantas fósiles (9; 8 %) y los dinosaurios (9; 8 %). Las categorías restantes presentan frecuencias menores e incluyen peces fósiles, erizos de mar, gasterópodos, insectos, troncos petrificados, ámbar, carbón, petróleo (“aceite mineral”) y referencias generales a la prehistoria (Fig. 19).

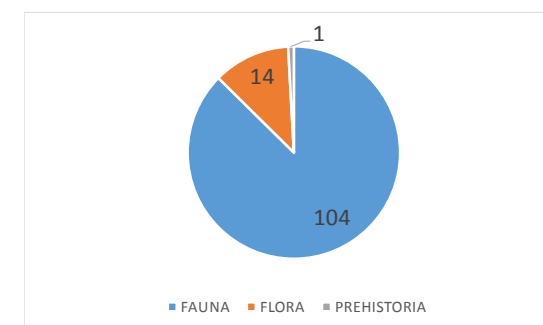


Figura 18. Distribución de fósiles en escudos de armas por grandes grupos representativos

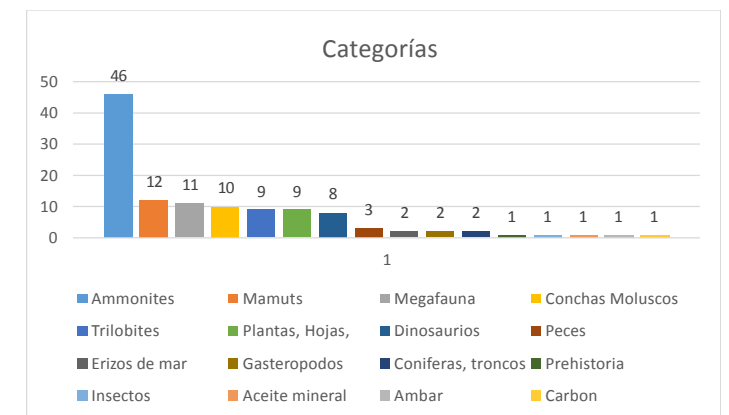


Figura 19. Distribución por categoría de fósiles presentes en escudos de armas.

Entre los animales fósiles se identificaron tanto invertebrados marinos, como amonites, conchas de moluscos, braquiópodos, trilobites, erizos y gasterópodos, como grandes vertebrados extintos. Estos últimos incluyen dinosaurios, mamuts y otros representantes de la megafauna pleistocena, entre ellos cérvidos, úrsidos y proboscídeos (Fig. 20). Destacan las representaciones del alce irlandés o ciervo gigante (*Megaloceros giganteus*), colmillos y siluetas de mamuts lanudos, un bisonte pleistocénico y un mastodonte juvenil. Asimismo, se reconocieron símbolos correspondientes a restos fósiles muy específicos, como cráneos de vertebrados prehistóricos.

La categoría de flora fósil reúne árboles y plantas fósiles, impresiones de hojas y helechos preservadas en carbón, troncos petrificados, conos fósiles, ámbar y referencias a recursos de origen orgánico fósil, como el denominado "aceite mineral".

Se mantuvo una categoría independiente denominada "Prehistoria", destinada a representar hallazgos arqueológicos asociados a la presencia humana antigua. En ella se incluyó el caso del yacimiento húngaro donde fue descubierto "Samu", un occipital fósil humano del Pleistoceno Medio utilizado como símbolo heráldico local. No se incorporaron a esta categoría los ejemplos de Riotinto y El Pedroso (España), Garafía (Islas Canarias) ni Las Heras (provincia de Santa Cruz, Argentina), ya que estos serán analizados en el capítulo dedicado a los símbolos heráldicos raros y poco comunes.

La distribución observada indica que los organismos fósiles marinos son los símbolos más utilizados en la heráldica paleontológica, particularmente los amonites, probablemente debido a su fácil reconocimiento y a su importancia como fósiles guía. También destaca la presencia de grandes vertebrados extintos, como mamuts y dinosaurios, cuyo atractivo visual y significado histórico los convierten en emblemas eficaces para representar el patrimonio paleontológico local.

Por su parte, las plantas fósiles, los trilobites y los moluscos suelen asociarse a localidades donde estos restos han sido hallados o forman parte destacada de la identidad científica, cultural y turística del territorio. Las plantas

fósiles e impresiones de hojas, son comunes en zonas de explotación carbonífera.



Figura 20. Ejemplos de símbolos de diferentes fósiles identificados en escudos de armas: a) Concha de gasterópodo "Turritella" (Sant'Agata Fossili, Italia) b) Amonites (Villa de Leyva, Colombia) c) Conos de pino fósiles (Martis, Italia) d) Amonites (Praha-Lochkov, Rep Checa) e) Trilobites (Canelas-Arouca, Portugal) f) Dinosaurio de cuello largo (Saky City, Crimea) g) Dinosaurio terópodo (Louppy-le-Château, Francia) h) Dinosaurio emplumado *Kulindadromeus zabaikalicus* (Chernyshevsky, Zabaykalsy Krai, Rusia) i) Mamut lanudo (Seedorf, Alemania)

Algunos escudos municipales incorporan dinosaurios como símbolos heráldicos excepcionales. El escudo de armas de la ciudad de Saky, en Crimea, es considerado único por ser el único escudo municipal europeo que incluye la figura de un dinosaurio. De manera similar, el escudo del distrito de Chernyshevsky (Krai de Zabaykalsky, Rusia) destaca por representar un dinosaurio emplumado, en alusión al hallazgo del *Kulindadromeus zabaikalicus*.

### 5. Escudos municipales curiosos y pocos comunes

La mayoría de los escudos municipales que incluyen elementos geológicos representan montañas, ríos, volcanes o actividades mineras. Sin embargo, algunos incorporan símbolos mucho más inusuales, relacionados con acontecimientos naturales excepcionales, hallazgos arqueológicos o características únicas del territorio. Estos emblemas constituyen una interesante muestra de cómo

la geología, la paleontología y la historia natural pueden formar parte de la identidad de una comunidad.

Escorza (2009) documentó varios ejemplos europeos que incluyen referencias a meteoritos, fósiles, petroglifos prehistóricos, aguas termales, minerales y manantiales (Fig. 21). Aunque son casos poco frecuentes, reflejan aspectos distintivos de cada localidad y ponen en valor su patrimonio natural e histórico.

Uno de los ejemplos más llamativos es el escudo de Lappajärvi, en Finlandia. Este municipio se encuentra junto a un lago formado por el impacto de un meteorito, y su escudo incorpora elementos que recuerdan ese origen extraordinario. Se trata de uno de los pocos casos en que un evento astronómico ocurrido hace millones de años forma parte de la simbología oficial de una localidad.

También existen escudos que evocan la presencia humana en tiempos prehistóricos. El de Minas de Riotinto, en España, incluye dos picos cruzados, uno de ellos neolítico, de piedra, como referencia a la antigüedad de la actividad minera en la región. En El Pedroso, también en España, se propuso incorporar un bifaz, una de las herramientas de piedra más antiguas fabricadas por el ser humano, para recordar los primeros asentamientos prehistóricos de la zona. Asimismo, el grabado circular y concéntrico del tercer cuartel del escudo de Garafía (Islas Canarias) representa los petroglifos aborígenes localizados en el más importante yacimiento de este tipo de toda la isla. El escudo de Las Heras (Santa Cruz, Argentina) trae una punta de flecha tallada en piedra por los indios Tehuelches, aborígenes de la provincia sureña, además de una torre de perforación representando dos elementos, el petróleo y el gas, de importancia en el desarrollo económico y cultural de la patagonia y el país.

En América Latina destaca también el escudo del distrito de Cerro Colorado, en Arequipa (Perú). En él aparecen las canteras de sillar de Añashuayco, de donde se extrae la roca volcánica (ignimbrita) utilizada en gran parte de la arquitectura tradicional de Arequipa. El escudo también muestra el volcán Chachani, integrando así dos de los elementos geológicos más representativos del distrito.

En Argentina, el escudo de la localidad de Bernardo Larroudeé (La Pampa) muestra en su campo inferior ondas de color amarillo verdoso que representan las bondades y propiedades terapéuticas de sus aguas termales.



Figura 21. Ejemplos de símbolos inusuales, relacionados con acontecimientos naturales excepcionales, hallazgos arqueológicos o características únicas territoriales a) Lappajärvi, Finlandia (estructura de impacto) b) Minas de Riotinto, España (prehistoria) c) Garafía, Islas Canarias (petroglifos) d) Las Heras, Argentina (arqueología + petróleo) e) Cerro Colorado, Arequipa, Perú (canteras, arquitectura, patrimonio) f) Bernardo Larroudeé (aguas termales, terapia).

Estos ejemplos muestran que los escudos municipales no solo reflejan la historia política o cultural de una comunidad, sino que también pueden convertirse en una ventana hacia su pasado geológico, paleontológico y arqueológico.

Curiosamente, no todas las localidades con un patrimonio geológico excepcional lo reflejan en sus escudos. Es el caso de Rochechouart, en Francia, situada sobre una antigua estructura de impacto meteorítico formada hace unos 205 millones de años, y de La Chapelle-aux-Saints, célebre por los importantes hallazgos arqueológicos y paleontológicos realizados en sus cuevas, entre ellos uno de los primeros enterramientos neandertales reconocidos por la ciencia. A pesar de su relevancia geológica y arqueológica, estos rasgos no siempre aparecen representados en la heráldica local. En ambos casos, los diseños se basaron en las armas históricas de la tradición familiar.

El nombre y la tradición histórica del poblado de Duiven, en los Países Bajos, están relacionados etimológicamente con las dunas ("duinen"), aunque el escudo actual representa aves (palomas) y no el relieve arenoso.

El escudo de armas de Pedrajas de San Esteban (Valladolid, España) (Figura 11), aunque presenta un apilamiento de

piedras que no representa una formación geológica específica ni una actividad minera, constituye una alusión visual al nombre del municipio. Estas piedras fueron incorporadas precisamente para evocar y recordar el nombre de la villa.

## Conclusiones

La revisión realizada demuestra que la geología tiene una presencia más amplia en la heráldica de lo que habitualmente se reconoce. Aunque los símbolos geológicos son menos frecuentes que los elementos históricos, religiosos o políticos, aparecen en escudos de ciudades, familias, provincias, regiones e instituciones de numerosos países, reflejando la estrecha relación entre las comunidades y el territorio que habitan.

Se identificaron diversas categorías de motivos geológicos, entre ellas montañas y relieves, volcanes, estructuras tectónicas, ríos, océanos y lagos, recursos minerales y actividades extractivas.

El análisis de 119 escudos con motivos paleontológicos permitió reconocer 16 categorías de símbolos fósiles distribuidas en 19 países, con un claro predominio de Europa. Los amonites constituyen el motivo más frecuente (39 %), seguidos por mamuts, megafauna fósil, conchas, trilobites, plantas fósiles y dinosaurios. Los fósiles animales representan el 87 % de los casos registrados, mientras que las plantas fósiles alcanzan el 12 %.

Los resultados muestran que la heráldica no solo cumple una función identificadora, sino que también preserva y comunica aspectos relevantes del patrimonio geológico, histórico y cultural de cada territorio. Los escudos actúan como una forma de memoria colectiva que permite reconocer paisajes emblemáticos, recursos naturales y acontecimientos vinculados a la historia de una región.

## Referencias y Consultas

- Astudillo-Pombo H. (2010). El registro fósil en la heráldica municipal europea. <https://glossopetrae.blogspot.com/2010/07/el-registro-fossil-en-la-heraldica.html>
- Enrique, L. A. (2016). Los escudos de la región pampeana argentina en la conformación de una historia oficial local. Apuntes, 29(1), 8-23. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.apc29-1.erpa>

Escorza C. M. (2009) Geología y heráldica. Tierra y Tecnología: revista de información geológica Nº. 35, p 81-86

Gavira Tomas I. Breve introducción a la Heráldica. Heráldica Hispánica. <https://www.heraldicahispanica.com/introduccion-heraldica/> acceso 19/05/2026

Fara P. (2005). Scientific coats of arms. Endeavour Vol.29 No.3 September 2005, 101-103.

<https://heraldicaargentina.blogspot.com/search?q=mercedes>

Glossopetrae Blogspot. <https://glossopetrae.blogspot.com/2024/11/el-registro-fossil-en-la-heraldica.html> acceso 22/5/2026

Martínez B.M. (2022) Heráldica Geológica, en Fronteras. Cuaderno de Cultura Científica. <https://culturacientifica.com/2022/10/13/heraldica-geologica/>

Sanchis J.M. (2018) La Minería en la Heráldica Española. Amalgama, 12(1): 1-41 (2018)

MTI Blog. Mineralogía Topográfica Ibérica / Publicaciones periódicas digitales Amalgama (<https://mti-amalgama.blogspot.com/>)

Wikimedia Commons.org

## SOBRE EL AUTOR:



**Jesús S. PORRAS MORENO**, es Ingeniero Geólogo con Maestría en Ciencias Geológicas y amplia trayectoria en la industria petrolera, donde ha participado en numerosos proyectos de exploración y desarrollo de reservorios convencionales y no convencionales. Actualmente se desempeña como Geólogo Consultor Senior para operadoras nacionales e internacionales.

Sus principales áreas de interés incluyen el patrimonio geológico, la geodiversidad, la geoconservación, la comunicación en geociencias, la geología urbana y el geoturismo. Es autor o coautor de más de 75 trabajos técnicos presentados en congresos, simposios y revistas especializadas.



El cangrejo procede de la lente de carbonato del Miembro Inferior de Lodolita (Maastrichtiano inferior-medio) de la Formación Potrerillos, Nuevo León. Asociados a un ambiente somero de aguas cálidas y cristalinas, estos cangrejos ya extintos estaban asociados al ambiente arrecifal desarrollado por la lente, formada en la cima del diapiro "El Gordo". La lente incluye corales, rudistas que encontraron en esta elevación topográfica, un ambiente adecuado, mientras que alrededor de esta lente se acumulaba lodolita con diversos grados de anoxia. La longitud del caparazón es aproximadamente 6 cm. Imagen por el **Dr. Francisco Vega**, UNAM.



La Leona Petrified Forest, Argentinian Patagonia. Photo by **Gilda Yolid Muñoz**.



Ferron Sandstone (Mancos Shale Formation – Lower Cretaceous) at Willow Spring Wash, Utah (USA). Thick distributary channel belt (up to 75' thick and 500 mts wide) with homogeneous sandy facies fill, cutting into heterolithic delta front facies exhibiting a sandier upward trend. G&G field trip, Sincor JV. Leader and photographer: **Jhonny E. Casas**.

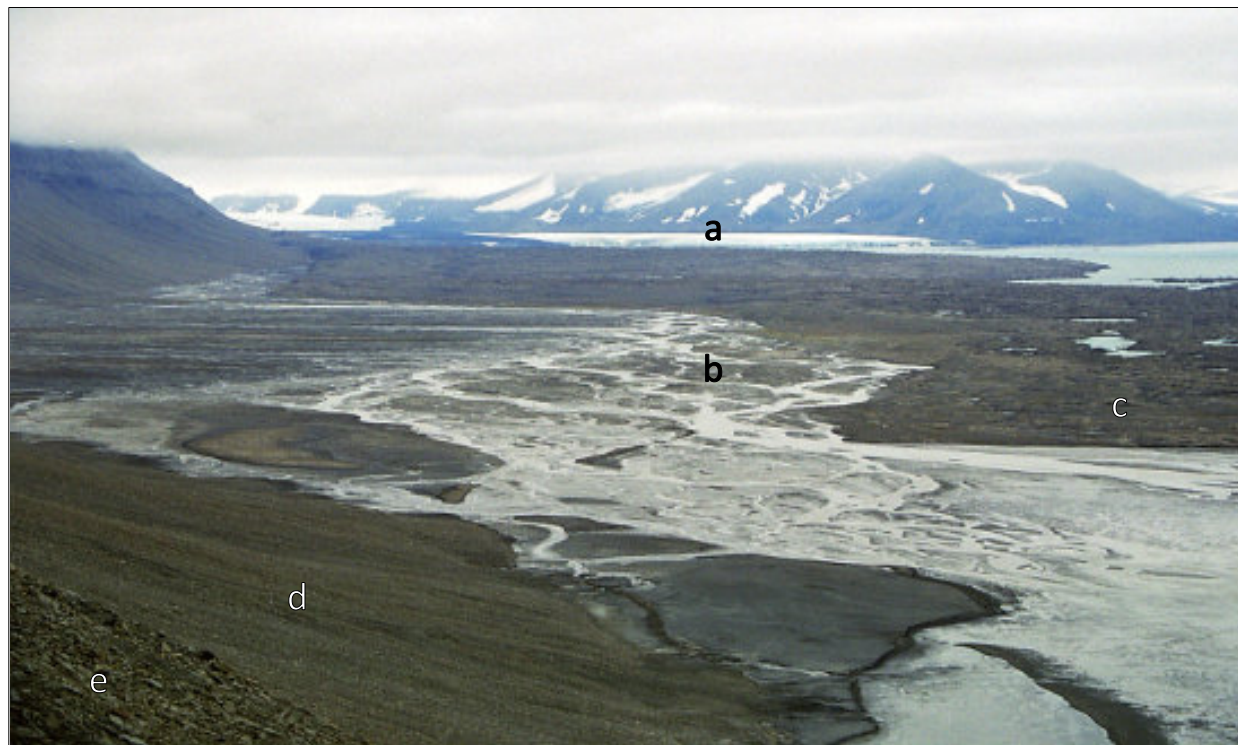


Estratos cretácicos altamente inclinados, expuestos en Puerto Curaco, noroeste de la provincia de Neuquén, Argentina. Izquierda: depósitos deltaicos dominados por oleaje de la Formación Mulichinco (Cretácico Temprano). Centro: límite entre las formaciones Mulichinco y Agrio, asociado a una superficie transgresiva regional. Derecha: espesos cuerpos arenosos intercalados con pelitas del Miembro Inferior de la Formación Agrio (Cretácico Temprano). La Formación Mulichinco constituye un importante reservorio de hidrocarburos, mientras que la Formación Agrio representa una de las principales rocas madre de la Cuenca Neuquina (Fotografía **Jesús S. Porras**).



**Ait Ali-ou-Ikkou Gorge** south of Imilchil, Morocco, provides a natural cross-section through typical Central High Atlas structures. This fold developed in Early and Middle Jurassic limestone and marls of the Tassent and Bab-n-Ouyad formations, respectively. A double anticline below merges upward into a single fold. In addition a small patch reef developed on the paleo-high, indicating this structure had already begun to develop in the Jurassic, long before Alpine/Atlas deformation accentuated the structure.

This is one of many locations described in the High Atlas-AntiAtlas self-guided geotour of Morocco that will be part of an upcoming book on geotourism in the Mediterranean region by **G.L. Prost** and published by CRC Press.



Morfología glaciar, Svalbard, Noruega. a) glaciar b) corrientes entrelazadas sobre la superficie fluvio glaciar c) superficie de *termokarsts*, hoyos o depresiones en la superficie, causados por la circulación de agua durante el deshielo d) abanico aluvial, se desarrollan frente a las cadenas montañosas e) glaciares de roca, fragmentos de roca desprendidos de las laderas de las montañas por efecto de congelamiento y descongelamiento del agua (Fotografía **Luis R. Porras**).

Badlands National Park, South Dakota, USA. Photo by **Gilda Yolid Muñoz**.





**A nosotros los alumnos de geología nos gusta mucho realizar las prácticas de campo, porque tenemos la oportunidad de tomar muchas fotografías de estructuras geológicas, montañas y de afloramientos.**

**Eres estudiante o maestro de geología y tienes fotografías de afloramientos de tu área de estudio o de viajes de campo?**

**Comunícate con**

**Luis Ángel Valencia Flores**  
[luis.valencia.11@outlook.com](mailto:luis.valencia.11@outlook.com)

**quien está a cargo de organizar esta información.**

## **A Gulf of Mexico refill paleocanyon in Belize?**

**Stephen P. J. Cossey, Cossey and Associates Inc./U3 Explore**  
**Joshua Rosenfeld, Retired Geologist**

### **Abstract**

Many Gulf of Mexico geologists are aware of the paleocanyons that have been discovered around the margins of the Gulf of Mexico (GOM). Some of these are thought to have been formed by fluvial processes during a Paleogene drawdown of the GOM. Formation of at least ten of these paleocanyons has been biostratigraphically dated to ~56 Ma, just prior to the Paleocene/Eocene Thermal Maximum (PETM). An additional nine of the paleocanyons probably formed at that time, but detailed biostratigraphic evidence is not currently available. The key to proving that these nineteen paleocanyons (and possibly more) are the result of the same event, is the detailed paleontology and palynology of the oldest fill sediments within the paleocanyons. As more evidence comes to light, it becomes clear that the PETM sediments are indeed the oldest fill of several of the paleocanyons. This presentation summarizes new evidence from a paleocanyon in Belize and how it fits into the GOM Drawdown theory. This feature has characteristics of a refill canyon (Red Bank Canyon) formed when the Atlantic Ocean catastrophically refilled the GOM.

### **Introduction**

The Gulf of Mexico (GOM) drawdown theory was first proposed (Rosenfeld and Pindell, 2003). Little more was written about the hypothesis until 2016 when Cossey et al. (2016) discovered a subaerial, depositional bitumen bed at the Paleocene/Eocene boundary in the Tampico-Misantla Basin (TMB) and tied it to a major drop in sea

level at about 56 Ma. Since that discovery, additional evidence in the TMB of a second bitumen depositional bed and six mapped erosional canyons continued to support the hypothesis (Cossey et al., 2019). Since then, papers have been written by Rosenfeld (2019) and articles have appeared in the AAPG Explorer (Pindell and Cossey, 2020; Rosenfeld, 2020; Snedden et al., 2020) and as a webinar (Cossey and Bitter, 2020). Most recently, Cossey et al. (2021) presented all the evidence to date supporting the isolation of the GOM from the Atlantic at ~56 Ma with a drawdown of the order of 1-2km (but not a total desiccation) of the water-level in the GOM.

If the difference in water levels between the Atlantic and GOM were of the order of 1-2km, at some point in time (before the PETM), they must have equalized again. This would have been through a refill "canyon" or "canyons", like the refill of the Mediterranean during the Messinian (Garcia-Castellanos et al., 2009). It seemed logical for this to have happened through the Straits of Florida (Rosenfeld, 2019) and/or the Yucatán Channel

between Yucatán and Cuba. However, it is possible that multiple refill entry points developed, and here we describe one such example from onshore Belize.

### **The Red Bank paleocanyon, Belize**

The Red Bank paleocanyon in Belize has only recently been recognized as a large, anomalous erosional feature cut into Cretaceous (Barton Creek) carbonates. Mapping by the senior author and by Ricketts et al. (2021) has shown the feature to be up to 300m (984 ft) deep, up to 15km (9 miles) wide, and over 130km (>81 miles) long. It is filled with clays, claystones, minor carbonates, and evaporite beds of Eocene age (Ricketts et al., 2021). It has been mapped towards the northeast where it eventually pinches out and can be easily identified in well logs, outcrops, and on seismic lines. To the southwest, the feature continues into Guatemala (Figure 1).

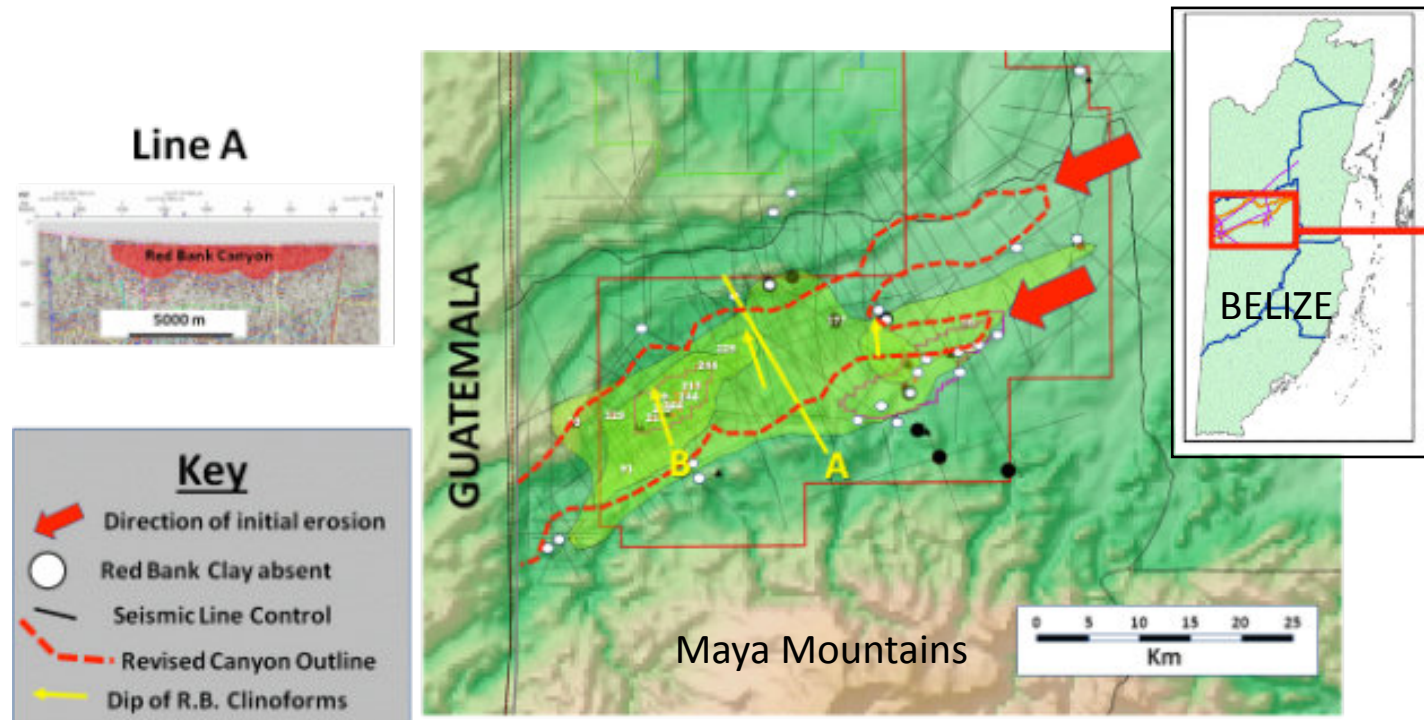


Figure 1: Map of the Red Bank paleocanyon showing mapped limits, thickness of sediments in meters (from well logs) and direction of dip of internal clinoforms (yellow arrows) on seismic lines. The large red arrows represent the two input points. The canyon was eroded from northeast to southwest. Seismic line A shows the overall U-shaped, canyon-fill sediments across the entire paleocanyon. Inset map shows location of study area in Belize.

Since no significant landmass existed to the east of this paleocanyon in the Paleocene or Eocene (J. Pindell, personal communication, Jan 2024) we assume that no large river systems existed to cause this erosion. So, what did? We believe that this paleocanyon could have been one of several refill canyons eroded as the GOM catastrophically refilled, thereby ending the drawdown event in the GOM. In cross-section, the Red Bank paleocanyon is U-shaped (Figure 1) similar to other “flood” canyons such as in the Straits of Gibraltar and those in the English Channel (Garcia-Castellanos et al., 2009). In contrast, fluvial erosion usually creates V-shaped valleys.

The other unusual features of the paleocanyon are the very steeply dipping clinoforms which subsequently filled it. These have been observed on three of the better-quality seismic lines (Figure 1). The clinoforms dip

northwest and north-northwest (apparent dip) at a measured angle of 19.2 degrees (Figure 2). The clinoforms are up to 275m (900 ft) thick and very steep, of a scale much larger than deltas, and more like shelf-margin clinoforms (Figure 3). The canyon-filling clastics were clearly derived from the south, most likely from the Maya Mountains in Belize. The erosional edges of the canyon (the Cretaceous Barton Creek) may be undercut and sample descriptions in well mud logs near the edges of the paleocanyon often show an intermixing of the Red Bank sediments with the Barton Creek, interpreted as undercutting.

### Conclusions

The GOM drawdown hypothesis was proposed over 20 years ago and geologists continue to discover and re-interpret new evidence in the region which was a result of this geologic event.

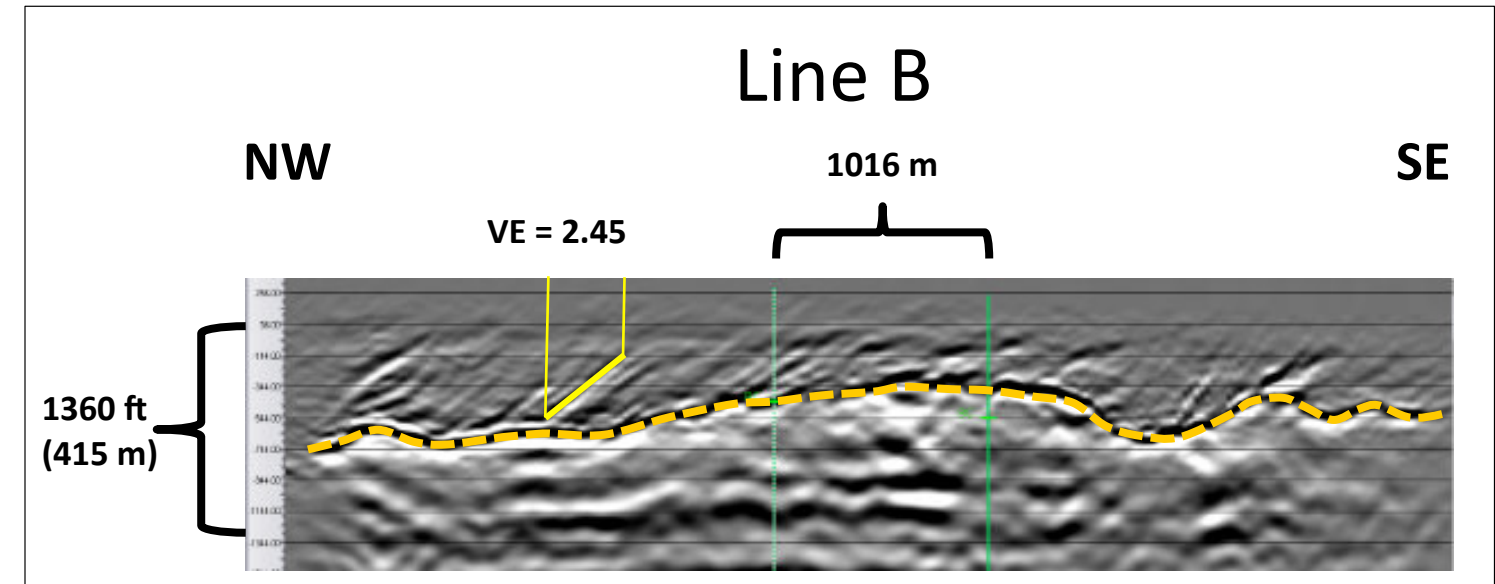


Figure 2: PSDM Seismic line B showing the shallow section and the very clear clinoforms, highlighted by a yellow line. The seismic line has a V.E. of 2.45. The clinoforms are up to 900 ft (275m) thick and dip to the northwest. Note the irregular erosional base to the paleocanyon. See Figure 1 for line location.

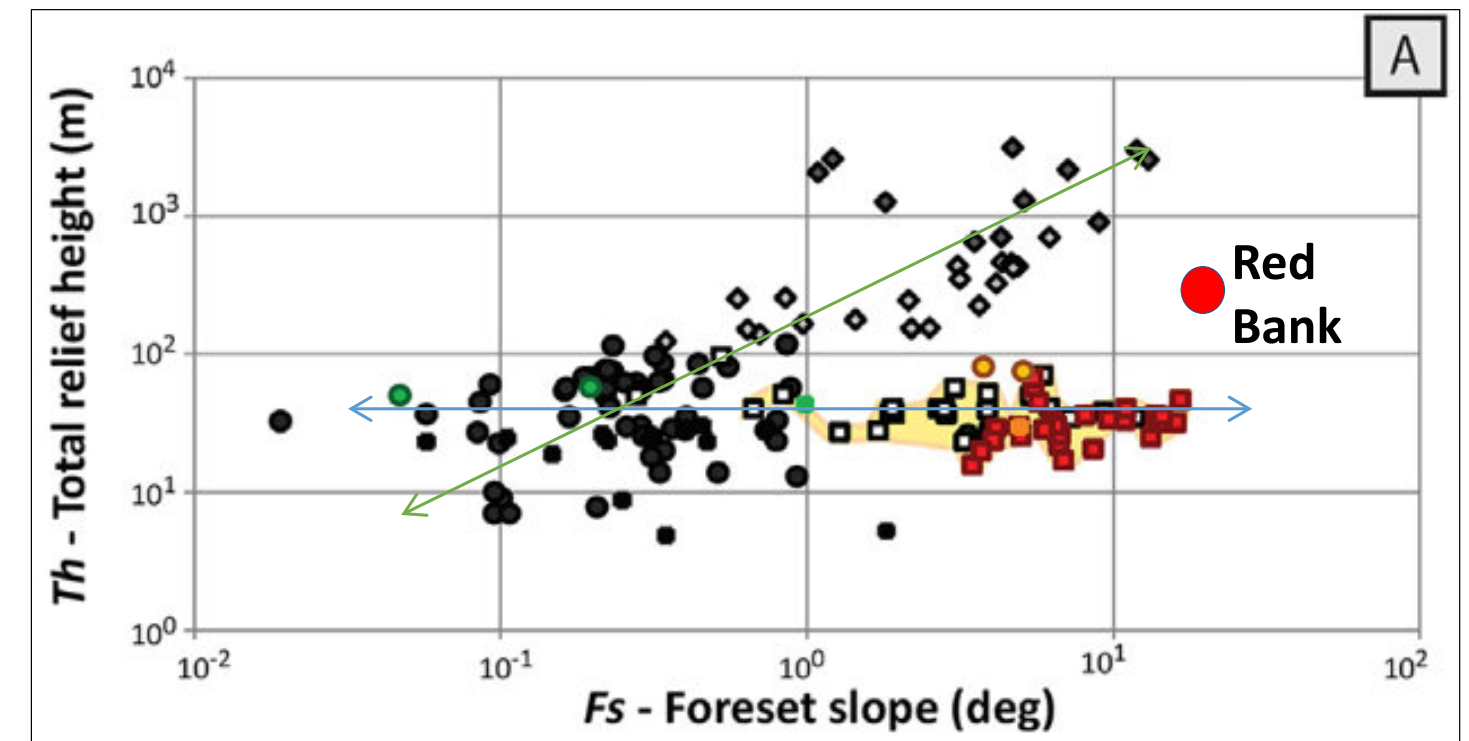


Figure 3: Comparison of the Red Bank paleocanyon clinoforms to worldwide examples of clinoforms. The Red Bank clinoforms dip at the highest angle of all the worldwide examples studied in the paper and have characteristics more like continental margin clinoforms (green trend line) than deltaic clinoforms (blue trend line). Modified after Patruno et al., (2015).

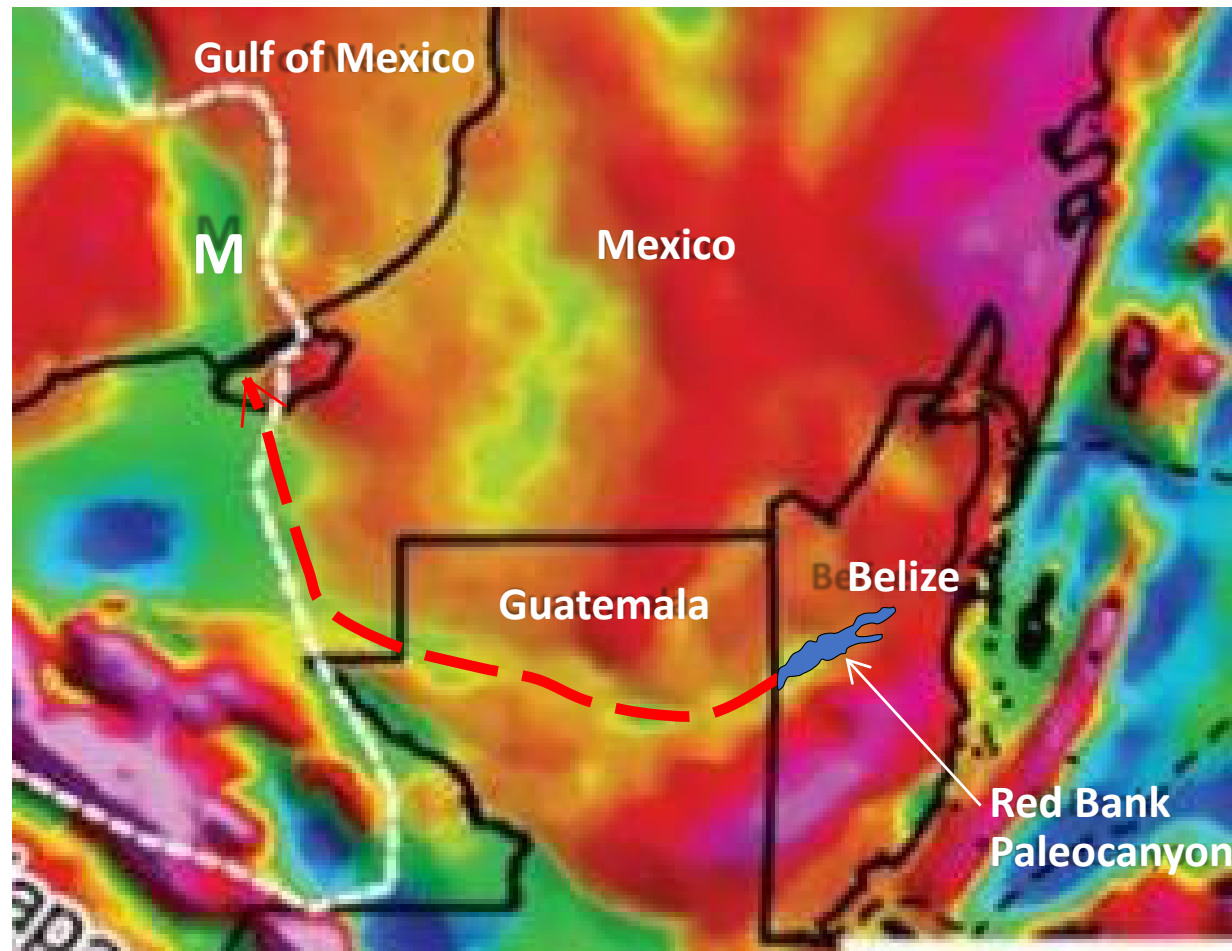


Figure 4: Free air gravity map of Belize, northeast Guatemala and the Yucatán. Dashed red line traces the possible continuation of the Red Bank paleocanyon (blue outline in central Belize) through a gravity low (cooler colors) towards the Gulf of Mexico and the Macuspana basin (M).

We interpret that the Red Bank paleocanyon in Belize is one of the refill canyons for the GOM, after the Drawdown at about 56 Ma, and before the PETM. The paleocanyon would have been eroded as the Atlantic waters flooded back into the GOM catastrophically.

Where does the canyon continue to the west? The Central Yucatan Fault Zone sets up the whole structural pattern north of the Maya Mountains. This is a prominent lineament across Guatemala and would have provided a pathway for the water to follow into the Macuspana basin (Figure 4). It is unknown if the Red Bank paleocanyon was the main refill route as the deep canyon in the Straits of Florida most likely fills that role. More detailed mapping and sampling of the paleocanyon fill took place in April

2026 and we will publish an update of those results shortly.

**Acknowledgments**

We thank Viva Energy for permission to publish the seismic lines in Figures 1 and 2, and Marel Sanchez for assistance with the seismic mapping. Encouragement from colleagues Jon Blickwede and Art Berman have helped to make the testing of the drawdown hypothesis an intriguing endeavor since its inception in 2002.

**References**

Cossey, S. P. J., D. Van Nieuwenhuise, J. Davis, J. H. Rosenfeld, and J. L. Pindell, 2016, Compelling evidence from eastern Mexico for a late Paleocene/early Eocene

isolation, drawdown, and refill of the Gulf of Mexico: Interpretation, v. 4, p. SC63–SC80, <<http://doi.org/10.1190/INT-2015-0107.1>>.

Cossey, S. P. J., M. R. Bitter, G. R. Dickens, D. Van Nieuwenhuise, J. L. Pindell, J. H. Rosenfeld, A. Beltrán-Triviño, P. Cornick, and C. Agnini, 2019, Paleo-canyon formation and contemporaneous oil seepage near the Paleocene/Eocene boundary, Tampico-Misantla Basin, eastern Mexico: GeoGulf Transactions, v. 69, p. 27–53.

Cossey, S. P. J., and M. R. Bitter, 2020, Paleo-canyons and hydrocarbon trapping in the Tampico-Misantla Basin, eastern Mexico: Mexican Basins Research Symposium Presentation, American Association of Petroleum Geologists Webinar, 19–20 November, 2020.

Cossey, S. P. J., J. Rosenfeld, M. Bitter, and J. L. Pindell, 2021, Update on the Paleogene water-level Drawdown hypothesis, Gulf of Mexico: GCAGS Journal, v.10, p.123–141.

Garcia-Castellanos, D., et al., 2009, Catastrophic flood of the Mediterranean after the Messinian salinity crisis: Nature, v.462, p.778–782, <doi:10.1038/nature08555>.

Patrino, S., G.J. Hampson, and C. A-L Jackson, 2015, Quantitative characterisation of deltaic and subaqueous clinoforms: Earth Science Reviews, v.142, p.79–119, <http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.01.004>.

Pindell, J. L., and S. P. J. Cossey, 2020, Paleogene Gulf of Mexico water-level drawdown hypothesis: It is still viable!: American Association of Petroleum Geologists Explorer, v. 41, no. 7, p. 12–19.

Ricketts, S., D. T. King, Jr., N. R. Myers, Sr., and D. Larsen, 2021, Upper Paleocene to lower Eocene clay deposits of the Red Bank Group, northern Belize, Central America: GeoGulf Transactions, v. 71, p. 225–239.

Rosenfeld, J. H., and J. L. Pindell, 2003, Early Paleogene isolation of the Gulf of Mexico from the world’s oceans? Implications for hydrocarbon exploration and eustasy, in C. Bartolini, R. T. Buffler, and A. Cantú-Chapa, eds., The western Gulf of Mexico Basin: Tectonics, sedimentary basins, and petroleum systems: American Association of Petroleum Geologists Memoir 75, Tulsa, Oklahoma, p. 89–103.

Rosenfeld, J. H., 2019, Erosion of the Florida and Yucatán carbonate margins of the Gulf of Mexico: Subaqueous or subaerial?: GeoGulf Transactions, v. 69, p. 263–278.

Rosenfeld, J. H., 2020, Paleogene drawdown of the Gulf of Mexico? American Association of Petroleum Geologists Explorer, v. 41, no. 4, p. 14–19.

Snedden et al., 2020, The Paleogene (Wilcox) Deepwater Play: AAPG Explorer, May 2020.



**Dr. Stephen Cossey** is chief geoscientist at Cossey and Associates Inc. geoconsulting based in Durango, Colorado. He has more than 43 years’ experience in the petroleum industry. He worked for Conoco Uranium exploration and International Exploration from 1978 to 1983 and Sohio/BP from 1983 to 1995. He was based in Dallas with Sohio, working oil & gas exploration in frontier areas of the US. From 1990-1992, he spent 2 years based at BP Research in Sunbury, UK and helped to start BP’s deepwater research program. The remainder of the time at BP was spent working exploration in the onshore US and Gulf of Mexico. In 1995 he started a consulting company, Cossey & Associates Inc. Since then, he has consulted for more than 150 global exploration companies and is skilled in interpreting deepwater sequences and in creating sequence stratigraphic and depositional models from core, well, and seismic data. Dr. Cossey also teaches field excursions in France, Spain and Mexico and has conducted over 20 courses in these areas. [cosseygeo@aol.com](mailto:cosseygeo@aol.com)



**Josh Rosenfeld** (Ph.D.). He obtained an M.A. from the University of Miami in 1978, and a Ph.D. from Binghamton University in 1981. Josh joined Amoco Production Company as a petroleum geologist working from 1980 to 1999 in Houston, Mexico and Colombia. Upon retiring from Amoco, Josh was employed by Veritas DGC until 2002 on

exploration projects in Mexico. He has been a member of HGS since 1980 and AAPG since 1981, and currently does geology from his home in Granbury, Texas.

[jhrosenfeld@gmail.com](mailto:jhrosenfeld@gmail.com)

**Programa de Bachillerato Avanzado en la Universidad Tecnológica de Corregidora (Una experiencia para descubrir la ciencia)**

**Escobar-Sánchez Monserrat, Camacho Gallegos Carla Cristina y Calvo-Ramos Daniela K.**

La ciencia cobra un significado muy especial cuando se vive de cerca y a todo color. Con esta idea nació una de las experiencias más enriquecedoras llamada **Bachillerato Avanzado** de la Universidad Tecnológica de Corregidora (UTC), una iniciativa donde cada año la universidad abre sus puertas a estudiantes de sexto semestre de bachillerato y educación tecnológica del estado de Querétaro para que exploren las carreras que podrían formar parte de su futuro profesional.

Durante tres semanas, jóvenes de distintos planteles de Querétaro tuvieron la oportunidad de convertirse en universitarios. Asistieron a clases, participaron en actividades académicas, realizaron prácticas de laboratorio y conocieron de primera mano los retos y oportunidades que ofrece la educación superior. Para quienes eligieron la carrera de **Ingeniería en Biotecnología**, esta experiencia presentó una oportunidad para acercarse al mundo de la investigación, la innovación y la divulgación científica.

Uno de los mayores desafíos fue comunicar la ciencia. A través de talleres de lectura y redacción, actividades de laboratorio y la producción de un episodio para el podcast

*Sinergia UTC*, los estudiantes se dieron cuenta que generar conocimiento es tan importante como compartirlo. Cada equipo seleccionó un tema relacionado con el área de la biotecnología, donde investigaron, elaboraron un guion, grabaron un episodio de divulgación y finalmente transformaron ese trabajo en un artículo de divulgación científica.

Las páginas que conforman este escrito reúnen el talento, la curiosidad y el entusiasmo de estudiantes provenientes de los planteles **CECyTEQ 6, CECyTEQ 8, CETAC 24 y COBAQ 19**. Cada artículo refleja no solo el aprendizaje adquirido durante su estancia en la UTC, sino también la capacidad de los jóvenes para analizar, comunicar y compartir conocimientos científicos con su comunidad.

Este proyecto fue impulsado por la **Dra. Carla Cristina Camacho Gallegos**, coordinadora de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, junto con la **Dra. Monserrat Escobar-Sánchez** y la **Dra. Daniela K. Calvo Ramos**, quienes acompañaron a los estudiantes en este proceso de descubrimiento, aprendizaje y divulgación.

Más que una serie de artículos, este trabajo es una muestra de que la ciencia está al alcance de todos cuando existe la oportunidad de aprender, experimentar y compartir. Esperamos que cada página despierte nuevas preguntas, inspire futuras vocaciones científicas y motive a más jóvenes a convertirse en futuros científicos.

**Somos dueños de nuestro destino. Somos capitanes de nuestra alma (Winston Churchill)**



Alumnos y profesoras del programa de Bachillerato Avanzado generación 2026.



**Monserrat Escobar-Sánchez** es Doctora en Biotecnología por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y realizó una estancia posdoctoral en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN). Actualmente se desempeña como Asesora Académica en Biotecnología en la Universidad Tecnológica de Corregidora (UTC), donde participa en actividades de docencia y vinculación con el sector productivo. Su investigación se centra en bacterias con potencial probiótico y aplicaciones biotecnológicas para la salud y la industria alimentaria. Es autora y coautora de publicaciones científicas, capítulos de libro y artículos de divulgación, y forma parte del Consejo Directivo Nacional de la Asociación Mexicana de Ciencia y Tecnología de la Carne (AMEXITEC), promoviendo la transferencia de conocimiento entre la academia, la industria y la sociedad.

[monserrat.escobar@utcorregidora.edu.mx](mailto:monserrat.escobar@utcorregidora.edu.mx)



**Carla Cristina Camacho Gallegos** es Maestra en Ciencia y Tecnología de Alimentos y actualmente se encuentra en proceso de obtención del grado de Doctora en Ciencias de la Educación. Se desempeña como Técnico Académico B en la Universidad Tecnológica de Corregidora, donde apoya la coordinación del programa educativo de Ingeniería en Biotecnología. Su labor académica se enfoca en la docencia, la formación integral de estudiantes y el fortalecimiento de espacios de aprendizaje mediante la gestión de capacitación especializada, actividades de vinculación y proyectos orientados al desarrollo académico y profesional de los futuros ingenieros en biotecnología.

En el ámbito de la investigación, sus principales intereses se centran en el desarrollo de alimentos funcionales y biotecnológicos mediante la incorporación de compuestos bioactivos, proteínas alternativas y procesos fermentativos. Su trabajo busca contribuir al diseño de productos innovadores que promuevan la salud y la sostenibilidad alimentaria, integrando conocimientos de biotecnología, ciencia de alimentos e innovación aplicada para responder a los desafíos actuales de los sistemas alimentarios.

[cristina.camacho@utcorregidora.edu.mx](mailto:cristina.camacho@utcorregidora.edu.mx)



**Daniela Kristell Calvo-Ramos** es Ing. Ambiental de la Univ. Politécnica de Chiapas, Maestría y Doctorado en Ciencias de la Energía en la Univ. Autónoma de Querétaro. Actualmente es Profesora en la Universidad Tecnológica de Corregidora. Sus líneas prioritarias de investigación son: (1) síntesis de materiales fotocatalíticos, (2) síntesis de materiales grafénicos, (3) fotodegradación de colorantes en aguas, (4) foto-oxidorreducción de metales en agua y (5) contaminación de metales en agua. En su programa posdoctoral está

trabajando en preparación de muestras (separación en columnas de intercambio iónico) y análisis (Espectrometría de Masas Multicolector con Plasma Acoplado Inductivamente ICP-MMS) para medición de isótopos estables de zinc, cobre y hierro en diferentes materiales naturales (agua-roca). (6) Análisis de caracterización de microplásticos en el medio ambiente.

[daniela.calvo@utcorregidora.edu.mx](mailto:daniela.calvo@utcorregidora.edu.mx)

## El núcleo del demonio

Martínez Serrano Alex Michael, Cruz Mejía Catherine Lucía, Gomes Moya Diana Karen, Saldaña Chávez Nahomy Jocelyne, Moya Ramírez Tamara, Escobar-Sánchez Monserrat, Camacho Gallegos Carla Cristina y Calvo-Ramos Daniela K.

El Núcleo del Demonio fue una esfera de plutonio-239 utilizada durante las investigaciones nucleares realizadas en el Laboratorio de Los Álamos después de la Segunda Guerra Mundial (Rhodes, 1986). Aunque estaba diseñada para permanecer en estado subcrítico, la manipulación de materiales reflectores de neutrones provocó dos accidentes de criticidad que causaron la muerte de los físicos Harry Daghlian y Louis Slotin (Atomic Heritage Foundation, 2014a, 2014b). Estos acontecimientos evidenciaron los riesgos asociados al trabajo con materiales fisionables y dieron origen a importantes cambios en los protocolos de seguridad nuclear (Wellerstein, 2016). El presente artículo analiza los hechos que rodearon ambos accidentes y las consecuencias que tuvieron para el desarrollo de la física nuclear moderna.



Figura 1. Serrano,C (6,agosto, 2021) "El núcleo del demonio": cómo era la tercera bomba atómica que EE.UU. alistaba para lanzar sobre Japón (y los dos accidentes fatales que provocó).BBC.<https://share.google/IQkFinCcFtxkau9nR>

Durante la década de 1940, el mundo experimentó un rápido avance en el desarrollo de la energía nuclear debido a los proyectos militares relacionados con la Segunda Guerra Mundial (Smyth, 1945). En este contexto surgió el llamado Núcleo del Demonio, una esfera de plutonio-239 utilizada para investigaciones sobre reacciones nucleares (Rhodes, 1986). Aunque inicialmente fue diseñada para pruebas científicas, se convirtió en un

símbolo de los riesgos asociados con la manipulación de materiales radiactivos. Su historia es relevante porque permitió identificar errores en los procedimientos de seguridad y contribuyó al desarrollo de nuevas medidas de protección que continúan aplicándose en la actualidad (Schlosser, 2013).

### ¿Qué es el núcleo del demonio y cómo funcionaba?

El Núcleo del Demonio era una esfera de 6.2 kilogramos de plutonio-239 aleado con galio (Wellerstein, 2016). En condiciones normales permanecía en estado subcrítico, lo que significa que no podía sostener una reacción nuclear en cadena por sí sola (Smyth, 1945). Sin embargo, al rodearlo con materiales capaces de reflejar neutrones hacia su interior, era posible aumentar la probabilidad de fisión y acercarlo al punto crítico (Rhodes, 1986). Este comportamiento permitía a los científicos estudiar las propiedades del material, pero también generaba un riesgo considerable. Un pequeño error durante los experimentos podía provocar una liberación repentina de radiación, como ocurrió en los accidentes que hicieron famoso al núcleo.

El primer accidente ocurrió en agosto de 1945, cuando el físico Harry Daghlian realizaba experimentos con bloques de carburo de tungsteno para reflejar neutrones (Atomic Heritage Foundation, 2014a). Al dejar caer accidentalmente uno de los bloques sobre el ensamblaje, el sistema alcanzó un estado crítico y liberó una gran cantidad de radiación. Aunque logró detener la reacción, recibió una dosis letal y murió veinticinco días después (Atomic Heritage Foundation, 2014a).

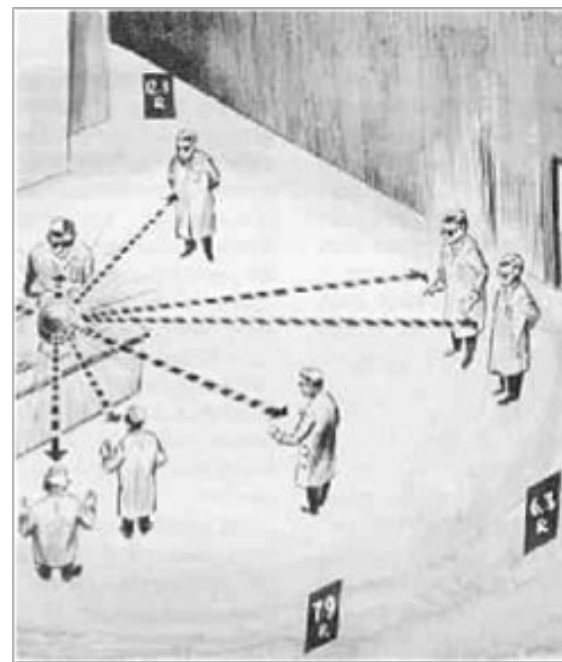


Figura 2. Parinelli, J. (3, Mayo,2023). La historia del demon core Urbe. <https://urbe.com.ar/revista/la-historia-del-demon-core/>

Meses más tarde, el 21 de mayo de 1946, ocurrió un segundo accidente. El físico Louis Slotin realizaba una demostración utilizando dos semiesferas de berilio y un destornillador para mantenerlas separadas (Atomic Heritage Foundation, 2014b). Cuando la herramienta resbaló, las piezas se cerraron alrededor del núcleo y este alcanzó un estado supercrítico (Wellerstein, 2016). Slotin consiguió detener la reacción y salvar a los demás presentes, pero recibió una dosis masiva de radiación que le causó la muerte nueve días después (Atomic Heritage Foundation, 2014b). Estos acontecimientos demostraron las consecuencias de trabajar con materiales nucleares sin protocolos adecuados de seguridad (Atomic Heritage Foundation, 2014b).

### Implicaciones y debates ético

Los accidentes del Núcleo del Demonio provocaron cambios permanentes en la investigación nuclear. Después de la muerte de Louis Slotin se prohibieron los experimentos manuales con materiales críticos y se implementaron sistemas de control remoto, brazos mecánicos y procesos automatizados (Carlos. S,2021) para minimizar el riesgo humano (Schlosser, 2013, Wellerstein, 2016). Además de sus consecuencias científicas, estos hechos abrieron un debate sobre la responsabilidad ética en la investigación. La búsqueda del conocimiento y del progreso (López Aguilera et al., 1999).

### Conclusiones

La historia del Núcleo del Demonio demuestra que el avance científico y tecnológico debe ir siempre acompañado de medidas de seguridad adecuadas. Los

accidentes que causaron la muerte de Harry Daghlian y Louis Slotin evidenciaron los riesgos de trabajar con materiales nucleares y mostraron las consecuencias que pueden derivarse de un error humano. Gracias a las lecciones aprendidas de estos sucesos, se implementaron protocolos más estrictos que han contribuido a hacer más segura la investigación nuclear. Este caso continúa siendo un ejemplo de la importancia de combinar el conocimiento científico con la responsabilidad y la protección de la vida humana.

### Bibliografía

Atomic Heritage Foundation. (2014). *Harry Daghlian*. <https://www.atomicheritage.org/profile/harry-daghlian>  
Atomic Heritage Foundation. (2014). *Louis Slotin*. <https://www.atomicheritage.org/profile/louis-slotin>  
López Aguilera, M. E., Prado Rodríguez, D., & Sastre Serra, M. Á. (1999). Manhattan Project: "El papel de los científicos en el desarrollo de la bomba atómica". *Buran*, (13), 61-64.  
Rhodes, R. (1986). *The Making of the Atomic Bomb*. Simon & Schuster.  
Schlosser, E. (2013). *Command and Control: Nuclear Weapons, the Damascus Accident, and the Illusion of Safety*. Penguin Books.  
Smyth, H. D. (1945). *Atomic Energy for Military Purposes (The Smyth Report)*. Princeton University Press.  
Wellerstein, A. (2016, 21 de mayo). The Third Core's Revenge. *Restricted Data: The Nuclear Secrecy Blog*. <https://blog.nuclearsecrecy.com/2016/05/21/third-cores-revenge/>



Alumnos del CECyTEQ 6 y CECyTEQ 8 del programa de Bachillerato Avanzado del área de biotecnología. De izquierda a derecha: Saldaña Chávez Nahomy Jocelyne, Cruz Mejía Catherine Lucía, Martínez Serrano Alex Michael, Moya Ramírez Tamara y Gomes Moya Diana Karen.

## Fritz Haber: el científico que transformó el nitrógeno y cambió el mundo

Camacho Méndez Karen, Cervantes Juárez Ricardo, Echeverri Espinosa Manuel, Morales Rodríguez Alison Natalia, Rivera Jiménez Edgar Jesús, Escobar-Sánchez Monserrat, Camacho Gallegos Carla Cristina y Calvo-Ramos Daniela K.



Figura 1. Fritz Haber, químico alemán galardonado con el Premio Nobel de Química de 1918 por desarrollar la síntesis del amoníaco.

El nitrógeno es uno de los elementos más importantes para la vida. Forma parte de las proteínas, del ADN y de numerosas moléculas esenciales para el crecimiento de los seres vivos. En el caso de las plantas, este elemento es indispensable para producir tejidos nuevos y realizar procesos fundamentales como la fotosíntesis. Sin embargo, aunque aproximadamente el 78 % de la atmósfera terrestre está compuesta por nitrógeno, la mayoría de las plantas no puede utilizarlo directamente debido a la gran estabilidad química de esta molécula (Nobel Prize, 2026).

Durante siglos, la agricultura dependió de fuentes naturales de nitrógeno, como el estiércol y el guano, acumulaciones de excremento de aves marinas que se convirtieron en un recurso estratégico para numerosos países. A finales del siglo XIX, varios científicos advirtieron que estas reservas podrían resultar insuficientes para sostener el crecimiento de la población mundial. Entre ellos destacó el químico británico William Crookes, quien alertó sobre la posibilidad de una crisis alimentaria global si no se encontraba una nueva forma de obtener nitrógeno para los cultivos (Britannica, 2026).

Ante este panorama surgió uno de los mayores desafíos científicos de la época: transformar el nitrógeno

atmosférico en compuestos que pudieran ser aprovechados por las plantas. Resolver este problema significaba garantizar la producción de alimentos para millones de personas y evitar futuras hambrunas.

### El proceso Haber-Bosch y la revolución agrícola

A comienzos del siglo XX, el químico alemán Fritz Haber dedicó años de investigación a encontrar una solución. En 1909 logró sintetizar amoníaco mediante la combinación de nitrógeno e hidrógeno bajo condiciones de alta temperatura y presión. Posteriormente, el ingeniero Carl Bosch adaptó el descubrimiento para su producción industrial, dando origen al proceso Haber-Bosch (Britannica, 2026).

El amoníaco producido mediante este proceso se convirtió en la base para la fabricación masiva de fertilizantes sintéticos. Gracias a ello, los agricultores pudieron aumentar considerablemente el rendimiento de sus cosechas sin necesidad de expandir la superficie cultivada. Esta innovación transformó la agricultura moderna y permitió sostener el rápido crecimiento demográfico ocurrido durante los siglos XX y XXI (Our World in Data, 2026).

La magnitud de este impacto ha llevado a diversos investigadores a considerar el proceso Haber-Bosch como una de las innovaciones más importantes de la historia. Actualmente se estima que cerca de la mitad de la población mundial depende, directa o indirectamente, de los fertilizantes sintéticos derivados de este proceso para su alimentación (Our World in Data, 2026). De igual forma, gran parte del nitrógeno presente en los alimentos consumidos por la humanidad tiene su origen en el amoníaco producido industrialmente.

No obstante, el uso intensivo de fertilizantes también ha generado desafíos ambientales. El exceso de nitrógeno puede llegar a ríos, lagos y ecosistemas acuáticos, provocando fenómenos de contaminación y alteraciones ecológicas. Por ello, uno de los retos actuales consiste en aprovechar los beneficios de los fertilizantes de manera más eficiente y sostenible (Our World in Data, 2026).

### De la producción de alimentos a la guerra

La historia de Fritz Haber no se limita a sus aportaciones agrícolas. Durante la Primera Guerra Mundial, el mismo proceso que permitía fabricar fertilizantes también facilitó la producción de compuestos necesarios para la elaboración de explosivos. Alemania, que enfrentaba restricciones en el acceso a materias primas estratégicas, encontró en esta tecnología una ventaja importante para mantener su capacidad militar.

Además, Haber participó activamente en el desarrollo de armas químicas. Convencido de que estos métodos podrían acelerar el fin del conflicto, dirigió investigaciones relacionadas con gases tóxicos utilizados en el campo de

batalla. Estas acciones provocaron una fuerte controversia dentro de la comunidad científica y marcaron para siempre su reputación histórica.

La contradicción resulta evidente: una misma innovación científica podía contribuir tanto a alimentar a millones de personas como a fortalecer la capacidad destructiva de una guerra. Este hecho convirtió a Haber en una de las figuras más debatidas de la ciencia moderna.

### Un legado que sigue generando debate

En 1918, Fritz Haber recibió el Premio Nobel de Química por la síntesis de amoníaco a partir de sus elementos, reconocimiento otorgado por la enorme relevancia científica y social de su descubrimiento (Nobel Prize, 2026). Sin embargo, el premio estuvo rodeado de polémica debido a su participación en el desarrollo de armas químicas durante la guerra.

Años más tarde, pese a haber servido durante décadas a Alemania, Haber fue obligado a abandonar su país debido a las políticas antisemitas implementadas por el régimen nazi. Murió en Suiza en 1934, lejos de la nación a la que había dedicado gran parte de su vida (Nobel Prize, 2026).

La historia de Fritz Haber demuestra que los avances científicos pueden tener consecuencias muy distintas según el uso que las sociedades decidan darles. Su trabajo ayudó a incrementar la producción mundial de alimentos y contribuyó al desarrollo de la agricultura moderna, pero

también estuvo vinculado a aplicaciones militares que causaron sufrimiento y muerte. Por esta razón, su legado continúa siendo objeto de reflexión y debate. Más de un siglo después de su descubrimiento, el proceso Haber-Bosch sigue recordando que la ciencia posee un enorme poder para transformar el mundo, y que la responsabilidad ética en el uso del conocimiento es tan importante como el conocimiento mismo.

### Bibliografía

Britannica. (2026). Haber-Bosch process. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/Haber-Bosch-process>

Nobel Prize. (2026). The Nobel Prize in Chemistry 1918 – Fritz Haber. Nobel Prize Outreach AB. <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1918/summary/>

Nobel Prize. (2026). Fritz Haber – Facts. Nobel Prize Outreach AB. <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1918/haber/facts/>

Our World in Data. (2026). Fertilizers. Global Change Data Lab. <https://ourworldindata.org/fertilizer-and-pesticides>

Our World in Data. (2026). World population supported by synthetic nitrogen fertilizers. Global Change Data Lab. <https://ourworldindata.org/fertilizers>



Alumnos del CECYTEQ 6, CETAC 24 y COBAQ 19 del programa de Bachillerato Avanzado del área de biotecnología. De izquierda a derecha: Rivera Jiménez Edgar Jesús, Morales Rodríguez Alison Natalia, Cervantes Juárez Ricardo, Echeverri Espinosa Manuel y Camacho Méndez Karen.

## Lo que llamamos las mujeres científicas

**Alemon Guzmán, E.; Ángeles Álvarez, S.; De León Jaime, B.; Hernández Cárdenas, J.; Huerta Mendieta, B.; Juárez Medina, N., Escobar-Sánchez Monserrat, Camacho Gallegos Carla Cristina y Calvo-Ramos Daniela K.**

A pesar de que el sistema patriarcal limitó históricamente el acceso de las mujeres a la ciencia y silenció muchos de sus logros, grandes figuras lograron transformar sus disciplinas. Es el caso de Rosalind Franklin, cuya Fotografía 51 fue clave para descubrir la estructura del ADN; Margarita Salas, quien descubrió una enzima fundamental para la amplificación genética en biotecnología; y Elizabeth Blackburn junto a Carol Greider, descubridoras de la telomerasa, esencial para entender el envejecimiento celular y el cáncer. Aunque el acceso a las universidades desde el siglo XIX abrió el camino, la brecha de género persiste, lo que impulsa hoy en día la creación de iniciativas que buscan la equidad y el reconocimiento del talento femenino en las áreas STEM.

### Mujeres y ciencia

Desde la antigüedad la mujer ha sido relegada al ámbito doméstico, negándoles las ciencias y por ende el conocimiento. Muchos de los factores que fomentaron este pensamiento provienen de una estructura patriarcal donde se ve a la mujer como inferior intelectual y biológicamente, además, influencias como la religión y los sesgos reforzaron esta idea. Esto limitó el crecimiento, desarrollo y validación profesional de las mujeres en las áreas del conocimiento.

A lo largo de los años existieron varias mujeres que estudiaron e hicieron grandes aportes a la ciencia, sin embargo, muchas de ellas no se les dio el reconocimiento merecido, siendo silenciadas, excluidas, ignoradas e incluso castigadas y condenadas por sus conocimientos. La mayoría de sus descubrimientos fueron atribuidos a hombres, dejando en el olvido a grandes científicas.

Alrededor del siglo XIX las universidades empezaron a aceptar mujeres, lo que abrió camino para nuevas oportunidades, aunque siguió el reproche hacia estas sobre qué roles deben tener. Hoy en día, aunque la brecha de género no es muy marcada, sigue existiendo discriminación y prejuicio sobre la posición de las mujeres en la ciencia, pero se sigue trabajando para las que las niñas y mujeres sean involucradas en las ciencias y su aporte beneficie a la sociedad, sean reconocidas y inspiren a nuevas generaciones de científicas.

### 3 mujeres que revolucionaron la ciencia

#### Rosalind Franklin

Rosalind Franklin fue una Química Británica la cual era una cristalógrafa de rayos X con cierto renombre, usó sus habilidades en 1952 junto a la estudiante Raymond

Gosling tomaron la Fotografía 51 (National Geographic 2026). A raíz de la toma de la fotografía rosa comenzó a descifrar y así en enero de 1953 concluyó como era la estructura del ADN, una doble hélice. En ese entonces Rosalind tenía una rivalidad con James Watson y Francis Crick los cuales, con ayuda de uno de los compañeros de Rosalind, Maurice Wilkins robaron la fotografía y cálculos de Rosalind presentando ellos la doble hélice del ADN y ganando el premio Nobel de fisiología en 1962.

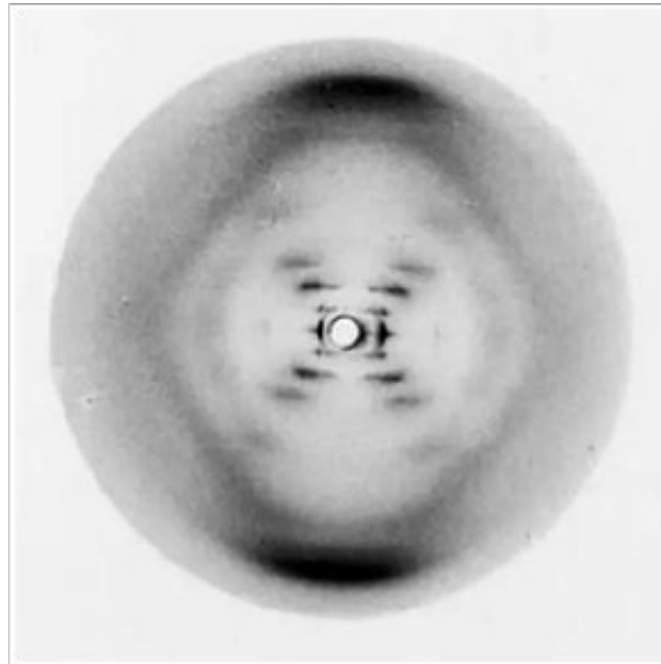


Figura 1. Fotografía 51, difracción de rayos X del ADN (BBC News Mundo, 2018).

#### Margarita Salas

Margarita Salas fue una bioquímica española que descubrió el ADN polimerasa del virus bacteriófago 29, este permite amplificar el ADN de forma rápida.

Este descubrimiento fue muy importante porque esta enzima fue crucial para producir copias genéticas de forma precisa con solo una gota de sangre.

Este hallazgo revolucionó el ámbito científico, aplicándose tanto a la genética molecular como a la medicina forense, sentando las bases para la biotecnología.

Posteriormente, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), donde trabajaba Margarita Salas, solicitó nuevas patentes que mejoran la anterior. En sus ensayos, afirmaba que los estudios realizados con el virus son un modelo que generaliza a otros virus.

La bioquímica posee 8 patentes en total, ha realizado más de 400 conferencias y tiene más de 350 artículos publicados en revistas y libros internacionales. Su dedicación y sus descubrimientos la han llevado a ganar multitud de reconocimientos y a convertirse en una referente de la biotecnología en España y en todo el mundo (IEQFB 2019).

#### Elizabeth Blackburn

Elizabeth Blackburn es una bióloga molecular que descubrió la telomerasa en 1984 junto a Carol Greider. Esta enzima actúa como una transcriptasa inversa añadiendo secuencias de ADN repetitivas a los extremos de los cromosomas. Se autodenominaba "rata de laboratorio".

Ella centró su investigación sobre los telómeros en Tetrahymena, organismos unicelulares con abundantes cromosomas lineales. Secuenció el ADN y descubrió que los telómeros están compuestos por seis segmentos cortos y repetitivos de ADN.

Se propuso comprender ese mecanismo así observó que cuando los telómeros comienzan a desgastarse y acortarse, la célula finalmente muere; sin embargo, en las células sanas, los telómeros se regeneran.

En 1984, junto con su alumna Carol Greider, Blackburn descubrió la telomerasa, una enzima que alarga cada hebra de ADN antes de la etapa de copia, compensando el acortamiento que se produce durante la división celular.

En 1990, Blackburn trasladó su laboratorio a la UCSF, donde buscó comprender cómo interactúan los componentes proteicos y genéticos de la telomerasa.

Estudió la longitud de los telómeros en madres que cuidaban a niños con enfermedades crónicas. Junto con estudios similares realizados en cónyuges de personas con demencia crónica y en personas que habían sufrido traumas en la infancia, los resultados fueron claros: cuanto mayor era el estrés crónico, más cortos eran los telómeros, así concluyó que el estrés puede envejecer prematuramente las células.

El descubrimiento de la enzima telomerasa resolvió un misterio fundamental de la biología: cómo se mantienen intactos los extremos de los cromosomas (telómeros) al dividirse las células.

Este hallazgo, premiado con el Nobel de Medicina en 2009, transformó nuestra comprensión del envejecimiento celular y el cáncer (The Nobel Prize 2022).

#### Programas y organizaciones que apoyan a las mujeres en las ciencias

Existen instituciones como: STEM, CIDETEQ y la UNAM, que apoyan el desarrollo y crecimiento de mujeres interesadas e involucradas en el desarrollo de la ciencia.

Estas organizaciones están marcando el camino hacia una fuerza laboral en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) más inclusiva, diversa y con igualdad de género (TechTarget, 2023).

#### Conclusión

La estructura patriarcal relegó a las mujeres por mucho tiempo, negándoles acceso al conocimiento y al reconocimiento, a pesar de sus grandes aportes, muchos de ellos atribuidos a hombres. Aunque actualmente se

han abierto nuevas oportunidades, aún persisten prejuicios y brechas de género. Rosalind Franklin (cuyo trabajo sobre la estructura del ADN no fue reconocido en su momento), Margarita Salas (pionera en biotecnología con su descubrimiento de la ADN polimerasa) y Elizabeth Blackburn (ganadora del Nobel por el hallazgo de la telomerasa), son ejemplos donde se evidencia el valor fundamental de su contribución, actualmente existen programas y organizaciones que impulsan la inclusión, buscando garantizar igualdad, visibilidad y el estímulo a futuras generaciones de científicas.

#### Bibliografía

Universidad Politécnica Salesiana. (2026, 15 de mayo). Mujeres investigadoras compartieron sus aportes científicos en la UPS Guayaquil.

<https://www.ups.edu.ec/oticias?articleId=3322039&byid>

Stevens, A. (2023, 3 de abril). 8 organizations that promote women in STEM. TechTarget.

<https://www.techtarget.com/whatis/feature/Organizations-that-promote-women-in-STEM>

Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo-IDRC. (2022, 10 de febrero). Mujeres en las ciencias.

<https://idrc-crdi.ca/es/investigacion-en-accion/mujeres-en-las-ciencias>

British Council México. (s.f.). [Tema sobre mujeres en ciencia y tecnología].

<https://share.google/etOiRkXXfOvcotehC>

Fundación L'Oréal. (s.f.). Programas: Nuestros compromisos.

<https://www.fondationloreal.com/our-programs/program-our-convictions>

ieqfb.com. (2019, 8 noviembre). Margarita Salas y la patente de la ADN polimerasa. <https://ieqfb.com/margarita-salas-adn-polimerasa/>

The Nobel Prize. (2022). Elizabeth Blackburn.

<https://www.nobelprize.org/stories/women-who-changed-science/elizabeth-blackburn/>

Google. (s.f.). Documento sin título [Documento de Google Docs].

<https://docs.google.com/document/d/1qmhF83-KafnbliEKHobo8tvSTwarJgNlgclsHzTVYDE/edit?usp=sharing>

Genotipia. (2022, 25 julio). Rosalind Franklin, la científica clave en la estructura del ADN. <https://share.google/OyJi9hjEv8hdWY7Mp>

National Geographic España. (s.f.). Política de privacidad y configuración de cookies. <https://share.google/sSbfqEoLT2Su0BRwd>

National Geographic. (2026, 4 marzo). Mujeres en la

ciencia: 8 científicas que hicieron historia.

<https://www.nationalgeographicla.com/ciencia/2023/02/mujeres-en-la-ciencia-8-ciencificas-que-hicieron-historia>

BBC News Mundo. (2018, 25 de mayo). Rosalind Franklin, la olvidada científica detrás del descubrimiento de la estructura del ADN. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44225714>



Alumnos del CECYTEQ 6 del programa de Bachillerato Avanzado del área de biotecnología. De izquierda a derecha: Hernández Cárdenas Juan Manuel, Juárez Medina Noemí Vianey, Huerta Mendieta Brianda Nahomi, Ángeles Álvarez Sofia Guadalupe, De León Jaime Alondra Belén y Alemon Guzmán Erandi.

## Reviviendo el pasado

**Campillo Quintero José Antonio, Gómez Ruiz Romina Michael, Flynn Torres Ximena Elizabeth, Vega Herrera Evelyn Mariel, Lara Ramírez Emiliano, Martínez Regina, Escobar-Sánchez Monserrat, Camacho Gallegos Carla Cristina y Calvo-Ramos Daniela K.**



(Times, 2025)

La ciencia nos acerca a traer de vuelta lo que se perdió, pero también nos obliga a preguntarnos si es lo correcto. El día de hoy hablaremos sobre la desextinción, un tema que ha generado debates científicos, éticos y morales en todo el mundo.

La desextinción funcional, se consolida como un proceso científico riguroso que fusiona la biodiversidad antigua con la innovación genética del presente para reintroducir ejemplares que no solo se asemejen, sino que sean genéticamente similares a las especies extintas. Para lograr que estos nuevos animales prosperen en ecosistemas actuales; afectados por amenazas humanas, escasez de recursos, patógenos y el cambio climático (Rogers K, s. f.).

El modelo de Colossal se sostiene sobre tres pilares fundamentales: la desextinción de los genes esenciales para recuperar las características físicas (fenotipos) perdidas en el tiempo, la ingeniería de mejoras genéticas que optimice su adaptación a climas completamente nuevos, y la ingeniería de resiliencia orientada a brindarles resistencia contra enfermedades devastadoras o la caza furtiva. En última instancia, este enfoque disruptivo de conservación no pretende ser una mera recreación nostálgica de la historia biológica, sino una herramienta de "reasilvestramiento" (rewilding) diseñada para devolver

estabilidad, equilibrio y salud ambiental a los ecosistemas más vulnerables del planeta (Colossal Biosciences, 2021).

### ¿Cómo funciona?

Para entender la desextinción, primero hay que explicar cómo se logra. Actualmente existen tres vías principales:

1. Clonación: Tecnología ocupada desde 1997 con dolly, y en 1999 con ratones en (Wakayama & Yanagimachi, 1999) y cuestionado en el mismo año del 99 en The future of cloning (Gurdon & Colman, 1999), se ocupó para intentar regresar a la cabra montesa en 2003 (Choi & Folch, 2009)
2. Edición Genética (CRISPR): Primera vez descrito en 1987, tecnología en uso desde 2012 con el estudio "A Programmable Dual-RNA-Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity" (Jinek et al., 2012)
3. Cría Selectiva (Retrocruzamiento): La cría selectiva existe desde hace mucho, pero se piensa ocupar para revertir sus mismos efectos, para conseguir un fenotipo similar o igual al Urus o *Bos primigenius* (Lechner & et. al., 2010), para regresarlo al estado salvaje

### Los Candidatos Ideales

Es importante entender que no cualquier especie extinta puede ser traída de vuelta a la vida.

Para empezar, los científicos necesitan ADN bien conservado. El ADN es como un manual de instrucciones que contiene toda la información necesaria para formar un ser vivo. Si el ADN está demasiado dañado o incompleto, no es posible utilizarlo. Por esta razón, los dinosaurios no son candidatos viables para la desextinción. Aunque son muy populares, se extinguieron hace aproximadamente 66 millones de años y su ADN ya desapareció hace mucho tiempo. (NatGeo, s.f.)

En cambio, especies que se extinguieron más recientemente sí tienen mayores posibilidades. Algunos ejemplos son el mamut lanudo, del que se han encontrado restos congelados en el hielo, el dodo y el tilacino o tigre de Tasmania, de los cuales existen muestras conservadas en museos.

Además del ADN, se necesita una especie viva que sea muy cercana genéticamente y que pueda actuar como madre sustituta. Esto permite que el embrión se desarrolle correctamente. Por ejemplo, para intentar recuperar al mamut, los científicos estudian utilizar elefantes asiáticos, ya que son sus parientes vivos más cercanos.

En conclusión, para que una especie sea candidata a la desextinción no basta con que haya existido en el pasado. También es necesario contar con ADN bien conservado y con una especie actual que pueda ayudar a completar el proceso.

### Dilemas Éticos y Filosóficos

La desextinción plantea preguntas que van más allá de la ciencia. Una de ellas es si los organismos creados pueden considerarse realmente la especie extinta. Por ejemplo, un elefante modificado con genes de mamut tendría algunas características del mamut lanudo, pero seguiría siendo diferente genética y biológicamente. Además, surge la duda de si podría aprender los comportamientos propios de su especie sin padres o grupos que le enseñen. (Rogers K, s. f.)

Otro aspecto importante es el bienestar animal. Los procesos de clonación y edición genética suelen requerir numerosos intentos antes de obtener un resultado exitoso. Esto puede provocar abortos espontáneos, malformaciones o la muerte temprana de los animales, lo que genera cuestionamientos sobre si es ético someterlos a estos riesgos en nombre del avance científico.

Finalmente, algunas personas hablan del llamado "Complejo de Dios", que se refiere a la idea de que los seres humanos estarían interviniendo de manera excesiva en la naturaleza al modificar el curso de la evolución y decidir qué especies deben regresar. Esto abre el debate sobre los límites de la ciencia y la responsabilidad humana frente al medio ambiente.

### Factor Económico y de Conservación

A lo largo de esta serie hemos hablado de cómo la ciencia podría devolver especies extintas a la vida. Sin embargo, no todo gira alrededor de la tecnología. También existen cuestiones económicas y ambientales que no podemos ignorar.

Los proyectos de desextinción pueden costar millones de dólares. Por eso, muchos científicos y conservacionistas se preguntan si ese dinero podría tener un mayor impacto ayudando a especies que todavía existen, pero que se encuentran en peligro crítico de extinción. Especies como la vaquita marina o el rinoceronte blanco siguen luchando por sobrevivir, y cada año que pasa la situación se vuelve más complicada para ellas. (Castell S., 2026)

Pero el debate no termina ahí. Pensemos por un momento en el dodo. Aunque la ciencia lograra traerlo de vuelta. El ecosistema que conoció desapareció hace siglos y muchos hábitats naturales han sido transformados por la actividad humana, la contaminación y el cambio ambiental. (Castell S., 2026)

Entonces, la discusión ya no es solamente si podemos revivir una especie extinta. También debemos preguntarnos si existen las condiciones necesarias para que pueda sobrevivir y si los recursos destinados a estos proyectos podrían utilizarse de otra manera. Y es precisamente aquí donde surge uno de los debates más

importantes sobre la desextinción: el equilibrio entre recuperar el pasado y proteger el presente.

### Conclusión

La desextinción es uno de los avances científicos más impresionantes de la actualidad, ya que utiliza herramientas como la clonación y la edición genética para intentar recuperar especies extintas. Sin embargo, más allá del logro científico, este proceso plantea importantes preguntas sobre la ética, la conservación y nuestra responsabilidad con el medio ambiente.

Aunque el regreso de especies como el mamut lanudo, el dodo o el tilacino podría contribuir a la restauración de ecosistemas y al aumento de la biodiversidad, también existen riesgos relacionados con el bienestar animal, su adaptación al mundo actual y el uso de recursos que podrían destinarse a proteger especies que aún pueden salvarse.

Por eso, la pregunta no es solo si podemos traer de vuelta animales extintos, sino si debemos hacerlo.

### Bibliografía

Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 346(6213), 1258096. <https://doi.org/10.1126/science.1258096>

Rogers, K. (s. f.). De-extinction. *Encyclopaedia Britannica*. Recuperado el 3 de junio de 2026, de [britannica.com](https://www.britannica.com)

National Geographic en Español. (s.f.). Artículos sobre desextinción y conservación de especies. National Geographic Partners.

Castell, S. (2026, abril 15). Desextinción: implicaciones éticas y ambientales de la resurrección de especies extintas - VA POR LA TIERRA, VA POR LA TIERRA. <https://vaporlatierra.com/2025/desextincion-implicaciones-eticas-y-ambientales-de-la-resurreccion-de-especies-extintas/>

Clark, R. (2025, April 7). The Return of the Dire Wolf. *TIME*. Retrieved June 8, 2026, from <https://time.com/7274542/colossal-dire-wolf/>

Colossal Biosciences. (2021). DE-EXTINCTION. De-extinction Projects, Facts & Statistics | Colossal. <https://colossal.com/de-exti>

Choi, C. Q., & Folch, J. (2009, February 10). First Extinct-Animal Clone Created. *National Geographic*. Retrieved June 3, 2026, from <https://www.nationalgeographic.com/science/article/news-bucardo-pyrenean-ibex-deextinction-cloning>

Frøkjær-Je, C. (2013, Noviembre 1). Exciting Prospects for Precise Engineering of *Caenorhabditis elegans* Genomes with CRISPR/Cas9. <https://academic.oup.com/genetics/article/195/3/635/5935461?guestAccessKey=>

Gurdon, J. B., & Colman, A. (1999, Diciembre 16). The future of cloning. <https://www.nature.com/articles/45429>

Jinek, M., Chylinski, K., Fonfara, I., Hauer, M., Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2012). A Programmable Dual-RNA-Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1225829>

Lechner, I., & et. al. (2010, Febrero). Differential passage of fluids and different-sized particles in fistulated oxen (*Bos primigenius* f. *taurus*), muskoxen (*Ovibos moschatus*), reindeer (*Rangifer tarandus*) and moose (*Alces alces*): Rumen particle size discrimination is independent from

contents. [https://www.lareferencia.info/vufind/Record/AR\\_7ed9653f2457d782ba92a609b10e11c5](https://www.lareferencia.info/vufind/Record/AR_7ed9653f2457d782ba92a609b10e11c5)

Maizon, O. (2021). Cría selectiva: algunas reflexiones en bovinos lecheros. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S109564330901143X>

Nicolás Alonso, S. (n.d.). BOVINOS DOMÉSTICOS EN LAS CULTURAS SUMERIA Y ACADIA, III-II MILENIO A.C.

<https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Nicolas>

Alonso / publicación / 374589832\_Bovinos\_domesticos\_en\_las\_culturas\_sumerias\_y\_acadia\_III-II\_milenio\_aC\_Cattle\_in\_the\_Sumerian\_and\_Akkadian\_culture\_turkey\_Silvia\_Nicolas\_II\_millennium\_BC\_Actas\_del\_XXVIII\_Congreso\_Nacional\_y\_XI

Wakayama, T., & Yanagimachi, R. (1999, Junio 3). Cloning the laboratory mouse. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084952198902671>



Alumnos del CECYTEQ 6, CECYTEQ 82 y COBAQ 33 del programa de Bachillerato Avanzado del área de biotecnología. De izquierda a derecha: Campillo Quintero José Antonio, Vega Herrera Evelyn Mariel, Lara Ramírez Emiliano, Martínez Sánchez Regina, Gómez Ruiz Romina Michael y Flynn Torres Ximena Elizabeth.

Estimados lectores, los invitamos a escuchar los siguientes podcasts en Spotify.

### El núcleo del demonio

Una esfera de plutonio, dos accidentes fatales y una lección que cambió para siempre la historia de la ciencia. Descubre la inquietante historia del "Núcleo del Demonio" en SINERGIA UTC, disponible en Spotify.

<https://open.spotify.com/episode/7weh9eecaQQnbJDMAAQHPL?si=EQ-Wtk5ORf2aMGqEl4c3Pg>



### Lo que callamos las mujeres en la ciencia

¿Sabías que muchas de las grandes contribuciones científicas fueron realizadas por mujeres que tuvieron que romper barreras? Escucha este episodio de SINERGIA UTC en Spotify y descubre sus historias.

<https://open.spotify.com/episode/1o8Nk1DvbtwkSjGc9IKXOg?si=izfH7sUsQGyKRIJWFUOYUA>



### Reviviendo el pasado

¿Es posible traer de vuelta a especies extintas? En "Reviviendo el pasado" exploramos la ciencia detrás de la desextinción y los desafíos éticos que plantea esta fascinante posibilidad. Escúchalo en SINERGIA UTC por Spotify.

<https://open.spotify.com/episode/5san3G6oIfZsrZkLy5C9XO?si=7hcNg246TmDUmcTjXC3Pw>



### Fritz Haber

¿Puede una misma persona ser recordada como héroe y villano de la ciencia? Acompáñanos en este episodio sobre Fritz Haber y reflexiona sobre los límites éticos del conocimiento científico. Disponible en Spotify.

<https://open.spotify.com/episode/4n8cME0krEQfjma2LOHYDv?si=lpH3eabBTdml88g9ZWgNug>



## Observations on a singular earthquake west of Cuba, after 1,098 days of seismic repose.

Dr. Manuel A. Iturralde-Vinent<sup>1</sup> & Dr. Enrique Arango Árias<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Meritorious Academic, ACC + CITMATEL Enterprise; <sup>2</sup>. National Center for Seismological Research (CENAIIS)

### Abstract

On June 8, 2026, at 18:00:34 UTC, an unusual and unexpected seismic event occurred, with its epicenter at coordinates 23.660°N and -84.629°W. This was the first event after 1,098 days of repose. This Mw 6.2 magnitude event released elastic wave trains that shook tall buildings in Southern Florida, Cancún, and in Cuba: Isle of Youth, Pinar del Río, Artemisa, Havana, Mayabeque, and Matanzas. No considerable damage has been reported.

### Introduction

Since the ground motions caused by the 06/08/2026 earthquake were felt in western Cuba, "rapid" reports began appearing on social networks, which can be grouped into three types:

1. Those that offered important information on how the earthquake was perceived in each locality.
2. Those that immediately reproduced news taken from social networks and digital newspapers.
3. Those who take advantage of the situation, as has occurred on several occasions after the recent strong earthquakes recorded in Baracoa, Pilón, and Imías; some people spread the word among residents that another strong earthquake or a tsunami was coming, promoting chaos and fear.

Individuals in group 1, who reported on the population's reaction in their locality and the damage that occurred, contributed useful information that it is also advisable to report to CENAIIS. This institution uses population observations and expert analyses to estimate the earthquake's intensity (degree of impact on infrastructure and people); with these data, they construct perceptibility maps, which are of great importance for developers and builders.

In contrast, those in groups 2 and 3 are desperate to publish any unverified information, often in an

exaggerated tone, solely with the aim of attracting readers' attention with the "scoop." Of course, everyone can write and republish whatever they wish; however, it is advisable to be more selective when consuming and forwarding dispatches with a tone of "exagerticia" (exaggerated news).

Seconds after the 06/08/2026 earthquake occurred, some reputable institutions posted information from automatic recordings on their respective websites, and CENAIIS posted it a few minutes later, in order to verify the data before publishing them.

In this essay, we will provide some opinions that could clarify the nature of this earthquake, based on the premise that sharing knowledge is useful, but promoting fear and hysteria is reprehensible.

### Precision of Earthquake Parameters

The earthquake in question was recorded by stations of the National Center for Seismological Research (CENAIIS [www.cenais.gov.cu](http://www.cenais.gov.cu)) of Cuba, the United States Geological Survey (USGS), and EarthScope (Seismological Facility for the Advancement of Geoscience), both from the USA. It was also recorded by numerous stations located in Jamaica, Santo Domingo, Puerto Rico, and other places worldwide.

Each earthquake is characterized by its *Magnitude*<sup>(1)</sup>, *Focal Depth*, *Epicentral Coordinates*, and *rupture mechanism*. All these values are calculated using algorithms developed by seismologists, but the precision of the results depends on the number of recordings obtained, especially from seismometers situated in appropriate positions, which varies with each event.

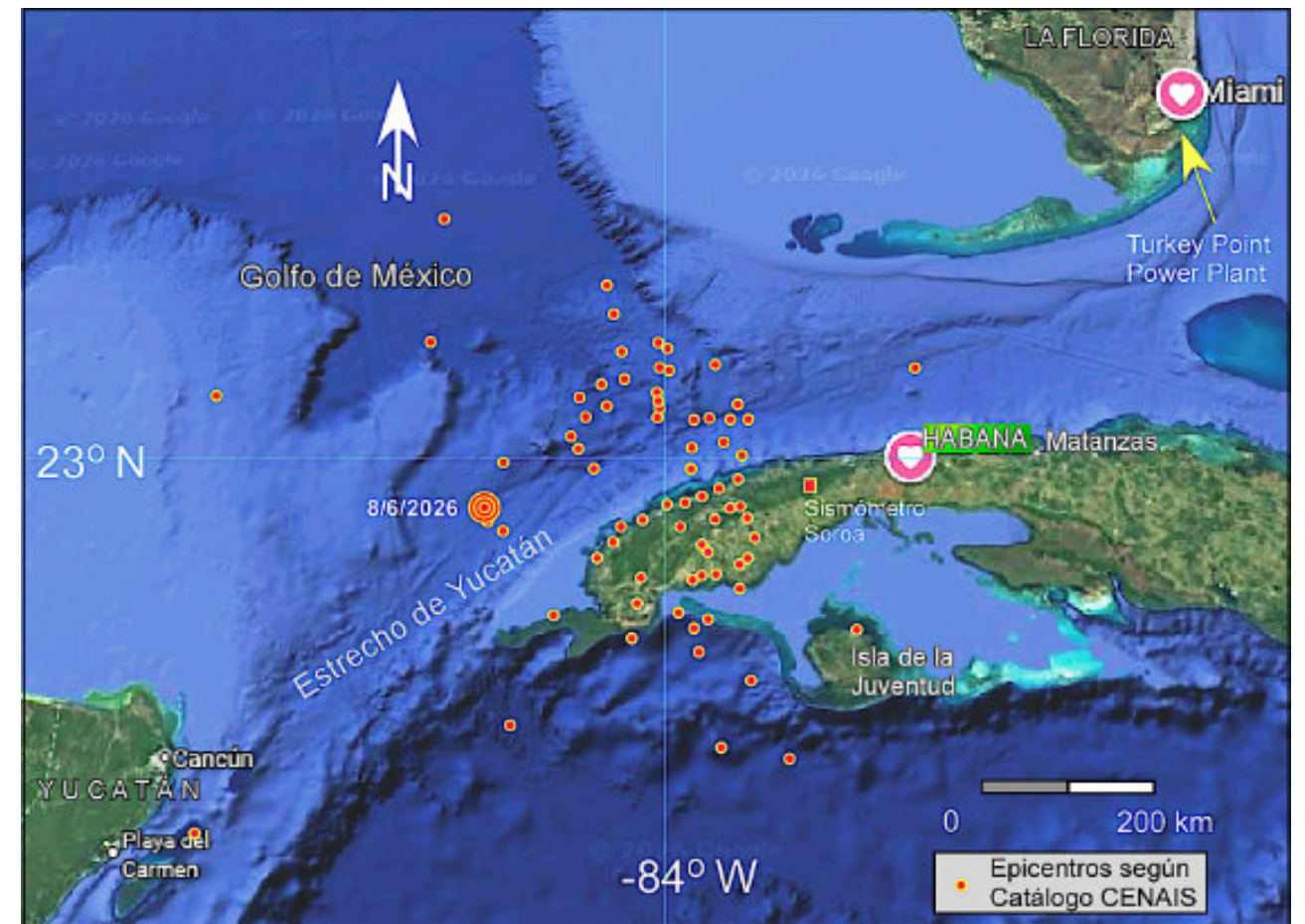
Therefore, it is important to emphasize that most of the data offered a few minutes after an earthquake occurs, are obtained from automatic processing programs. For example, for this earthquake, different Magnitude values have been offered, such as USGS 6.1 and CENAIIS 6.2. The focal depth was estimated at 20 km by CENAIIS and 26 km by SAGE/USGS. The time of occurrence is, according to USGS/SAGE 18:00:27 UTC, and according to CENAIIS 18:00:34 UTC. There are also differences in the epicenter location coordinates: according to CENAIIS, 23.660°N -84.63°W; according to USGS, 22.8009°N 85.1393°W; and according to SAGE, 22.79°N -85.15°W. However, it should be emphasized that these differences *are not significant*, but they demonstrate that to obtain adequate values, the participation of specialists who analyze the recordings and

re-calculate, selecting the most appropriate seismometers based on the earthquake's location, is required.

Reliable parameters are thus obtained and archived in permanent databases. No automatic program or AI can replace the specialists. This situation has two implications: The parameters of each earthquake that are disseminated a few minutes after the event have some imprecision, which can be corrected if necessary. Therefore, one cannot trust information disseminated by unqualified sources that lack the judgment to select the most appropriate source.

### Seismicity in the Yucatán Strait

The event of June 8th, and those previously recorded (Figure 1), have their epicenters located in the Yucatán Channel or Strait, within the North American Plate. The dispersion of historical seismic foci is partly due to the imprecision of older records due to the fact that on occasion they were recorded by only one station, but it demonstrates that these earthquakes are not linked to a single fracture, but rather to a variety of fractures oriented in different directions.



**Figure 1.** Schematic map showing the epicenters of earthquakes recorded west of the coordinate -83°W, according to the CENAIIS historical earthquake records (Google Map base).

This so-called *intraplate* seismicity, developed within the interior of the North American Plate, occurs in an environment where a variety of fractures in the Earth's crust, both ancient and recent, are known. These fractures become active because the entire planet is subjected to stresses caused by gravity, Earth tides, plate movements, and other processes developing within the Earth's mantle.

Saying that an earthquake is *intraplate* could lead to a misjudgment. Although the most frequent and destructive earthquakes occur along and near to active plate boundaries, one should not think that areas within a plate interior are without danger. It must be emphasized that within plates, far from their boundaries, the occurrence of

singular destructive earthquakes in any geographic setting may be associated with some active fault or volcano.

### Seismic Hazard

Historical records allow us to state that some very damaging earthquakes, with magnitudes between 5.0 and 8.0, have been detected in Cuban territory, although their hazardousness depends not only on the magnitude and proximity to the focus, *but above all on the vulnerability of the built infrastructure*. In this regard, it is important to highlight that the threat derived from earthquakes includes those whose epicenters may be located many kilometers from our coasts, especially if they have a magnitude greater than 6.

The elastic waves generated by these earthquakes can cause oscillations in tall buildings, wall vibrations, falling and shifting of objects, and, in extreme cases, partial or total collapses. An example is the 2010 Haiti earthquake, which caused oscillations in some tall buildings in Bayamo, and the 2020 Cayman Islands earthquake, which was perceptible throughout the entire extent of the island of Cuba. Now we must add the earthquake in question, which occurred more than 100 km NW of the island and was perceptible throughout the western part of the national territory.

Cuban territory has been divided into three regions according to seismic hazard: Eastern, Central, and Western. The *Western region* (Pinar del Río, Artemisa, Havana, Mayabeque, Matanzas, and Isle of Youth)(2), which concerns us, presents much lower historical seismic activity than the rest of the country, but is not therefore exempt from hazardousness. In this regard, it is noteworthy that since June 11, 2023, this region has remained in seismic calm, as no event has occurred within this territory. In this regard, it must be reiterated that "*the absence of seismic activity in this region may mean that energy is accumulating in the subsurface, which could reach the point of causing a large-magnitude earthquake at any future time.*" That prediction by Arango-Arias and Iturralde-Vinent <sup>(2)</sup> was partially fulfilled by the past June 8th earthquake, of M 6.2, which fortunately caused little damage. However, the epicenter of this earthquake is not located within the national territory, so from this perspective, the region continues in seismic calm.

In short, it is necessary to emphasize that Cuban territory is a seismically active zone, with varying levels of hazard,

so the possibility of earthquake occurrence must be taken into account when designing constructions, especially tall buildings, schools, and hospitals.

With respect to seismic hazard, one cannot ignore the possibility that an earthquake located between Cuba and Florida could lead to a technological disaster in the country or nearby territories. A hot spot is the Turkey Point Nuclear Power Plant, located south of the city of Miami, from where northerly winds blow, especially during winter, potentially dispersing radioactivity.

### Some facts to remember

1. The earthquake of June 8, 2026, had its epicenter located outside the national territory, but nevertheless affected the western region up to Matanzas, including the Isle of Youth.
2. For 3 years, for 1,098 days (June 11, 2023 – June 8, 2026), no earthquake whose epicenter was located in the western part of Cuban territory has occurred. This situation remains.
3. San Cristóbal and Artemisa suffered damage to some facilities as a result of the magnitude 5.1 earthquake that occurred on June 29, 2021.
4. The most damaging earthquake in western Cuba occurred on January 23, 1880, causing great destruction in San Cristóbal, Candelaria, and their surroundings; its maximum intensity (level of destruction) has been estimated at VIII degrees on the MSK scale.
5. The occurrence of a magnitude 6.2 earthquake a little over 100 kilometers WNW of Mantua, which was felt throughout western Cuba, is a call to emphasize the need for earthquake-resistant measures in all buildings, especially essential facilities such as hospitals, schools, and others to be built in Cuba, according to the recommendations of the Cuban Seismic Standard NC 46:2017.

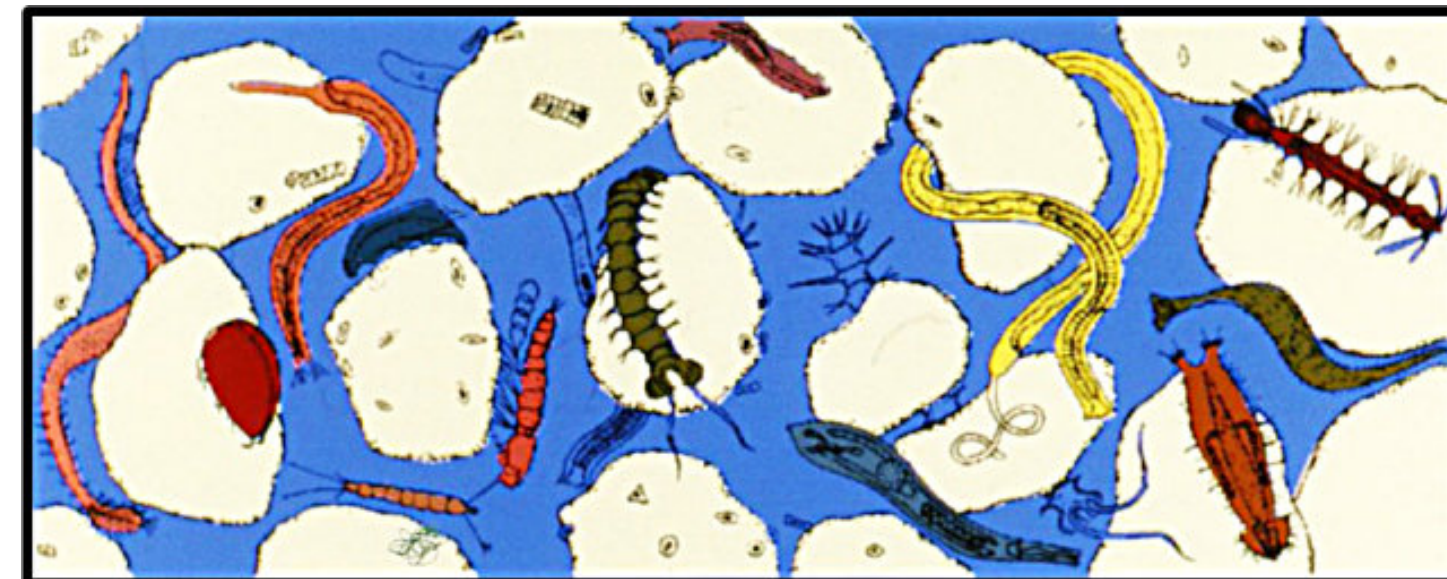
### NOTES

- (1) The Richter scale for earthquake magnitudes is currently obsolete. The Moment Magnitude (Mw) is now used, which reflects the total energy released, called the "seismic moment."
- (2) Arango-Arias, E., Iturralde-Vinent, M.A. 2026. Assessment of seismic activity in Cuba up to 2025 (+ Photos). Cubadebate 26/2/26, 08:45h.

## LA IMPORTANCIA DE LA CRIPTOBIOTURBACIÓN EN SUCESIONES SEDIMENTARIAS DEL REGISTRO GEOLÓGICO

JHONNY E. CASAS<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Petróleo y <sup>2</sup>Escuela de Geología Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela



Modificado de Bromley (1990)

### Introducción

La identificación e interpretación de trazas fósiles ha contribuido de manera significativa en las últimas décadas como indicador paleoambiental. En años recientes, su estudio denominado icnología, ha sido utilizado con éxito en la definición e interpretación de discontinuidades estratigráficas, superficies clave para la aplicación de los conceptos de estratigrafía secuencial. Hasta comienzos del siglo XXI, la mayoría de los trabajos publicados identificaban, interpretaban y discutían una serie de trazas fósiles producto de la actividad de organismos macrobentónicos. Se le dedicó muy poca atención a las trazas fósiles producto de la actividad biogénica a escala milimétrica, la cual fue denominada por primera vez en 1942 por Molly F. Mare [1], como la actividad del meibentos. El término proviene del griego *meion* (μείος), que significa «más pequeño», y *benthos* (βένθος), que se traduce como «fondo marino».

### La bioturbación intersticial del meibentos

En 1933, el zoólogo alemán Adolf Remane fue uno de los investigadores pioneros en usar tamices para estudiar la minúscula fauna presente en las capas del sedimento superficial en la bahía de Kiel (Alemania). En su publicación utilizó la palabra alemana

Sandlückenfauna o «fauna de intersticios de arena» [2], para referirse, entre otros, a copépodos y arquiánélidos que viven entre el sedimento. Dos años después, en 1935, Aubrey G. Nicholls publicó un artículo donde describía con mayor detalle el mismo concepto de Remane [2], pero usando el término «fauna intersticial». Este término describe con mayor detalle al conjunto de copépodos, nematodos, rotíferos, protozoos y otros animales suficientemente pequeños como para vivir y alimentarse entre los intersticios del sedimento [3] (pág. 379).

Ya en 1942, se publica un nuevo término: meibentos [1] (pág. 519-520), el cual fue acuñado por primera vez para definir un conjunto de metazoos bentónicos que se distinguían por su pequeño tamaño, intermedio entre el microbentos y el macrobentos. En términos más específicos, los organismos del meibentos se refieren a un grupo de seres invertebrados de dimensiones intermedias entre la macrofauna y la microfauna, que habitan todo tipo de sedimentos, principalmente en ambientes marinos y en todas las zonas climáticas. Estos organismos pueden presentarse en densidades altísimas de millones de individuos por metro cuadrado [4]. Las actividades de esta meiofauna (sinónimo de meibentos), modifican diversas propiedades físicas,

químicas y biológicas de los sedimentos, generalmente en forma simultánea. Por ejemplo, desplazando los granos de sedimento durante la construcción de madrigueras y movilizandolos la materia orgánica y los microorganismos situados en los intersticios entre los sedimentos durante su búsqueda de alimentos [5].

El conjunto meiofaunal o meiofauna está compuesto principalmente por ostrácodos, nematodos, copépodos, arquianélidos, malacostráceos, anfípodos haustóridos, anomópodos, halacáridos, turbelarios, algunos tipos de foraminíferos, así como equinodermos y moluscos juveniles [1, 2, 3, 6], los cuales perturban el sedimento de una manera muy activa y continua. Dicha perturbación es producida por una meiofauna característica, cuyos límites formales de tamaño, han sido variables a través de los últimos 30 años. No obstante, en líneas generales se definen operativamente, en base al ancho de malla estandarizado de los tamices: entre 500  $\mu\text{m}$  como límite superior y 40  $\mu\text{m}$  como límite inferior [6]. Estos organismos viven esencialmente entre los granos del sedimento (Figura 1), alimentándose de diversas partículas, principalmente bacterias, diatomeas y algas, adheridas a los granos de arena [1]. Este tipo de bioturbación es tal que la consistencia y las estructuras primarias de los sedimentos pueden ser modificadas por los organismos de la meiofauna que viven en ellos, asociándose comúnmente su presencia a sedimentos arenosos de grano fino a muy fino.

Algunas investigaciones como las de Cullen [7], Howard & Frey [8, 9] y Bromley [10], reportan que la actividad de estos organismos es tan intensa que pueden destruir tanto las estructuras sedimentarias primarias como las trazas fósiles de mayor tamaño, dejando apenas huellas imperceptibles de su actividad. En una serie de experimentos efectuados en tanques de laboratorio con sedimentos tomados del canal de Bristol en Reino Unido [7], se reportó que, tras un periodo de 10-14 días de haber removido toda la macrofauna cuyo tamaño excediera de 1 milímetro, todas las huellas de actividad macrobéntica que existían previamente en el sedimento, desaparecieron gradualmente por efecto de la nueva bioturbación meiofaunal. En este proceso destacaron como miembros más activos y ampliamente distribuidos, los ostrácodos y los nematodos, cuyas velocidades de movimiento a través del sedimento fueron estimadas en 2 mm/s [7].

Estudios adicionales efectuados en sedimentos recientes, analizaron núcleos de arena de grano fino, tomados en un estuario de Georgia (EE. UU.), concluyendo que la intensa bioturbación causada por anfípodos haustóridos, había alterado por completo las laminaciones primarias de la arena, dándole un aspecto «difuso» [8]. Esta misma observación fue realizada previamente por Howard & Elders en 1970 fide [8], en sedimentos de la isla Sapelo, también en la costa de Georgia.

No es sino hasta mediados-finales de la década de los 90, del siglo XX, cuando aparecen con mayor frecuencia publicaciones donde se describen e interpretan claramente ejemplos de actividad meiofaunal en rocas sedimentarias antiguas [11-16]. Todas ellas se basaron en el análisis de núcleos o testigos de areniscas cretácicas, interpretadas como depósitos de anteplaya del Miembro Falher D (Albiense), de la Formación Spirit River, así como de sucesiones estuarinas también del Albiense, de la Formación Bluesky [12], ambas en Alberta, Canadá. Una de las mencionadas publicaciones [14] también cita reconocer numerosos ejemplos de evidencias de actividad meiofaunal, en sucesiones sedimentarias de la cuenca de lago de Maracaibo. Específicamente, se cita su identificación sobre todo en los intervalos B-Superior del campo petrolero Barúa-Motatán, en el B-Inferior del campo Ceuta y del Bloque III, en el intervalo C-4 del Bloque I y en el intervalo B-2 del campo petrolero Lagunillas (Bloques 70/80), todos ellos correspondientes a rocas de la Formación Misoa de edad Eoceno medio.



Figura 1. Visualización artística de un ambiente marino intersticial, mostrando diminutos crustáceos (misticocáridos) que viven asociados a sedimentos de las zonas intermareal y playera. Fuente: Modificado de [6].

En la mayoría de los casos descritos, el grado de bioturbación de las areniscas parece ser tan intenso y homogéneo que no se aprecian estructuras sedimentarias primarias (Figura 2), o las mismas se preservan en forma de bandas muy tenues o difusas [11], casi como un «fantasma» (Figura 3). En otros casos dichas estructuras sedimentarias van desapareciendo gradualmente a medida que aumenta la intensidad de la bioturbación meiofaunal [11, 14] (Figuras 4 y 5).



Figura 2. Núcleo LL-3577 (Formación Misoa, B-2, Lago de Maracaibo, Venezuela). Profundidad: 3882,8 pies. Arenisca de grano fino totalmente bioturbada por meiofauna, aunque es posible observar todavía algunas trazas de *Ophiomorpha*. Escala en cm. Fuente: [14].



Figura 3. Núcleo 7-25-71-13W6 (Miembro Falher, Formación Spirit River, Alberta, Canadá). Profundidad: 2010,4 metros. Arenisca de grano fino totalmente bioturbada por meiofauna, aunque es posible observar todavía la laminación cruzada original de la roca, pero sumamente difusa.

Abundantes ejemplos adicionales proceden de literatura geológica existente, sobre todo de los años 80 y comienzos de los 90, periodo en el que el número de publicaciones de carácter sedimentológico fue notoriamente abundante. En muchas de estas publicaciones se observan fotografías de núcleos o testigos, que muestran claramente este tipo de bioturbación meiofaunal, sin que los autores originales mencionaran o se percataran de su existencia, o de su importancia. Excelentes ejemplos de ello se observan en [17] (pág. 234), [18] (pág. 100), [19] (pág. 246), [20] (pág. 299), [21] (pág. 384) y [22] (pág. 458), por citar algunos.



Figura 4. Núcleo 7-25-71-13W6 (Miembro Falher, Formación Spirit River, Alberta, Canadá). Profundidad: 1998,6 metros. Arenisca de grano fino a medio, moderada a fuertemente bioturbada por meiofauna. Es posible observar que la laminación cruzada va tornándose difusa, casi desapareciendo hacia la base del núcleo, a medida que aumenta la intensidad de la bioturbación meiofaunal. Es posible reconocer en esa zona basal, algunos pequeños *Macaronichnus* sp. Fuente: [14].



Figura 5. Núcleo 10-12-57-19W5 (Formación Bluesky, Alberta, Canadá). Profundidad: 2664 metros. Sutil contacto irregular entre una arenisca con estratificación cruzada muy difusa (mitad inferior) y una arenisca similar, pero totalmente bioturbada por meiofauna y sin estructuras visibles (mitad superior). Diámetro del núcleo: 4 pulgadas. Fuente: [12].

Los descubrimientos más antiguos de meiofauna fósil son escasos y fortuitos debido a la naturaleza delicada y al pequeño tamaño de los organismos involucrados. Sin embargo, se han reportado fósiles acordes al tamaño del meiofósil, en la Formación Doushantuo (suroeste de China), que datan de 50 Ma antes del comienzo del Cámbrico [23], confirmando una edad ediacárica para el meiofósil. Ya en el Cámbrico inferior se reconocen, a pesar de su diminuto tamaño, restos de meiofósil de concha dura, identificados como ostrácodos [6].

En núcleos o testigos, las huellas de actividad meiofaunal son a veces difíciles de identificar; sin embargo, cuando es posible, estas se caracterizan por una serie de marcas a escala milimétrica. Muchas veces en forma de pequeñas pistas circulares, semicirculares o rectas que resaltan ligeramente sobre el contexto general visual de la roca debido a la agrupación de granos de color claro, lo cual recuerda en cierta forma a la bioturbación producida por *Macaronichnus* juveniles

[14]. Una buena parte de los ejemplos corresponde o ha sido descrita en sucesiones de estratos arenosos de grano fino a medio, interpretados en una variedad de ambientes litorales y mareales, incluyendo la anteplaya. En estos contextos es común encontrar huellas de este tipo de actividad meiofaunal, comúnmente asociadas a estratos con otras trazas fósiles tales como: *Macaronichnus*, *Palaeophycus*, *Teichichnus* y *Ophiomorpha*, típicas de la icnofacies *Skolithos*. También han podido identificarse, pero en mucho menor grado, asociadas a icnofacies del tipo *Cruziana* [14].

#### ***Bioturbación críptica***

Décadas después del uso extendido del término «bioturbación meiofaunal», Pemberton & Gringas [24] emplean el término «bioturbación críptica» para describir esta misma actividad meiofaunal y la relacionan con las características de permeabilidad exhibidas por las rocas donde se reconoce este tipo de bioturbación. Estos autores [24], postulan una mejora en los parámetros de la distribución de la permeabilidad, inducida por la bioturbación críptica, resultante de alguno de los siguientes procesos:

- (a) la meiofauna altera, pero no destruye, la laminación sedimentaria.
- (b) la infauna a escala milimétrica o micrométrica, así como otras trazas tales como *Macaronichnus*, permiten preservar vestigios de la textura sedimentaria original, mediante un comportamiento de ingestión selectiva de granos
- (c) eliminación por completo de la estructura sedimentaria primaria, mediante organismos excavadores, en un sustrato que presenta poca variabilidad litológica.

En esta publicación [24], se postula que, en general, la bioturbación críptica es común en ambientes sedimentarios como canales clásticos estuarinos y canales distributarios, así como en los depósitos de la anteplaya superior. Se describen también dos interesantes casos de estudio: Bruce Field (Mar del Norte) y Ferron Sandstone (Utah). En ellos se analiza el comportamiento en términos de porosidad y permeabilidad, de los intervalos con bioturbación críptica [24], aportando además ejemplos con fotografías de núcleos o testigos de este tipo de perturbación biogénica. De este estudio se concluyó que el efecto de la bioturbación críptica no produce necesariamente un incremento de la permeabilidad, sino una reducción de la heterogeneidad interna. Esto

da lugar a una distribución más uniforme de dicha permeabilidad [24] en toda la unidad sedimentaria.

La identificación de bioturbación críptica no solo se ha circunscrito a los depósitos sedimentarios arenosos. También ha sido reportada en sucesiones clásticas de grano muy fino [7]. Schieber [25] muestra ejemplos de lutitas oscuras devónicas provenientes de EE. UU. (New Albany Shale y Chattanooga Shale), donde mediante el uso de rayos X y macrofotografías con alteración de contraste, fue posible observar este tipo de bioturbación normalmente imperceptible. Schieber y Wilson [26], analizando núcleos de rocas clásticas de grano fino ricas en materia orgánica, que abarcan desde el Ordovícico hasta el Cretácico (Formación Maquoketa, Genesee Shale, Huron Shale, Eagle Ford Shale), proponen que la existencia de bioturbación (denominada por los referidos autores como meioturbación), asociada a la alteración de las estructuras primarias por efecto de actividad de organismos meiofaunales, generan laminaciones «fantasma», contactos difusos y bandeamientos.

#### ***El término criptobioturbación***

El término criptobioturbación fue acuñado por primera vez en 1975 por Howard & Frey [9], para designar la bioturbación ocasionada por organismos de la meiofauna, en sedimentos recientes (neoiología). Sin embargo, dicho término fue empleado por primera vez en el estudio de rocas antiguas (paleoicnología) apenas en el año 2007 [27, 28], para describir este nivel de bioturbación, que según los mismos autores, había pasado inadvertido durante décadas en el estudio del registro geológico, siendo notables algunas excepciones [11, 14, 16]. El resurgimiento del término criptobioturbación [27, 28], vino a sustituir a la expresión «bioturbación meiofaunal» y «bioturbación críptica», que aunque en la literatura parecen poseer una sinonimia aparente, en la realidad se podrían separar basados en si la descripción se realiza sobre la base de los procesos biológicos o sobre los procesos sedimentológicos. En este último caso, el uso de los términos bioturbación críptica o criptobioturbación, es perfectamente válido, reafirmando entonces como característica principal su escala milimétrica o submilimétrica, y su expresión a menudo desapercibida en las rocas sedimentarias que la contienen.

Si bien la bioturbación macroscópica clásica es definida como un «caos biogénico» debido a la total destrucción de la fábrica y de las estructuras sedimentarias

originales [28], también se señala que la criptobioturbación, por su escala de acción, puede potencialmente perturbar por completo los sedimentos, con poca o ninguna distorsión en la laminación original [28]. Esto no siempre es el caso, ya que se han documentado numerosos ejemplos donde la criptobioturbación altera y homogeneiza completamente el sedimento, dando la apariencia de capas sedimentarias masivas, una estructura con la que en ocasiones pudo ser confundida y seguramente continúa siéndolo [14].

Descripciones de sucesiones sedimentarias exhibiendo criptobioturbaciones, principalmente para estudios en yacimientos de hidrocarburos, se han vuelto comunes en la literatura de los últimos 20 años, donde podemos citar algunos ejemplos emblemáticos como: Pemberton & Gingras [24], los cuales reportan bioturbación críptica en Toro Sandstone (Papúa Nueva Guinea) y en la Formación Mirador del Eoceno, en el campo petrolero Cusiana (Colombia). Netto et al. [29] mencionan una reducción de las propiedades petrofísicas (porosidad/permeabilidad), por efecto de la intensa criptobioturbación, en rocas marinas del Paleozoico superior (Rio Bonito/Palermo), en la cuenca Paraná de Brasil. Tonkin et al. [30] reportan niveles con criptobioturbaciones en la Formación Ben Nevis del Cretácico, costa afuera de Newfoundland (Canadá). Ezeh et al. [31] reportan núcleos o testigos con secciones crípticamente bioturbadas en rocas del Mioceno del delta de Níger. Mayorga & Sonnenberg [32] reportan la presencia de estratos de areniscas criptobioturbadas en Lewis Shale (Figura 6), del Cretácico superior (Campaniense-Maestrichtiense), de la cuenca Green River (Wyoming), así como ejemplos más antiguos de este tipo de bioturbación en estratos devónicos de antepaya de la Formación Tern [33], en la cuenca Bonaparte (Australia). Por último, se mencionará un reporte interno [34], para el campo San Joaquín (cuenca Oriental de Venezuela), en la Formación San Juan del Cretácico, donde se describen numerosos intervalos de areniscas de grano fino, completamente bioturbadas por meiofauna (Figura 7), e interpretadas como depósitos de antepaya [34].

Aunque la inmensa mayoría de la literatura existente describe este tipo de bioturbación en rocas de ambientes sedimentarios marino-marginales, Green et al. [35] reportan la primera documentación detallada de posible criptobioturbación en areniscas depositadas en ambientes marinos profundos, correspondientes a la

Formación Rio Dell (Plioceno), ubicada en la cuenca Eel River en California. Estos autores [35], sin embargo, postulan que este tipo de bioturbación difícilmente puede ser identificada a menos que existan algunas macro bioturbaciones preservadas en forma aislada, o que en secciones delgadas puedan observarse estructuras tubulares revestidas y con granos orientados.

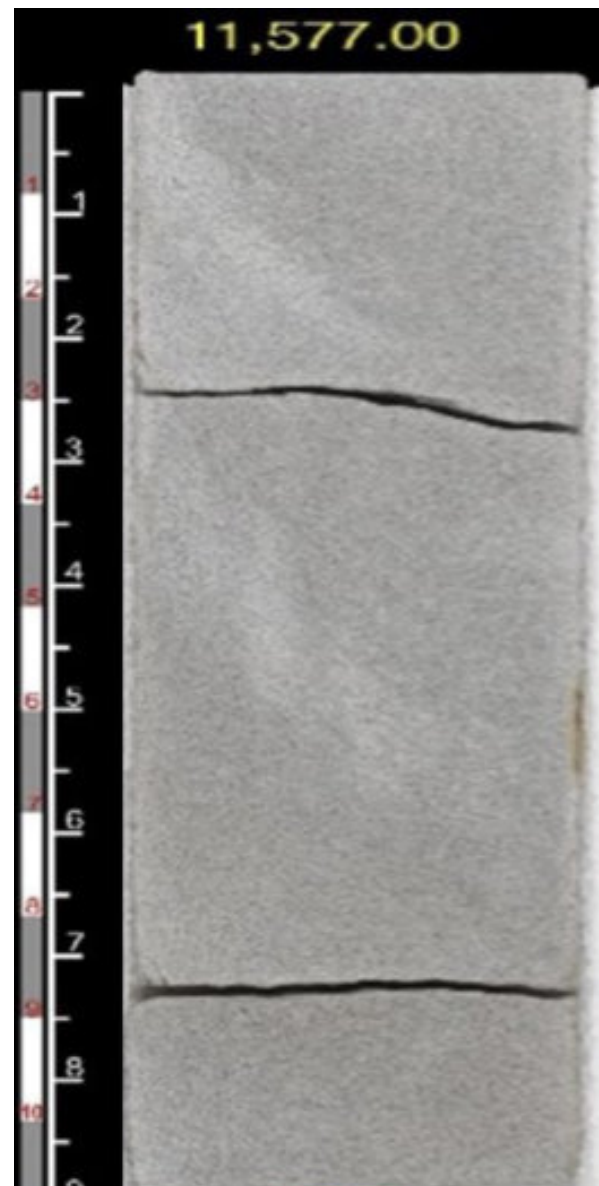


Figura 6. Núcleo Chain Lakes 5-5-4 (Lewis Shale, Green River, Wyoming). Profundidad: 11 577 pies. Arenisca de grano fino de apariencia masiva, pero completamente criptobioturbada. Escala vertical en pulgadas. Fuente: [32].



Figura 7. Núcleo JM-190 (Formación San Juan, Cuenca Oriental de Venezuela). Profundidad: 9479,4 pies. Arenisca de grano fino totalmente bioturbada por actividad meiofaunal, aunque es posible observar todavía, pero sumamente difusas, huellas de *Ophiomorpha* y *Macaronichnus* juveniles. Escala=1 pulgada. Fuente [34].

#### Comentarios finales

Interesantes experimentos de neoicnología llevados a cabo en laboratorio [36] consistieron en colocar capas delgadas de granos de arena sobre la superficie de una capa de arcillas, que contenía una densidad de nematodos similar a la de ambientes modernos (80 individuos/cm<sup>3</sup>). Los resultados proporcionaron evidencia empírica e ilustraron claramente la eficacia de los nematodos, para desplazar y dispersar los granos de arena, alejándolos de su ubicación original. En menos de dos días, aproximadamente el 75 % de la capa de arena se había difuminado en la capa de lodo infrayacente. Esto indicaba que incluso las capas de sedimento con un marcado contraste composicional, pueden volverse casi invisibles muy rápidamente,

dejando como resultado estructuras bandeadas difusas [36].

La importancia de poder identificar este tipo de actividad orgánica radica en el hecho de que permite explicar la aparente falta de estructuras sedimentarias que presentan muchos estratos de areniscas en diferentes formaciones y edades geológicas. Aunado a esto, se encuentra el hecho de que la gran mayoría de los ejemplos identificados hasta el momento en areniscas, están asociados principalmente a la icnofacies del tipo Skolithos en ambientes marino-marginal; y en menor medida a depósitos clásticos de aguas profundas. Esto convierte a la criptobioturbación en un poderoso indicador paleoambiental, en conjunto con los criterios sedimentológicos e icnológicos tradicionalmente utilizados [14, 37, 38].

Para autores clásicos como Pemberton et al. [28], las cada vez más numerosas publicaciones acerca de estudios en sucesiones sedimentarias antiguas, exhibiendo criptobioturbaciones, sirven para demostrar lo que J. Howard *vide* [28], vaticinó hace casi 50 años: «Las trazas fósiles se encuentran cuando se buscan, es decir, prácticamente existen en cualquier lugar si se observa con suficiente empeño... la ausencia total de trazas, por otro lado, debería ser motivo de gran preocupación para el investigador que analiza sedimentos antiguos y sugiere que sería conveniente reexaminar el intervalo con mucho mayor detalle».

Hasta ahora, los criterios para la identificación de criptobioturbación no han sido claramente establecidos o formalizados, debido precisamente a su carácter milimétrico y a las dificultades de su reconocimiento macroscópico. En algunos casos, es clave observar una gradación vertical desde intervalos visiblemente bioturbados por organismos macrobentónicos, a intervalos de apariencia masiva, como los mostrados en las figuras 5 y 6 [38]. En todos los otros casos, la observación de reliquias o «fantasmas» de estructuras sedimentarias, así como una serie de marcas a escala milimétrica en forma de pequeñas pistas circulares, semicirculares o rectas, que resaltan ligeramente sobre el contexto general visual de la roca debido a la agrupación de granos de color claro, parece ser un fuerte indicio de criptobioturbación.

Si bien la criptobioturbación está ampliamente distribuida en facies arenosas del registro geológico, su correcta identificación se ha convertido en un factor

clave al momento de describir e interpretar sucesiones sedimentarias. No obstante, presenta algunas limitaciones a la hora de reconocerla macroscópicamente, especialmente si los núcleos o testigos, no han sido seccionados verticalmente para permitir una visión bidimensional del estrato. Asimismo, existen limitaciones en estudios de afloramiento, donde podría ser muy difícil reconocerla debido a las alteraciones propias de las rocas expuestas a la

meteorización, las cuales pueden enmascarar por completo estas huellas milimétricas.

### Referencias

- [1] MARE, M.F. 1942. A study of a marine benthic community with special reference to the microorganisms. *J. Mar. Biol. Ass.*, UK, 25, 517-554  
[https://plymsea.ac.uk/id/eprint/1212/1/A\\_study\\_of\\_a\\_marine\\_benthic\\_community\\_with\\_special\\_reference\\_to\\_the\\_microorganisms.pdf](https://plymsea.ac.uk/id/eprint/1212/1/A_study_of_a_marine_benthic_community_with_special_reference_to_the_microorganisms.pdf)
- [2] REMANE, A. 1933. Verteilung und Organisation der benthonischen Mikrofauna der Kieler Bucht. *Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel*, 21: 161-221 [https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/58617/1/Remane\\_A\\_1928.pdf](https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/58617/1/Remane_A_1928.pdf)
- [3] NICHOLLS, A.G. 1935. Copepods from the interstitial fauna of a sandy beach. *J. Mar. Biol. Ass.* 20: 379-405  
[https://plymsea.ac.uk/id/eprint/883/1/Copepods\\_from\\_the\\_interstitial\\_fauna\\_of\\_a\\_sandy\\_beach.pdf](https://plymsea.ac.uk/id/eprint/883/1/Copepods_from_the_interstitial_fauna_of_a_sandy_beach.pdf)
- [4] URBAN-MALINGA, B. 2014. Meiobenthos in marine coastal sediments. En: Martini, I. P. & Wanless, H. R. (eds). Sedimentary Coastal Zones from High to Low Latitudes: Similarities and Differences. *Geological Society of London, Special Publications*, 388: 59-78.
- [5] SCHRATZBERGER, M. & INGELS, J. 2018. Meiofauna matters: The roles of meiofauna in benthic ecosystems. *J. Experimental Marine Biology and Ecology*. 502: 12-25  
[https://www.researchgate.net/publication/313324364\\_Meiofauna\\_matters\\_The\\_roles\\_of\\_meiofauna\\_in\\_benthic\\_ecosystems](https://www.researchgate.net/publication/313324364_Meiofauna_matters_The_roles_of_meiofauna_in_benthic_ecosystems)
- [6] GIÈRE, O. 2009. *Meiobenthology*. The microscopic motile fauna of aquatic sediments. Springer-Verlag, Berlin, 538 p.
- [7] CULLEN, D.J. 1973. Bioturbation of superficial marine sediments by Interstitial Meiobenthos: *Nature*, 242: 323-324  
<https://www.nature.com/articles/242323a0>
- [8] HOWARD, J. D. & FREY, R. W. 1973. Characteristic physical and biological sedimentary structures in Georgia estuaries. *AAPG Bulletin*, 57(7): 1169-1184. <https://pubs.geoscienceworld.org/aapg/aapgbull/article/57/7/1169/36878/Characteristic-Physical-and-Biogenic-Sedimentary>
- [9] HOWARD, J.D. & FREY, R.W. 1975. Estuaries of the Georgia coast, U.S.A.: Sedimentology and biology II. Regional animal-sediment characteristics of Georgia estuaries. *Senckenbergiana Maritima*. 7: 33-103.
- [10] BROMLEY, R.G. 1990. *Trace fossils, biology and taphonomy*. 2d ed.: London, Unwin-Hyman, 361 p.
- [11] CASAS, J.E. 1996. *Sedimentology, facies association and sequence stratigraphy of Falher divisions C and D, Lower Cretaceous Spirit River Formation, West-central Alberta, Canada*, McMaster University, Unpublished MSc Thesis, 231 p.  
<https://macsphere.mcmaster.ca/items/94e886fd-83b3-46a4-b153-60ce3e4036f3>
- [12] TERZUOLI, A. 1996. *Sedimentology and ichnology of estuarine channels in the Lower Cretaceous Bluesky Formation: The Edson Gas Reservoir, West-Central Alberta, Canada*. McMaster University, Unpublished MSc Thesis, 180 p.
- [13] CASAS, J. & WALKER, R. Sequence Stratigraphy and Facies Association of Falher units C and D, Lower Cretaceous, Alberta Basin, Canada. II AAPG/SEG International Congress, Caracas, Venezuela, Abstracts, AAPG Bulletin, 80(8): 1279 (1996).
- [14] CASAS, J. 1997. Importance of bioturbation by interstitial meiobenthos in ancient sedimentary successions. *Memorias I Congreso Latinoamericano de Sedimentología*, Margarita, Soc. Ven. Geol. Tomo I, 157-160.  
[https://www.researchgate.net/publication/250003981\\_Importancia\\_de\\_la\\_Bioturbacion\\_ocasionada\\_por\\_el\\_Meioentos\\_intersticial\\_en\\_sucesiones\\_sedimentarias\\_antiguas](https://www.researchgate.net/publication/250003981_Importancia_de_la_Bioturbacion_ocasionada_por_el_Meioentos_intersticial_en_sucesiones_sedimentarias_antiguas)
- [15] CASAS, J. & WALKER, R. 1997. High resolution sequence stratigraphy of Falher Division D, Spirit River Formation, Alberta, Canada. *Memorias I Congreso Latinoamericano de Sedimentología*, Margarita, Soc. Ven. Géol. Tomo I, 145-155.
- [16] CASAS, J. & WALKER, R. 1997. Sedimentology and depositional history of unit C and D of the Falher Member, Spirit River Formation, West-Central Alberta. *Bull. of Canadian Petroleum Geology*, 45(2): 218-238  
<https://www.osti.gov/etdweb/biblio/495267>
- [17] WEIMER, R.J., HOWARD, D.R. & LINDSAY, D.R. 1982. Tidal flats and associated tidal channels En: Scholle, P.A. y Spearing, D., ed., Sandstone Depositional Environments. *AAPG Memoir* 31, 191-245.
- [18] HAYES, B.J.R. 1988. Incision of a Cadotte Member paleovalley-system at Noel, B.C. - Evidence of a Late Albian sea level fall, en: James, D.P. and Leckie, D.A., ed., *Sequences, Stratigraphy, Sedimentology: Surface and subsurface*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoria 15, 97-106.
- [19] VOSSLER, S.M. & PEMBERTON, S.G. 1988. Ichnology of the Cardium Formation (Pembina oilfield): Implications for depositional and sequence stratigraphic interpretations En: James, D.P. and Leckie, D.A., ed., *Sequences, Stratigraphy, Sedimentology: Surface and subsurface*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 15, 237- 254.
- [20] HARDING, S.C. 1988. Facies interpretation of the Ben Nevis Formation in the North Ben Nevis M-61 well, Jeanne D'Arc Basin, Grand Banks, Newfoundland. En: James, D.P. and Leckie, D.A., ed., *Sequences, Stratigraphy, Sedimentology: Surface and subsurface*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoria 15, p. 291-306.
- [21] MOSLOW, T.F. & PEMBERTON, S.G. 1988. An integrated approach to the sedimentological analysis of some lower Cretaceous shoreface and delta front sandstones sequences. En: James, D.P. and Leckie, D.A., ed., *Sequences, Stratigraphy, Sedimentology: Surface and subsurface*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoria 15, p. 373-386.
- [22] RANGER, M.J., PEMBERTON, S.G. & SHARPE, R.J. 1988. Lower Cretaceous examples of a shoreface-attached marine bar complex: the Wabiskaw "C" Sand of northeastern Alberta En: James, D.P. and Leckie, D.A., ed., *Sequences, Stratigraphy, Sedimentology: Surface and subsurface*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoria 15, p. 451-462.
- [23] CHEN, J.-Y., BOTTJER, D., OLIVERI, P., DORNBOS, S., GAO, F., RUFFINS, S., CHI, H., LI, C.-W. & DAVIDSON E. 2004. Small bilaterian fossils from 40 to 55 million years before the Cambrian. *Science*, 305: 218-222.  
[https://www.researchgate.net/publication/8527645\\_Small\\_bilaterian\\_fossils\\_from\\_40\\_to\\_55\\_million\\_years\\_before\\_the\\_Cambrian](https://www.researchgate.net/publication/8527645_Small_bilaterian_fossils_from_40_to_55_million_years_before_the_Cambrian)
- [24] PEMBERTON, S.G., & GINGRAS, M. 2005. Classification and characterizations of biogenically enhanced permeability. *AAPG Bulletin*, 89(11): 1493-1517 <https://pubs.geoscienceworld.org/aapg/aapgbull/article/89/11/1493/40191/Classification-and-characterizations-of>
- [25] SCHIEBER, J. 2003. Simple Gifts and Buried Treasures –Implications of Finding Bioturbation and Erosion Surfaces in Black Shales. *The Sedimentary Record*, 1(2): 4-8 <https://thesedimentaryrecord.scholasticahq.com/article/30047-simple-gifts-and-buried-treasures-implications-of-finding-bioturbation-and-erosion-surfaces-in-black-shales>
- [26] SCHIEBER, J. & WILSON, R. 2021. Burrows without a trace—How meioturbation affects rock fabrics and leaves a record of meiobenthos activity in shales and mudstones. *PalZ* 95: 767-791. <https://doi.org/10.1007/s12542-021-00590-7>
- [27] PEMBERTON, S. G., MACEACHERN, J., GINGRAS, M. & SAUNDERS, T. 2007. Cryptobioturbation and the work of sedimentologically friendly organisms. *AAPG Annual Convention*, Long Beach, California. Abstracts.  
<https://www.searchanddiscovery.com/abstracts/html/2007/annual/abstracts/lbPemberton.htm>
- [28] PEMBERTON, S.G., MACEACHERN, J. B, GINGRAS, M., & SAUNDERS T. 2008. Biogenic chaos: Cryptobioturbation and the work of sedimentologically friendly organisms. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 270(3-4): 273-279.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031018208004239>
- [29] NETTO, R., TOGNOLI, F., BUATOIS, L. & MANGANO, M. 2008. Reduction in Reservoir Potential by Cryptobioturbation. A Case Study In Upper Paleozoic Shallow-Marine Sandstones (Rio Bonito/Palermo sedimentary succession, Paraná Basin, south Brazil). *Geological Society of America Abstracts with Programs*. 40(6): 440.  
<https://gsa.confex.com/gsa/2008AM/webprogram/Paper146577.html>
- [30] TONKIN, N., MCILROY, D., MEYER, R. & MOORE, A. 2010. Bioturbation influence on reservoir quality: A case study from the Cretaceous Ben Nevis Formation, Jeanne d'Arc Basin, offshore Newfoundland, Canada. *AAPG Bulletin*, 94(7): 1059-1078.
- [31] EZEH, S., MODE, A., ADEJINMI, K. & OZUMBA, B. 2013. Cryptobioturbation; The Hidden Signature in Reservoir Homogenization: Example from Early-Late Miocene Core of the Niger Delta Basin. *International Conference and Exhibition-NAPE ICE*, Lagos, Nigeria. 1-12.  
[https://www.researchgate.net/publication/326461934\\_Cryptobioturbation\\_The\\_Hidden\\_Signature\\_in\\_Reservoir\\_Homogenization\\_Example\\_from\\_Early-Late\\_Miocene\\_Core\\_of\\_the\\_Niger\\_Delta\\_Basin](https://www.researchgate.net/publication/326461934_Cryptobioturbation_The_Hidden_Signature_in_Reservoir_Homogenization_Example_from_Early-Late_Miocene_Core_of_the_Niger_Delta_Basin)
- [32] MAYORGA, C. & SONNENBERG, S. 2021. High-Resolution Reservoir Characterization of the Lewis Shale, Greater Green River Basin, Wyoming. *SPE/AAPG/SEG Unconventional Resources Technology Conference*, Houston, Texas, USA.  
<https://doi.org/10.15530/urtec-2021-5653>
- [33] BANN, K. & FIELDING, C. 2004. An integrated ichnological and sedimentological comparison of non-deltaic shoreface and subaqueous delta deposits in Permian reservoir units of Australia, En: MCILROY, D. (ed.) 2004. The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphic Analysis. *Geological Society, London, Special Publications*, 228: 273-310.  
<https://www.lyellcollection.org/doi/pdf/10.1144/gsl.sp.2004.228.01.13>
- [34] CASAS, J. E. 2011. *Reporte Final de Estudios Geológicos. Caso Formación San Juan (Cretácico). Distrito Anaco, Venezuela*. Gazprom Latin América, Reporte interno no publicado, 100 p.
- [35] GREEN, T., GINGRAS, M., GORDON, G. & MCKEEL, D. 2012. The significance of deep-water cryptic bioturbation in slope-channel massive sand deposits of the lower Rio Dell Formation, Eel River basin, California. *Marine and Petroleum Geology*, 29(1): 152-174.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264817211001723?via%3Dihub>

[36] SCHIEBER, J. & WILSON, R. 2021. Burrows without a trace - How meioturbation affects rock fabrics and leaves a record of meiobenthos activity in shales and mudstones. *Paläontologische Zeitschrift*. 95: 767-791. <https://doi.org/10.1007/s12542-021-00590-7>

[37] CASAS, J. 2026a. Allostratigraphy of Falher member d, Spirit River formation (lower Cretaceous), Alberta, Canada. *Maya Revista de Geociencias*, 1: 109-123 <https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2025/12/Revista-Maya-Geociencias-Enero-2026.pdf>

[38] CASAS, J. E. 2026b. Criptobioturbación - La importancia de la bioturbación ocasionada por el meiobentos intersticial en sucesiones sedimentarias del registro geológico. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*. Vol. LXXXVI, 1: 19-27 <https://acfiman.org/wp-content/uploads/2026/04/bacfiman86.1.19.pdf>



[jcasas@geologist.com](mailto:jcasas@geologist.com)

**Jhonny E. Casas** es Ingeniero Geólogo graduado de la Universidad Central de Venezuela, y con una maestría en Sedimentología, obtenida en McMaster University, Canadá. Tiene 39 años de experiencia en geología de producción y exploración, modelos estratigráficos y secuenciales, caracterización de yacimientos y estudios integrados para diferentes cuencas en Canadá, Venezuela, Colombia, Bolivia, Ecuador y Perú.

Autor/Co-autor en 67 publicaciones para diferentes boletines y revistas técnicas, como: Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Geophysics, The Leading Edge, Asociación Paleontológica Argentina, Paleontology, Journal of Petroleum Geology, Academia de Ciencias, Academia de Ingeniería y Caribbean Journal of Earth Sciences; incluyendo presentaciones en eventos técnicos: AAPG, SPE, CSPG-SEPM y Congresos Geológicos en Venezuela y Colombia, así como artículos históricos en el boletín AAPG Explorer. Autor de mas de 65 artículos de divulgación científica.

Profesor de Geología del Petróleo (1996-2004). Profesor de materias de postgrado tales como: Estratigrafía Secuencial, Modelos de Facies y Análogos de afloramiento para la caracterización de yacimientos (2003-2025), en la Universidad Central de Venezuela. Mentor en 12 tesis de maestría. Representante regional para la International Association of Sedimentologist (2020-2026) y ExDirector de Educación en la American Association of Petroleum Geologists (AAPG) para la región de Latinoamérica y del Caribe (2021-2023). Advisory Counselor para AAPG LACR (2023-2026).

## “De mis libretas de campo en la Sierra Madre Oriental”

Ing. Rogelio Ramos Aracén

[ramosrogelio51@gmail.com](mailto:ramosrogelio51@gmail.com)



Mis principales trabajos de Geología de campo, siempre fueron para Pemex Exploración, así me inicié como ayudante midiendo estratigráficamente a la Formación Chicontepec, y registrando las estructuras sedimentarias desde las principales hasta los asombrosos Inofósiles que fueron clave para interpretar que estas turbiditas se depositaron a más de 3,800 m de profundidad. Posteriormente hice semidetalle estructural y más mediciones estratigráficas en la Plataforma Valles S.L.P., y uno grandioso de Reconocimiento Regional de la Sierra Madre Oriental, cubriendo los estados de Nuevo León y Tamaulipas, donde los paisajes, los sobre esfuerzos a veces inhumanos, me sellaron mi pasión por esas majestuosas montañas, recuerdo cuando subimos el Cerro del Viejo en la región de Zaragoza N.L. donde iniciamos los trabajos como a las 8 am y llegamos a la cima a las 21 pm casi desmayándome, después supe que esa cima fue referencia del navegante español Cabeza de Vaca en su travesía marinas. Y fui jefe de Brigada a partir de 1981 con mi primer proyecto, (del cual pongo aquí mi primer dibujo) y a partir de aquí, continuo haciendo expediciones a la SMO con colegas y a veces solo en las sinuosas áreas de la Sierra Madre Oriental, en la regiones de Tamazunchale, Xilitla, Cd. Valles SLP, en la Sierra de Huizachal Peregrina, y en casi gran parte de la SMO desde Monterrey N.L. hasta Huachinango, Puebla, y también hago expediciones por mi cuenta de las cuales he realizado 3 excursiones para profesionistas y jóvenes pasantes, 2 en la Fm. Chicontepec y otra en las rocas cretácicas y jurásicas de tipo Shales donde tuve gran participación de profesionistas de la U.N.A.M. Y el IPN, Ingenieros Petroleros, Ingenieros Geólogos y pasantes de geociencias y dos doctores uno en Geoquímica y otro en Geofísica.



### Formación Chicontepec.

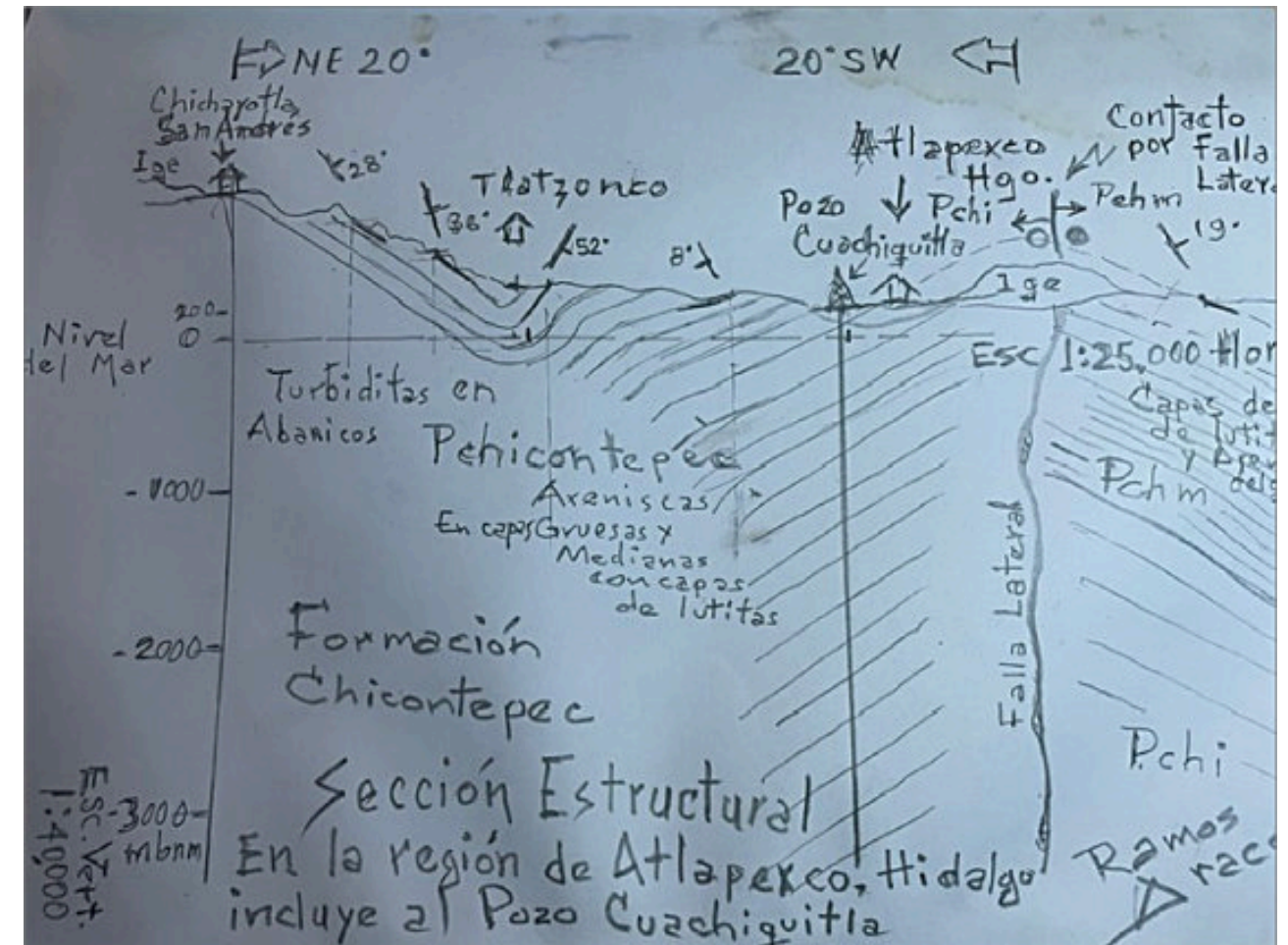
Area de Chachaltipa, Hidalgo, México.

Localidad, Camino a Chachaltipa, Hidalgo.

Título, Turbiditas de la Fm. Chicontepec.

**Desarrollo del trabajo:** En las mediciones estratigráficas en la Fm Chicontepec, cuando fui ayudante de Geología superficial en la cual colaboré con mis primeros trabajos en la exploración Geológica.

**Descripción del Dibujo.** En la figura 1, se observan en series de areniscas en capas de 5 a 20 cm de espesor intercaladas con paquetes de lutitas delgadas y laminares en paquetes de 10 a 50 cm aproximadamente, pertenecientes a la formación Chicontepec y caracterizadas como depósitos de turbiditas depositadas en ambientes profundos batiales.



### Sección Estructural.

Localidad, Área de Atlapexco, Hidalgo, México.

Título, Sección Estructural desde Chiyayotla San Andrés, Tlatzonco, pozo

Cuachiquitla y Atlapexco, Hidalgo.

**Desarrollo del trabajo:** En los recorridos de Geología Regional., en la región de las estribaciones frente a la Sierra Madre Oriental, se elaboró esta sección esquemática con escalas aproximadas.

**Descripción del Dibujo.** En la sección estructural de orientación NE 20° SW esquemática se ilustra el comportamiento de las capas de la Fm. Chicontepec inferior en un pliegue sinclinal cuyo eje pasaría por el poblado de Tlatzonco, Hgo, y su flanco derecho llega al pozo Cuachiquitla y después del poblado de Atlapexco, Hgo., y siguiendo en sentido horizontal hacia el contacto con el Chicontepec medio en capas buzando hacia el SW por medio del contacto de una falla lateral o Strike Slip.



**Rogelio Ramos Aracén**, es geólogo petrolero egresado del IPN, con experiencia en geología de campo en superficie en la SMO y como geólogo de pozos de exploración y explotación.

En su primer proyecto en 1981 denominado El Limón, del área de Ciudad Mante Tamaulipas. Cambio drásticamente las interpretaciones estructurales de pliegues en abanico, modificándolos por fallas de Cabalgamientos y de desgarre o laterales, trabajo muy polémico en ese entonces, pero años después y ahora ya son conceptos triviales.

Efectuó trabajos de Geología Regional tanto de la Plataforma Valles, como de las regiones de los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla.

Una Invitación inesperada primeramente del Dr. Eduardo Aguayo, me involucra con geólogos internacionales de la SGA y de la AAPG, para excursiones en la región frontal de la SMO, en las sierras de El Abra, Xilitla, Ahuacatlan, Qro., y paso de invitado a protagonista y guía colaborador con los Drs. Paul Enos y Charles Minero con los cuales se convirtió en coautor del Libro *Sedimentology and Diagenesis of Middle Cretaceous Platform East Central Mexico*

Participó en el Simposium sobre Yacimientos Naturalmente Fracturados en Tampico al lado del Dr. Ronald Nelson. y en recorrido de campo a la SMO y curso de sedimentología de siliciclastos con el Dr. Paul Edwin Potter y en secciones regionales de la Cuenca Tampico Misantla con el Dr. A. W. Bally.

Ha impartido conferencias en congresos nacionales y fue invitado y embajador mexicano en el Pabellón Internacional celebrado en el congreso de la AAPG en Dallas Txs. en 1997

Fue Premio Nacional en el 3er Simposium de Exploración de Plays y Habitats de Hidrocarburos en Tampico Tam. en 2007.

Fue presidente de las delegaciones de Tampico y CDMX de la AMGP, en los bienios 1998-1999 y 2018-2020 respectivamente, y recientemente ex candidato a la presidencia nacional de la AMGP

Laboro en Pemex exploración, en el IMP como asesor y consultor con Ingeniería de Perforación de Pozos en las regiones del SE y N., y como analista sedimentológico del Jurásico Superior, recientemente ha efectuado trabajos como asesor con algunas empresas del sector energético en algunos de sus proyectos o adjudicaciones.

#### Co Autor del Libro

Paul Enos, Charles Minero, Rogelio Ramos Aracén. *"Sedimentology and Diagenesis of Middle Cretaceous Platform East Central Mexico"*, AAPG GUIDE BOOK FIELD TRIP AAPG DALLAS ANUAL CONVENTION 1997

#### Principales Conferencias Impartidas.

#### EN CONVENCIONES NACIONALES DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA, en los años:

**1984** "LOS CABALGAMIENTOS EN LA REGIÓN DE CD. MANTE TAM." VI CONGRESO SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA EN EL HOTEL MA. ISABEL SHERATON EN MÉXICO, D.F.

**1986** "EL ORIGEN DE LAS CONCRECIONES EN LA FM. LA CASITA" VII CONGRESO SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA EN EL IMP EN MÉXICO, DF.

**1988** "LOS OLISTOLITOS DE LA FM. EL DOCTOR EN EL ÁREA DE ZIMAPAN, HGO". VIII CONGRESO SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA EN LA CFE EN MÉXICO, DF.

**1990** "DEFORMACION ESTRUCTURAL EN EL FRENTE DE LA SMO ÁREA, XILITLA, TAMAZUNCHALE, SLP". IX CONGRESO SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA EN EL AUDITORIO BRUNO MASCANZONI DEL IMP EN MÉXICO, DF.

**1992** "EXPLORACION DE PETROLEO ASOCIADO A EL FRACTURAMIENTO REGIONAL EN LA PLANICIE COSTERA" X CONGRESO SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA EN EL CENTRO DE CONVENCIONES "EXPOVER" EN EL PUERTO DE VERACRUZ, VERACRUZ.

**2021** "LA INVASIÓN MARINA SOBRE LOS BORDES CONTINENTALES DESDE EL CALLOVIANO AL KIMMERIDGIANO EN EL ORIENTE Y SURESTE DE MÉXICO. CDMX VIA ZOOM.

**2021** "PRINCIPALES OROGENIAS EN MÉXICO CON CATACTERISTICAS GEOLOGICAS. ESTILOS ESTRUCTURALES, CRONÓLOGIAS". CDMX. VIA ZOOM

# Foro de discusión Discussion Forum

**A sugerencia de uno de nuestros lectores, a partir de ahora, estaremos incluyendo las opiniones y discusiones de nuestros lectores en relación a las Notas Geológicas publicadas, lo que permitirá la participación activa de los interesados. En definitiva, este foro de discusión será de gran valor para mantener el interés en una gran variedad de temas geológicos, y creará un ambiente de colaboración cordial entre nuestras comunidades de Geociencias.**

**Por favor envíen sus observaciones, comentarios y sugerencias a cualquiera de los Editores de la Revista Maya de Geociencias.**

**At the suggestion of one of our readers, beginning with this August issue we will be including opinions and discussions from our readers relating to the published geological notes. This will permit active participation by interested parties. This discussion forum will certainly have great value for maintaining interest in a wide variety of geological themes, and will create a cordial, collaborative atmosphere among our geoscience community.**

**Please send your observations, comments and suggestions to any of the Editors of the Revista Maya de Geosciencias.**

Xaman Ek, Dios de la Estrella Polar



La quinta deidad más común en los códices es Xaman Ek, el dios de la estrella polar, que aparece 61 veces en los tres manuscritos. Se le representa siempre con la cara de nariz roma y pintas negras peculiares en la cabeza. No tiene más que un jeroglífico de su nombre, su propia cabeza, que se ha comparado a la del mono. Esta cabeza, con un prefijo diferente al de su nombre, es también el jeroglífico del punto cardinal norte, lo cual tiende a confirmar su identificación como dios de la estrella polar. La naturaleza de su aparición en los manuscritos indica que ha de haber sido la personificación de algún cuerpo celeste, importante.

## THE MUSEUM OF NATURAL SCIENCES, TIRANA

**Haz click en la imagen**





COMITÉ DE EDUCACIÓN Y DIVULGACIÓN DE GEOLATINAS

Ven y participa con nosotros en nuestra iniciativa de divulgación técnica y científica:

# GeoSeminarios

## ¡QUEREMOS DAR A CONOCER TU TRABAJO!

Presenta con nosotros tu:

- + Tesis de licenciatura, maestría o doctorado
- + Especialidad en la industria o academia
- + Proyecto de investigación
- + Etc...

Click aquí o [bit.ly/GeoSeminarios2025](https://bit.ly/GeoSeminarios2025)

**TE INVITAMOS A LLENAR NUESTRO FORMULARIO Y SER PARTE DE NUESTRA INICIATIVA!**

**¡TE ESPERAMOS!**



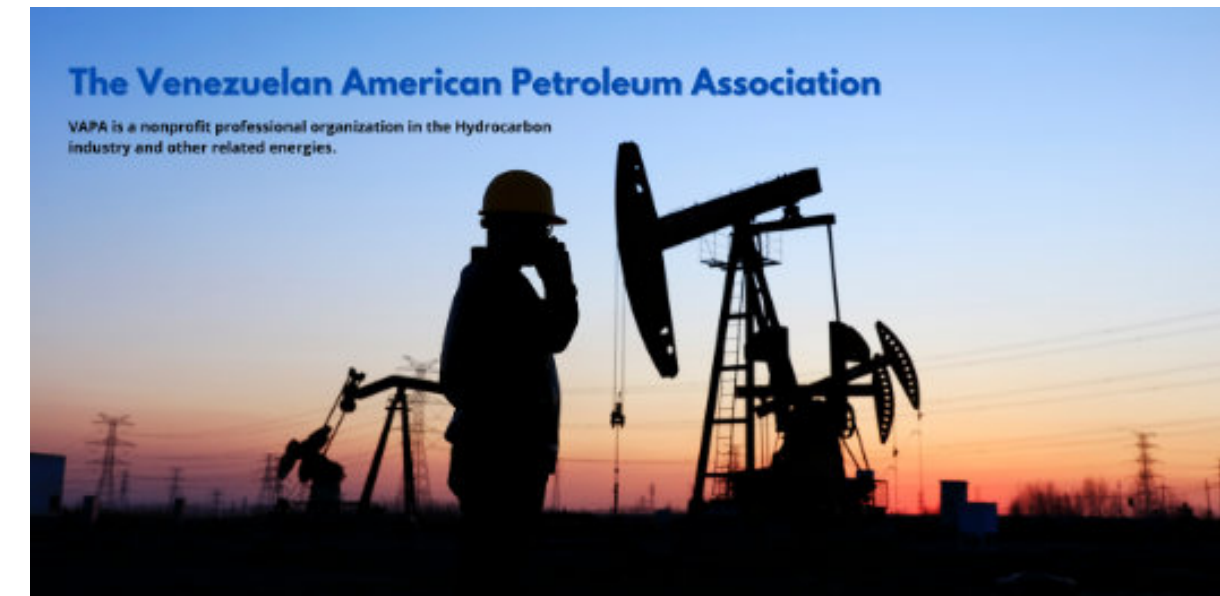

Transmisión

Checka nuestros GeoSeminarios en  

**GeoLatinas: Latinas in Earth and Planetary Sciences**  
@geolatinaslatinas • 12.6 subscribers • 50 videos  
More about this channel: [Link](#)



<https://vapa-us.org>



### The Venezuelan American Petroleum Association

VAPA is a nonprofit professional organization in the Hydrocarbon industry and other related energies. It was founded in the state of Texas, USA in July 2019 and aims to establish relationships with organizations and institutions that can provide technical support, education and training to help the sustainable development of the Venezuelan energy industry.

VAPA is committed to promote technical events in upstream, midstream and downstream of both Oil and Gas and alternative energies that are of benefit to its members

### Our Goal

The main Goal of VAPA is to bring together all the professional talent available in the Venezuelan Energy industry.

### Our Purpose

Promote the professional growth of its members in technologies applied to the value chain of the energy sector while maintaining a high standard of conduct

Provide technical support, education, and training for the sustainable development of the Venezuelan Energy Industry.

<https://svhgc.blogspot.com/>



La Junta Directiva de la Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias los invita a visitar el Blog de la Sociedad donde encontraran información actualizada de nuestras actividades. Nuestra misión es preservar y difundir el legado de la Historia de las Geociencias en Venezuela.

¡Te invitamos al 1er ciclo 2026 de los Seminarios Institucionales del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (IGF-UNAM)!

Recuerda que los seminarios son tanto presenciales y online, y también puedes seguirlos por las redes sociales del IGF-UNAM: <https://www.geofisica.unam.mx/>

**SEMENARIO INSTITUCIONAL 2026**  
INSTITUTO DE GEOFISICA

- 10 de febrero de 2026**  
**MTRO. OCTAVIO GÓMEZ RAMOS**  
jefe del Servicio Mareográfico Nacional, IGF  
Colaboración internacional en el proyecto SATREPS para la modelación numérica de tsunamis en El Salvador
- 11 de marzo de 2026**  
**DR. ARTURO IGLESIAS MENDOZA**  
jefe del Servicio Sismológico Nacional, IGF  
Fortalecimiento de la Red Sísmica Mexicana
- 7 de abril de 2026**  
**DR. LUIS X. GONZÁLEZ MÉNDEZ**  
jefe del Servicio de Clima Espacial México, IGF  
Servicio de Clima Espacial México (SCIESMEX)
- 5 de mayo de 2026**  
**DR. ENRIQUE CABRAL CANO**  
jefe del Servicio de Geodesia Satelital, IGF  
Contribuciones del Servicio de Geodesia Satelital al estudio de peligros geológicos
- 9 de junio de 2026**  
**MTRO. HÉCTOR R. ESTÉVEZ PÉREZ**  
Colaborador del Servicio Solarimétrico Mexicano, IGF  
Climatología de la capa de ozono estratosférico sobre la República Mexicana
- 12 de agosto de 2026**  
**DR. GERARDO CIFUENTES NAVA**  
jefe del Servicio Magnético, IGF  
Objetivo y operación del Observatorio Geomagnético

**12:00 H** | Auditorio Tlayotl  
Dr. Ismael Herrera Revilla  
**TRANSMISIÓN EN VIVO**  
f @GeofisicaUNAM

¡Te invitamos al 1er ciclo 2026 de los Seminarios Institucionales del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (IGF-UNAM)!

Recuerda que los seminarios son tanto presenciales y online, y también puedes seguirlos por las redes sociales del IGF-UNAM: <https://www.geofisica.unam.mx/>



**SEMINARIO INSTITUCIONAL 2026**  
INSTITUTO DE GEOFISICA

**Climatología de la capa de ozono estratosférico sobre la República Mexicana**

**MTRO. HÉCTOR R. ESTÉVEZ PÉREZ**  
Colaborador del Servicio Solarimétrico Mexicano, IGf

**9 de junio de 2026 | 12:00 H.**

**Auditorio Tlayolotl-Dr. Ismael Herrera Revilla**

Se entregará constancia  
Regístrate AQUÍ  
<https://luma.com/rzaj4yya>

**TRANSMISIÓN EN VIVO**  
@GeofisicaUNAM



**SEMINARIO INSTITUCIONAL 2026**  
INSTITUTO DE GEOFISICA

**Climatología de la capa de ozono estratosférico sobre la República Mexicana**

**MTRO. HÉCTOR R. ESTÉVEZ PÉREZ**  
Colaborador del Servicio Solarimétrico Mexicano, IGf

**9 de junio de 2026 | 12:00 H.**

**Auditorio Tlayolotl-Dr. Ismael Herrera Revilla**

Se entregará constancia  
Regístrate AQUÍ  
<https://luma.com/rzaj4yya>

**TRANSMISIÓN EN VIVO**  
@GeofisicaUNAM

<https://www.ipicyt.edu.mx/conageq2026/>



**INAGEQ** Instituto Nacional de Geoquímica

**IPICYT** INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.

**36°**

**Congreso Nacional de Geoquímica**

**12 al 17 de octubre de 2026**  
IPICYT, San Luis Potosí, S.L.P.

Donde convergen generaciones para impulsar el estudio científico de la Tierra

Registro y envío de trabajos ya disponible

Fecha límite de recepción: **14 de agosto de 2026**

Escanea para más información

[conageq2026@ipicyt.edu.mx](mailto:conageq2026@ipicyt.edu.mx) | <https://www.ipicyt.edu.mx/conageq2026/>

**Ciencia y Tecnología**  
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación

**IPICYT** INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.

## Geologists Went Looking For Gold. They Found Something Far Rarer.

When you're prospecting for gold, sometimes you can find treasure of a different kind. That's what happened in the desert of Western Australia, where geologists looking for deposits of the precious metal found something far rarer. What started with a routine survey took a strange turn when gravity data revealed a peculiar circular anomaly hidden beneath the landscape of the region's Eastern Goldfields. As they dug deeper, they found evidence of an ancient catastrophe powerful enough to melt rock, deform crystals, and blast gold-bearing debris high into the air. That event, researchers now believe, was an impact of an iron-rich meteorite sometime before the Early Cretaceous sediments that later buried it, leaving a scar now almost totally erased by the ravages of time. While meteorite craters on Earth are already a rarity, this one, temporarily named the Ora Banda impact structure, is even more special, says a team led by geologist Raiza Quintero of the University of Puerto Rico.

NATURE. 12 June 2026. By MICHELLE STARR

<https://www.sciencealert.com/geologists-went-looking-for-gold-they-found-something-far-rarer>



## The asteroid that killed the dinosaurs may have sparked millions of years of hydrothermal life.

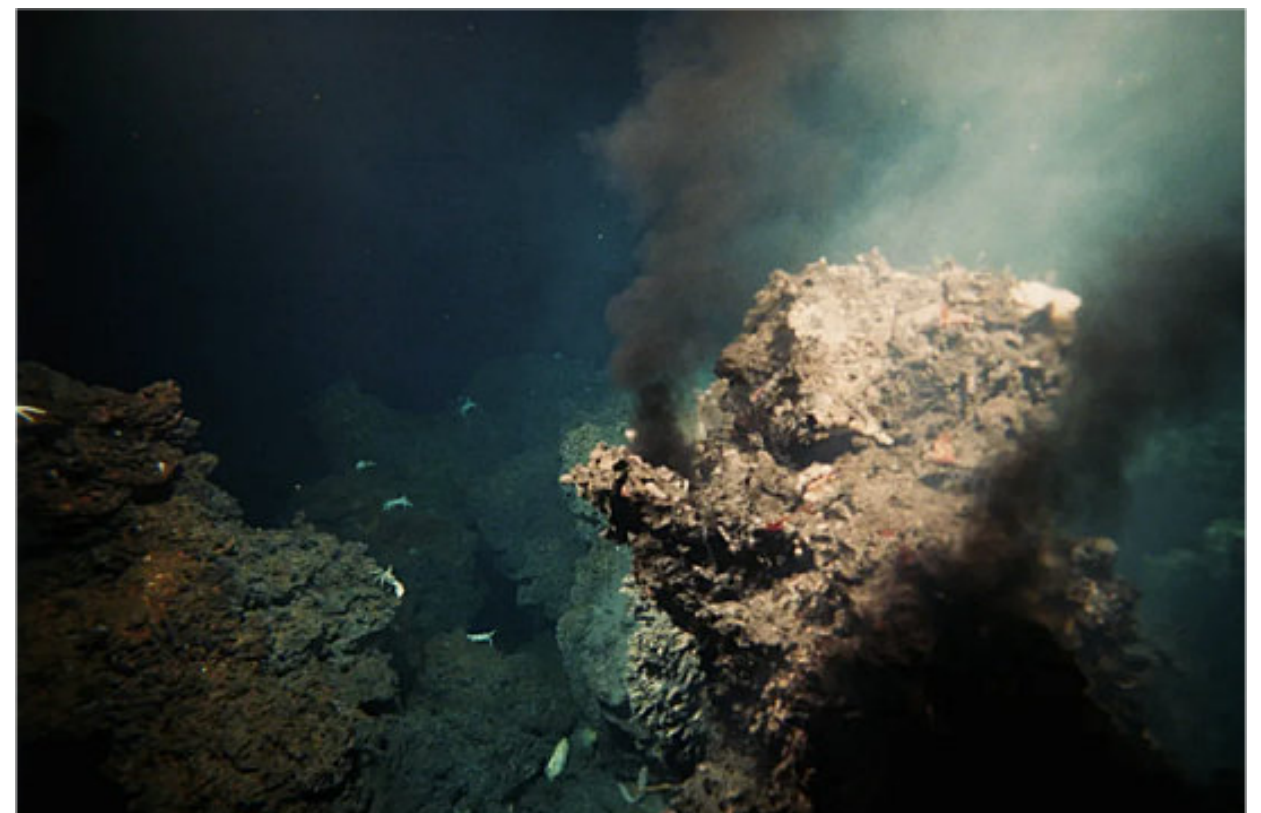
**When asteroids slam into Earth, they can create hydrothermal vent systems**

Hydrothermal vents are among the strangest ecosystems on Earth: eerie places where the planet's deep heat and chemicals mingle with ocean water to support thriving networks of bizarre life-forms that don't need sunlight to survive. Stranger still, sometimes short-lived versions of these ecosystems form when Earth is struck by asteroids—including the space rock that killed off nonavian dinosaurs 66 million years ago. New evidence published in Communications Earth & Environment suggests that this impact created a hydrothermal vent system that lasted far longer than scientists thought was possible—perhaps as long as eight million years.

Previous research based on modeling had indicated that the impact site, called Chicxulub Crater, likely did host hydrothermal vents after the asteroid hit but for just two million years. Now researchers have analyzed samples taken from within the structure itself—specifically, the crater's peak ring, an inner ring that formed when the Chicxulub impact produced enough debris to form a mound in the center of its crater that later collapses.

Meghan Bartels. Tue, June 9, 2026 at 4:00 AM CDT

<https://www.yahoo.com/news/science/articles/asteroid-killed-dinosaurs-may-sparked-090000089.html>

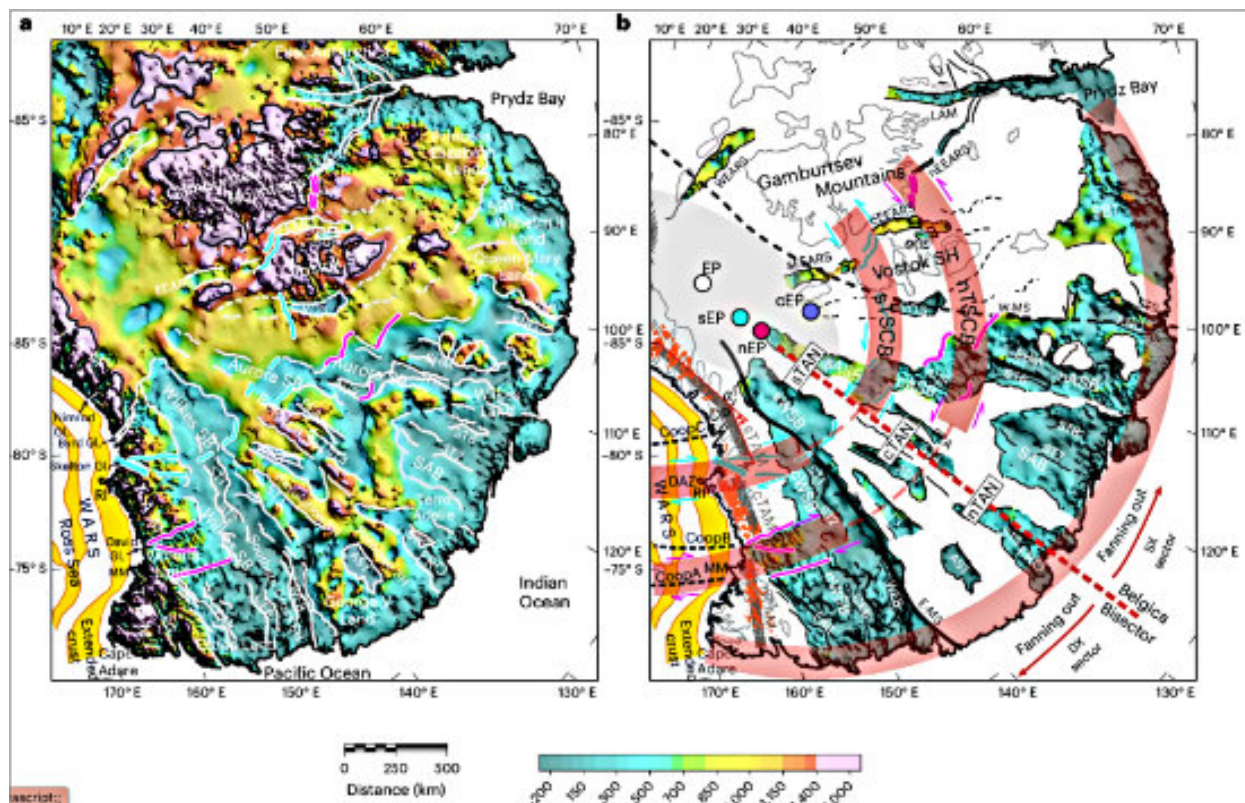


## A fan-shaped subglacial basin province in East Antarctica formed by rotational extension

### Abstract

Recent sub-ice topography investigations have imaged—with greatly improved detail—a set of low-elevation V-shaped basins hidden beneath a very large sector of the East Antarctic Ice Sheet. Here we jointly interpret sub-ice topography and geophysical data and show that these basins form a semi-continental-sized, fan-shaped physiographic unit that radiates from a focal point near the South Pole. We name this the East Antarctic Fan-Shaped Basin Province. We propose that the fan-like landscape is the product of distributed intraplate rotational extension before the breakup of Gondwana, with three continental-scale consequences. Laterally, to the west, it caused compression and the consequent uplift of the Gamburtsev Mountains. To the east, the northernmost Transantarctic Mountains segment was rotated clockwise by  $\sim 20^\circ$ , overriding the West Antarctic Rift System's hot lithosphere and causing segmentation of the mountain chain into three blocks and their differential uplift due to thermal buoyancy. To the north, the transcurrent edge of the fan formed the lithospheric weakness that controlled the breakup of Gondwana by driving the propagation of Antarctica–Australia separation and shaping the resulting semi-circular passive continental margins. These processes have influenced the present-day East Antarctica sub-ice landscape and the evolution of the overlying ice sheet, including the development of glacial troughs and outlet glaciers.

<https://www.nature.com/articles/s41561-026-01991-6>



Sharks have been swimming in Earth's oceans for roughly 450 million years — which means they predate the first tree by about 65 million years, and when sharks first appeared, the only plants on land were mosses and liverworts no taller than a few centimeters

According to the Natural History Museum's timeline of shark evolution, the earliest evidence of sharks in the fossil record consists of a few tiny scales found in Late Ordovician rocks roughly 450 million years old.

According to the Natural History Museum's timeline of shark evolution, the earliest evidence of sharks in the fossil record consists of a few tiny scales found in Late Ordovician rocks roughly 450 million years old. These are dermal denticles, the same tooth-like skin structures that modern sharks still carry. Palaeontologists continue to debate whether the 450-million-year-old scales are from true sharks or from very closely related ancestors, and the earliest undisputed shark scales are about 420 million years old, from Silurian-era rocks in Siberia. By either measure, sharks predate almost every other living lineage of vertebrate, and they predate the first true trees by a margin that takes some effort to grasp.

By Space Daily Editorial Team · Published May 30, 2026.

<https://spacedaily.com/d-sharks-have-been-swimming-in-earths-oceans-for-roughly-450-million-years-which-means-they-predate-the-first-tree-by-about-65-million-years-and-when-sharks-first-appeared-the-only-plants-o/>



## 500-million-year-old fossil helps fill a strange gap in our record of life on Earth

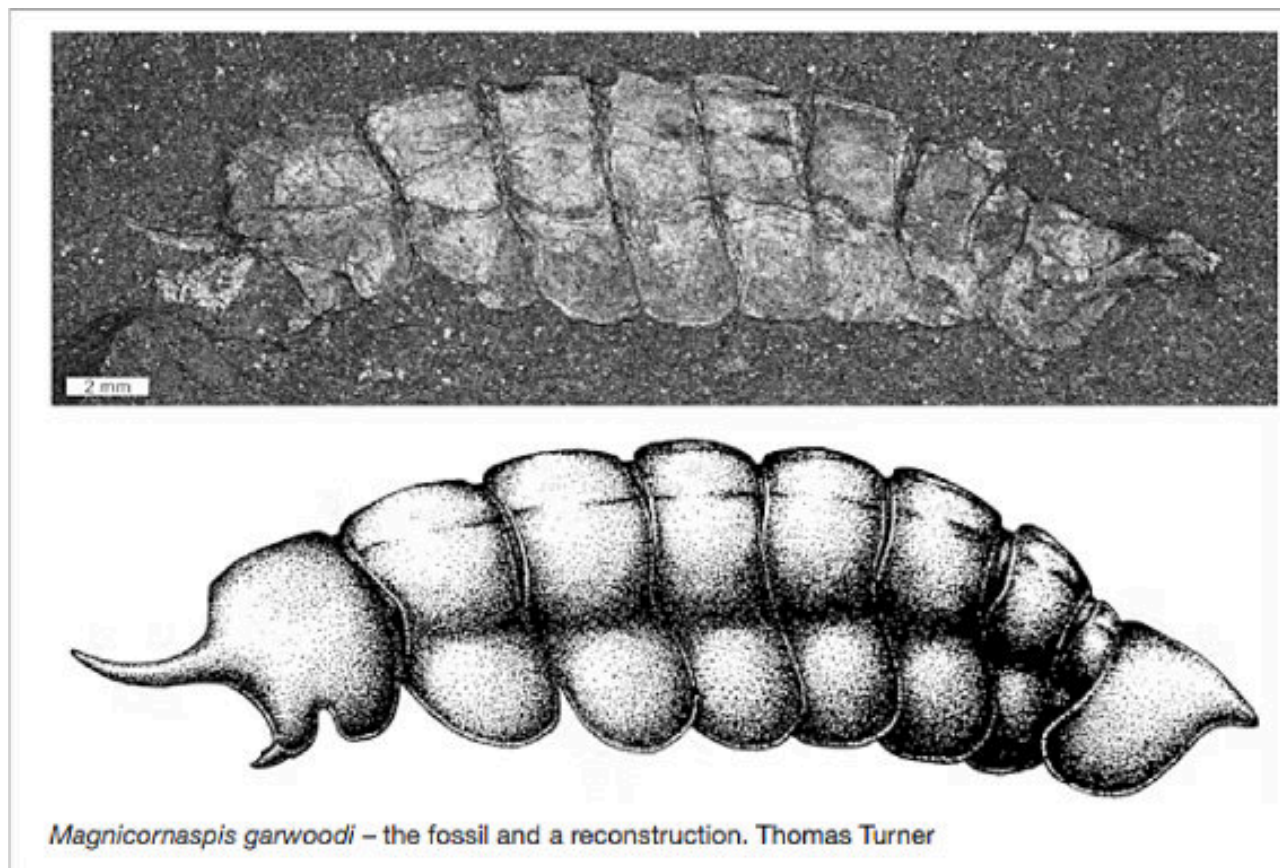
Roughly 500 million years ago, a strange event in the evolution of life on Earth seems to have taken place. The known fossil record from this time, which falls within the Cambrian period, contains a missing chapter. Palaeontologists refer to it as the “Furongian gap”. And it’s striking because there is an explosion of biodiversity within the fossil record both immediately before and after it.

This decline has been considered evidence for a real biological crisis – one driven by environmental instability, changing ocean chemistry, cooling climates, a lack of oxygen in ancient seas, or a combination of these factors. Our new study, published in the journal BMC Biology, provides new evidence for an alternative idea. The Furongian may not represent a true collapse in biodiversity, but rather a gap in where scientists have looked and what kinds of rocks have been studied.

It’s a reminder of how incomplete our understanding of Earth’s history remains.

Published: May 28, 2026 7:02am EDT

<https://theconversation.com/500-million-year-old-fossil-helps-fill-a-strange-gap-in-our-record-of-life-on-earth-282730>



## World's largest scorpion revealed by 415-million-year-old fossils

Fossil fragments found in the U.K. have been identified as remains of the largest scorpions ever. Measuring more than a meter in length, *Praearcturus gigas* was among the first large predators to ever stalk the land.

Hundreds of millions of years ago, England and Wales were home to the biggest scorpion in the world. While fossils of *Praearcturus gigas* have been known about for more than a century, its identity has been the subject of controversy. New research examining a range of fossils has now confirmed its status as one of the largest prehistoric scorpions.

With 16-centimeter-long pincers and an estimated body length of more than a meter, *Praearcturus gigas* would have towered over the floodplains 415 million years ago. Life on land was still fairly new during the Early Devonian Period, meaning few other animals would have reached such enormous sizes. As a result, this giant scorpion would have had its pick of prey as it hunted small arthropods on land. But *Praearcturus* would likely have been a fearsome aquatic predator as well, feeding on fish and other large animals.

Dr. Richie Howard, the lead author of the study and our Curator of Fossil Arthropods, says that the presence of the biggest scorpion ever found so early in the history of life on land changes what we know about the evolution of these animals.

by James Ashworth, Natural History Museum. Edited by Lisa Lock, reviewed by Robert Egan.

<https://phys.org/news/2026-06-world-largest-scorpion-revealed-million.html>

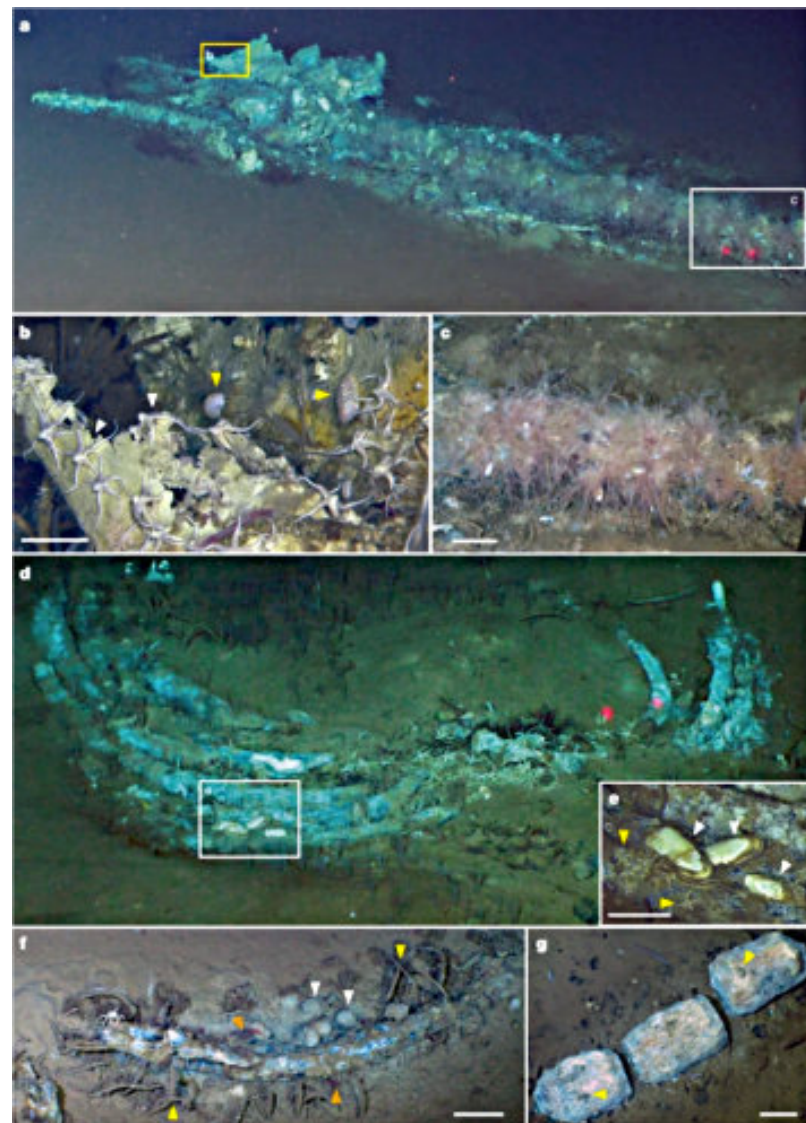


## A 5.3-million-year-old deep-sea whale necropolis in the Diamantina Zone

### Abstract

Whale falls are biodiversity oases at seabeds<sup>1,2,3,4,5,6</sup>, yet their record from the oceans has remained sparse and fragmentary<sup>6,7</sup>. Here we report the discovery of a vast whale necropolis in the Diamantina Zone (4,616- to 7,001-m depth), extending about 1,200 km along the sea floor of the southeastern Indian Ocean. This area has a deep and extensive accumulation comprising five modern natural whale-fall communities and 476 fossil cetaceans recorded. We show that carcasses host specialized communities dominated by brittle stars, bone-boring worms and chemosynthesis-based bivalves and that the fossil record in this area comprises both extant and extinct deep-diving beaked whales. Isotopic dating shows that whale falls in this region have occurred since at least 5.3 million years ago. These findings reshape the understanding of the limits and biogeography of whale-fall ecosystems and establish some deep sea floors as a fossil archive for tracing cetacean evolution over geological time.

<https://www.nature.com/articles/s41586-026-10546-z>



# Caverna del arte

## Cuento: El glóbulo rojo

He Decidido a escapar del cuerpo de mi residencia, tomé uno de los filosos fragmentos del cálculo biliar cálcico y corté, con experiencia de carnicero, la arteria aorta a la altura del cuello. Aunque ignoraba cual sería mi suerte, estaba casi seguro de que al día siguiente los diarios publicarían la noticia de mi muerte, describiendo en detalle como un glóbulo rojo murió por disección instantánea.

Me encontraba aterrado, quería salvar mi vida a toda costa y por lo tanto me movía a toda velocidad a través del flujo sanguíneo intentando escapar de las enfermedades mortales que estaban atacando a los diferentes órganos del cuerpo. Mi primera reacción fue desplazarme hacia los pies pensando que estaría muy lejos de los órganos dañados, pero no conté con que los pulmones habían ya causado metástasis en los huesos, ya no existía un lugar sano en éste organismo donde yo había vivido tan tranquilo hasta ahora. En mi desesperación pensé que mi única alternativa era escapar, salir de aquel cuerpo, pero eso solo sería posible por medio de una transfusión sanguínea, sin embargo esa posibilidad estaba agotada porque nadie aceptaría sangre contaminada. Cuando un cuerpo muere, todos sus componentes mueren al mismo tiempo, mis días estaban contados.

Mi primer encuentro con la tragedia ocurrió esa misma mañana, cuando al pasar por el cerebro me di cuenta de que algo no andaba bien. Observé que las neuronas luchaban inútilmente por comunicarse entre sí a través de los neuro transmisores como de costumbre. Sin embargo, las proteínas beta amiloides se habían reproducido y propagado de manera exorbitante en las conexiones nerviosas, inhibiendo la comunicación entre las neuronas y causando la perdida de las funciones mentales. El cerebro se estaba muriendo irremediablemente y empezaba a afectar las demás funciones del cuerpo. Esa maravillosa fuente de ideas infinitas y pensamientos inagotables estaba por sucumbir a una simple incomunicación neuronal. La genialidad, imaginación y creatividad del cerebro, el órgano que hizo posible entender el origen del hombre mismo, se apagarían para dar origen a un agujero negro, un colapso universal total.

A mi llegada al pulmón me encontré con otra grave situación. Las células cancerosas malignas epiteliales se habían desarrollado descontroladamente, afectando mi fuente de oxígeno, la oxigenación de la sangre en general y destruyendo gravemente el tejido pulmonar. Era demasiado tarde, el cáncer había avanzado a una etapa cuatro, por lo que las posibilidades de curación eran impensables. El deterioro de los pulmones indicaba que vendrían etapas más graves de la enfermedad y la propagación del cáncer a otros órganos. En las millones de ocasiones que estuve en los pulmones, todo funcionaba a la perfección, no tengo idea de cuando empezó este desastre. El incesante vaivén de los átomos de oxígeno entre la sofisticada estructura pulmonar y la atmosfera terrestre empezaba a llegar a su fin.

Completamente abrumado y entorpecido por la grave situación, por poco y pierdo la vida al chocar con un duro cálculo biliar que había crecido en la vesícula del cuerpo. El encontronazo fue tan fuerte que tuve que recibir primeros auxilios. Los médicos que me atendieron en el hospital me dieron de alta porque no había daños mayores, pero me recomendaron descanso por varios días. Esto ya fue demasiado para un joven glóbulo como yo, estaba desconsolado.

Tengo que reconocer que mi vida había sido placentera. Mientras fluyo por la corriente sanguínea, me zarando, brinco y hago un poco de gimnasia a la vez, lo que permite que me relaje y me concentre en mi trabajo. Siempre he sido muy responsable, aunque como todo joven, también me gusta la diversión. Mis inseparables amigos, las plaquetas y los glóbulos blancos y yo vamos a bailar merengue los fines de semana a un salón Caribeño, y ya entrada la madrugada aterrizábamos en un bar Irlandés a beber cerveza Guinness.

Yo no quiero morir, soy muy joven y tengo muchos planes y sueños que cumplir. Quiero viajar por el mundo, aprender otros idiomas y conocer sobre las culturas milenarias. No comprendo porque la vida es tan injusta conmigo, siendo yo un tipo bueno.

***Loco a veces***

## Story: The red blood cell

I had decided to escape from residence in this body. So I took a sharp fragment from a calcic gall stone to cut, with all the experience of a butcher, the aortic artery of the neck. Although I was ignorant of what my luck would be, I was nearly certain that the next day the newspapers would publish my death notice, describing in detail how a red blood cell had died of instantaneous dessication.

I was terrified. I wished to save my life at any cost, and therefore moved at full speed through the blood in an attempt to escape from the mortal illnesses that were attacking different organs of this body I was in. My first reaction was to move towards the feet, thinking that they were the greatest distance from the damaged organs, but I didn't realize that the lungs had already metastisized to the bones. There was no healthy part of this organism in which I had lived so tranquilly until now. In my desperation I thought that my only alternative was to escape from this body, but this was only posible through a blood transfusión. However, this alternative was also gone since no one would accept contaminated blood. When a body dies all of its components die at the same time. My days were numbered.

My first meeting with tragedy occurred that same morning. Upon passing through the brain I felt that something was wrong. I observed that the neurons uselessly struggled to communicate through their neuro-transmitters as they usually do. Beta amyloid proteins had abundantly reproduced and propagated between the nerve connections, thereby inhibiting communication and leading to the loss of mental function. The brain was doomed and this was beginning to affect other bodily functions. This marvelous source of infinite ideas and unending thoughts was succumbing to a simple lack of neural communication. The genius, imagination and creativity of the brain; the organ responsible for understanding the origin of mankind itself, was collapsing into a total, universal black hole.

Upon arriving at the lungs, I found myself in another grave situation. The malignant cancer of the epithelial cells had developed uncontrollably, affecting my source of oxygen, as well as the oxygenation of the blood in general, and was seriously destroying the lung tissue. It was too late. The cancer had advanced to stage four and the possibility of a cure was

unthinkable. The deterioration of the lungs indicated that the gravest stage of the disease was to come, with transmission of the cancer to other organs. On the millions of occasions that I had been through the lungs all had functioned perfectly. I have no idea when this disaster began. The incessant coming and going of oxygen molecules through the terrestrial atmosphere into the sophisticated structure of the lungs had started to come to the end.

Completely overwhelmed and numb from the gravity of the situation, I soon crashed into a hard stone that had grown in the gall bladder of the body. The collision was so strong that I needed first aid. The doctors at the hospital discharged me because there was no major damage, but they told me to relax for several days. This was all too much for a young corpuscle like me, and I was distressed.

I realize that my life has been peaceful. As I move with the flowing blood, I do swagger, jump and do gymnastics, all of which helps me to relax and concentrate on my job. I have always been very responsible, although I am young and like to be entertained. Along with my inseparable friends, the platelets and white blood cells, we like to dance the merengue on weekends at a Caribbean salón, and at dawn we go to an Irish bar to drink Guinness stout.

I don't want to die. I am young and have many plans and dreams to fulfill. I want to travel the world, learn all the languages and become acquainted with millennial cultures. I don't understand why life is so unjust to me, since I am so good.

**Author: Sometimes crazy**

**Translator: Always crazy**

## Cuento: El infierno Moderno

Por Humberto Álvarez.

Poco después que tuve un infarto, en alguna parte de mi cerebro pareció despertarse un sector que hasta entonces estuvo inactivo. Un espacio que calificaría de filosófico. Así que comencé a analizar seriamente sobre la existencia y realidad de un espacio al que llaman Infierno. Para la representación de Botticelli como obra de arte, no tengo crítica que hacer. Pero respecto a la estructura del Infierno pienso que su situación actual concluyo que es por completo otra.

Tanto como pienso que debe ser para servir eficientemente a su fin (Dios es la esencia de la efectividad) o como lo vi en mis sueños; el Infierno se extiende dentro de límites inconmensurables, como una caverna gigantesca. En su espacio reina una densa semipenumbra donde apenas se vislumbran sus paredes y techos y dentro de su enorme cavidad se despliegan cámaras y galerías extendidas en todas direcciones. El aire es denso y pestilente. El suelo cubierto de una fango negro y viscoso.

Las almas de los condenados no arden en grandes calderas de aceite hirviendo, ni se cortan cruelmente partes de sus cuerpos con ominosas tenazas, ni son azotados con ásperos látigos llenos de púas, por diablillos con cuernos y patas como garras. Esas son imágenes producto de la imaginería medieval. Los diablos locales, administradores del lugar, poseen incluso una presencia digna y visten con elegante distinción, sin olvidar su naturaleza angélica primordial. Muy pagados de su importante función de castigar con torturas refinadas y aplicar penas que se creen proporcionadas a las faltas cometidas en vida, recorren las estancias con aire serio de diablos ocupados.

Por supuesto, un sitio tan vasto, posee una estructurada y compleja burocracia. Hay demarcaciones para cada pecado y nada escapa a las directrices celestiales. Al principio del funcionamiento de la institución la lista era pequeña. Una humanidad compuesta por algunos miles, situados en algún lugar entre bestias y hombres, no se ingeniaba para cometer pecados complicados. Pero el progreso hizo que surgieran las llamadas civilizaciones. La humanidad desarrolló esas distinguidas facultades que la caracterizan y la colocan en una tan elevada posición que nos hace creernos superiores a los animales y así surgió la lista actual de los departamentos infernales y la relación se tornó voluminosa. Gula, crueldad, ira, envidia, avaricia, lujuria, soberbia, impiedad, engreimiento, vesania, asesinato, arrogancia, vanidad y muchos otros, convirtieron la administración infernal en un verdadero "pandemonium".

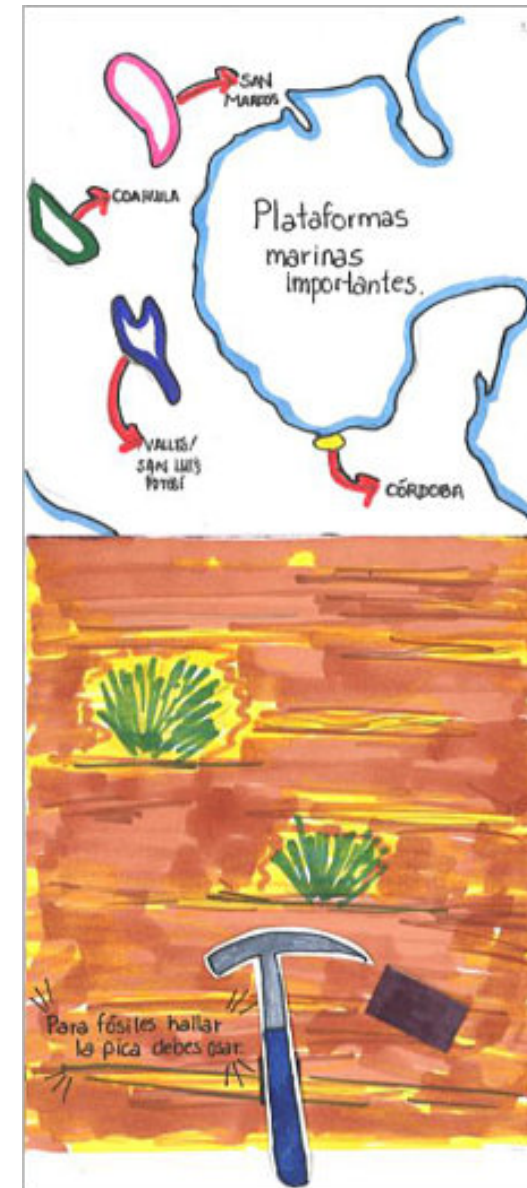
Se han cursado demandas de la administración, firmadas por el mismo Satán, dirigidas a la sección celestial que atiende los asuntos infernales. En ellas se solicita el aumento de los recursos, una mayor simplificación de los castigos y penas; una reducción de la relación de pecados destinada a un alivio de la superpoblación de almas y reglas más sencillas para el ingreso en el Purgatorio, con el mismo fin. También se solicitaron vacaciones y solicitudes de reingreso a la condición angélica. El concilio presenta como ejemplo de las dificultades la creación de un sindicato de algunos millones de almas que declaran desconocer la autoridad local y amenazan con recurrir a otras instancias por aplicaciones excesivamente rigurosas de castigos que alegan no merecer ni encontrarse en sus expedientes personales.

En este pergamino Satán en persona redactó, en términos algo quejumbrosos, una nota dirigida a Dios, donde le recuerda con nostalgia, los buenos tiempos cuando se llevaban bien y solo discutían por pequeñas discrepancias de opinión.

### Línea del tiempo de la evolución geológica de México

En el desarrollo de las actividades prácticas de la asignatura de estratigrafía en el grupo 1 de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, se tiene contemplada la construcción de una línea del tiempo que incluya los principales eventos geológicos de carácter mundial y específicos para el territorio de México, con el objetivo de que el estudiantado se vaya familiarizando en ubicar en el tiempo la evolución geológica de la región. El ejercicio promueve el desarrollo de la creatividad y síntesis de la información tratando de que el estudiantado lo asocie con una imagen significativa que le permita recordarlo a largo plazo. A continuación se muestra un ejercicio de la estudiante de Ingeniería Geológica: Jimena Itzel Ramírez Zavala, quien realizó las siguientes ilustraciones bajo la tutoría de Isabel Domínguez. **Agradecimientos:** Al Ing. Javier Arellano Gil por compartir el material que se utilizó como base para el desarrollo de la actividad y al Dr. Enrique Alejandro González Torres por apoyar en la actualización de las fechas de los eventos incluidos, profesores de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

### Inicia apertura del Golfo de México – ~165 Ma



**Se desarrollan plataformas marinas importantes. Fossilización de organismos en cantera de Tlayúa, Puebla – ~113- 93 Ma**



**Jimena Itzel Ramírez Zavala** Estudiante de la carrera en Ingeniería Geológica de la UNAM. Ha participado en la elaboración de cartografías para proyectos Estatales y corrección de textos, de manera conjunta para la empresa Defensegrid y Oleum.

Su área de interés profesional es la Geología Ambiental y uno de sus intereses profesionales/personales es la divulgación de las ciencias naturales para todas las edades.

[jimenarz1@hotmail.com](mailto:jimenarz1@hotmail.com)



**Isabel Domínguez Trejo** Ingeniera Geóloga y Maestra en Ingeniería Petrolera y Gas Natural egresada de la Facultad de Ingeniería, UNAM. Su línea de trabajo es el área de la Exploración de Hidrocarburos, ya que conjunta la aplicación de ramas de la Geología con la finalidad de comprender la evolución geológica de una región. Se dedica principalmente a la interpretación sísmica y de estratigrafía de secuencias enfocada en la industria petrolera.

Desde 2013 es profesora en la Facultad de Ingeniería a nivel licenciatura para las carreras de Ingeniería Geológica y Geofísica, así como en la Especialidad de Exploración Petrolera y Caracterización de Yacimientos. Coordinadora de la carrera de Ingeniería Geológica en la Facultad de Ingeniería.

[isabeldt@unam.mx](mailto:isabeldt@unam.mx)



## El Románico en Soria. Santa María de Tiermes

**E**ste antiguo enclave lleno de historia de diversas culturas. Situado en las estribaciones de la sierra Pela, pertenece a la comarca Tiermes-Caracena, provincia de Soria. No voy a extenderme en comentarios que podéis encontrar en la página oficial, pero si os tengo que decir que es de obligatoria visita, máxime cuando se está de paso por la provincia de Soria. Hay un refrán que dice: “El Pisuerga lleva el agua y el Duero la fama.” Bien, en este caso Numancia lleva la fama y Tiermes el agua. Yacimiento arqueológico de primer orden, tanto que ha sido llamado la Pompeya española. “Los primeros datos sobre población en la zona se pueden fechar en el Neolítico (hallazgos sueltos); a partir del siglo XV a.C. se documenta un periodo de más de 35 siglos de ocupación ininterrumpida que comienza en la Edad del Bronce (poblado de Carratiermes), continúa en la I y II Edad del Hierro y el mundo celtibérico (necrópolis de Carratiermes, oppidum de Termes), sigue en época romana (municipium de Termes) y visigoda (tumbas del Foro), hasta alcanzar el mundo medieval (necrópolis del río altomedieval, necrópolis de la Ermita bajomedieval, iglesia y el hoy desaparecido monasterio de Santa María de Tiermes).



Tiermes se sitúa dentro del término municipal de Montejo de Tiermes, en el extremo suroccidental de la provincia, a unos 110 km al sudoeste de Soria y dentro del impresionante marco natural de la vertiente norte de la Sierra de Pela, que divide las vertientes del Duero y Tajo, separando Soria de su vecina Guadalajara.

**T**iermes fue un poblado que desapareció irremisiblemente entre finales del siglo XV y principios del XVI, siendo su feligresía acogida por la iglesia de Manzanares y reduciéndose a la iglesia de Santa María al rango de ermita. Con posterioridad, antes de 1752, se agregó a la parroquia de Sotillo de Caracena, y en la actualidad pertenece a Montejo de Tiermes.

La ermita de Santa María, uno de los notables iconos del románico en la provincia de Soria se enclava en un altozano, en el extremo oriental y dentro del yacimiento arqueológico celtibérico y romano de Tiermes. Se trata de una iglesia de notables proporciones, con planta basilical de nave única, con portada principal abierta al sur y protegida por una remontada galería porticada, y cabecera formada por tramo recto presbiterial y ábside semicircular. El templo se levanta en buena sillería arenisca de tonos rojizos, con inclusión de algunos sillares de toba y caliza, mientras que la galería se erigió en caliza.

Los elementos destacados son una galería porticada situada en el muro sur, formada por cinco arcos de medio punto sobre columnas pareadas con capiteles de gran calidad artística e iconográfica: hojas carno-

sas, centauro-sagitario, un tosco león pasante entre dos centauros, entrelazados de cestería, caballeros combatiendo, y hasta una escena de la caza del jabalí. Los capiteles de la portada destacan las figuras humanas como la representación de Adán y Eva.

El ábside semicircular de su cabecera está construido con una cuidada sillería de tonos rojizos y una serie de canecillos con figuras en su alero.

Su interior, diáfano y de una sola nave, de misma estructura que muchas de las iglesias de la comarca, en la zona del ábside se encuentra el altar mayor y en una hornacina central la figura de la Virgen de Tiermes. Imagen propia de las vírgenes revestidas: una estructura de madera que se reviste con un alba y un manto, que solo dejan ver su cabeza, coronada, y sus manos. En la mano derecha porta un ramito de flores y sobre la izquierda una pequeña figura del Niño Jesús coronado.

Manuel Arribas Andrés

Zaragoza, junio de 2026

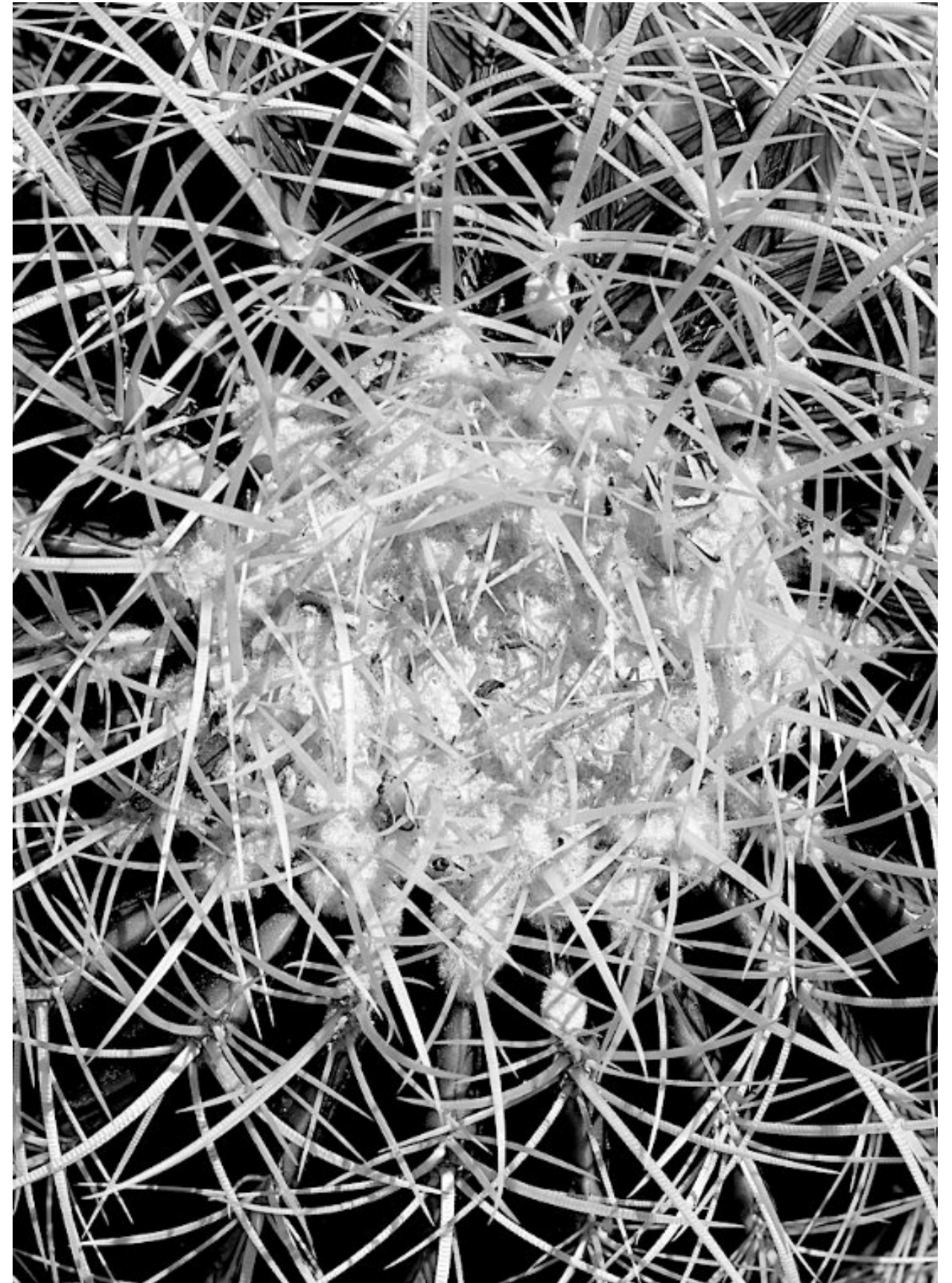
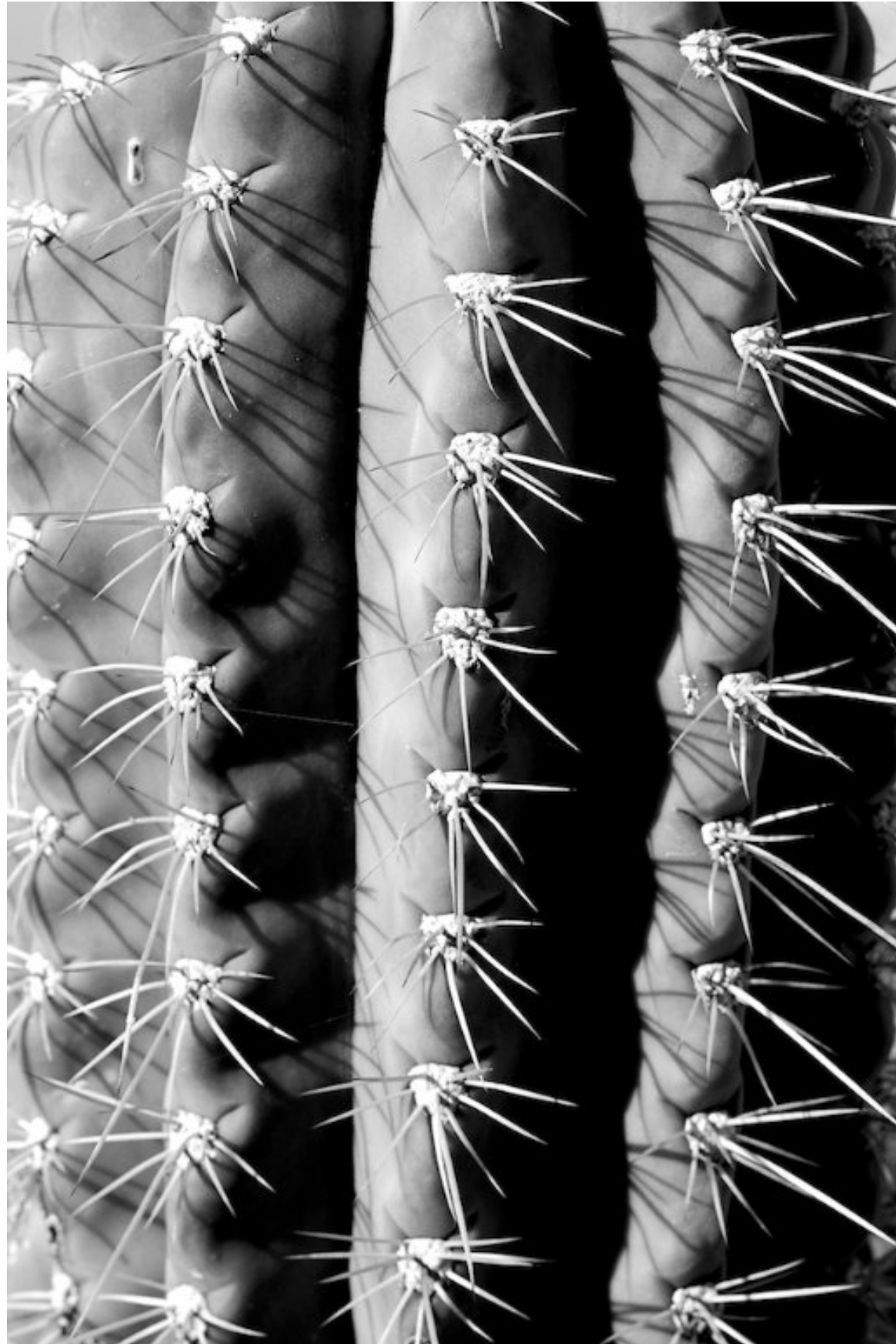
Photo by Gilda Yolid Muñoz.

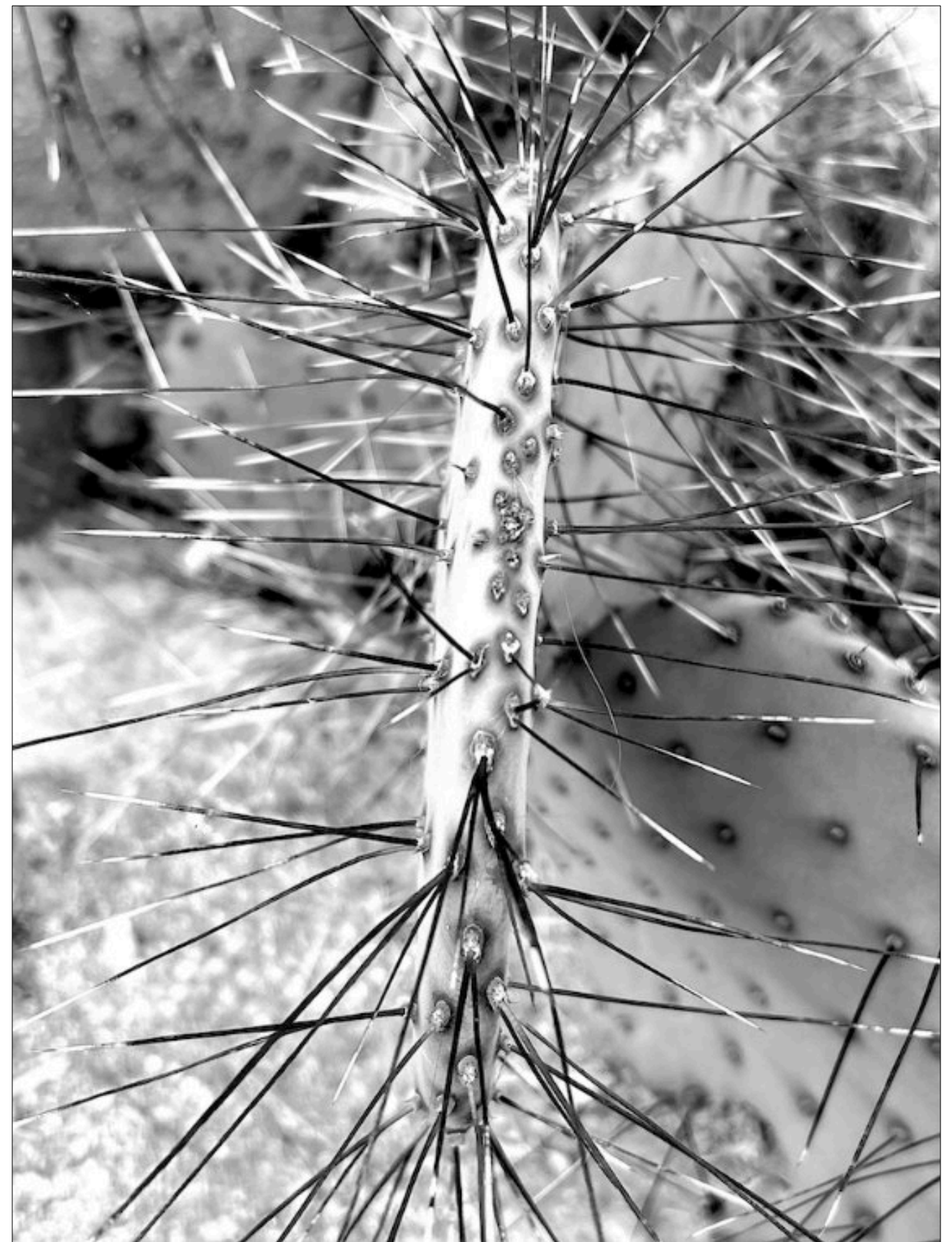
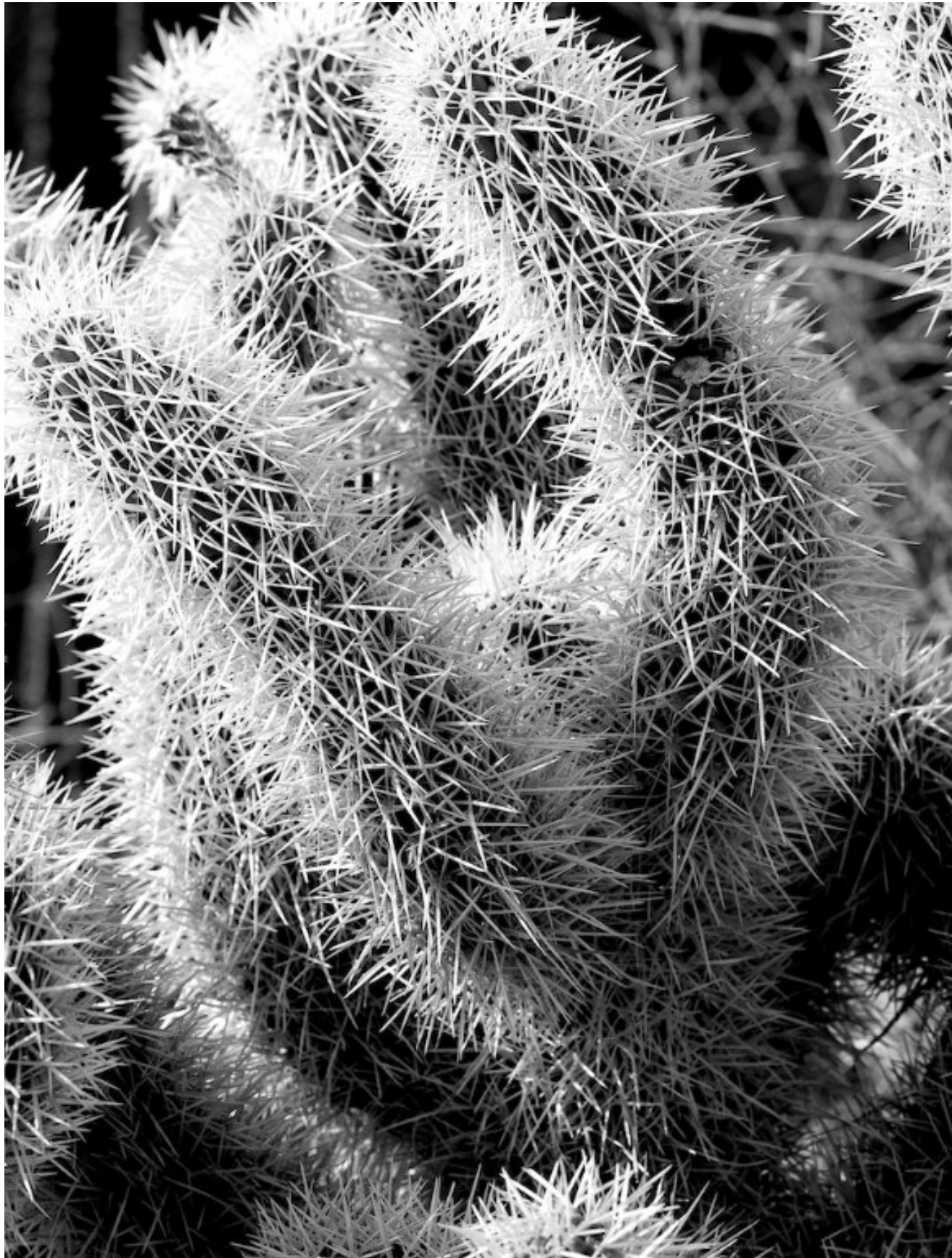


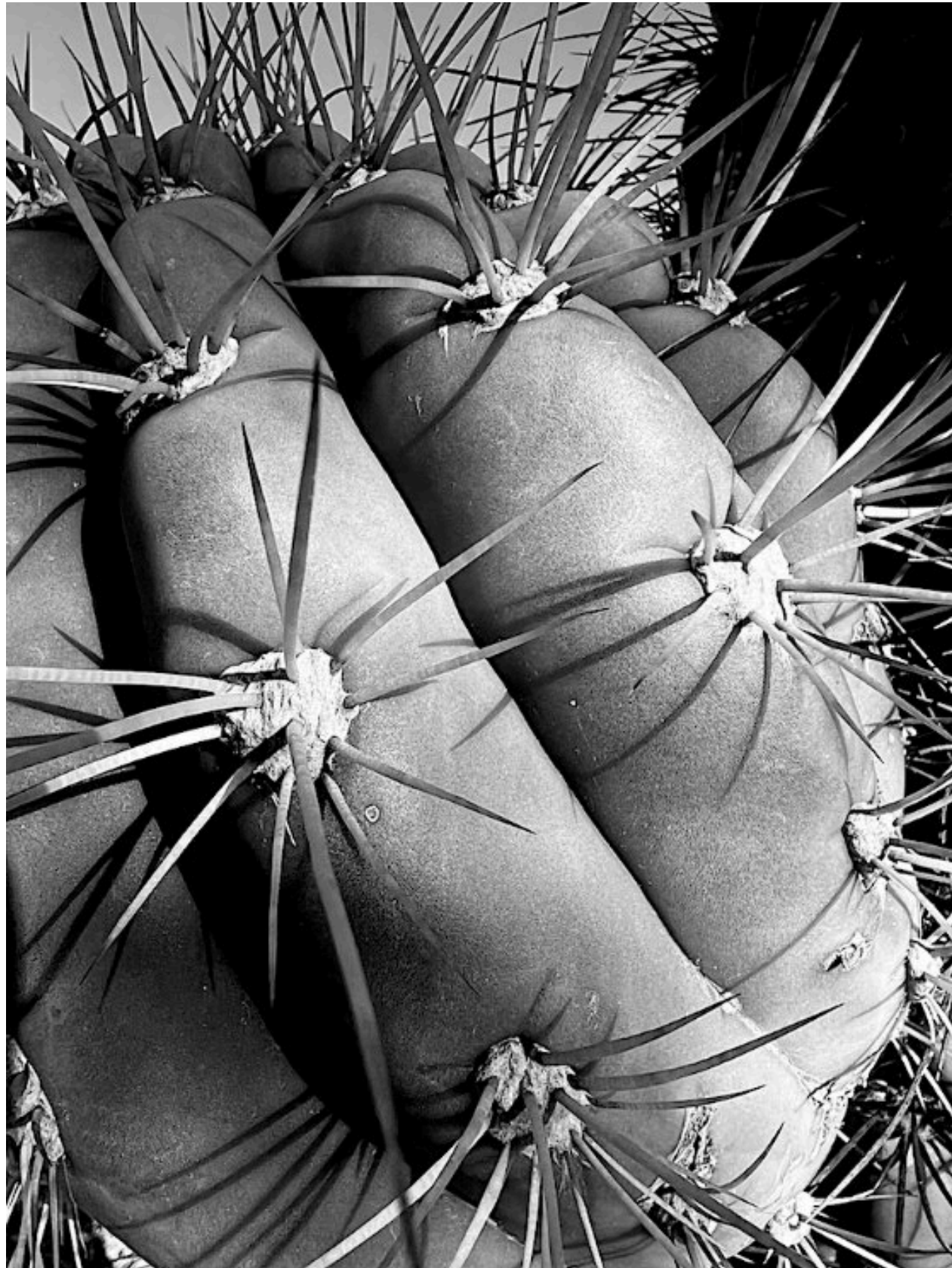
Photo by Gilda Yolid Muñoz.



Spines from the Sonoran-Arizona Desert. Photos by Claudio Bartolini









M.Sc. **Wilmer Pérez Gil** (Pinar del Río, Cuba, 1983) es Ingeniero Geólogo egresado de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Sáiz Montes de Oca" en 2010. A partir de 2012 ejerce como docente en el Dpto. de Geología, perteneciente a la Facultad de Ciencias Técnicas de la referida casa de altos estudios. Imparte asignaturas en pregrado como Geología General, Fotografía y Dibujo Geológico Básico, Rocas y Minerales Industriales, entre otras disciplinas. Desde 2011 se desempeña como responsable de Eventos y Asuntos Editoriales de la Sociedad Cubana de Geología, en la filial de la provincia de Pinar del Río. A inicios de 2021 crea el proyecto "Geocaricaturas", grupo público de Facebook para la promoción del conocimiento de las ciencias de la Tierra, con una perspectiva educativa a través del humor inteligente. Buena parte de las caricaturas de temática geológica que conforman esta iniciativa gráfica se han publicado en secciones de geohumor de revistas como Ciencias de la Tierra (Chile), y Tierra y Tecnología (España). Desde finales del propio 2021 es miembro del LAIGEO o Capítulo Latinoamericano de Educación de las Geociencias (IGEO, por sus siglas en inglés), donde se presenta como responsable del Proyecto "GeoArte en América Latina y el Caribe". Posee varios geopoemas y geocuentos dedicados a la geología, algunos publicados y otros aún inéditos, donde fusiona literatura, ciencia e imaginación. Si deseas comunicarte con el Artista. If you wish to contact the Artist: [wilmerperezgil5@gmail.com](mailto:wilmerperezgil5@gmail.com)

# La casa de la atmósfera de la tierra

<https://youtu.be/1YAOT92wuD8>

[atmosphere | Definition, Layers, & Facts | Britannica](#)

[Atmosphere of Earth - Wikipedia](#)

[What Is The Earth's Atmosphere Made Of? - WorldAtlas](#)

[5 things you might not know about the sky \(conservation.org\)](#)

[The Atmosphere and the Water Cycle | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](#)

[How Does Carbon Get Into the Atmosphere? | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](#)

[The Top of the Atmosphere \(nasa.gov\)](#)

[How much water is in Earth's atmosphere? | Live Science](#)

Compilado por **Uriel Franco Jaramillo**.



<https://www.worldatlas.com/r/w1200-q80/upload/d0/ac/51/earth-atmosphere-space-studio23.jpg>

**GRAND TSINGY DE BEMARAHA: MADAGASCAR'S CATHEDRAL OF LIMESTONE**

The Grand Tsingy is a UNESCO World Heritage site and arguably Madagascar's most breathtaking geological wonder. Located in the remote western region, this 152,000-hectare national park is defined by its "Tsingy"—vast forests of jagged limestone needles that reach heights of up to 100 metres. This sharp, vertical landscape was carved over millions of years as groundwater dissolved the limestone plateau, leaving behind a fortress of rock that has protected rare species and ancient Malagasy traditions for centuries.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Tsingy\\_de\\_Bemaraha\\_National\\_Park](https://en.wikipedia.org/wiki/Tsingy_de_Bemaraha_National_Park)

<https://www.discovery.com/exploration/grand-tsingy-madagascar>

<https://thattravel.co.uk/madagascars-tsingy-de-bemaraha-national-park/>

<https://www.earthtrip.co.uk/experience/tsingy-bemaraha-national-park-or-grand-tsingy/>

<https://matadornetwork.com/read/visit-tsingy-de-bemaraha-national-park-madagascar/>

<https://www.nationalgeographic.com/photo-of-the-day/photo/madagascar-limestone-needles>

[https://www.wildfrontierstravel.com/en\\_US/blog/scrambling-up-the-tsingy-de-bemaraha-in-madagascar](https://www.wildfrontierstravel.com/en_US/blog/scrambling-up-the-tsingy-de-bemaraha-in-madagascar)

<https://www.aqua-firma.com/travel-guides/madagascar-national-park-reserves-travel-guide/tsingy-de-bemaraha>

[https://www.youtube.com/watch?v=N\\_L2OnsdeQk](https://www.youtube.com/watch?v=N_L2OnsdeQk)

<https://www.earthtrip.co.uk/experience/tsingy-bemaraha-national-park-or-grand-tsingy/>



Compilado por Nimio Tristán,  
Geólogo,  
Houston, Texas

**Como parte de las actividades de difusión de nuestra revista de geociencias, tenemos una relación de buena fe y amistad con las escuelas, sociedades y asociaciones geológicas en otros países del mundo.**

Instituto Nacional de Geoquímica (México). <https://www.inageq.com/>



Geología Médica

<http://www.medgeomx.com/>



GeoLatinas

<https://geolatinas.org/>



<http://cbth.uh.edu/>

Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias.

[SVHGc@yahoo.com](mailto:SVHGc@yahoo.com)



Universidad Tecnológica de la Habana, - <https://cujae.edu.cu/>

Escuela de Geofísica: <https://t.me/ConoceGeofisicaCujae.edu.cu/>



Asociación de Geólogos y Geofísicos Españoles del Petróleo

<https://aggep.org/>



Sociedad Geológica de España

<https://sociedadgeologica.org/>



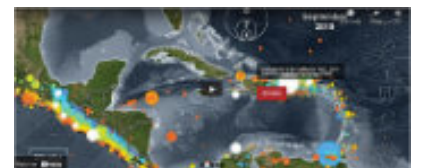
Sociedad Cubana de Geología

<http://www.scg.cu/>



Sociedad Dominicana de Geología

<http://sodogeo.org/>



Universidad Tecnológica del Cibao Oriental, República Dominicana

<https://uteco.edu.do/>





Pieza de Mayapán, Yucatán. INAH. MUSEO REGIONAL DE ANTROPOLOGÍA