

**MARZO
2023**



MAYA

REVISTA DE GEOCIENCIAS



MARZO
2023



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 Angel 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 cual 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 comuníquese 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: The Zumaya section is exposed in northern Spain (Guipuzcoa Province). It is among the longest set of continuous rock strata in the world and an excellent outcrop to observe the K/Pg boundary. This particular outcrop shown in the Revista's cover consists of Eocene tilted, thin-bedded sandstone turbidites characterized by a sheet-like geometry. Photo by **Jhonny E. Casas**.

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 divulgación
Geocientífica

EDITORES



Luis Angel Valencia Flores (M.C.). Ingeniero Geólogo y Maestro en Ciencias en Geología, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura-Unidad Ticomán. Ha trabajado en el IMP, Pemex Activo Integral Litoral de Tabasco, Schlumberger, Paradigm Geophysical, Comisión Nacional de Hidrocarburos, Aspect Energy Holdings LLC, actualmente es académico del IPN (posgrado y licenciatura) y la UNAM (licenciatura) impartiendo las materias de Evaluación de formaciones, Caracterización de yacimientos, Geología de yacimientos, Geoquímica, entre otras del ramo petrolero. Cuenta con experiencia de 20 años trabajando en diversos proyectos de planeación y

perforación de campos, pozos costa afuera, petrofísica, geomodelado y caracterización de yacimientos entre ellos: Cantarell, Sihil, Xanab, Yaxche, Sinan, Bolontiku, May, Onixma, Faja de oro, campos de Brasil, Bolivia y Cuba. Como Director General Adjunto en la CNH fue parte del equipo editor técnico en la generación de los Atlas de las Cuencas de México, participó como ponente del Gobierno de México en eventos petroleros de Canadá, Inglaterra y Estados Unidos. Es Technical Advisor del Capítulo estudiantil de la AAPG-IPN.

luis.valencia.11@outlook.com



Bernardo García-Amador es candidato a doctor en Ciencias de la Tierra por la UNAM. Su pasión es entender las causas y consecuencias de la tectónica. Actualmente se encuentra en proceso de graduarse del doctorado, con un trabajo que versa en la evolución tectónica de Nicaragua (Centroamérica). Además imparte el

curso de tectónica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Recientemente Bernardo ha publicado parte de su trabajo de doctorado en las revistas Tectonics y Tectonophysics, además de ser coautor de otros artículos científicos de distintos proyectos.

bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu



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



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 is 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

COLABORADORES



Salvador Ortuño Arzate received his M. Sc. from the National Autonomous University of Mexico (UNAM) and his Ph.D. from the Université de Pau and Pays de l'Adour (UPPA) in France. He has been a researcher at the Instituto Mexicano del Petróleo and the Institut Français du Pétrole, focusing his work on the Exploration Petroleum field. Salvador has published several papers and a book, "El Mundo del Petróleo" (Petroleum's world),

examining and shedding light on the history of petroleum and the implications for the society. Also, he has worked as an advisor for several universities and national corporations. Lastly, he has served as faculty and has taught different courses at the Secretariat of National Defense and at the Engineering School of U.N.A.M.

soaortuno@gmail.com



Ing. Humberto Álvarez. Más de 5 décadas, dedicadas a la estratigrafía y tectónica del Jurásico, Cretácico y Paleógeno de Cuba occidental y central. Editor cubano de la Expedición checoslovaca Escambray II realizó cartografías del Macizo Metamórfico Escambray; Complejo Anfíbolítico de Mabujina y Complejo Granítico de Cuba central. Es autor-coautor de 23 unidades litoestratigráficas y litodémicas de Cuba occidental y central. Es miembro extranjero de las subcomisiones del Jurásico, Cretácico y Paleógeno de la Comisión del Léxico Estratigráfico de Cuba. Descubrió el mayor depósito cubano de fosforitas marinas y nuevos prospectos de Cu y Au y realizó la factibilidad de 7 proyectos hidroeléctricos en la Cordillera Central de Panamá. Country Manager de Big Pony Gold de Utah, exploró el potencial de oro del greenstone belt del cratón de Uruguay. Senior Geologist de Gold Standard Brasil, exploró regiones auríferas en los Estados de Paraná, Santa Catarina y Mato Grosso del Norte en rocas arqueanas y

proterozoicas y realizó evaluaciones de exploración para Cias. canadienses en Panamá, Andes de Perú, Honduras y otros países. Nombrado por el Ministro de Comercio e Industrias Miembro de la Comisión "Ad Honorem" del Plan Maestro de Minería de Panamá, fue el redactor encargado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) del Proyecto de Geología y Minería y miembro de su Misión Especial para entregar el proyecto al Gobierno y posterior Consultor del BID para la descentralización de la Autoridad Nacional del Ambiente. Anterior Miembro del Consejo Científico de GWL de la Federación Rusa y Representante del Servicio Geológico de Inglaterra en América central. Director de Miramar Mining Panamá y Minera Santeña, S. A., reside en Panamá por 28 años y redacta obras sobre geología de Cuba y Panamá. En el repositorio Academia.edu de libre acceso, se encuentran 22 artículos suyos de diferente volumen.

geodoxo@gmail.com



Ramón López Jiménez 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 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



Marisol Polet Pinzón Sotelo es Ingeniera Geóloga egresada de la Universidad Autónoma de Guerrero y Maestra en Ciencias Geológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León; ha colaborado en proyectos de investigación en el noroeste de México, siendo autora y coautora de publicaciones científicas; cuenta con 8 años

de experiencia en exploración de hidrocarburos en PEMEX Exploración y Producción. Se ha desarrollado en el modelado de sistemas petroleros en Proyectos de aguas profundas y someras en el norte del Golfo de México.

poletpinzon@gmail.com



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

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



Rafael Guardado es graduado en la Universidad de Oriente en 1970 como Ingeniero Geólogo. Cursó estudios de especialización en la Universidad Minera de St Petersburgo en Rusia, antigua U.R.S.S., 1972-1974. Defendió el doctorado en Geología en 1983. Es Académico Titular de la Academia de Ciencias de Cuba, Profesor Titular, Profesor Consultante y Profesor Emerito de la Universidad De Moa. Orden

Carlos J. Finlay. Ha publicado más de 70 artículos, y es Tutor de tesis de Doctorado y maestrías. Ha recibido múltiples premios y distinciones, y es un profesor reconocido en Cuba y el extranjero en la Ingeniería Geológica, la Reducción de los Riesgos Geológicos y el enfrentamiento al Cambio Climático.

rafaelguardado2008@gmail.com



Jon Blickwede egresó de la Universidad de Tufts en Boston, Massachusetts, EEUU con un Bachillerato en Ciencias de la Tierra en 1977. Entró a la Universidad de New Orleans, Louisiana en 1979, donde hizo su tesis de Maestría en Geología sobre la Formación Nazas en la Sierra de San Julián, Zacatecas, México. Jon comenzó su carrera en 1981, trabajando por 35 años como geólogo de exploración petrolera para varias compañías tal como Amoco, Unocal, y Statoil. Realizó

proyectos de geología sobre EEUU, México, Centroamerica y el Caribe para estas empresas. Durante 2018, Jon fundó la empresa Teyra GeoConsulting LLC (www.teyrageo.com), donde está realizando un proyecto de crear afloramientos digitales y excursiones geológicas virtuales en EEUU y México, utilizando imágenes tomados con su drone, integrados con otros datos geoespaciales.

jonblickwede@gmail.com



Laura Itzel González León, es estudiante de la carrera de ingeniería en Geología ambiental, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería).

hidrográficas y riesgos geológicos.

Actualmente ejerce como prestadora de servicio social en el Geoparque Mundial de la UNESCO Comarca Minera haciendo divulgación referente a geopatrimonio.

itzelleon2909@gmail.com

Sus principales áreas de interés son la geotecnia, geotermia, sistemas de información geográfica, gestión de cuencas



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.

naticasilvacruz@gmail.com



Jesús Roberto Vidal Solano es doctor en Geociencias por la Universidad *Paul Cézanne* en Francia y realizó un postdoc en el Laboratorio Sismológico del *Caltech* en EEUU. Fue egresado de los programas de Geólogo y de la Maestría en Ciencias-Geología de la Universidad de Sonora en donde actualmente es profesor investigador desde hace 16 años. Es divulgador geocientífico y fundador del proyecto La Rocateca www.rocateca.uson.mx y actualmente es secretario del Instituto Nacional de Geoquímica AC. Su investigación

científica de tipo básico se centra en la obtención de conocimiento sobre los procesos magmáticos y geodinámicos de la litosfera, en particular de los vestigios petrológicos y tectónicos de los últimos 30Ma en el límite transformante de las placas Pacífico-Norte Americana. Sus investigaciones científicas de tipo aplicado se enfocan en el estudio de geomateriales para la solución de problemas geoarqueológicos, paleoclimáticos y de yacimientos minerales no-metálicos en el NW de México.

roberto.vidal@unison.mx



Saúl Humberto Ricardez Medina es pasante de Ingeniería Geológica, miembro activo del capítulo estudiantil de la AAPG del Instituto Politécnico Nacional, participó en el X Congreso Nacional de Estudiantes de Ciencias de la Tierra como Expositor del trabajo "Análisis de Backstripping de la Cuenca Salina

del Istmo". Actualmente, se encuentra trabajando en su tesis de licenciatura relacionada a identificar y reconocer secuencias sedimentarias potencialmente almacenadoras de hidrocarburos en las cuencas del sureste.

ricardezmedinasaulhumberto@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



Uriel Franco Jaramillo, es estudiante de noveno semestre en la carrera de Ingeniería Petrolera en la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, sus principales áreas de interés son la simulación matemática de yacimientos y la conducción, el manejo y el transporte de

hidrocarburos. Actualmente está prestando su servicio social como colaborador en la Revista Maya de Geociencias.

urielfranco.unam@gmail.com



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**, 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. <https://manuelarribas.es/>

<https://dgapa.unam.mx/index.php/semblanzas-anio-rdunia-2015/2015-rdunia/683-2015a02-herandez-espriu-jose-antonio>

CONTENIDO

MARZO 2023



La Academia de Ingeniería de México felicita al Académico

Dr. Antonio Hernández Espriú

miembro de nuestra Comisión de Especialidad en Ingeniería Geológica
por su nombramiento como

Director de la Facultad de Ingeniería

para el periodo 2023-2027




La Academia de Ingeniería de México felicita al académico

Dr. Antonio Hernández Espriú

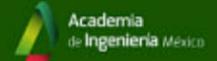
miembro de nuestra Comisión de Especialidad en Ingeniería Geológica
por su nombramiento como

Director de la Facultad de Ingeniería

para el periodo 2023-2027

Le deseamos una gestión exitosa

¡Enhorabuena!



Tercera #5, Centro Histórico, Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06000, CDMX
Palacio de Minería

Si tiene comentarios o sugerencias, contáctenos en
social@ai.org.mx

Gracias.
Academia de Ingeniería México

Semblanzas.....	9
Pioneros de las Geociencias.....	13
Resúmenes de tesis y publicaciones.....	17
Los libros recomendados.....	26
Temas de interés.....	29
Aplicaciones.....	50
Fotografías de afloramientos/microscopio.....	61
Notas geológicas.....	66
Misceláneos	
Museos de historia natural.....	93
La Casa de la columna geológica.....	94
Concurso de fotografía geológica.....	95
Tesis selectas presentadas en la UNAM 2021.....	98
GeoLatinas – GeoSeminarios.....	99
Caverna del arte.....	100
Glosario de términos geológicos.....	103
Red Cubana de la Ciencia.....	104
Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica.....	105
Infografía del icdp.....	106
International Conference on Medical Geology.....	108
Geo-caricatura (Wilmer Pérez Gil).....	109
Aletsch Glacier Trail.....	110
Asociaciones geológicas hermanas.....	111

SEMBLANZAS

Giovanni Flores

Giovanni Flores. Un geólogo petrolero italiano en Cuba.

Rafael Tenreiro Pérez

Melbana Energy, La Habana, Cuba

Giovanni Flores destacado geólogo y refinado intelectual, dedicado a la exploración petrolera en Cuba entre 1947 y 1951.

A modo de introducción - la Gulf en Cuba.

Al concluir la Segunda Guerra Mundial la Gulf Oil había crecido hasta llegar a ser la tercera petrolera y la octava compañía de los Estados Unidos. Esta empresa entra en la exploración petrolera en Cuba en estos años, uniéndose a otras grandes como Esso, Shell y Atlantic. En esos momentos, los resultados de la exploración en la isla eran muy flacos: tres pequeños yacimientos con una producción total acumulada de menos de 2 millones de barriles.¹ En tales circunstancias, Gulf y Shell desvían su atención hacia la plataforma marina septentrional central de Cuba. Los documentos del Buro de Minas, Montes y Aguas del Ministerio de Agricultura señalan que, en la década de los cuarenta la Gulf, Standard, Shell y Atlantic tenían permisos por un total de 20 300 kilómetros cuadrados. Otros 65 000 kilómetros cuadrados fueron asegurados por CVOVT, mientras que unos 15 000 kilómetros cuadrados estaban en manos de decenas de empresas independientes y de emprendedores cubanos.²

El equipo de la Gulf para los trabajos en Cuba era de gran calibre. Bajo la dirección R.J. Macaulay, jefe de la oficina de la Habana, y G. W. Hamilton, jefe de Proyecto, estuvo inicialmente integrado por los geólogos Wim F. Auer, Giovanni Flores y S.N. Davies. En 1948 comienzan a trabajar en el proyecto Donald W. Gravell micropaleontólogo y litólogo, quien falleció en Cuba en 1951. A su fallecimiento asume la posición Paul Bronnimann. A partir de 1949 se les unen: Enrique J. Ruiz, Agustín Pyre, Max Littlefield, Guido Calvache y R. E. Westling. Harry Wassall fue contratado para servir de geólogo a pie de pozo en las perforaciones en el mar, y luego se unió a los grupos de reconocimiento



geológico de superficie. Se contó con el asesoramiento técnico y científico de los doctores Hollis D. Hedberg y E. Boucher. El aristócrata húngaro Horst F. J. Von Bandat realizó buena parte del trabajo de preparación de las cartas fotogeológicas. En 1952, George Pardo asume el cargo de jefe de Proyecto bajo la supervisión de Claude Woessner, adicionando al grupo en 1953 a Paul Truitt y Peter Norton. Myron Kozary se incorpora por un corto tiempo en 1954, y a partir de 1955 a T. J. O'Donnell, C. Phillips, Noel K. Brown, L. W. Gardner, Oliver Mc. Clellan y P. C. Wuenschell. Desde 1956 el proyecto de Gulf cuenta con la colaboración de P. B. Mc. Grath, Charles Ducloz y C. C. Mc Fall de Texaco.

La apuesta de la Gulf, por sectores de la plataforma insular, va acompañada por la introducción de los primeros estudios de sísmica marina, aeromagnetometría³ y gravimetría y, finalmente, la perforación costa afuera. En un momento de relativa apatía exploratoria en Cuba, el proyecto exploratorio de Gulf fue el más organizado, científicamente fundamentado y con mayor nivel de exposición financiera de todas las empresas presentes. El laboratorio de la Gulf era el mejor de Cuba, brindando servicios geológicos a muchos de los pozos perforados por otras empresas.⁴

Dr. Giovanni Flores, geólogo petrolero

Giovanni Flores era descendiente de una familia de militares, su bisabuelo el coronel Francisco Flores llegó a Sicilia desde Cataluña durante los reinados de Carlos III y de Felipe I de Borbón. Había comenzado sus actividades como geólogo en 1939, en Albania, con el Ente Nazionale Idrocarburi (ENI). A la conclusión de la Segunda Guerra Mundial trabaja con la Esso Standard Oil. Giovanni y su esposa Iolanda llegan a la Habana en 1947, aquí nacen sus dos primeros hijos: Heidi y Paolo. Luego de Cuba es comisionado por la Gulf a Belice, África Oriental (Mozambique), Angola en Cabinda y, finalmente, en el Congo (Zaire) hasta 1972.



Geólogos de la Gulf en Cuba, de izquierda a derecha: Win F. Auer, Hollis D. Hedberg, S. Davies y G. Flores.

esta provincia⁸ y en la parte oriental.⁹ Más tarde, pasa a trabajar a la provincia de Matanzas junto a Agustín Pyre.¹⁰ y en el llamado anticlinal Habana-Matanzas.¹¹

Es designado como el geólogo del pozo offshore Hicacos 1 a la entrada de la bahía de Cárdenas. Él mismo comienza a perforar el 13 de agosto de 1949 con un equipo de perforación pesado, movido a vapor, el cual era capaz de alcanzar los 15 000 pies. El taladro se instaló en una plataforma de madera montada sobre más de 200 pilotes clavados en el fondo hasta unos 60 pies. El tope del sello del Eoceno se alcanza a los 1663 pies y el 23 de septiembre a los 2290 pies, se encuentran calizas del Cretácico Inferior con numerosas manifestaciones de petróleo pesado. Esto fue una sorpresa para los geólogos de la Gulf quienes esperaban esta sección a los 3600 pies. En la prueba de formación se obtiene una entrada de aproximadamente 160 litros de petróleo de 9° API en 6 horas.¹² Se esperaba otra trampa a los 8000 pies, sin embargo, el pozo nunca fue profundizado más allá de los 5000 pies debido a que algunos de los pilares de madera apoyados en el fondo del mar cedieron durante varias tormentas. El pozo Hicacos

En Cuba, Flores comienza a trabajar en una concesión, cerca del campo Motembo, donde se produce condensado de gas desde el siglo XIX.⁵ En 1948 continua la cartografía el este abarcando zonas precostas y los cayos Jardines del Rey. En los reportes de Flores, que no solo se describía lo referente a la geología, sino también múltiples referencias a los accidentes geográficos, la flora y la fauna.⁶ En 1948 produce los primeros mapas.⁷ A finales de 1948 es enviado a realizar trabajos de reconocimiento y cartografía geológica en la provincia de Camagüey. En 1949 el nacimiento de su hija Heidi le encuentra trabajando en los reportes sobre los trabajos de levantamiento geológico en

fue abandonado y declarado como pozo seco a los 5045 pies (1539 metros), el 16 de diciembre de 1949.¹³

Además del pozo de la Bahía de Cárdenas, la Gulf había planificado otros tres más, culminando el trabajo de síntesis geológica y geofísica.¹⁴ El pozo Blanquizar 1 se perfora en abril de 1951 y se abandona como pozo seco en enero de 1952, después de alcanzar la profundidad de 11 218 pies (2419 metros). En 1951 nace su segundo hijo Pablo Enrique Flores. Pablo siguió los pasos de su padre convirtiéndose en un destacado geólogo petrolero en la ENI, donde ejerció altas responsabilidades.

Después de Cuba

A partir de 1952 Giovanni Flores es asignado a realizar los primeros trabajos de reconocimiento geológico en la entonces Honduras Británica. Compton Fairweather fue su asistente en estos trabajos, quien lo describe de la forma siguiente: "Mi deber con la Gulf era asistir y ser entrenado por un geólogo de gran experiencia el Dr. Giovanni Flores, italiano empleado por la compañía. Nosotros exploramos cada río, corte de carretera, cantera, caverna o



Pozo Hicacos 1. Acuarela de Giovanni Flores desde el barco de abastecimiento "Juanita" y cuyo capitán nunca se presentó a trabajar medianamente sobrio.

afloramiento que pudimos encontrar entre Sarstoon y Río Hondo, tomando muestras de las capas de rocas sedimentarias."¹⁵

La experiencia de Cuba le sirvió mucho a Flores, quien no solo comienza a describir la presencia de secuencias sedimentarias muy parecidas a las de Cuba y México, sino que, además, describe manifestaciones de petróleo en el rancho Clarissa Falls y en la carretera occidental de Belmopán.¹⁶ Una copia del magnífico reporte de G. Flores se conserva en los archivos de la Dirección de Petróleo de Belice.

Luego, Giovanni es enviado a Sicilia para desempeñar las mismas funciones. En 1959, la familia tuvo que trasladarse a Mozambique, Después de concluir los trabajos en Mozambique bajo la dirección del Dr. Hedberg, Flores se

involucra en un ambicioso proyecto que incluye varios países de África Occidental, desde el Sahara Español hasta Angola. Gracias a esos esfuerzos se producen varios grandes descubrimientos en Nigeria, Cabinda, Zaire y Camerún. Se retira de Gulf en 1972. Desde 1972 comienza a trabajar como consultante en Florencia Italia, en la empresa de sus antiguos compañeros de Cuba, Harry Wassall, Paul Bronninmann, Charles Ducloz y otros, que habían fundado, primero en España y luego en Ginebra, Petroconsultants S.A. En esta posición desarrolla diferentes trabajos en Italia, África Oriental, Brasil, California, Sicilia y Portugal. Giovanni Flores emprendió entonces un enorme trabajo, como publicista y diseminador de las ciencias, ampliamente reconocido por la comunidad geológica italiana y europea.



Las áreas de trabajo de Giovanni Flores abarcan la mitad septentrional de la isla desde La Habana hasta Camagüey.

¹Echevarría Rodríguez G. Badia Gallo Emilio La exploración y explotación de petróleo en Cuba. Historia, evolución y situación actual. La Habana 1986.

²Harris Richard C. Petroleum Developments in Central America and the Caribbean in 1949. AAPG Bull Volume: 34 (1950) Issue: 7. (July) Page: 1390 – 1392.

³Anónimo, 1948. Preliminary map, observed aeromagnetic intensity [Eastern concession area, Cuba]. Gulf Research and Development Co., New York.

⁴Brodermann Jorge. General considerations geological structures with petroleum possibilities. Entrance work as academican bear at the session of June 1, 1951

⁵Flores, G., 1947. Sagua la Grande-Rancho Veloz Área. 1, 2, Cuban Gulf Oil Co. (Archivos de ONRM. Inv.1579); Flores, G., 1947. Rancho Veloz-Corrallillo Área. 3, Cuban Gulf Oil Co. (Archivos de ONRM. Inv.1578); Flores, G., 1947. Corralillo-Motembo Área. 5, 6, Cuban Gulf Oil Co (Archivos de ONRM. Inv.1576); Flores, G., 1947. Motembo-Corrallillo. 7, Cuban Gulf Oil Co. (Archivos de ONRM. Inv.1577).

⁶Flores, G., 1948. Sagua la Grande Área. 9, Cuban Gulf Oil Co. (Archivos de ONRM. Inv.1580); Flores G., 1948. Reporte quincenal #6 de las áreas Corralillo y Motembo. 1 2. (Archivos de ONRM. Inv. 1189); 1948 Flores G. Reporte quincenal geológico #7 de la parte comprendida entre Corralillo y el límite de la provincia de Matanzas, cubriendo parte de Motembo, Las Villas. 1 21 (Archivos de ONRM. Inv. 1101).

⁷Flores, G., 1948. Tentative Tectonic Interpretation of the Camajuani Formation. 8, Cuban Gulf Oil Co. (Archivos de ONRM. Inv.1581).

⁸Flores, G., 1949. Camagüey-Nuevitás Área. 18, Cuban Gulf Oil Co. (Archivos de ONRM. Inv.1582).

⁹Flores, G., 1949. Northwestern Camagüey Province. 19, Cuban Gulf Oil Co. (Archivos de ONRM. Inv.1583).

¹⁰Pyre A., Flores Giovanni. 1949. Estudio geológico de superficie en el área del pozo Menéndez 1 y del levantamiento de la Teja, al noreste de Matanzas. (Archivos del Ceinpet Inv. No. 631)

¹¹Flores, G., 1949. Western Matanzas Province. 20, (Archivos de ONRM. Inv.1584).

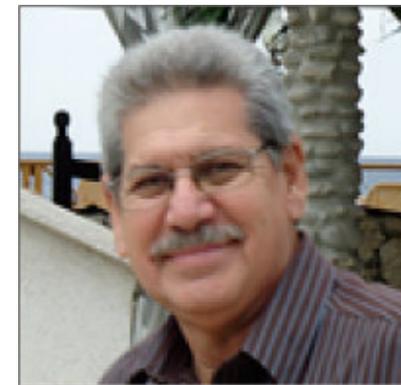
¹²Cuba has first offshore oil find; more Wells on tap. Oil & Gas Journal. 06/13/1994

¹³Flores, G., 1950. Final Report on Hicacos 1, Cuban Gulf Oil Co. (Archivos de ONRM. Inv.1585).

¹⁴Flores, G., 1950. Proposed Structural Interpretation of Core Holes Results. 21, Cuban Gulf Oil Co. (Archivos de ONRM. Inv.1586).

¹⁵Compton Fairweather, CBE, History of oil exploration in Belice June 2006 The Reporter,

¹⁶History of Oil Exploration In Belice <https://www.belize.com/>



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

PIONEROS DE LAS GEOCIENCIAS

Victor Hugo Benioff: (1899 - 1968)

Benioff, who used his middle name, played an important role in the development of seismology, first by creating instruments of greater sensitivity than had been used before, and second by developing ideas about the relationships between earthquakes, rock deformation, and tectonics.

Benioff was raised by his mother, Frieda (née Widerquist) after her brief marriage to Simon Benioff. Originally Hugo had planned to become an astronomer, and worked summers doing solar observing at Mt. Wilson Observatory while attending Pomona College, from which he graduated in 1921; he then did graduate study at the California Institute of Technology (Caltech) while working as an assistant at Lick Observatory. However, he found it impossible to observe at night and sleep during the day, and so abandoned this career in 1924 for the newly formed seismology program that the Carnegie Institution of Washington had begun in 1921 under the leadership of H. O. Wood. He remained there as the program merged with Caltech, becoming a member of the faculty there in 1937. He stayed at Caltech until his retirement in 1965, though he had little involvement with students, working primarily with the other scientists and engineering staff at the Seismological Laboratory a few miles from campus.

Development of Instruments. The initial assignment given to Benioff was to develop a system that would allow seismic signals recorded at different stations to be accurately timed to the nearest tenth of a second: not an easy task. To drive the recording drums, he developed a motor driven by a tuning fork, to give uniform speed; time marks were put on the records from marine chronometers driving relays, with the whole system checked by twice-daily radio time signals—all run automatically.

Benioff's next contribution, in 1930, was to design a seismometer of much higher sensitivity than any so far built—an activity he pursued in various ways over the next three decades. At the time the highest sensitivity came either from very large masses (up to 20 tons) driving mechanical systems, or from electromagnetic systems, in which the motion of a coil in a magnetic field generated a voltage to drive a galvanometer. The sensitivity of these systems was limited by the low field strength available from permanent magnets. Benioff adapted a transducer that used changes in the flux through a magnetic circuit



with a variable air gap (termed the reluctance) to generate a higher voltage for a given motion. Applying this variable-reluctance sensor to vertical and horizontal seismometers gave magnifications at periods of around one second up to 100 times larger than had been available before, especially in the vertical component. These instruments were first installed at the stations of the southern California network, where they not only recorded local earthquakes but gave high-quality records of distant earthquakes, showing seismic waves not previously observed and providing especially good records of deep earthquakes.

With slight redesigns, these instruments remained one of the best available seismic sensors for many years; they were used in the World-Wide Standardized Seismic Network, which operated from 1961 into the 1980s.

The next application of the variable-reluctance transducer, in 1932, was to a strain seismograph, which used a steel rod attached to the ground at one end, with the other end using the transducer to measure the distance from the end of the rod to another attached point, so that the whole system measured the stretching of the ground from seismic waves. Originally designed to give good records at high frequencies, this turned out to be most useful at

lower ones, especially for recording long-period surface waves from distant earthquakes.

After 1946 Benioff combined instrument development with studies of earthquake mechanism and the relationship between seismicity and tectonics. Using the recent results of his colleagues Beno Gutenberg and Charles F. Richter on the relationship between earthquake magnitude and energy in seismic waves, he equated this energy to the energy released by the elastic rebound of rocks around an earthquake fault, and from this derived the average strain in the earthquake region. For a series of earthquakes, plotting the cumulative strain against time showed patterns that could be related to experimental studies on the creep of rocks under stress. Benioff's first application of these ideas, in 1949, was to argue that the pattern of strain release for deep earthquakes in a particular area showed that they all occurred on a common structure, which he took to be a large inclined fault. In 1952 he extended this concept to zones of deep earthquakes all around the Pacific Ocean, making many geologists aware of these large and deep structures; when plate tectonics explained these regions of deep seismicity as locations of subduction, they came to be called Benioff zones. While Benioff used his strain-release methodology to display other patterns of earthquake occurrence, this approach was not much pursued by other seismologists.

Benioff, in his instrumental work in the 1950s, continued to pursue higher sensitivity at longer periods. One stimulus for this was the observation on the strainmeter, following a great earthquake in 1952, of signals with about a one-hour period, which could be interpreted as free vibrations of the whole Earth, a phenomenon known from theory but never observed. Benioff improved the performance of his strainmeter, and built new instruments in quieter locations in California and (as part of the International Geophysical Year in 1957–1958) in Peru. When the largest earthquake of the twentieth century occurred in Chile in 1960, these

instruments gave clear records of free vibrations at many frequencies, inaugurating a new branch of seismology. For his accomplishments Benioff was elected to the National Academy of Sciences in 1953, and received two awards, the Arthur L. Day Medal of the Geological Society of America in 1957 and the William Bowie Medal of the American Geophysical Union in 1965.

Benioff had a lifelong interest in acoustics and music, which led him to develop novel musical instruments and to experiment with listening to sped-up seismograms to see what the ear might detect. He put this interest to more direct use during World War II, when he and his engineering staff worked on radar and acoustics for the Submarine Signal Company.

Benioff married Alice Silverman in 1929; they had three children and divorced in 1953, after which he married Mildred Lent, with whom he had one child.

Bibliography

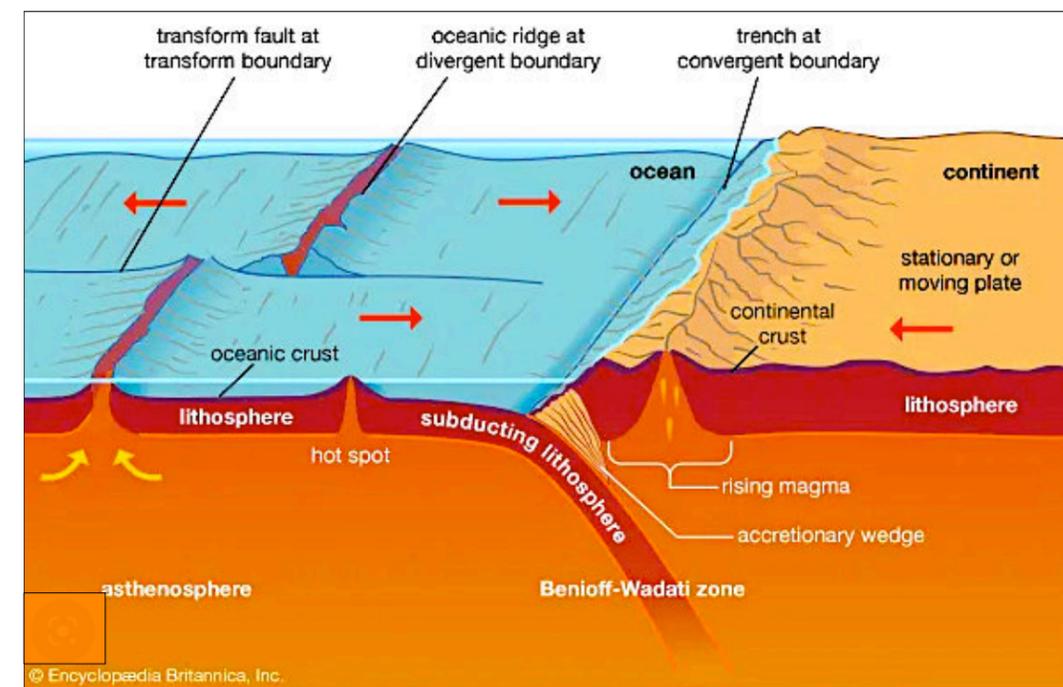
"Seismic Evidence for the Fault Origin of Oceanic Deeps." *Bulletin of the Geological Society of America* 60 (1949): 1837–1856.

"Earthquakes and Rock Creep." *Bulletin of the Seismological Society of America* 41 (1951): 31–62.

"Earthquake Seismographs and Associated Instruments." In *Advances in Geophysics*, vol. 2. New York: Academic Press, 1955.

With Frank Press and Stewart W. Smith. "Excitation of the Free Oscillations of the Earth by Earthquakes." *Journal of Geophysical Research* 66 (1961): 605–619.

Source: <https://www.encyclopedia.com/science>



Col. Edwin Drake (1819 - 1880)

Edwin Drake and the Oil Well Drill Pipe

In 1959, Parke Dickey wrote in his article, "The First Oil Well," "No one is likely to question the fact that it was the Drake Well at Titusville which started the [oil] industry on its spectacular career..."

Edwin Drake was the first person to strike oil in America. His world-famous well was drilled in Titusville, PA, a small town in Crawford County. His innovative method of drilling for oil using an iron pipe not only caused a "black gold rush" but also placed him in the books of oil industry history.

Edwin Drake was born on March 29, 1819 in Greenville, New York. His family later moved to Vermont, which he left at age 19 and did odd jobs for 11 years. During that time, in 1845, Edwin Drake fell in love with and married Philena Adams, who died during child birth. In 1849, he got a job with the New York and New Haven Railroad where he would spend the next eight years. In 1857, Drake married his second wife, Laura Dowd—16 years his junior. Although much older, he was a loving husband who once wrote in a letter to her, "You know my love that I love you better than any and everything on Earth..." Drake was forced to retire from the railways shortly thereafter when he became ill with muscular neuralgia.

Prior to Drake striking black gold in Oil Creek near Titusville, other investors had tried profiting from the area, although none as successfully as Drake. Before Drake, others used the then-known methods of drilling for oil, which only caused setbacks and never led to marketable quantities of oil. For example, Samuel Kier, an important Pennsylvania figure, had tried to set up a refining enterprise in Pittsburgh but was kicked out by people who feared an explosion. One exception in Titusville was Hamilton McClintock, a farmer, who had the lower part of the creek on his property, where he would capture the oil seeping to the surface of the water. In one season, he could capture as much as 20 to 30 barrels. Investors consistently agreed on the importance of Titusville and its oil. McClintock's seepage caused great interest in the area; one agent purchased 100 acres of land for \$5,000. The locals were astonished by the price of the "worthless land" where the oil constantly dirtied their shoes.

In the 1850's the excitement around oil and Titusville began to brew again and a group of chemists, lawyers, and others formed the first oil company in the United States,



the Pennsylvania Rock Oil Company of New York, later renamed Seneca Oil Company of Connecticut. Drake was hired due to the sheer coincidence that he was out of work and staying at the same hotel as the founders of the company. His previous job with a railroad provided him with a free railway pass that worked in his favor. He took his family to Pennsylvania in hopes of finding an alternative to using whale oil for lamps. Drake did his initial reconnaissance of the area in December 1857 and returned again in 1858 with the title of "Colonel."

"Colonel" Drake faced difficulties from the beginning, the known methods of drilling for oil at the time only ended in failure. He spent five months trying to recover oil, and people had lost their trust in him and some began calling him "Crazy Drake." Even his primary driller, William "Uncle Billy" Smith, also began to feel dejected. Drake's biggest setback occurred on October 6, 1859 when the first oil well fire was started by "Uncle Billy," who went to inspect the oil in the vat with an open lamp, setting the gases alight. It burned the derrick, all the stored oil, and the driller's home. In the meantime, primitive methods only allowed Edwin Drake to drill 16 feet deep, neither deep enough to find oil, nor as deep as he was prepared to go: 1,000 feet.

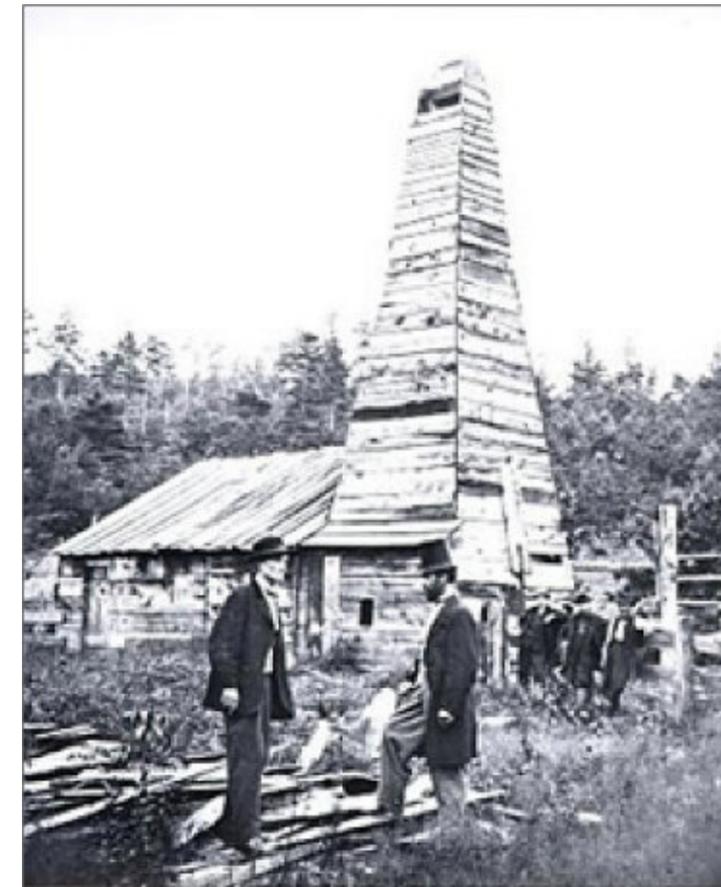
In order to overcome the hurdles before him, he invented a "drive pipe" or "conductor," an invention he unfortunately did not patent. Accordingly to The Daily Picayune, "Mr. Drake conceived the idea of driving a pipe down to the rock through which to start the drill." "Uncle Billy" used Drake's invention, drilling an average of three feet per day through rock and shale. Although the "drive pipe" caused some problems, it paid off on August 27, 1859 when at a shallow 69.5 feet Drake struck black gold.

By this time, Seneca Oil had abandoned Drake and his pursuits, refusing to help him out financially causing him to use his own money and when that had run out borrow from friends. It is estimated that his well produced between 20-40 barrels daily, using all the whiskey barrels in Titusville. In fact, Western Pennsylvania produced half of the world's oil until the East Texas oil boom in 1901. John Wesley Owen wrote in 1975, in his volume, *Trek of the Oil Finders*, "The inception of the modern petroleum industry can be fairly said to have occurred at Oil Creek..." And Edward Chancellor of the *Financial Times* wrote in 2008, "In a few days, Drake extracted as many barrels of oil as a whaling ship could gather on a four-year voyage." Drake proceeded to dig two other wells in the 1860s. By 1876, the well had stopped producing oil. Also despite Drake's success, Seneca did not reimburse him for his first well until four years after the fact.

After leaving the industry, he became a Justice of the Peace in 1860 but, due to his atrophying muscles, left shortly thereafter. In 1863, "Colonel" Drake and his family left Pennsylvania only to endure more financial setbacks and later returned without money and with Drake in crumbling health. The caring residents of Titusville started a collection for him in 1870 and convinced the General Assembly in 1873 to provide Drake's family with an annual pension of \$1,500.

Drake died in Bethlehem, PA on November 9, 1880, and was later moved to Titusville, where he remains today. In 1902, Henry Rogers, a Standard Oil Executive, built a statue of Drake at his burial site. The original tools that Drake used for Oil Creek Well can be found at the Drake Well Museum in Titusville.

Source: <https://www.pabook.libraries.psu.edu/literary-cultural-heritage-map-pa/feature-articles/edwin-drake-and-oil-well-drill-pipe>



Titusville Well, 1859.

PUBLICACIONES

TESIS & RESÚMENES

Eduardo Monreal Roque

Petrogénesis y evolución tectónica de las rocas ígneas y metamórficas en el Complejo del Macizo de Chiapas: transecto Las Palmas – Toluca.

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, 2022

Sustentante: Eduardo Monreal Roque

Director de Tesis: Dr. Bodo Weber

Resumen.

La cartografía geológico-estructural a lo largo de un transecto desde la localidad de Las Palmas, en el municipio de Mapastepec, hacia Toluca, en Montecristo de Guerrero, Chis., permitió identificar un basamento metamórfico, así como rocas ígneas y sedimentarias. Para estas rocas, fue realizado un estudio petrogenético, constituido por petrografía, geocronología, geología isotópica y geoquímica; un análisis macro- y micro-estructural fue realizado en el basamento metamórfico. El litodema más antiguo está representado por anfibolitas migmatizadas, con una edad de cristalización U-Pb en circones (LA-ICP-MS) de 1499 ± 64 Ma, con edades de metamorfismo durante el Toniano (952.5 ± 16.5 Ma) y el Pérmico (255 ± 3 Ma). El resto de litodemas corresponden con gneises de biotita y hornblenda, y anfibolitas masivas. A partir del cálculo de edades modelo de Nd, se caracterizaron dos grupos de anfibolitas: 1) anfibolitas migmatizadas con TDM = 1.86 – 2.09 Ga y 2) anfibolitas masivas con TDM = 1.32 – 1.61 Ga. Por su parte, los gneises de biotita y hornblenda muestran TDM = 1.73 – 1.86 Ga, similar a las anfibolitas migmatizadas. La geoquímica de roca total muestra que las anfibolitas con edad modelo más joven, presentan un mayor enriquecimiento en las Tierras Raras Ligeras, respecto a las pesadas, que las anfibolitas migmatizadas con mayor TDM. A partir del conjunto de observaciones geocronológicas, isotópicas y geoquímicas, las anfibolitas migmatizadas fueron asociadas a la Unidad Catarina, mientras, las anfibolitas con textura masiva, fueron asignadas a la Unidad Custepec. Cuatro distintos tipos de intrusivos fueron identificados: 1) granodiorita pérmica (250.4 ± 1.2 Ma), 2) granito peraluminoso, posiblemente del Triásico-Jurásico, 3) un sistema de diques graníticos peraluminosos, posiblemente del Pérmico, y 4) un pórfido del Mioceno. El análisis por U-Pb en circones detríticos (LAICP-MS) determinó una edad máxima de depósito de 321.8 ± 4.5 Ma para una secuencia sedimentaria que cabalga al basamento en la porción norte, identificándola como parte de la Fm. Santa Rosa. El microanálisis estructural reveló una dirección de transporte tectónico hacia el sur, que fue asociada al desplazamiento del Complejo del Macizo de Chiapas a través de la Falla Transforme del Este de México, durante el Jurásico.

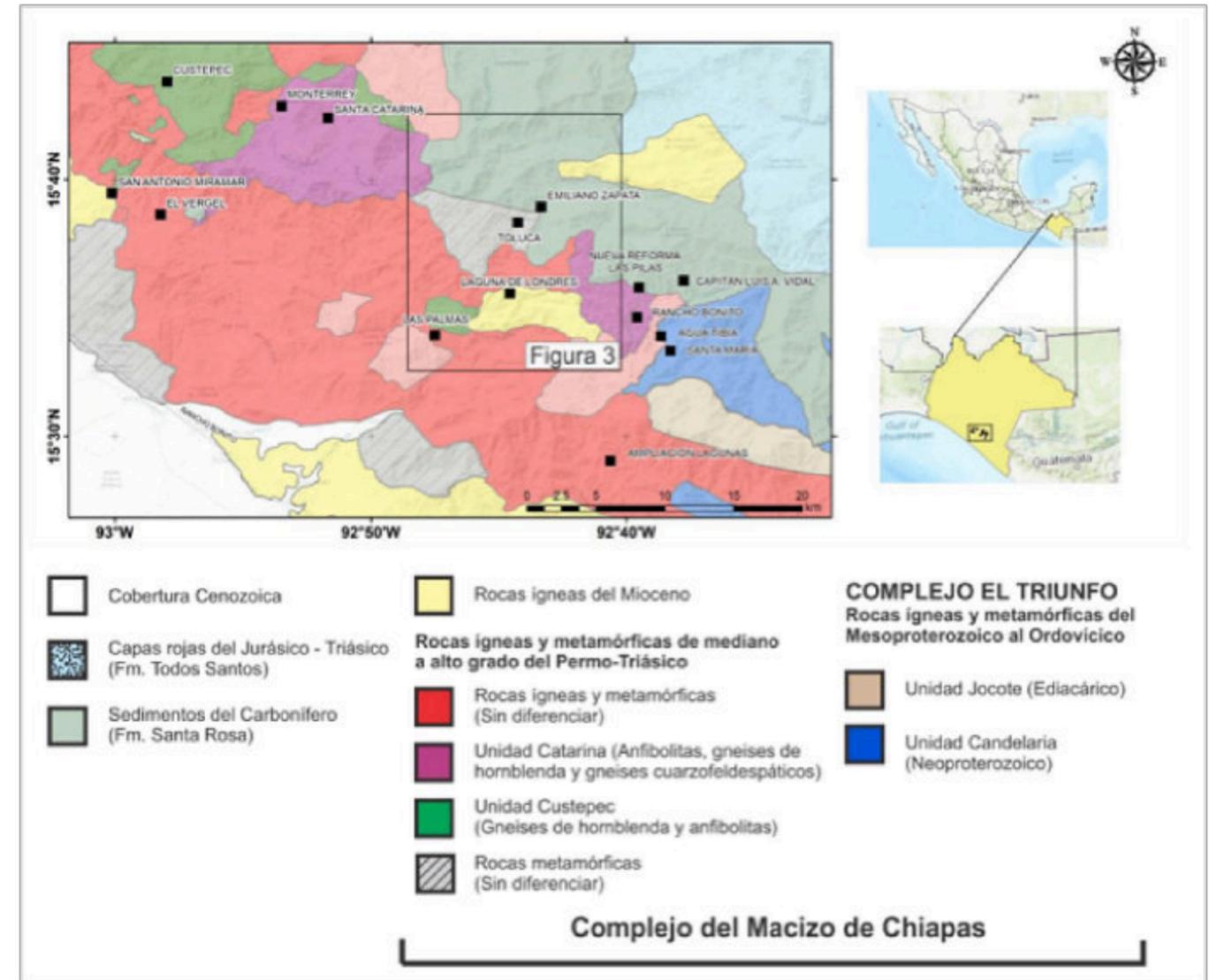


Figura 1.1. Mapa de ubicación general, con la cartografía litológica elaborada por Weber et al. (2020) y Valencia – Morales et al. (2022).

ESTUDIO TERMODINÁMICO DEL PROCESO DE LIXIVIACIÓN CON TIOUREA DE UN CONCENTRADO DE CALCOPIRITA

Universidad Nacional Autónoma de México.

Tesis que para obtener el título de Ingeniero de Minas y Metalurgista, 2022

Sustentante: **Abraham Morales Ramírez.**

Director de Tesis: *Dr. Dandy Calla Choque.*

Resumen

Existen grandes yacimientos de minerales de cobre en varias regiones del mundo, tales como Chile, Australia y Perú. En el caso de México el cobre es el cuarto metal que más se produce, siendo Sonora el estado líder con más del 83% de la producción total, seguido por Zacatecas y San Luis Potosí. Esto ha permitido que el país se encuentre entre los 10 países con mayor producción de cobre. Los minerales de cobre de mayor importancia son los sulfuros, óxidos y carbonatos; los procesos de obtención de cobre están en función de la mineralogía del material empleado. Actualmente, el 80% de la obtención de cobre proviene principalmente de menas sulfuradas de baja ley las cuales se tratan preferentemente por vía pirometalúrgica. Recientemente se ha incrementado el interés por la hidrometalurgia del cobre, ya que en estos procesos se conjuga una oportunidad para el tratamiento de menas de baja ley y lo más importante es que se cree que existe una mejoría en las condiciones de trabajo y una disminución importante en la contaminación al ambiente. Sin embargo, la aplicación de estas tecnologías ha presentado algunos fenómenos de pasivación y una velocidad de disolución muy lenta. En los últimos años las investigaciones se han dirigido a la búsqueda de nuevos agentes lixiviantes, o bien, el uso de nuevos agentes oxidantes y reductores que no solo permitan establecer las condiciones químicas necesarias para llevar a cabo la transformación de estos minerales, sino también que los productos sean ambientalmente estables. La utilización de la tiourea (Tu) ha cobrado interés en el campo de la hidrometalurgia de sulfuros de cobre, ya que es un compuesto orgánico que ha mostrado ser efectivo durante la lixiviación de metales preciosos (p. ej. oro y plata), sin embargo, los recientes trabajos de investigación se han centrado en establecer las condiciones termodinámicas que permitan la formación de complejos Cu – Tu. Por ende, este trabajo se centró en realizar un análisis termodinámico y elaborar los diagramas Eh – pH para identificar la distribución de especies, ya que gracias a los diagramas es posible identificar las condiciones necesarias sobre las cuales se desarrolla la disolución selectiva de estos minerales y generan los complejos Cu – Tu. Por otra parte, es necesario mencionar que la calcopirita se utilizó como objeto de estudio debido a que en los yacimientos de cobre suele ser el mineral que aparece en mayor proporción. El desarrollo de este trabajo procedió en tres partes: se establecieron las reacciones químicas del sistema de estudio, se crearon los diagramas Eh – pH y la distribución de especies y se evaluó la aplicabilidad de los resultados obtenidos; para crear dichos diagramas se emplearon los softwares NITS 46® y MEDUSA Chemistry®. Así mismo, se añadieron diagramas Eh – pH y la distribución de especies de hierro y plomo, debido que es frecuente que estos elementos se encuentran acompañando a los sulfuros de cobre. Con este estudio se encontró que las reacciones químicas presentes en el sistema Calcopirita – Tiourea predominan a pH ácido y a potenciales oxidativos, además, el complejo $Cu(CS(NH_2)_2)_2^+$ es el más estable y con mayor concentración durante dicha lixiviación. De manera general, la utilización de la Tu resultar ser efectiva, ya que puede ofrecer resultados similares a la lixiviación con H_2SO_4 .

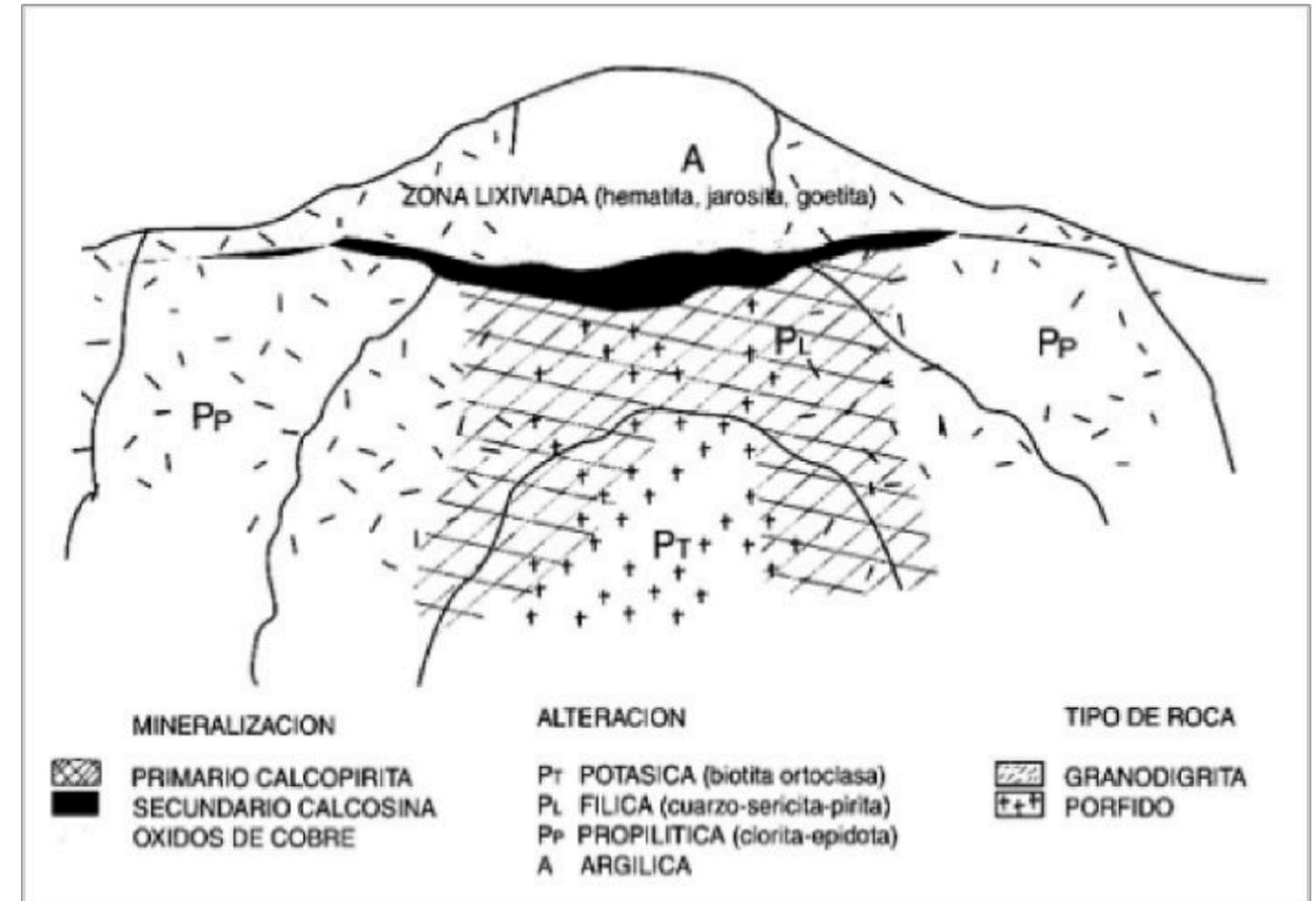
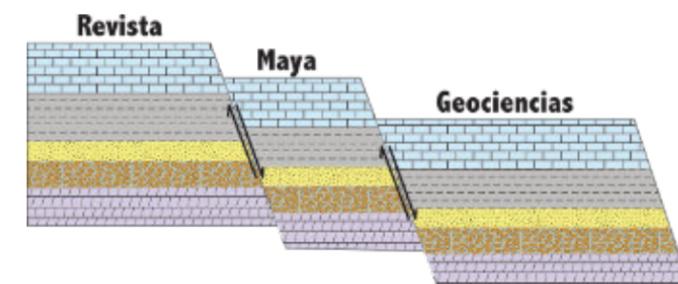


Figura 1.1. Esquema típico de un yacimiento porfídico de cobre, cercano a la superficie, erosionado y sometido a fenómenos de meteorización y oxidación (Domic, 2001).



Caracterización geoquímica de las aguas termales y de sus concentraciones de arsénico en el sistema volcánico-hidrotermal del Puracé (Colombia).

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, 2022

Sustentante: **Edgar Omar Almeida Miranda**

Directores de Tesis: *Dr. Claudio Inguaggiato.*

Resumen

Altas concentraciones de arsénico (As) han sido reportadas en sistemas volcánicos-hidrotermales de todo el mundo. Se analizaron las concentraciones de As y su comportamiento geoquímico en ocho fuentes termales asociadas al sistema volcánico-hidrotermal del volcán Puracé en Colombia. Fueron identificados tres Grupos de aguas considerando sus características físico-químicas y su composición química. El Grupo 1 está integrado por dos fuentes termales, son aguas cloruradas-sulfatadas-bicarbonatadas neutras, se caracterizan por ser las únicas con HCO₃, pH ligeramente ácido (6.62 y 6.83), los STD más altos (5.8 y 9 g/L) y concentraciones de As de 3.4 y 126.2 µg/L. El Grupo 2 se compone por aguas sulfatadas-hiperácidas con pH entre 1.7 y 2.3, presenta concentraciones consistentes con la disolución casi-isoquímica de 2.5 a 7.5 g/L de la roca andesítica local, se caracteriza por las temperaturas más bajas (23.8 – 44.7 °C), las concentraciones de Al, Fe y Mg más altas y con el promedio de concentración de As más bajo (20.7 µg/L). El Grupo 3 está integrado por aguas cloruradas-sulfatadas ácidas (pH 2.3–3.6), se caracteriza por las temperaturas más altas (80.4 – 81.6 °C) y las concentraciones de As más altas también (380.8 – 987.5 µg/L). Cinco de las ocho muestras de las aguas termales del Puracé presentaron concentraciones de As mayores a las recomendadas por la OMS (10 µg/L). Las concentraciones de As están controladas por la dilución por mezcla con aguas meteóricas y por la disolución/precipitación de rocas y minerales ricos en As. La precipitación y disolución de minerales ricos en As pudo haber ocurrido también en condiciones diferentes a las medidas en superficie, particularmente de mayor temperatura y H₂S. Se estimaron las temperaturas del reservorio con los geotermómetros de K-Mg (118 y 136 °C) y Na-K (161 y 226°C) para las fuentes termales del Grupo 1. Las concentraciones de As son mayores en la zona oeste del volcán, cercanos a la comunidad de Coconucos. Se recomienda monitorear las concentraciones de As también en los ríos.

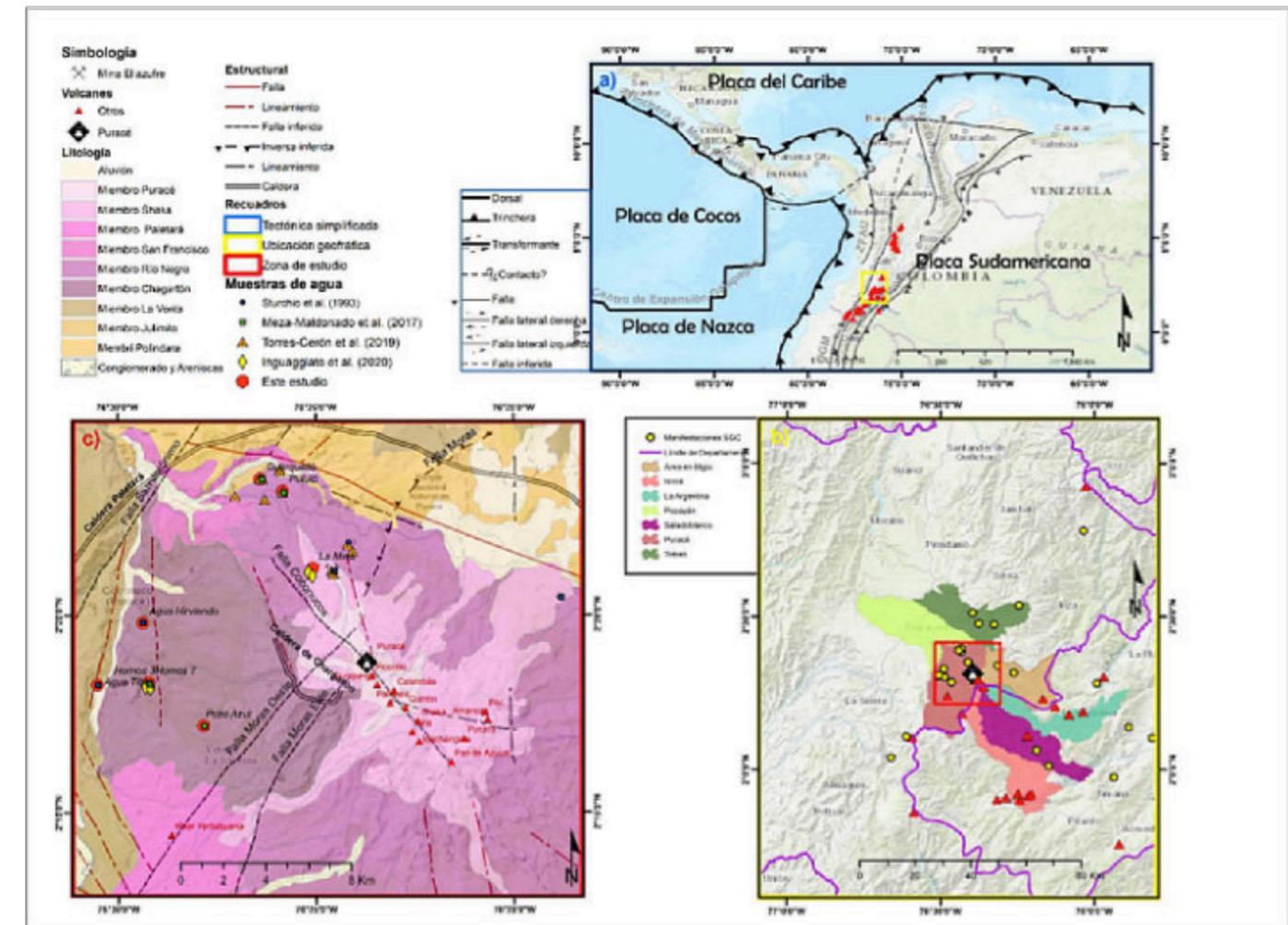


Figura 1.1. Características generales y ubicación de la zona de estudio. En el recuadro azul (a) se observa la tectónica simplificada de la zona, modificada de Trenkamp et al. (2002). El recuadro amarillo (b), muestra la ubicación geográfica de la zona de estudio con respecto a los municipios que comprende (IGAC, 2022a), además muestra las manifestaciones hidrotermales del inventario INVTERMALES del SGC (Alfaro y Cuevas, 2012). En rojo (c) se observa la zona de estudio, con la ubicación de las muestras (actuales y de estudios previos), la geología simplificada modificada de Ruiz y Marquínez (2002) y Marquínez et al. (2003) y la geología estructural de Marquínez et al. (2003) (en negro) y de Gómez-Díaz y Marín-Cerón (2018) (en rojo).

Condiciones de presión, temperatura y composición de los xenolitos corticales en el sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana, Epazoyucan-Tulancingo, Hidalgo.

Universidad Nacional Autónoma de México.

Tesis que para optar por el grado de Maestra En Ciencias De La Tierra, 2022

Sustentante: **Miriam Valeria Núñez Velázquez.**

Director de Tesis: *Dr. Raymundo Gerardo Martínez Serrano.*

Resumen

Las características geológicas, petrológicas y geocronológicas del basamento en el sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana son desconocidas. Sin embargo, estas características son importantes para conocer los procesos magmáticos ocurridos debajo de la región Epazoyucan-Tulancingo. Se recolectaron y estudiaron xenolitos ígneos presentes en estructuras volcánicas de esta región con el fin de aportar información sobre los procesos magmáticos ocurridos. En esta región, se han emplazado rocas volcánicas andesítico-riolíticas del Mioceno en la Sierra de Pachuca y vulcanismo máfico monogenético Cuaternario. Se realizaron análisis petrográficos, geoquímicos y químico-mineralógicos a xenolitos recolectados en tres localidades: domo El Ventoso, Sierra de Pachuca, cono de escoria Cerro Prieto y prismas basálticos de San Miguel Regla, con el fin de conocer sus características petrográficas, geoquímicas, y condiciones de temperatura y presión de emplazamiento. Desde el punto de vista composicional se identificaron los siguientes grupos de xenolitos: (A) graníticos, (B) granodioríticos, (C1 y C2) gabróticos y (E) sieníticos, sin embargo, solo se efectuaron microanálisis a las fases minerales de los xenolitos de los grupos B, C1, C2 y E. Los xenolitos del grupo B se clasificaron como granodioritas y dioritas faneríticas de biotita, con cristales de oligoclasa-andesina (An_{26-41}), anortoclasa, diópsida ($Wo_{44-50}En_{30-35}Fs_{19-21}$), óxidos de Fe-Ti (hematita espinela) y flogopita. Los del grupo C1, gabros faneríticos de anfíbol, presentan andesina-labradorita con zoneamiento inverso (An_{56-60}), augita-diópsida ($Wo_{38-44}En_{46-49}Fs_{9-11}$), enstatita ($Wo_2En_{74}Fs_{24}$), óxidos de Fe-Ti (hematita espinela) y anfíbol cálcico. Algunos ejemplares muestran evidencias de procesos de diferenciación magmática y mezcla de magmas. Los xenolitos del grupo C2 son gabros faneríticos con olivino (Fo_{73-86}) y piroxeno ($Wo_{47}En_{41}Fs_{12}$). Finalmente, los del grupo E son sienitas porfídicas con fenocristales y agregados de piroxeno ($Wo_{43}En_{40}Fs_{17}Wo_{47}En_{34}Fs_{19}$), plagioclasa ($Ab_{71}An_{12}Or_{17}$) y feldespato potásico ($Ab_{45}An_{35}Or_{20}Ab_{68}An_5Or_{27}$), así como escasos cristales de titanita y andradita ($And_{80.67-80.93}$). El cálculo geotermobarométrico indica diferentes condiciones de presión y temperatura para cada grupo de xenolitos. La temperatura y presión estimadas para el clinopiroxeno (clinopiroxeno-líquido) presente en los xenolitos del grupo B varían de 990° a 1,050°C y de 2 a 3 kbar, mientras que para los grupos C y E varían de 1,050°-1,100°C y de 6 a 8 kbar. Por otro lado, los cálculos para el anfíbol (grupo C1) (anfíbol-líquido) dan valores de temperatura promedio de 950°C, la cual es semejante a la calculada para el olivino (olivino-líquido) de la misma roca. Las condiciones de temperatura obtenidas de la biotita (biotita-líquido) (grupo B) son menores a 900°C. Los resultados permiten proponer que los xenolitos de los grupos B, C1 y C2 podrían pertenecer a cúmulos silícicos y máficos existentes en reservorios magmáticos que cristalizaron durante el Mioceno Temprano, y que se ubicarían entre ~4 y 15 km de profundidad. Los xenolitos de los grupos B y C1 probablemente tienen relación genética con las rocas volcánicas miocénicas de la Sierra de Pachuca. Mientras que, los xenolitos C2 deben tener relaciones genéticas con las lavas cuaternarias de los prismas de San Miguel Regla. Finalmente, los del grupo E se pueden relacionar con cuerpos intrusivos alcalinos ubicados a ~20 km de profundidad, debajo del vulcanismo monogenético cuaternario. El magmatismo que produjo los diferentes xenolitos y rocas volcánicas portadoras puede pertenecer a procesos conectados con subducción, ocurridos desde el Mioceno Temprano al Cuaternario.

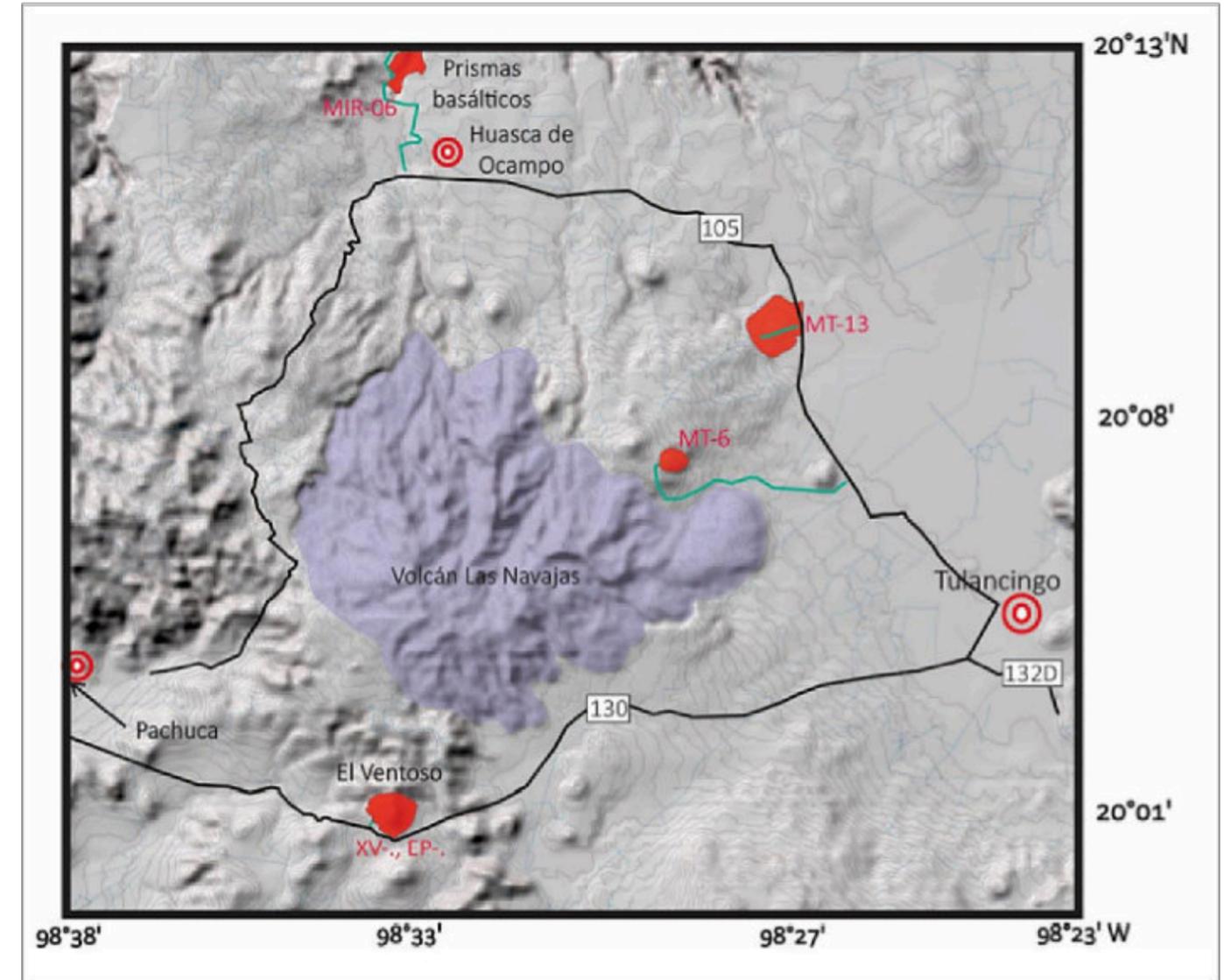


Figura 1.1. Modelo digital de elevación donde se incluye el mapa geográfico de las tres localidades (color rojo) donde se recolectaron las muestras junto con los números o prefijos utilizados para identificar cada una de ellas. Se señalan las poblaciones (círculos rojos), carreteras principales (color negro) y vías secundarias (color azul).

Evaluación de impacto ambiental del cambio de uso de suelo para la ampliación de bancos de materiales de una empresa.

Instituto Politécnico Nacional.

Tesis individual que para obtener el título de Ingeniero Ambiental, 2022

Sustentante: **Jorge Adrián Montoya Murillo.**

Directores de Tesis: *M. en C. Miguel Mauricio Aguilera Flores.*

Resumen

Este proyecto consiste en realizar un análisis ambiental de las áreas circundantes a tres bancos de materiales, pertenecientes a una empresa dedicada a la fabricación de pisos y azulejos, donde se lleva a cabo la extracción de arcilla como materia prima para evaluar el impacto ambiental causado por la explotación de las áreas y generar los análisis necesarios para la autorización del cambio de uso del suelo de las áreas a ampliar. Dentro de ella, se realizó la caracterización y el análisis de aspectos bióticos como vegetación y fauna, y aspectos abióticos como clima, hidrología, edafología, geología y topografía para obtener un análisis del sistema ambiental y generar una proyección adecuada para la ampliación de los bancos.

Se generó un análisis previo de las áreas seleccionadas a través de un Sistema de Información Geográfica. Se realizó un análisis ambiental para evaluar la magnitud del impacto generado en cada banco y la proyección de su ampliación para el caso de requerir un cambio de uso del suelo de tal forma que se desarrolle la extracción del material, provocando el mínimo impacto ambiental adverso, respetando y cumpliendo la normativa aplicable.

La evaluación de impacto ambiental se realizó con base en una matriz de causa-efecto conocida como matriz de Leopold. Se realizó una matriz para cada banco analizado. Esta evaluación permitió identificar la magnitud de los impactos ocasionados a los factores ambientales por las acciones ya realizadas en cada banco, así como las acciones que se realizarán durante el proyecto para ampliar los bancos de materiales y estudios que contienen datos relevantes respecto a las consecuencias provocadas por el cambio de uso del suelo, como deforestación, degradación de suelos y pérdida de biodiversidad.

Como resultado del análisis obtenido, se determinó que el banco de materiales con impacto adverso más significativo es el banco de materiales no. 2 por la cantidad de material extraído y la remoción de la cobertura vegetal de la zona; Además, el banco de materiales más apropiado para ampliar es el banco de materiales no. 1, si se cumplen las medidas preventivas necesarias para proteger las especies amenazadas.



Figura 1.1. Delimitación del sistema ambiental para el banco de materiales no. 1.

El libro recomendado

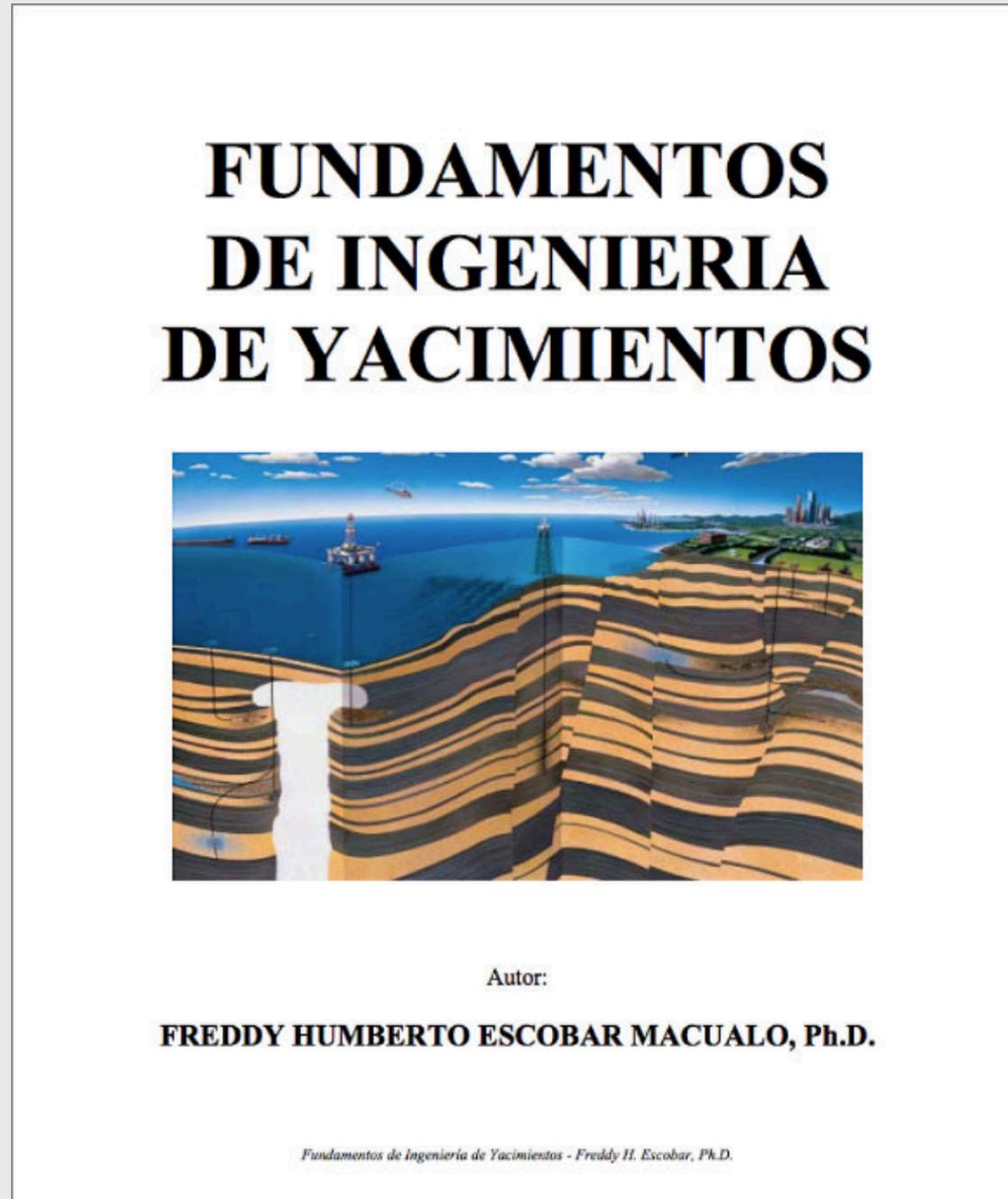
<http://www.oceano.mx/ficha-libro.aspx?id=12350>



Yacimientos minerales: Los Tesoros de la Tierra de Carles Canet Miquel y Antoni Camprubí Cano: <https://latam.casadellibro.com/libro-yacimientos-minerales-los-tesoros-de-la-tierra/9789681679040/2381821>

El libro recomendado

<https://lya.fciencias.unam.mx/gfgf/cubamex2012/lemagne/fiyacimientos.pdf>



Mapas geológicos: explicación e interpretación de J.A. Martínez Álvarez

<https://pdfcoffee.com/mapas-geologicos-martinez-alvarezpdf-4-pdf-free.html>

El libro recomendado

https://revistamaya.com/?page_id=226

Descárgalo gratis!



TEMAS DE INTERÉS

Sostenibilidad en la transición energética. Energía geotérmica.

Natalia Silva Cruz
Colaboradora de la Revista

Hoy nos adentraremos en las entrañas del planeta para conocer un poco más de la energía geotérmica, y conoceremos la razón por la que la lectura errada de los mapas de potencial geotérmico nos lleva a subestimar las múltiples posibilidades de aprovechamiento de esta fuente de energética, para lo que, contrario a lo que se cree popularmente, no es necesario perforar a grandes profundidades en áreas restringidas y muy limitadas de la corteza terrestre, de manera que es parte de las fuentes de energías que se pueden explotar en múltiples locaciones.

Todavía desconocemos exactamente la distribución térmica dentro del planeta y probablemente mucha de la información disponible es imprecisa. Sin embargo, las manifestaciones en superficie son tan espectaculares (como los géiseres, la sismicidad y el volcanismo) que es imposible negar la cantidad de energía contenida en la Tierra en forma de calor. Los principales factores de producción de calor en la litósfera, que es donde la aprovechamos, son: 1) la desintegración de elementos radiactivos, 2) la fricción mecánica entre placas, y 3) las reacciones fisicoquímicas exotérmicas; en dicho nivel

tenemos un gradiente geotérmico de alrededor de 25 a 30°C por kilómetro.

El principio para generar electricidad a partir de fuentes geotérmicas es exactamente el mismo de las centrales termoeléctricas tradicionales: consiste en poner una turbina (conectada a un generador) en movimiento gracias al efecto expansivo del vapor de cierto fluido que ha sido calentado con la fuente térmica, que para nuestro caso se trata del calor contenido en áreas de la corteza terrestre con anomalías térmicas. Dichas anomalías se observan generalmente en zonas activas de la corteza (por ejemplo, el Cinturón de Fuego del Pacífico) y en áreas donde existe una combinación compleja de variables que permiten las altas temperaturas (ver Figura 1). Una vez el fluido se ha enfriado por la despresurización a la que ha sido sometido, es devuelto al acuífero a través de un pozo inyector para ser recalentado, esto permite mantener un volumen y presión constante para evitar problemas como subsidencia del terreno. Normalmente siempre se perfora un número par de pozos para mantener la cupla productor de fluido caliente – inyector de fluido enfriado.

La energía geotérmica no es estrictamente renovable en toda la extensión de la definición debido a que las fuentes pueden enfriarse si no se les da el manejo adecuado, la clave para que sea una energía sostenible es asegurándonos de que el flujo de calor en el planeta mantenga la temperatura apropiada del lugar de explotación. Para esto debemos entender cómo es que se

aprovecha el calor, para esto debemos contar con un yacimiento geotérmico propicio, que debe contar con tres condiciones básicas: la primera es que exista un acuífero entre 1 y 2 kilómetros de profundidad que permita la acumulación y la circulación de agua, vapor y gas (esta condición se puede conseguir de manera artificial mediante procedimientos muy similares a la fractura hidráulica de rocas para la obtención de hidrocarburos no convencionales); la segunda es el flujo de calor que caliente el fluido; y la tercera es la existencia de una roca sello, que sea impermeable con baja conducción térmica que permita el entrapamiento del fluido caliente. La última condición es prescindible en acuíferos donde la temperatura es suficientemente baja como para mantener el fluido en estado líquido, de manera que no se escaparía vapor hacia arriba.

Del tipo de yacimiento depende la utilización que se le puede dar, podemos hablar de tres tipos principales según la temperatura del fluido:

- **Alta entalpía.** Alcanzan temperaturas sobre los 150°C, que son las mínimas requeridas tradicionalmente para la instalación de centrales geotérmicas para la generación eléctrica. Generalmente, el fluido se extrae en forma de vapor, que puede ser utilizado directamente en la turbina para la generación. Se observan comúnmente cerca de focos de calor como intrusiones ígneas, por lo general tienen manifestaciones en superficie como son los géiseres y fuentes termales. También existen yacimientos donde las temperaturas son suficientemente altas porque tienen un foco de calor cerca, pero carecen de acuífero, en estos casos se pueden realizar labores de fracturación hidráulica para aumentar la permeabilidad e inyectar agua para crear un acuífero artificial, este tipo de yacimiento no es suficientemente rentable todavía para alcanzar un uso masivo. Otro tipo de almacén que también obtiene las temperaturas necesarias se presenta en forma de acuífero presurizado en zonas donde no necesariamente aparece un gradiente termal anómalo, pero ocurren a profundidades bastante altas, que dan lugar a las altas temperaturas.
- **Entalpía media.** Tiene temperaturas entre 100 y 150°C. La fase predominante del acuífero es agua en estado líquido. La diferencia con los sistemas anteriores es que en esos yacimientos el fluido sale por bombeo, es decir, no fluye a superficie de manera natural. El uso energético es generalmente para calefacción de uso industrial, no obstante, en plantas de tipo Rankine (o ciclo binario) es posible generar electricidad si el agua calienta un fluido con temperaturas de ebullición más bajas que las del agua, es decir, un fluido que se convierte en vapor a menores temperaturas que

puede poner en rotación una turbina para generar electricidad. Existen casos en los que se ha demostrado que es posible aprovechar la energía geotérmica para generación eléctrica desde los 85°C.

- **Entalpía baja.** La temperatura es inferior a los 100°C. Estos yacimientos son comunes en cuencas sedimentarias donde aparecen acuíferos a unos 2 kilómetros de profundidad, con gradientes termales normales, mostrando temperaturas superiores a los 60°C. Si bien no tienen una cantidad de energía tan alta como para generar electricidad, sí pueden ser aprovechados con relativamente bajas pérdidas porque no es necesario transformar la energía ya que se utilizan para calefacción y para suministro de agua caliente residencial.

Según la descripción de los tipos de yacimientos propicios para la explotación de la energía geotérmica, podemos concluir que no necesariamente su uso debe restringirse a lugares con actividad volcánica o tectónica, como dicta la convención popular. Aunque el mapa de la Figura 1 claramente indica que expone el potencial para la instalación de plantas geotérmicas, tendemos a dar por sentado que la capacidad de aprovechamiento de este tipo de energía se reduce a la generación eléctrica, obviamos que los yacimientos de entalpías medias y bajas tienen energía que puede ser utilizada de manera doméstica o industrial, principalmente si no se requiere la transformación energética sino que se utiliza el calor para procesos que le den uso directo, como son la calefacción de edificios y el agua caliente residencial. Este aspecto nos abre muchas posibilidades para el uso de la geotermia en muchas escalas, haciéndola una de las energías limpias más accesibles. Las técnicas actuales tienen limitantes, pero se espera que avances tecnológicos en el futuro próximo permitan que muchos yacimientos sean comercialmente rentables.

Además de las ventajas claras de la geotermia, cabe añadir que es una tecnología que no tiene un impacto importante en los alrededores porque la infraestructura puede ser ubicada en el subsuelo y además no produce ruido, cuenta con una flexibilidad que no presenta ninguno de los demás métodos de generación de energía tradicionales. Su explotación además no requiere de elementos escasos o con complejidades geopolíticas, como es el caso de las aeroturbinas, y tampoco es necesario preparar áreas muy grandes como sí sucede con las hidroeléctricas. Las desventajas, por otro lado, están asociadas en su mayoría al mal manejo de los acuíferos y pueden ser evitadas siguiendo buenas prácticas de extracción y reinyección, el conocimiento del reservorio es indispensable para tener un desarrollo exitoso. Entre las principales desventajas tenemos: microsismos por fisuras que se dan en las rocas debido al enfriamiento rápido, liberación de gases, contaminación de acuíferos y contaminación térmica.

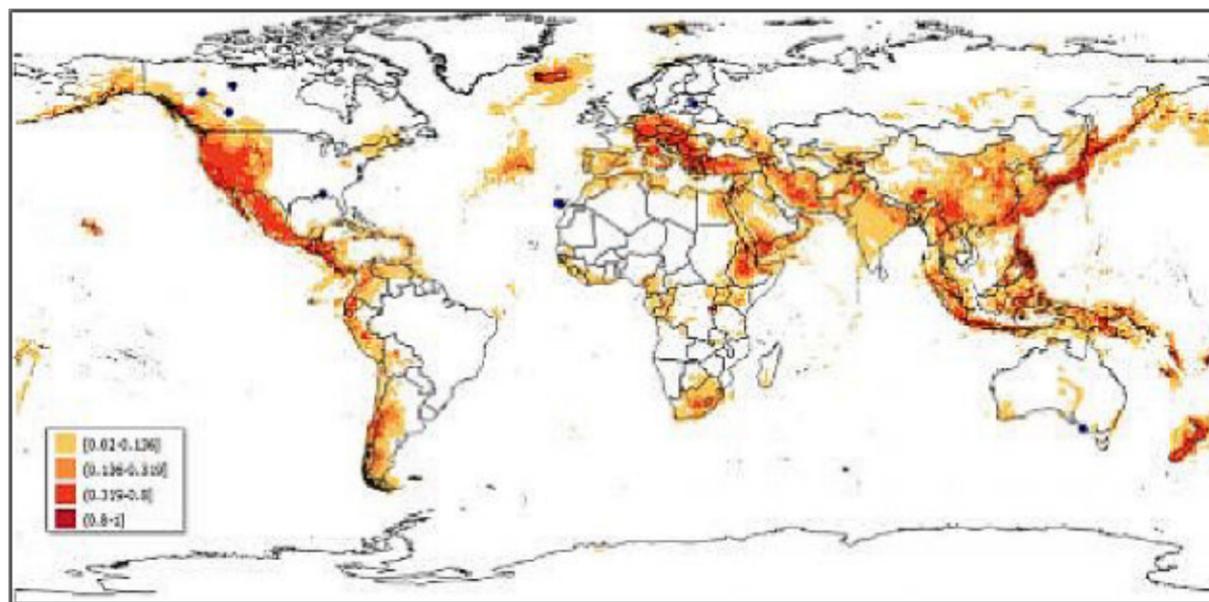


Figura 1. Mapa de idoneidad para la instalación de plantas geotérmicas. Fuente: CNR¹

La capacidad instalada a la fecha a nivel mundial es de 15,4 GW, con una generación equivalente al 3% de todas las energías renovables. Sin embargo, esto equivale únicamente al 5% del potencial mundial disponible de energía geotermal, que está cerca de los 318 GW¹, y estos números no incluyen el potencial de los yacimientos de baja entalpía, de manera que nos encontramos ante una de las energías limpias con mayores oportunidades de

crecimiento. Países como Filipinas (capacidad instalada de 1.900 MW) e Islandia (capacidad instalada de 755 MW) generan el 30% de su electricidad a partir de la energía geotermal, seguramente estas campañas exitosas pueden ser extrapoladas a otros lugares del planeta como parte de la tan necesaria transición energética y descarbonización de la economía mundial.

¹Coro G. & Trumpy E. CNR (2020). *Una mappa globale per identificare le aree idonee all'installazione di centrali geotermiche*. <https://www.cnr.it/it/news/9450/una-mappa-globale-per-identificare-le-aree-idonee-all-installazione-di-centrali-geotermiche>

²S&P Global Commodity Insights, 2020. Global geothermal power, heating up for a moderate growth. <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/ci/research-analysis/global-geothermal-power-heating-up-for-a-moderate-growth.html>



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.

naticasilvacruz@gmail.com

FINDING METEORITES IN YOUR ROOFTOP OR IN YOUR BACKYARD

JHONNY E. CASAS¹

¹ Escuela de Petróleo, Universidad Central de Venezuela



INTRODUCTION

Micrometeorites are extraterrestrial dust particles that survive atmospheric entry and reach Earth's surface (Genge *et al.*, 2008). More than 100 billion micrometeorites fall to Earth each year, and even though micrometeorites blanket the Earth, scientists have generally only been able to discover them in remote places isolated from human presence, such as the Antarctic ice, desolate deserts, and deep-sea sediments.

The cosmic dust consists of tiny remnants from the solar system's birth, including debris from comets and from rocky objects that orbit the Sun, known as asteroids. While most of the particles are interplanetary in nature, some may contain grains from outside the solar system. Their diversity makes them an excellent window to explore our cosmos.

The cosmic dust rain consists of micrometeoroids, small dust particles slamming into Earth's atmosphere as our planet moves around the Sun at nearly 30 kilometers per second (Scientific American, October, 1998). Micrometeorites are notoriously difficult to study in their original state, but a project called Stardust has been collecting unusual samples for the past ten years in a bid to find them. And they succeeded: the recent

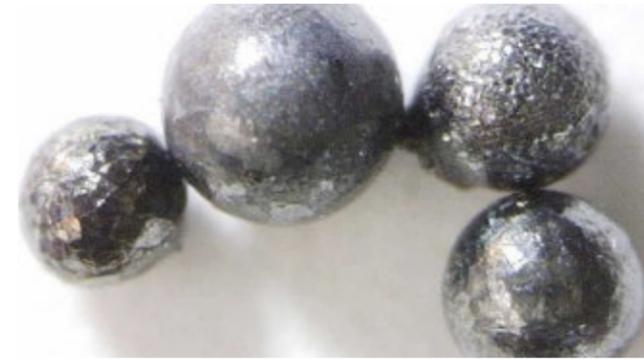
study recovered a fascinating array of micrometeorites from urban rooftops gutters in Oslo, Norway.

Jon Larsen, a Norwegian jazz musician and the creator of Project Stardust, was able to show that it is possible to find micrometeorites in populated areas. In a study published in January 2017 in the journal *Geology* (Genge *et al.*, 2017), he and his colleagues catalogued more than 500 micrometeorites, all recovered from rooftops in the Oslo urban area.

A team composed of Imperial College London, the London Natural History Museum, the University of Brussels, and the group from Project Stardust, estimates that 100 tons of micrometeorite dust falls over Earth every day. The vast majority of this micrometeorites are dust-sized specks about 30 μm to 2 mm in diameter.

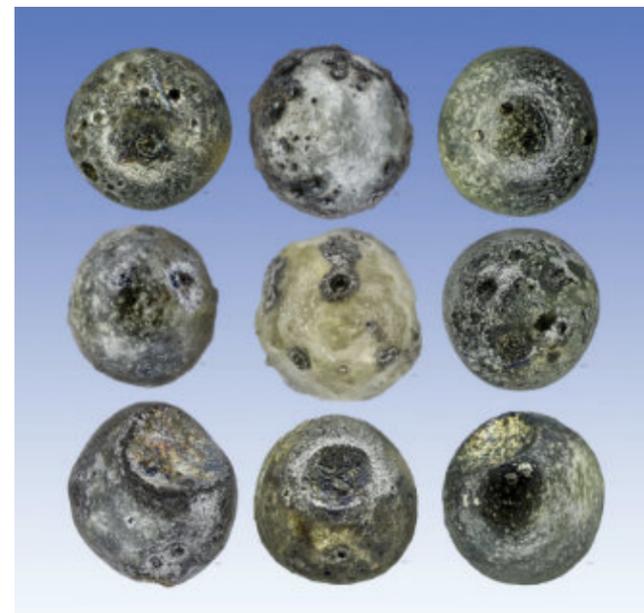
To pick out these tiny micrometeorites, Larsen, since 2010, sampled large, flat roofs covered with vinyl and surrounded by walls which are perfect for accumulating particles. On a dry day with a broom and some plastic bags in hand, he safely goes atop a roof (after gaining permission) and sweeps up loose particles. Meteorites are typically magnetic since most ordinary chondrite-type meteorites have a high iron content. Larsen was able to collect magnetic material (including potential

micrometeorites) on the spots with his handheld magnet. Finally, the final suspects were examined under a binocular microscope, where Larsen looked for the luster and spherical shape indicative of ablation during atmospheric entry.



Micrometeorites (Project Stardust – Jon Larsen)

It took Larsen more than seven years to systemize all the types of micrometeorites, terrestrial particles, and industrial contamination because he had very little reference material to tell him what to look for in the field. His new book (*In Search of Stardust*) is a stunning visual compilation, that guides amateurs through the subject, making it possible for anyone and anywhere to find micrometeorites.



Urban micrometeorites (Source: Jon Larsen/Jan Braly Kihle, 2022 - Facebook)

It took Larsen more than seven years to systemize all the types of micrometeorites, terrestrial particles, and industrial contamination because he had very little reference material to tell him what to look for in the field. His new book (*In Search of Stardust*) is a stunning visual compilation, that guides amateurs through the subject, making it possible for anyone and anywhere to find micrometeorites.

Despite the challenges inherent in collection and analysis, Project Stardust founder Jon Larsen continues to encourage amateur urban meteorite hunters on his Facebook page. Be sure to check out Larsen's Facebook site and learn more about collecting micrometeorites (<https://www.facebook.com/micrometeorites>).

MY OWN EXPERIENCE – METHODS - SAMPLING AND RESULTS

Particles were collected from accumulated sediments in the front yard of my building, located at the city border of Caracas (Venezuela); far away from factories and industrial contamination. The area was an almost flat rectangle about 15x30 meters (about 450 m²), covered by lawn. Worth to mention that the sampling area has at least 20 years undisturbed. The following methodology used here, is new and never published, even by the Stardust Project.

After a heavy rain, it was noticed that the soil was oversaturated by water, so the multiple existing ant's nests in the area, tried to survive the flooding, moving the colony upwards. Days after the rain, when the soil is completely dry, dozens of new anthills can be located in this 450 m² area. Each anthill is composed of very well sorted sandy silt, very soft to be removed; an ideal place to pass a strong magnet. In particular, I own a commercial one called the Meteorite Stick (a telescopic carbon fiber shaft with a Neodymium-Iron-Boron Magnet), which is very useful to be moved back and forth through the surface of each anthill, and collect all magnetic material very easily. Because the magnet is going to be dragged across the ground, it is better to create a barrier between the magnet and the samples by using ziplock sandwich bag, or any other plastic protection.

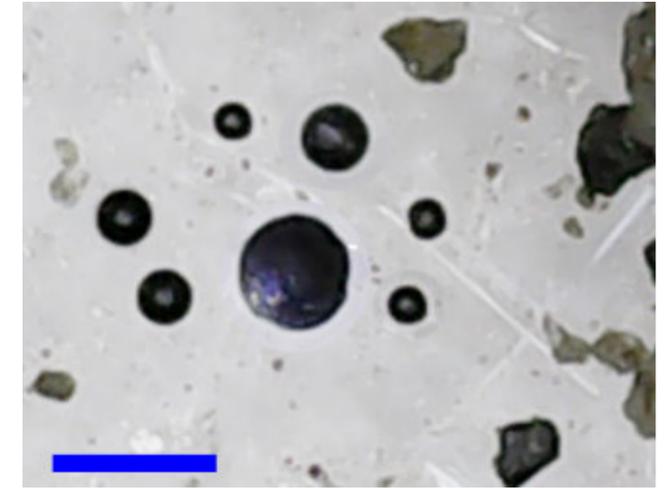


Example of one new anthill after a rainy day

The sediment samples were then processed by this magnetic separation in the field, and the collected material was washed with water at home, to proceed with the size fraction separation. Once the samples have been sorted, I started exploring them with a powerful microscope. The most promising particles will be mostly spherical, so I normally use a toothpick or other nonmagnetic tool to sort through the pieces under the microscope.

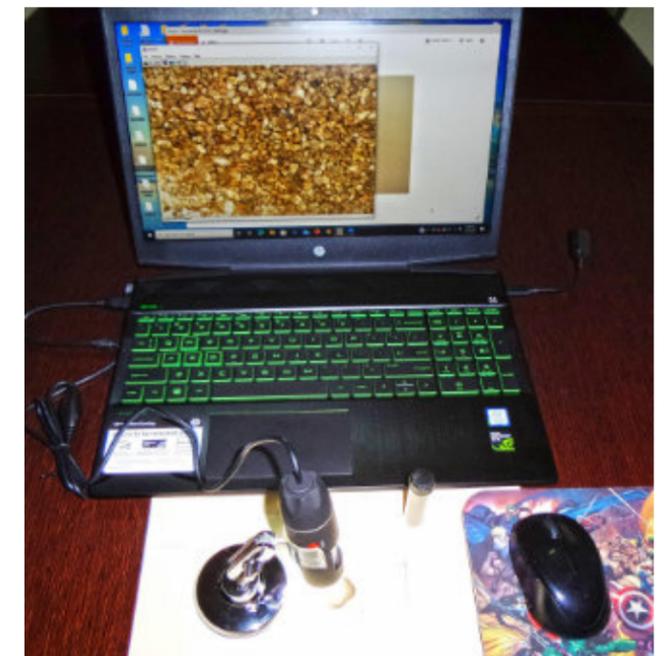
Time consuming is the process of sorting through the contaminants in a process to eliminate the pieces from other particles that could be manmade, or at least terrestrial. Once those pieces have been separated, I put them in containers marked with codes to create my personal database so they can be examined later in more detail.

Particles were selected under a monocular microscope on the basis of the three criteria exposed in Genge *et al.*, (2017). The criteria are: (1) spherical or subspherical shape; (2) color and luster (black vitreous, black to gray metallic); and (3) the presence of surface dendrites or metallic surface protrusions.



Seven probable spherical micrometeorites. Scale bar is 500 microns

The micrometeorites collected are tiny, most of them just 100 to 300 microns in size. The largest of them are just under half a millimeter across, barely visible to the naked eye. To take photos of the samples, and in order to share my findings with other micrometeorite enthusiasts, I use a commercial 40-1000X USB Microscope with digital magnification endoscope camera (8 LEDs) for Micro USB connection with my laptop.



Basic office equipment (USB microscope and laptop)

REFERENCES

Genge, M.J., Engrand, C., Gounelle, M., & Taylor, S., (2008) The classification of micrometeorites: Meteoritics & Planetary Science, v. 43, p. 497–515, doi:10.1111/j.1945-5100.2008.tb00668.x.
 Genge, M.J., Larsen, J., Van Ginneken, M., & Suttle, M. (2017) An urban collection of modern-day large micrometeorites: Evidence for variations in the extraterrestrial dust flux through the Quaternary. Geology, v. 45; no. 2; p. 119–122
<https://www.facebook.com/micrometeorites>
<https://www.ifscience.com/space/how-hunt-micrometeorites/>



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 36 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 and Perú.

Autor/Co-autor en 39 publicaciones para diferentes boletines y revistas técnicas, como: Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Geophysics, The Leading Edge, Asociación Paleontológica Argentina, Paleontology, Geos, Journal of Petroleum Geology, Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela y Caribbean Journal of Earth Sciences; incluyendo presentaciones en eventos técnicos como: AAPG, SPE, CSPG-SEPM y Congresos Geológicos en Venezuela y Colombia, así como artículos históricos de exploración petrolera en la revista Explorer.

Profesor de Geología del Petróleo en la Universidad del Zulia (1991-1992) y Universidad Central de Venezuela (1996-2004). Profesor de materias de postgrado tales como: Estratigrafía Secuencial, Modelos de Facies y Análogos de afloramiento para la caracterización de yacimientos (2003-2023), en la Universidad Central de Venezuela. Mentor en 11 tesis de maestría.

Actualmente es Director de Educación en la American Association of Petroleum Geologists (AAPG) para la región de Latinoamérica y del Caribe (2021-2023), y Representante Regional para la International Association of Sedimentologist (2020-2026).

jcasas@geologist.com

Riesgos geológicos – Sismos

Saul Humberto Ricardez Medina

Colaborador de la Revista

Los sismos son procesos geológicos con los que convivimos día con día y estos son provocados debido a la dinámica interna de la Tierra presentes a nivel global. La mayor parte de los sismos se producen en los límites de las placas en las que se encuentra dividida la litosfera terrestre (fig. 1), donde estas hacen contacto, se generan fuerzas de fricción que impiden el desplazamiento de una respecto a la otra, generándose esfuerzos en el material que las constituye. Si esos esfuerzos sobrepasan la capacidad de

resistencia de la roca, o se vencen las fuerzas friccionantes, ocurre una ruptura violenta y la liberación de repentina de la energía elástica, esta se propagada en forma de ondas sísmicas, las cuales son registradas en el sismógrafo el cual es un instrumento de gran sensibilidad que genera una traza sísmica que representa la velocidad de movimiento del terreno en el sitio de registro y el acelerógrafo permite registrar las aceleraciones a las que se ve sometido un terreno en direcciones horizontales y verticales ante el paso de las ondas sísmicas producidas por un sismo de gran magnitud a una distancia relativamente corta y sus valores se expresan en porcentajes o fracciones del valor de la aceleración gravitacional (9.81 m/s²)



Figura 1: A) Modelo tectónica global de la Tierra, con los diferentes límites de placas, vulcanismo asociado y velocidades de extensión en dorsales oceánicas en cm/año. B) Distribución global de la sismicidad (epicentros) delineando los límites de las distintas en que se subdivide la litosfera. Tomado de: Lario, J & Bardají, T. (septiembre, 2017).

El tamaño de los sismos se evalúa mediante dos diferentes parámetros: magnitud e intensidad. Ambos parámetros pueden expresarse en diferentes escalas que valoran de manera distinta en la energía liberada durante un sismo. La magnitud es una aproximación cuantitativa que está en función de la máxima amplitud del movimiento del terreno registrado en los sismógrafos (fig. 2), mientras que la intensidad es una aproximación semicuantitativa basada en los efectos de los terremotos sobre personas, construcciones y la naturaleza, siendo muy subjetiva a la

sensibilidad y lugar donde se encuentre la persona que lo perciba.

Como se mencionó en el número anterior, el riesgo sísmico se compone de tres factores: los bienes (C) como vidas humanas, construcciones, puertos, servicios, la vulnerabilidad (V), que indica la susceptibilidad al daño y el peligro (P), que es la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino, resumiéndose en R = CVP, como notaran la vulnerabilidad es la variable en la que se puede influir de forma significativa con el fin de

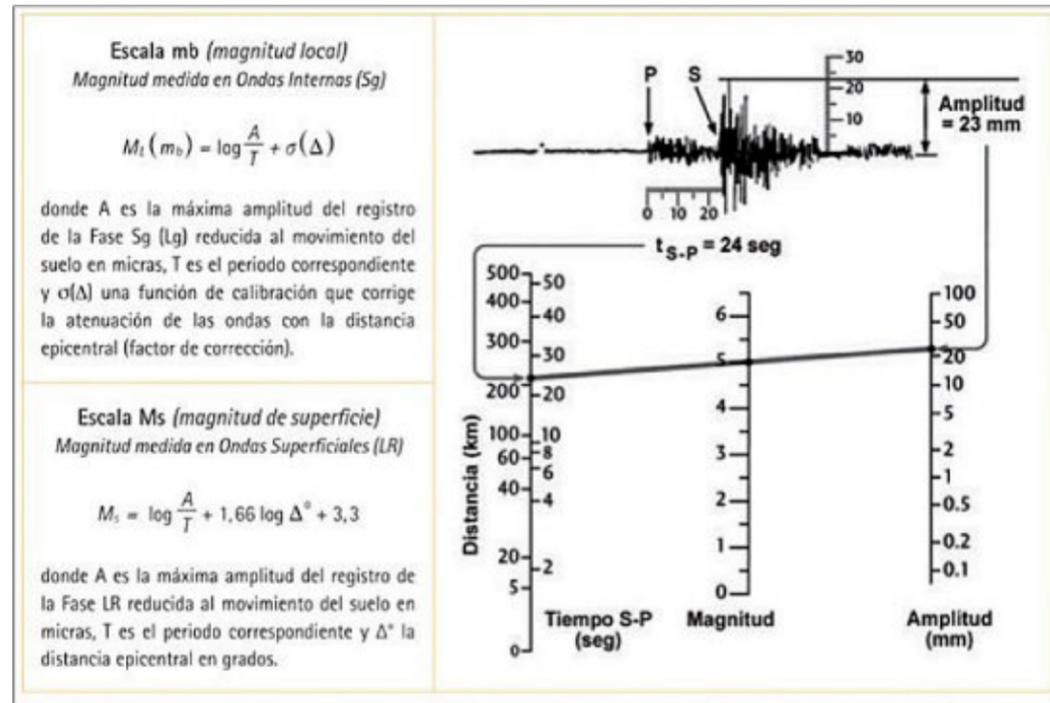


Figura 2: Ecuaciones genéricas para el cálculo de la magnitud en las escalas mb y Ms. A la derecha, ejemplo de determinación gráfica de la magnitud y distancia epicentral de un terremoto según el gráfico logarítmico de Richter, basándose en parámetros medidos sobre un sismograma tales como máxima amplitud de las ondas sísmicas (magnitud) y diferencia de tiempos de llegada de las ondas P y S (distancia epicentral). Tomada de: Lario, J & Bardají, T. (septiembre, 2017).

disminuir el riesgo por sismos. Esta ampliamente demostrado que es posible aminorar la vulnerabilidad y pérdidas, a través de la mejora de la calidad de los materiales, así como las técnicas y normas de construcción.

Otra manera de mitigar la vulnerabilidad es con la elaboración, distribución y educación sobre la cultura de la prevención en los lugares con mayor susceptibilidad a sismos, a través del tiempo y el registro de los distintos sismos catastróficos de grandes magnitudes y repercusiones en pérdidas de vidas humanas y materiales es que hemos sido conscientes de forma paulatina que la Tierra es un ente dinámico. Particularmente en México después del sismo el 19 de septiembre de 1985 fue que el gobierno empezó a interesarse en algún mecanismo de alertamiento el cual avisara a la ciudad que estaba próxima a sentir un sismo, fue entonces que se da inicio al proyecto: sistema de alertamiento sísmico (SAS) en 1989 siendo el pionero en el mundo en brindar un servicio de alerta sísmica en el mundo, dando aviso con un promedio de 50 segundos (esto puede variar dependiendo del lugar donde se origine el sismo). Desde entonces se han endurecido la normatividad de construcción en los lugares de con mayor índice de riesgo, el caso particular de México

se tiene un mapa con la regionalización sísmica, el cual indica cuales son las zonas con riesgo de que ocurran sismos y el daño que estos pueden llegar a causar.

El camino para desarrollar toda esta serie de metodologías y tecnologías para la mitigación y prevención de riesgos ha sido largo y la implicación de riesgo debido a los procedimientos que involucran el conteo, la categorización, los mecanismos y procesos que lo originan, el cómo evaluarlos, crear catálogos sísmicos que incluyan magnitudes, localizaciones epicentrales confiables y un conocimiento amplio de la tectónica, pero ha dado resultados notables como por ejemplo el sismo del 19 de septiembre en México en donde hubo un gran contraste en cuanto a los daños y pérdidas generados en comparación con el sismo del 1985 en donde aun no se contaba con esa cultura de la prevención. Actualmente no se cuenta con ningún tipo de metodología, algoritmo o forma de saber con exactitud cuando y donde se suscitara un sismo, esta incógnita sigue siendo un tema de interés científico que posiblemente con el paso del tiempo y la implementación de las nuevas tecnologías como el machine learning, el deep learning, redes neuronales, entre otras puedan mejorar el sistema de alertamiento y llegar hasta la predecirse.

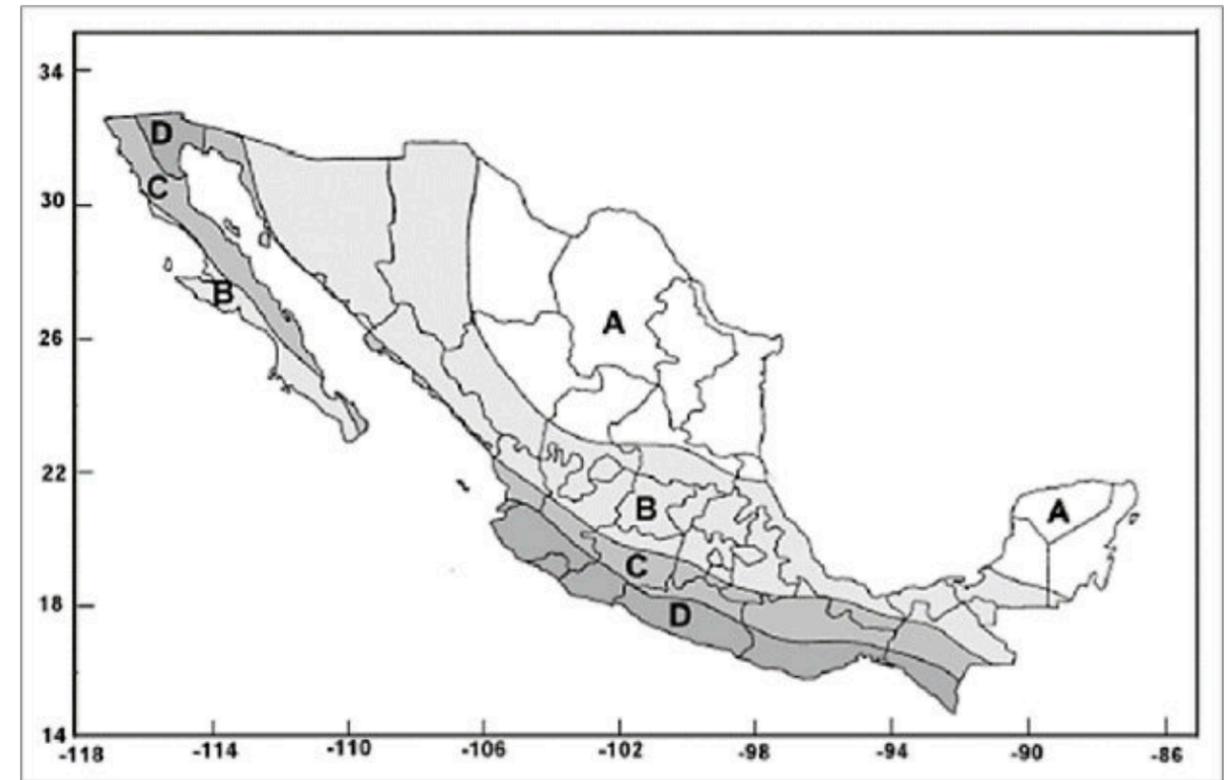


Figura 3: Regionalización sísmica de México, siendo la zona A la zona donde no se tienen registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones mayores a un 10%, mientras que la zona D se tiene registrado grandes sismos históricos donde su ocurrencia es frecuente y puede sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Tomado de: Lario, J & Bardají, T. (septiembre, 2017).

Bibliografía.

Bolt, B., Horn, W., McDonald, G & Scott, E. (abril, 1977). Geological Hazards: Earthquakes, Tsunamis, Volcanoes, Avalanches, Landslides, Floods. Springer-Verlag.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2021) *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*. Sitio web: <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/44.pdf>

Instituto de Investigaciones Sociales Universidad Autónoma de Baja California (UACB). (agosto, 2011). Gobierno de Mexicali. Sitio web: <https://www.mexicali.gob.mx/transparencia/administracion/atlas/pdf/0.pdf>

Lario, J & Bardají, T. (septiembre, 2017). Introducción a los riesgos geológicos. Universidad Nacional de Educación a Distancia.



Saúl Humberto Ricardez Medina es pasante de Ingeniería Geológica, miembro activo del capítulo estudiantil de la AAPG del Instituto Politécnico Nacional, participó en el X Congreso Nacional de Estudiantes de Ciencias de la Tierra como Expositor del trabajo “Análisis de Backstripping de la Cuenca Salina

del Istmo”. Actualmente, se encuentra trabajando en su tesis de licenciatura relacionada a identificar y reconocer secuencias sedimentarias potencialmente almacenadoras de hidrocarburos en las cuencas del sureste.

ricardezmedinasaulhumberto@gmail.com

¿Conoció Colón el petróleo cubano?

Rafael Tenreyro Pérez
Melbana Energy, La Habana, Cuba

Introducción.

A partir del 12 de octubre de 1492, el mundo cambió para siempre, Cristóbal Colón tocaba, sin saberlo, las tierras de un nuevo continente, al que posteriormente llamarían América. Quince días después, el Gran Almirante muestra su alivio, entusiasmo y admiración por las bellezas naturales que contempla en las costas de una bahía, en las costas septentrionales de Cuba oriental que bautizó como San Salvador, con su frase descriptiva: *“isla la más hermosa que ojos hayan visto”*.¹ El historiador cubano Emilio Roig de Leuchsenring, comentando la ruta de Colón en su primer viaje a Cuba, sugiere: *“Puerto Padre, en cuya Punta del Carenero limpió los fondos de sus naves—calafateándolas, probablemente con chapapote del Arroyo de Brea—”*.² Si en realidad esto fue así, Colón no solo conoció el petróleo cubano, sino que fue también el primer europeo que lo usó en América. El hecho, no hubiera sido una extraordinaria rareza porque los aborígenes del Caribe, y también los de Cuba, aprovecharon el petróleo o asfalto natural en diferentes actividades de su vida cotidiana, especialmente, en una actividad muy importante: la impermeabilización de las canoas. Nuestros aborígenes vinieron de isla en isla desde el norte de Sudamérica, donde eran conocidos desde la antigüedad los depósitos de asfalto en la isla de Trinidad, las islas de Cubagua o Margarita, el lago venezolano de asfalto de Guanoco, en las orillas del lago Maracaibo y los numerosos rezumaderos a todo lo largo del Orinoco. De tal suerte, los aborígenes avanzaron por las islas del Caribe utilizando el petróleo que traían a bordo de sus canoas para cualquier eventualidad durante la travesía en el mar. Es de suponer, además, que lo utilizaron cuando encontraron en Cuba decenas de lugares donde aflora el material bituminoso.

Las fuentes.

Se le atribuye a Cristóbal Colón: el Diario de su primer viaje y una veintena de documentos que incluyen cartas, los memoriales de los otros viajes, instrucciones, suplicas, testamento y el Libro de Profecías. Estos legajos, intereses aparte³, lo presentan como minucioso observador de la Naturaleza. Ningún detalle de las tierras americanas, ni los minerales, ni la flora, ni la fauna, ni las condiciones físicas y morales de sus habitantes, escapa a su penetrante curiosidad y minuciosa descripción. Colón fue el primer

viajero marítimo que llevo un diario, a lo Marco Polo, en el que dejó escrito cuanto importante sucedió durante la travesía. A su regreso en Barcelona hizo entrega del mismo a los Reyes Católicos del cual se ordena una copia para el Gran Navegante. Lamentablemente, tanto el original de los monarcas como la copia se perdieron definitivamente. Hacia 1530, el fraile dominico Bartolomé de las Casas hizo una transcripción de las notas originales de Colón y las utiliza para su *“Historia de las Indias”*.⁴ El manuscrito lascasiano que abarca 76 folios, también estuvo perdido durante casi tres siglos hasta que Martín Fernández de Navarrete lo reencontró en la biblioteca del Duque del Infantado, a fines del siglo XVIII. Esas notas del padre Las Casas es el que hoy denominamos *“El Diario de Colón”*.⁵ La fidelidad de esta transcripción hecha cincuenta años después del descubrimiento es un problema muy discutido, porque el propio fraile dominico denuncia errores y hace modificaciones. Así, el principal documento con que se cuenta, tiene detrás a Colón, una figura histórica elusiva y enigmática, hombre de muchos misterios, silencios y oscuridades y cuenta con la intervención de otra figura compleja y rica, hombre admirable y varón apostólico, Fray Bartolomé de las Casas.

Navarrete sostenía la opinión de que Las Casas era un copista de gran veracidad y honestidad. Pero poco después de la publicación Alexander Von Humboldt⁶, a pesar de que la comenta con elogiosas palabras, es el primero en expresar dudas con respecto a la síntesis del dominico. La discusión ha continuado con diferentes matices hasta hoy.⁷ Además, del primer tomo de la *“Historia de las Indias”* de Fray Bartolomé de las Casas, otras publicaciones pueden ayudar a conocer si Colón descubrió petróleo en Cuba. Entre ellas se encuentran: la correspondencia del adelantado D. Diego Velázquez y la de los oficiales reales, que reunieron Ramón de la Sagra y Jacobo de la Pezuela; la *“Historia general y natural de las Indias”* de Gonzalo Fernández de Oviedo⁸; la *“Historia general”* de Francisco López de Gómara⁹ y la que con el título *“De Orbe Novo”* escribió Pedro Mártir de Anglería, especialmente el libro 9no de la Tercera Década¹⁰ y las *“Décadas”* de Antonio de Herrera y Tordesillas. De ningún modo, el asfalto o el petróleo eran un afán ni siquiera secundario para los conquistadores, porque la premura fue la persecución de los metales preciosos y cualquier otra mercancía valiosa, como las especias. A pesar de esto, los cronistas de indias si hacen varias referencias al petróleo americano y, en particular, al cubano.

La primera estancia de Colón en Cuba.

Colón llegó a Cuba el 27 de octubre procedente de las islas más meridionales de las Bahamas. Hasta hoy, se extiende

la discusión sobre el lugar exacto de su arribo producto de dos factores: las ambigüedades de la descripción en las fuentes disponibles y la abundancia de accidentes geográficos que pudieran satisfacer la narración colombina. Los estudiosos han señalado diferentes puntos del nordeste de la isla desde Nuevitas hasta Baracoa, siendo las bahías de Puerto Padre, Gibara, Jururú, Bariay, Vita, Naranjo y Samá las más probables.

Fray Bartolomé de Las Casas, consideró: *“Este puerto creo yo que fue el de Baracoa, al que puso nombre Diego Velázquez, el primero que fue con gente española a poblar la dicha isla de Cuba al puerto de la Asunción.”*¹¹ Pero luego de la publicación del Diario en 1825 por Martín Fernández de Navarrete, comienza a ponerse en duda la identificación de Las Casas. El primero es el propio Fernández de Navarrete¹² que considera que el lugar de desembarco es la bahía de Nipe¹³. En 1851, G.V. Fox presentó su tesis que Colón pisó tierra cubana por Puerto Padre. Desde entonces esta opinión ha recibido el respaldo de investigadores entre los que se encuentran R. Cronau, José Silverio Jorrín y Francisco R. Pueyo y se extiende a autores actuales¹⁴ de la provincia Las Tunas. Mientras que el historiador José García de Arboleya¹⁵, en 1852 asegura que fue el lugar de arribo la Bahía de Samá. El escritor norteamericano Washington Irving considera que el verdadero lugar del desembarco de Colón en Cuba fue en Boca de Carabelas en la bahía de Sabinal al Oeste de Nuevitas¹⁶. Esa tesis es apoyada por Alexander Von Humboldt y con él otros geógrafos e historiadores cubanos, entre los que figuran Carlos de la Torre, José María de la Torre y Vidal Morales.

El investigador Francisco Adolfo de Varnhagen, visconde de Porto Seguro¹⁷, fue el primero que considera a Gibara como el puerto que Colón nombró San Salvador. Entre los que apoyan esta tesis se encuentran Antonio María Manrique¹⁸ y un numeroso grupo de estudiosos como Herminio C. Leiva¹⁹, Patricio Montojo²⁰, Luis Morales y Pedrosa y el historiador guanabacoense Gerardo Castellanos G. Finalmente, la Comisión especial designada en 1922 por la Sociedad Geográfica de Cuba integrada por los señores Alberto de Carnearte, José Carlos Millas, Juan M. Lagomasino, José I. del Corral, Enrique J. Montoulieu, Francisco J. Dumois y Miguel Villa, se pronuncia en favor de Gibara.

Cuando parecía que todo el mundo estaba de acuerdo, a partir de mediados de la década del treinta del siglo pasado, se comienza a revisar el tema. En 1937 un Concurso declaró que no había *“certidumbre histórica”* para determinar con precisión el lugar exacto del desembarco, pero que Bariay tenía las mayores posibilidades. Esto, sobre la base del trabajo presentado

por José M. Van del Gucht y Saturnino M. Parajón²¹. Con posterioridad la tesis de Bariay es apoyada por investigaciones de la Universidad de Harvard²², por la expedición del Grupo Humboldt, de la Sociedad de Geografía e Historia de Oriente²³ en 1941 y en 1944 por Armando Álvarez Pedrosa. La bahía de Bariay fue definitivamente confirmada como el lugar de desembarco en Cuba el 27 de noviembre de 1492 por la Comisión Cubana del Quinto Centenario en 1992.

Reparando las naves en Cuba.

En el diario de Colón se describen las vicisitudes que se pasaron inmediatamente después de la partida con desperfectos en la carabela La Pinta. Por tal percance hubo necesidad de pasar por Gran Canaria para carenarla y reparar las numerosas vías de agua que presentaba. Por lo tanto, no es de extrañar que luego de la travesía a la menor oportunidad se vararan los barcos para revisar el estado en que se encontraban sus cascos. Una vez en Cuba, la ocasión se presenta en el llamado Rio de Mares el 31 de octubre donde tienen que esperar varios días por vientos favorables. Es aquí donde tiene que esperar por varios días que pase el frente frío *“ayer que iba al Noroeste hallé que hacía frío”* dice en el Diario. Ese día primero de noviembre o, quizás el día dos, encomienda a Luis de Torres y Rodrigo de Jerez que se internen tierra adentro con el pretexto de convencer al *“Rey Indio”* de la amistad y buenos deseos de sus Majestades Católicas. El sábado, 3 de noviembre Colón entra por el río al fondo de la bahía *“Rio de Mares”* y observa que el lugar es bueno para reparar las naves y dice *“muy buena playa para poner navíos a monte y mucha leña”* algo que hace efectivo el día 5 cuando dice en el diario *“En amaneciendo mandó poner la nao a monte y los otros navíos, pero no todos juntos, sino que quedasen siempre dos en el lugar donde estaban, por la seguridad”* El día cuatro regresan los dos hombres que había enviado a tierra, el diario describe toda clase de peripecias luego de caminar dice *“doce leguas”* pero no menciona que traigan pez o brea para calafatear los barcos. De lo que no hay dudas es que ese día cuatro estaban en la labor de reparar los cascos porque dice: *“y el Almirante dice que porque tenía la nao en seco en tierra”* y al final del recuento del día escribe: *“Hoy tiré la nao de monte y me despacho para partir el jueves”* (jueves ocho de noviembre). Sin embargo, como continuaba el viento contrario no pudo partir hasta el día doce de noviembre con lo cual tuvo tiempo de hacer otras reparaciones. De la lectura del Diario y los otros documentos de referencia no se puede obtener información suficiente para soportar la sugerencia que hace Roig de Leuchsenring de que se utilizó asfalto cubano para reparar las naves. Es menester aclarar

entonces dos elementos: donde se encuentra el llamado “Rio de Mares” y si en las cercanías de esta bahía existen manaderos de petróleo. El asfalto natural es un elemento utilizable para la impermeabilización de las naves, especialmente durante las reparaciones y cambios de tablas y otros elementos de las naves.

Si ha existido discusión sobre la identidad de la bahía de San Salvador, semejante disputa existe entre los estudiosos sobre la identidad del Rio de Mares. Entre los investigadores que señalan a Bariay como San Salvador, muchos identifican a Gibara como Río de Mares. Otros, como el Luis Morales y Pedrosa fija a Gibara, como San Salvador, y a Puerto Padre como Río de Mares, Fernández de Navarrete, por su parte, considera también a Gibara como San Salvador, pero para él, Rio de Mares es Nuevitas. De tal forma hay por lo menos tres identidades para Rio de Mares: Gibara, Puerto Padre y Nuevitas²⁴. El mismo se encuentra disponible en las cercanías de las ubicaciones del Rio de Mares. En el caso de Nuevitas, los manaderos de Minas a medio camino entre Nuevitas y Puerto Principe. En el caso de Puerto Padre, las ricas fuentes de asfalto de Maniabon que se extienden hacia el norte en las inmediaciones de la bahía y finalmente en Gibara en varios puntos al sur de esta ciudad. En resumen, que si bien es cierto que en el diario o en otras fuentes no se menciona nada del uso del asfalto cubano para las reparaciones en Rio de Mares, la zona, donde abundan estos manaderos pudo haber brindado el material para calafatear.

Comentarios finales.

En el Diario, hay otras dos menciones que pudieran referirse al asfalto en Cuba. El domingo 25 de noviembre anota lo siguiente: **“Encarece todo esto en gran manera á los Reyes, y muestra haber rescebido de verlo, y mayormente los pinos, inestimable alegría y gozo, porque se podían hacer allí cuantos navíos desearan, trayendo los aderezos, si no fuere madera y pez que allí se hará harta, y afirma no encarecello la centésima parte de lo que es, y que plugo á nuestro Señor de le mostrar siempre una cosa mejor que otra, y siempre en lo que hasta allí había descubierto iba de bien en mejor, así en las tierras y arboledas, y yerbas y frutos y flores como en las gentes, y siempre de diversa manera, y así en un lugar como en otro.”** La pez era una de las denominaciones que se le daba al asfalto natural, pero en este caso la mejor interpretación es que se trataba de pez de pino. O sea, un producto que se obtenía de la resina en las zonas de pinares en ciertos pueblos de Castilla. La resina que se tomaba de los pinos, se llevaba al horno y en este se obtenía un aceite negruzco (pez) con diferentes usos.

La otra referencia interesante es de cuatro días después, el jueves 29 de noviembre 1492. El diario dice: **“Hallaron en una casa un pan de cera, que trujo á los Reyes, y dice que donde cera hay también debe haber otras mil cosas buenas.”** En esto no hay nada sospechoso excepto una sola cosa: que los españoles que visitan con posterioridad la isla dicen que los taínos no conocían la apicultura y no había abejas meliponas en la isla. Por tal razón, Bartolomé de Las Casas apostilla al margen del Diario: **“Esta cera vino alli de Yucatán”**. Herrera de Tordesillas apoya la tesis de Las Casas **“de la que nunca mas se halló en Cuba, y así se entendió después que vino de Yucatán, o por fortuna en alguna canoa o de otra manera”**.²⁵ La opción, es que se trataba en realidad de tortas de asfalto listas para ser utilizadas en sus canoas o para ser llevada en sus viajes en la prevención de cualquier eventual fisura.

Otra referencia indirecta sobre el asfalto antillano se puede encontrar en las descripciones del Segundo viaje de Colón por parte del Doctor Álvarez Chanca. El cacique Guacanagari en su intento por consolar a los españoles le entrega a cada uno de ellos una joya de oro. Particularmente a Colón le hace entrega de una máscara de oro. La descripción del Dr. Chanca dice: **“Este oro, está hecho de hojas muy delicadas, como nuestras hojas de oro, porque se usaban para hacer mascararas a las cuales se 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”**.²⁶ El suceso ocurre en La Española una isla donde no hay manifestaciones de asfalto, ¿de dónde vino este bitumen: de Cuba, de la isla de Trinidad?

Todo lo anteriormente expuesto apunta hacia el hecho que Cristóbal Colón no conoció el petróleo o el asfalto cubano durante el primer viaje. Aunque durante el tiempo que tuvo para la reparación de naves los españoles pudieron teóricamente haber encontrado y hacer uso de esa sustancia en los numerosos manaderos existentes en la región norte de Cuba oriental. Una demostración adicional de esto puede ser uno de los pocos documentos de su puño y letra que se conserva denominado: “Memorial que presento D. Cristóbal Colón a los Reyes Católicos De las cosas necesarias para abastecer las Indias Referencias” en el se reseña que **“Mas, para los navyos ser reparados es menester pez, é estopa, é clavos, é sebo, é manguetas, é fyerro, é pellejos.”**

Muy poco tiempo después los españoles van a reportar de forma inequívoca el petróleo cubano. En 1508, el navegante 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”, al que hoy conocemos 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 renovalles 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 navíos...”**²⁷ Francisco López de Gómara prestó atención al hecho de que fue allí y no en un sitio, 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”**.²⁸

Gonzalo Fernández de Oviedo, hace otra mención del petróleo cubano en el siglo XVI: **“En la costa del Norte de la isla Fernandina del Puerto del Príncipe está un minero de pez, la qual se saca en lajas é pedacos de muy buena pez ó brea ; pero háse de mezclar con mucho sebo ó aceyte, y hecho aquesto es qual conviene, para empegar**

ó brear los navios. Yo no he visto esta fuente ó minero, aunque he estado en aquella isla; pero es muy notoria cosa , é súpelo del adelantado Diego Velázquez, que tuvo mucho tiempo cargo de la gobernación de aquella isla , é súpelo del capitán Pamphilo de Narvaez, el qual acabó de conquistar la isla; é súpelo de los pilotos Johan Bono de Quexo é Antón de Alaminos , é de otros caballeros é hidalgos, dignos de crédito, que vieron muchas veces la misma pez ó brea que he dicho é donde ella nasce: é todos la aprobaban por buena é suficiente para brear los navios. La pez della he yo visto y me la enseñó é dió un pedaco della Diego Velázquez, que yo llevé á España año de mili é quinientos é veynte y tres, para la enseñar allá.”²⁹

Esta esta misma publicación el capitán Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés, reporta el petróleo en otros seis lugares de las tierras americanas (Cuba, Venezuela, México y Colombia). La mención de Fernández de Oviedo es ambigua por lo que es posible que se trate de la misma manifestación de petróleo de Habana o se trata de una nueva cercana de la villa del Puerto de Príncipe en Camagüey.

¹⁴Derrotero 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 á 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

²Roig de Leuchsenring Emilio “Estudio preliminar La Habana desde sus primeros días hasta 1565. Actas capitulares del Ayuntamiento de la Habana” Tomo I 1550 - 1565 Con un prefacio y un estudio preliminar por Emilio Roig de Leuchsenring de 1937 Vol. 1 Municipio de La Habana. Administración del alcalde Dr. Antonio Beruff Mendieta.1937

³En los documentos atribuidos a Colón se describe especialmente lo relacionado con los elementos comerciales como el oro y las especies.

⁴Historia 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

⁵Borello, Rodolfo A., “Los diarios de Colón y el padre Las Casas”. Cuadernos Hispanoamericanos, núm. 512 (febrero de 1993), pp. 7-22

⁶Humboldt Alexander. “Cristobal Colon y el descubrimiento de America. Historia de la Geografía del Nuevo Continente y de los progresos de la astronomía náutica en los Siglos XV y XVI.” Traducida al castellano por Luis Navarro y Calvo. Tomo II. Madrid. Librería de los sucesores de Hernando. Calle del Areal, num 11. 1914.

⁷Ruhstaller Stefan. “Bartolomé de las Casas y su copia del “Diario de a bordo” de Colon. Tipología de las apostillas”. Universidad de Sevilla. Cauce. Núm. 14-15.

⁸Fernández de Oviedo y Valdés, Gonzalo. “Historia general y natural de las Indias”. Tomos I-V. Imprenta de la Real Academia de Historia, Madrid, 1851-1855.

⁹López 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)

¹⁰Mártir de Anglería, Pedro. “De orbe novo. Decades” (redactadas desde 1501). Instituto de Historia, Madrid, 1892

¹¹Casas, Fray Bartolomé de Las: “Historia de la Indias”. Madrid, 1827. 3 volúmenes.

¹²Fernández 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 á la historia de la marina castellana y de los establecimientos españoles en Indias”, tres tomos entre 1825 - 1837

¹³La tesis es apoyada por J. B. Muñoz, A. B. Reeber y Guiteras.

¹⁴Rueda Quintana. Arnaldo A. 1994. “Portus Patris, el desembarco de Colón”. ediciones Publicigraf-Editorial San Lope, Colección Cocalambé de Las Tunas,

¹⁵García de Arboleya, José. “Manual de la Isla de Cuba. Compendio de su Historia, Geografía, Estadística y Administración”. Segunda Edición, corregida y aumentada. Habana. Imprenta del Tiempo. Calle Cuba, No 110. 1859. Pág.382.

¹⁶Washington Irving, "Vida y viajes de Cristóbal Colón" fue escrita en inglés por Washington Irving y traducida al castellano por Don José García de Villalta, Madrid, 1863, Ub. IV, Cap. II, p. 373

¹⁷Varnhagen, F.A. (1864) "La verdadera Guanahani de Colón" Memoria a la Facultad de Humanidades, Anales de la universidad de Chile, vol. 26.

¹⁸Manrique, Antonio María. Guanahani: Investigaciones histórico-geográficas sobre el derrotero de Cristóbal Colón por las Bahamas y Costa de Cuba que comprenden la situación exacta de la primera tierra descubierta del Nuevo Mundo Arrecife [Canarias], [s.n.], 1890 (Imp. de Lanzarote: Galindo y C^a)

¹⁹Leyva y Aguilera, Herminio C. "Descubrimiento de America primer viaje de Colon : estudio acerca del primer puerto visitado en la isla de Cuba." (Habana : La Propaganda literaria, 1890, c1898)

²⁰Montejo, Patricio "Las primeras tierras descubiertas por Colón" IV Centenario del Descubrimiento de América. BALAGUÉ LLIBRERÍA ANTIQUÀRIA (Santa Coloma de Farners, GIRON, España) 1892,

²¹Van der Gucht, Jose M. y Parajón, Saturnino "Bariay fue el primer puerto por donde Colón desembarcó en Cuba", Revista Selecta en la Habana, 1937; Van der Gucht, Jose M. y Parajón, Saturnino. "Ruta de Cristóbal Colón por la costa norte de Cuba en el viaje del descubrimiento de América, 28 de octubre al 5 de diciembre de 1492", La Habana, 1943, pág. 11.; Van der Gucht, J. y Parajon, S. M. "Bariay fue el puerto de Desembarco de Colón en Cuba". Revista Carteles, Año 21, No. 43, octubre 27 de 1940, pág. 18.

²²Estudio realizado por el profesor de Historia de Dr. Samuel Elliot Morison, en compañía de William O. Stevens a bordo del buque Mary Otis en Morison, Samuel Elliot. "El Almirante de la Mar Océano. Vida de Cristóbal Colón", Buenos Aires, 1945, pág. 25.

²³"Comprobado que Bariay fue el lugar donde desembarco Colón en Cuba en su descubrimiento"/ Diario de Cuba, Santiago de Cuba, martes 14 de octubre de 1941, págs. 4 y 9.

²⁴Fernández 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 á la historia de la marina castellana y de los establecimientos españoles en Indias, en tres tomos entre 1825 y 1837

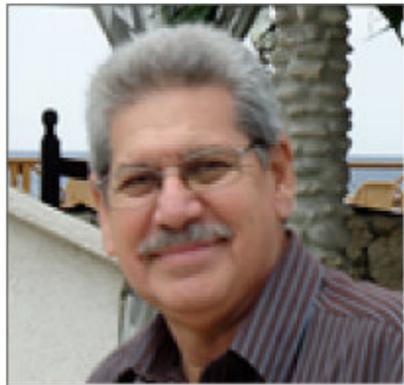
²⁵Herrera y Tordesillas, Antonio de, Historia general de los hechos que acontecieron a los castellanos en las Islas y tierra firme de la Mar Oceana descrita por el cronista mayor de S.M. de indias y su cronista de Castilla. Década I, 1601

²⁶Álvarez Chanca, Diego. Doctor Cartas de Relación de Diego Álvarez Chanca 1495

²⁷Historia 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

²⁸López 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)

²⁹Fernández de Oviedo y Valdés, Gonzalo. "Historia general y natural de las Indias". Tomos I-V. Imprenta de la Real Academia de Historia, Madrid, 1851-1855.



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

ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LOS CICLONES TROPICALES EN LA PROVINCIA PETROLERA DEL SURESTE EN MÉXICO.

Ana K. Mariano Reyes

Resumen

La provincia petrolera del sureste en México, ubicada entre las cuencas ciclogénéticas del Atlántico y del Pacífico, es la región con mayor producción de petróleo y gas del país. La incidencia de Ciclones Tropicales dentro de la zona representa importantes pérdidas económicas al sector petrolero al interrumpir la producción, por ello se llevó a cabo un análisis histórico de los ciclones que han entrado en un polígono de 300 km de distancia de la provincia petrolera del sureste en un período de 51 años. Se observó que el mayor número de ciclones se ha formado en la fase de La Niña, especialmente en el año 2010. Los Ciclones Tropicales que afectan a la región se forman principalmente en el Golfo de México, seguido del Caribe y el Atlántico Tropical en Alta Mar. La provincia petrolera del sureste, también conocida como Cuencas del Sureste, se compone de una parte terrestre y

otra marina en aguas someras (Figura 1) siendo la zona con mayor producción nacional de petróleo y gas. Se encuentra ubicada entre dos cuencas ciclogénéticas: la cuenca del Atlántico, que abarca el Golfo de México, el Caribe y el Atlántico Tropical en Alta Mar, y la cuenca del Pacífico. Por esta razón, Pemex Exploración y Producción (PEP) estableció un Plan de Respuesta a Emergencias por Huracanes (PRE-H) que establece una zona de alerta observado en la Figura 2 a través de un cono amarillo y una zona de máximo alertamiento con un radio de 250 km alrededor de Cayo Arcas, en donde se monitorea la evolución de los Ciclones Tropicales emitiendo boletines cada 24 y 12 horas, disminuyendo el número de horas entre cada aviso conforme el Huracán se aproxima a la zona de máximo alertamiento, esperando que cuando el Huracán entre a la zona de máximo alertamiento se haya evacuado a todo el personal para salvaguardar la vida de los trabajadores en plataformas petroleras, así como la producción de hidrocarburos. La cuenca del Pacífico es la cuenca ciclogénética más activa. Sin embargo, los Ciclones Tropicales formados en él no afectan directamente a las Cuencas del Sureste, por ello PEP no cuenta con una zona de alertamiento para esa zona.

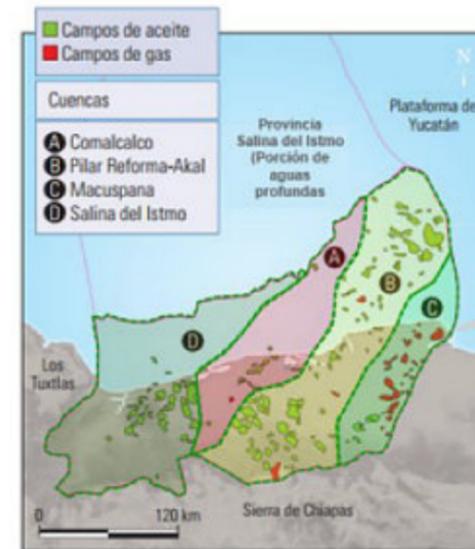


Figura 1. Provincia Petrolera del Sureste (Tomado de CNIH, 2018).

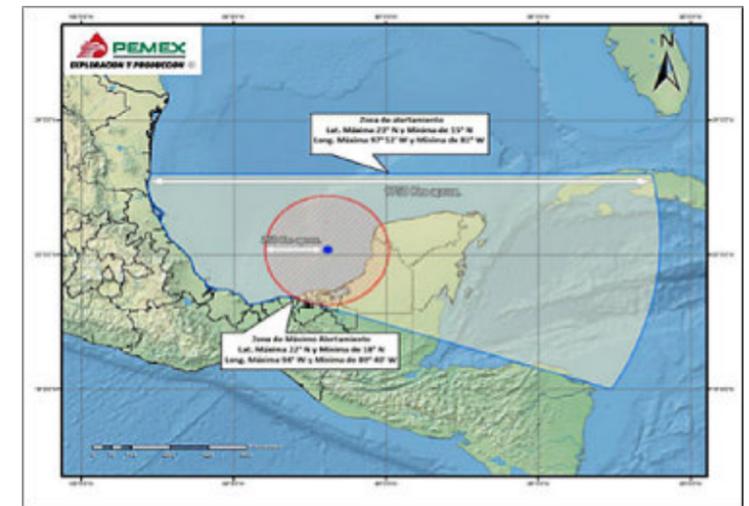


Figura 2. Zonas de alertamientos (Tomado de IMP, 2019)

Es importante recordar que los Ciclones Tropicales son sistemas rotacionales a gran escala que producen lluvias torrenciales y se intensifican cuando encuentran las

condiciones océano-atmosféricas necesarias en su entorno, comenzando con categorías de Depresión Tropical (produciendo vientos menores a 63km/hr),

acrecentándose a Tormenta Tropical (con velocidades de vientos de 63 a 119 km/hr) y alcanzando su etapa madura conocida como Huracán cuando la velocidad de vientos es superior a 119 km/hr. A pesar de que las Cuencas del Sureste se encuentran entre una barrera natural, la península de Yucatán, Ciclones Tropicales como la Tormenta Tropical Cristóbal en 2020 y el Huracán de categoría 3 Roxanne en 1995 produjeron una pérdida económica significativa en el sector al cerrar las producciones durante diez días consecutivos en el caso de

Cristóbal (Hernández, 2020) y 5 días consecutivos en el caso de Roxanne, reanudando los niveles normales de producción alrededor de 2 meses después debido a los grandes daños ocasionados (Valdés et al., 1998). Por lo tanto, es importante conocer, evaluar y reanalizar cada uno de los ciclones que han afectado a un área específica (en nuestro caso, la Provincia Petrolera del Sureste) para evaluar y planificar estrategias que reduzcan la incertidumbre en el futuro.



Figura 3. Delimitación de la Zona de Interés.

Análisis Histórico

Cada año se forman en promedio 16 Ciclones Tropicales en el Atlántico, pero no todos impactan en las Cuencas del Sureste, por ese motivo, delimité la zona de interés a través de un polígono irregular, estableciendo además un polígono de 300 km de distancia entre cada arista (Figura 3), esto debido a que una de las características de los Ciclones Tropicales es la extensión kilométrica de sus vientos que afectan a regiones aún cuando el centro se encuentra lejos; para luego realizar un filtrado de la base de datos de huracanes HURDAT-2 (Landsea & Franklin, 2013).

En un período de 51 años de 1970 al 2020, un total de 79 Ciclones Tropicales han entrado al polígono de 300 km. Siendo el año 2010 con el mayor número de Ciclones

Tropicales en la zona, seguido del 2005 y 1995 (Figura 4). Autores como Landsea (2000), observaron que las condiciones de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) jugaba un papel importante en el número de Ciclones Tropicales Formados por año en el Atlántico, teniendo un mayor número de Formación de Ciclones Tropicales en fases de La Niña y una disminución en la fase de El Niño. Sin embargo, en el año 2005 se observó un fenómeno diferente, registrándose la segunda mayor cantidad de Ciclones Tropicales aún cuando la fase mayoritaria fue la fase de El Niño, dando por hecho que no solo ENOS determina el número de Ciclones Tropicales formados por año. En nuestra zona, por otro lado, el mayor número de Ciclones Tropicales se ha formado en la fase de La Niña en 2010, El Niño en 2005 y en la fase de La Niña en el año 1995.

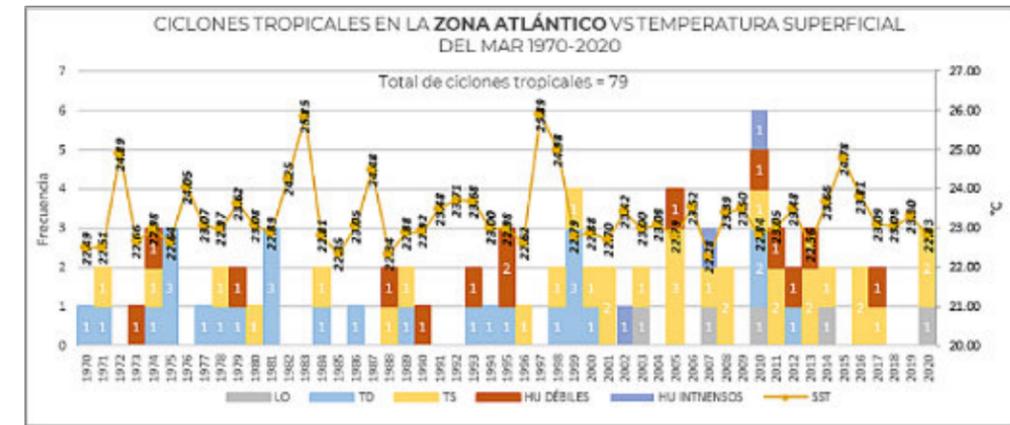


Figura 4. Ciclones Tropicales dentro del polígono de los 300 km provenientes del Atlántico (Gráfica creado con datos tomados de Landsea & Franklin, 2013).

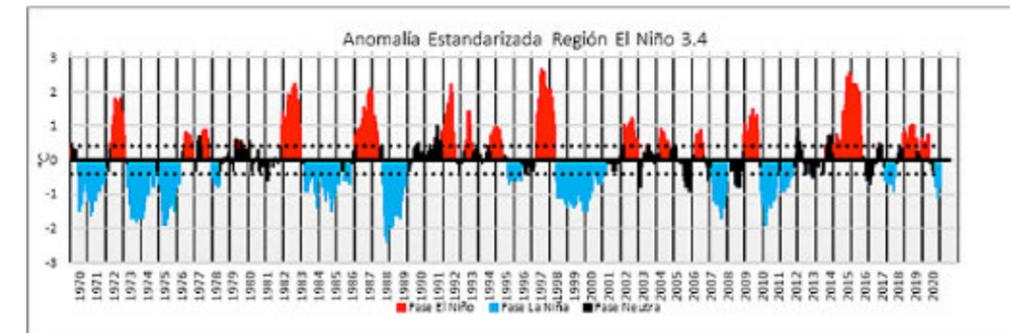


Figura 5. Fases de El Niño Oscilación del Sur (Gráfica creado con datos tomados de Rayner et al., 2003).

Formación y Trayectoria

Los Ciclones Tropicales que han entrado al polígono de los 300 km se forman principalmente en el Golfo de México, seguido del Caribe y el Atlántico Tropical en Alta Mar. En la cuenca ciclogénica del Pacífico los Ciclones Tropicales se

forman mayormente en costa fuera, siendo muy pocos los que comienzan su desarrollo en Alta Mar (Figura 6). Las trayectorias seguidas por cada uno de los Ciclones que han entrado al polígono de 300 km formados en el Atlántico se

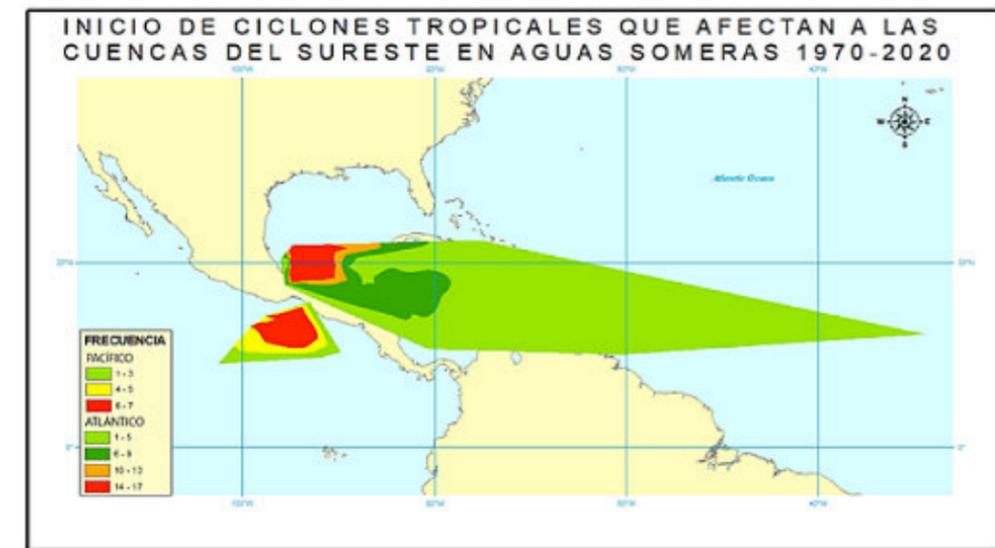


Figura 6. Zonas de formación de los CT que han entrado al polígono de los 300 km.

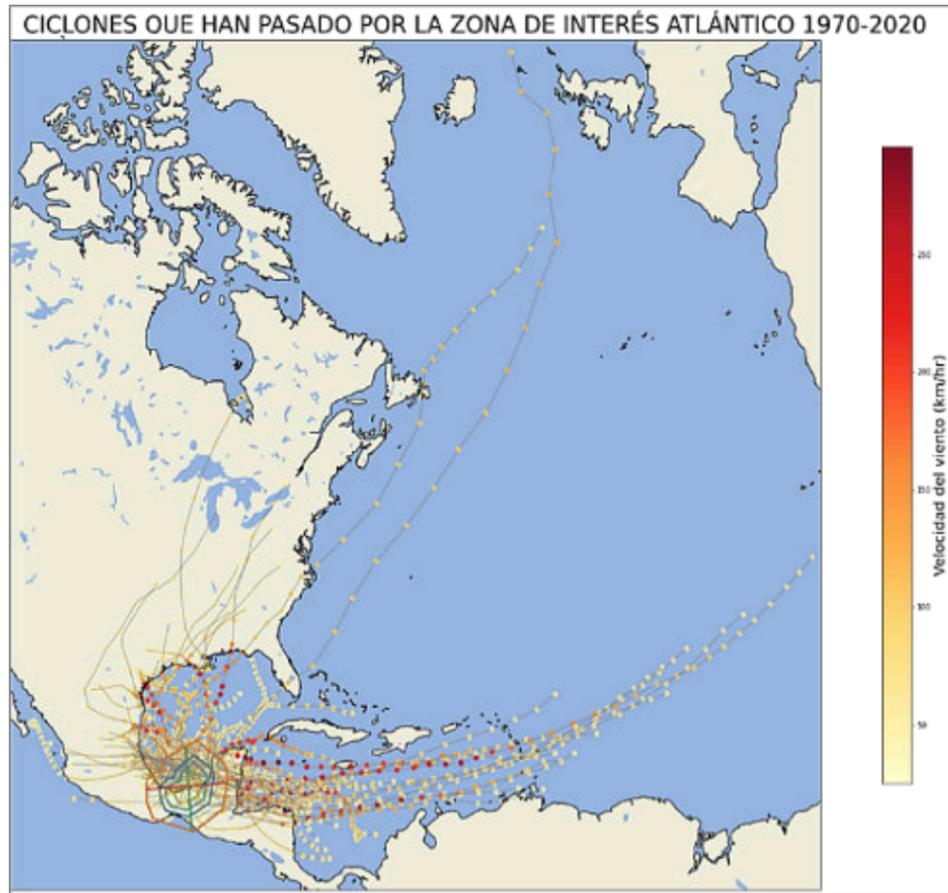


Figura 7. Trayectorias de los Ciclones Tropicales que Proceden del Atlántico.

FORMACIÓN ATLÁNTICO		CATEGORÍA MÁXIMA			DÍAS EN LLEGAR AL POLÍGONO DE 300 km		
ZONA	%	LUGAR		% ¹	MAX	PROM	MIN
Atlántico Suroeste	1%	Atlántico Suroeste	Fuera del área de estudio	100%	7	0	7
Caribe	44%	Caribe	Fuera del área de estudio	71%	10	3.5	1
Golfo de México	48%	NE del Golfo de México	Fuera del área de estudio	58%	1	0.05	0
Atlántico Tropical en Alta Mar	6%	Caribe	Fuera del área de estudio	80%	8	6.8	6

Figura 8. Tiempo que tardan en llegar los CT al Polígono de los 300 km provenientes del Atlántico¹.

muestran en la Figura 7, alcanzando frecuentemente sus velocidades máximas antes de ingresar al polígono.

El tiempo de llegada a la Zona de Estudio depende del lugar de formación (Figura 8), tardando en promedio 3.5 días en entrar al polígono de los 300 km después de la formación en el Caribe y 6.8 días aquellos formados en el Atlántico Tropical en Alta Mar. Solo un Ciclón Tropical se ha formado en el Atlántico Suroeste tardando 7 días en entrar al polígono. En el Caso del Golfo de México, este se encuentra dentro de la Zona de Interés representando graves peligros solo si el Ciclón Tropical se intensifica.

Conclusión

La provincia petrolera del sureste de México es una región vulnerable a los Ciclones Tropicales, pudiendo interrumpir la producción de petróleo y gas y causar pérdidas económicas significativas aún cuando su categoría es menor a la de un Huracán. El análisis histórico de los ciclones que han afectado a la región en las últimas cinco décadas permite una mejor comprensión de los patrones y la formación de ciclones en la región. Estos resultados pueden utilizarse para planificar estrategias que reduzcan la incertidumbre y el riesgo en el futuro, para garantizar la seguridad de los trabajadores y la protección de la producción de hidrocarburos. Además, los resultados de este análisis también pueden ser útiles en la toma de decisiones de otros sectores que dependen de las condiciones climáticas de la región.

¹ El porcentaje restante corresponde a la máxima alcanzada dentro de la Zona de Estudio.

Referencias

CNIH. (2018). *Atlas Geológico Cuencas del Sureste - Cinturón Plegado de la Sierra de Chiapas*. México: CNH.

Hernández, M. A. (8 de Noviembre de 2020). *Producción petrolera fue afectada por inundaciones en Tabasco: Pemex*. Obtenido de EL FINANCIERO: <https://www.elfinanciero.com.mx/estados/produccion-petrolera-fue-afectada-por-inundaciones-en-tabasco-pemex/>.

IMP, I. M. (2019). *Plan de Respuesta a Emergencias por Huracanes (PREH)*.

Landsea, W. C., & Franklin, J. L. (2013). Atlantic Hurricane Database Uncertainty and Presentation of a New Database Format. *Monthly Weather Review*, 3576-3592.

Landsea, C. (2000). El Niño/Southern Oscillation and the Seasonal Predictability of Tropical Cyclones. In H. Diaz & V. Markgraf (Eds.), *El Niño and the Southern Oscillation: Multiscale Variability and Global and Regional Impacts* (pp. 149-182). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511573125.006.

Rayner, N., D. E. Parker, E. B. Horton, C. K. Folland, L. V. Alexander, D. P. Rowell, . . . A. Kaplan. (2003). Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century. *Journal of Geophysical Research*.

Valdés, V., Valle, O., & Bayazitoglu, Y. (1998). Hurricane Roxanne and a New Assessment Criteria for Bay of Campeche. *Offshore Technology Conference*, 75-84.



Ana Karina Mariano Reyes es una ingeniera geofísica egresada del Instituto Politécnico Nacional, enfocada en la alerta, prevención y explotación de fenómenos hidrometeorológicos en el sector energético. Miembro activo de la American Association of Petroleum Geologist Young Professional Mexico (AAPG YP Mexico), con habilidades en análisis de datos, sistemas de información geográfica, modelización numérica, predicción meteorológica, análisis de olas y velocidad del viento. Durante su carrera académica, realizó una tesis de licenciatura titulada "Análisis de las características de los ciclones tropicales que han afectado la zona petrolera del sur del Golfo de México", identificando tendencias de ciclones tropicales en dicha zona y fenómenos hidrometeorológicos, previniendo riesgos en el sector energético. karinamariano.geo@gmail.com

APLICACIONES

Rock Physics App: Software que fortalece el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física de Rocas

J. E. Flores-Pérez¹ y O.C. Valdiviezo-Mijangos^{1,2}

jfloresp1801@alumno.ipn.mx y ovaldiviezom@ipn.mx, ovaldivi@imp.mx

¹ ESIA-Ticomán, Instituto Politécnico Nacional

Calz. Ticomán 55, La laguna Ticomán Gustavo A. Madero, 07340, Ciudad de México, CDMX.

² Instituto Mexicano del Petróleo

Eje Central Lázaro Cárdenas Norte 152, Gustavo A. Madero, 07730, Ciudad de México, CDMX.

Resumen

En el área de geociencias es muy común encontrar modelos matemáticos que describen fenómenos físicos o bien propiedades físicas de interés. Estos modelos matemáticos muchas veces son expresiones explícitas que es posible evaluarlos con una calculadora, papel y lápiz, pero la gran cantidad de modelos matemáticos requieren de alguna hoja de cálculo o bien lenguaje de programación, como C++, Matlab, Python, etc. Particularmente en la disciplina de Física de rocas, aparecen muchos modelos matemáticos que no es trivial su evaluación y muchos menos tenerlos juntos en una sola aplicación. Es bien sabido que la Física de rocas es una herramienta auxiliar en áreas como la petrofísica, registros geofísicos, geomecánica, geotecnia entre otras. Aquí se propone una aplicación desarrollada en Matlab donde se codifican las principales modelos que se utilizan en Física de rocas. Esta aplicación puede ser de gran utilidad para los estudiante y docentes relacionados con las disciplinas antes mencionadas.

Introducción

El programa de cómputo **Rock Physics App** es una herramienta en el proceso enseñanza-aprendizaje en el área de las Geociencias, particularmente en la Física de Rocas. La física de rocas es una disciplina dentro del área de las Geociencias que se encarga de estudiar los fenómenos físicos que ocurren en las rocas, así como la relación que existe entre sus propiedades. En las rocas aparecen fenómenos de esfuerzo-deformación, de transporte de fluidos, de decaimiento radiactivo, de conducción de calor, de difusión, de erosión, etc.; también aparecen fenómenos acústicos, eléctricos, electromagnéticos, entre muchos otros. Hay excelentes libros que abordan todos estos temas por ejemplo Schön (1996), Mavko et al. (2009), etc. Por otro lado, la física de rocas es de gran utilidad para otras disciplinas, tales como la Geomecánica, la Petrofísica, la Sismología, los Registros

Geofísicos, la Geotecnia, etc. Este trabajo presenta un programa de cómputo basado en modelos que describen algunos de los principales fenómenos que aparecen en rocas, en el cual al estudiante y a profesores les puede ser de utilidad.

A los estudiantes de las Geociencias les permitirá tener una herramienta, para reforzar conocimiento, para experimentar con casos hipotéticos, entre otras. A lo largo de la experiencia docente hemos notado que hay ciertos temas que a los alumnos se les dificulta y es ahí donde este programa es una herramienta invaluable.

Modelos implementados en el software *Rock Physics App*

El software cuenta con 8 modelos los cuales están tomados de referencias clásicas de Física de rocas los cuales se describen a continuación.

Modelos de mecánica de rocas

Se considera que el fundamento de los modelos de la mecánica de rocas basado en la mecánica del medio continuo donde la Ley de Hooke es fundamental. Esta ley describe cómo un medio expuesto a un esfuerzo sufre una deformación, esta misma se ve reflejada en su comportamiento elástico de un sólido. Abajo se muestran ejemplos clásicos de esta ley.

1. Resorte libre amortiguado

Es la solución de la ecuación diferencial lineal de segundo grado que describe el movimiento de una masa acoplada a un resorte amortiguado. Esta ecuación es resuelta por el método de coeficientes constantes. Para calcular la velocidad se evalúa la derivada en forma numérica de la posición. La ecuación (1) de Dennis G. Zill, describe el movimiento del resorte libre amortiguado

$$\ddot{x} + f\dot{x} + kx = 0, \quad (1)$$

donde:

m es la masa que cuelga del resorte

f es el coeficiente de fricción

k es la constante de restitución del resorte

x es la posición de la masa con respecto al punto de equilibrio

\dot{x} es la velocidad

\ddot{x} es la aceleración

2. Circulo de Mohr 2D y 3D

Se calculan los *eigen* valores de la matriz de esfuerzo, con lo cual se determina el mínimo y máximo esfuerzo principal por medio de la función *eig* de MATLAB. En Mavko et al. (2009) se describen el tensor de esfuerzos en 2 y 3 dimensiones como sigue:

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{yx} & \sigma_y \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{bmatrix}, \quad (3)$$

donde:

σ_x es el esfuerzo normal en el plano X

σ_y es el esfuerzo normal en el plano Y

σ_z es el esfuerzo normal en el plano Z

τ_{xy} es el esfuerzo tangencial en el plano X-Y, consideramos que $\tau_{xy} = \tau_{yx}$

τ_{xz} es el esfuerzo tangencial en el plano X-Z, consideramos que $\tau_{xz} = \tau_{zx}$

τ_{yz} es el esfuerzo tangencial en el plano Y-Z, consideramos que $\tau_{yz} = \tau_{zy}$.

3. Criterio de falla Mohr-Coulomb

Existen varios criterios de falla tomando en cuenta el Circulo de Mohr. Con este criterio de falla es posible determinar si una roca se fracturaría bajo un cierto estado de esfuerzo. El criterio de falla *Mohr-Coulomb* se basa en determinar la envolvente de falla asociada a un cierto tipo de roca. Esta envolvente de falla se describe matemáticamente de la siguiente manera:

$$\tau = C + \sigma_n \tan \phi, \quad (4)$$

donde:

C es el coeficiente de cohesión del material

σ_n es el esfuerzo normal a lo largo del plano de fractura

ϕ es el ángulo de fricción interna del material en específico

Modelos de inclusión

Los modelos de inclusión se usan para predecir los módulos elásticos de medios heterogéneos e isótropos en función de sus constituyentes. Los constituyentes pueden ser minerales, fluidos o espacios vacíos. Abajo se mencionan los modelos de inclusiones más relevantes.

4. Cotas de Hashin-Shtrikman, Reuss y Hill

Se basa en la predicción teórica de los módulos elásticos efectivos de una matriz mineralógica que se intercambia por una inclusión, ya sea fluido u otro mineral. Hashin-Shtrikman en 1963 publican una ecuación que describe dicho intercambio:

$$K^{HS\pm} = K_1 + \frac{f_2}{(K_2 - K_1)^{-1} + f_1 \left(K_1 + \frac{4}{3}\mu_1\right)^{-1}}, \quad (5)$$

$$\mu^{HS\pm} = \mu_1 + \frac{f_2}{(\mu_2 - \mu_1)^{-1} + 2f_1(K_1 + 2\mu_1)/[5\mu_1 \left(K_1 + \frac{4}{3}\mu_1\right)]}, \quad (6)$$

donde

K_1 es el módulo volumétrico de la matriz

K_2 es el módulo volumétrico de la inclusión

μ_1 es el módulo de rigidez de la matriz

μ_2 es el módulo de rigidez de la inclusión

f_1 es la fracción volumétrica de la matriz

f_2 es la fracción volumétrica de la inclusión

El \pm representa que tipo de cota se requiere obtener ya sea upper ($K_1 > K_2$) o lower ($K_1 < K_2$). Para el resto de los modelos que se utilizan consulte la bibliografía referente.

5. Modelos de Budiansky-O'Connell y Kuster-Tokzös

Esto dos modelos predicen los módulos elásticos efectivos dependiendo del mineral o fluido, su porosidad y la forma geométrica de la inclusión usando como base las ecuaciones de Berryman mostradas en la Tabla 1.

Forma de la inclusión	P^{mi}	Q^{mi}
Esferas	$\frac{K_m + \frac{4}{3}\mu_m}{K_i + \frac{4}{3}\mu_m}$	$\frac{\mu_m + \zeta_m}{\mu_i + \zeta_m}$
Agujas	$\frac{K_m + \mu_m + \frac{1}{3}\mu_i}{K_i + \mu_m + \frac{1}{3}\mu_i}$	$\frac{1}{5} \left(\frac{4\mu_m}{\mu_m + \mu_i} + 2 \frac{\mu_m + \gamma_m}{\mu_i + \gamma_m} + \frac{K_i + \frac{4}{3}\mu_m}{K_i + \mu_m + \frac{1}{3}\mu_i} \right)$
Discos	$\frac{K_m + \frac{4}{3}\mu_i}{K_i + \frac{4}{3}\mu_i}$	$\frac{\mu_m + \zeta_i}{\mu_i + \zeta_i}$
Grietas de moneda	$\frac{K_m + \frac{4}{3}\mu_i}{K_i + \frac{4}{3}\mu_i + \pi\alpha\beta_m}$	$\frac{1}{5} \left[1 + \frac{8\mu_m}{4\mu_i + \pi\alpha(\mu_m + 2\beta_m)} + 2 \frac{K_i + \frac{2}{3}(\mu_i + \mu_m)}{K_i + \frac{4}{3}\mu_i + \pi\alpha\beta_m} \right]$

Tabla 1. Coeficientes P^{mi} y Q^{mi} para diferentes formas de inclusión. Extraída del libro *Rock Physics Handbook*, Gary Mavko et al. (2009)

Budiansky (1974) y Kuster-Tököz (1974) deducen 2 pares de ecuaciones con los que se pueden calcular los módulos elásticos efectivos en función de la forma de la inclusión, cantidad de ella, tipo de fluido,

$$K_{SC}^* = K_m + x_i(K_i - K_m)P^{mi}, \quad (7)$$

$$\mu_{SC}^* = \mu_m + x_i(\mu_i - \mu_m)Q^{mi}, \quad (8)$$

$$(K_{KT}^* - K_m) \frac{(K_m + \frac{4}{3}\mu_m)}{(K_{KT}^* + \frac{4}{3}\mu_m)} = \sum_{i=1}^N x_i(K_i - K_m)P^{mi}, \quad (9)$$

$$(\mu_{KT}^* - \mu_m) \frac{(\mu_m + \zeta_m)}{(\mu_{KT}^* + \zeta_m)} = \sum_{i=1}^N x_i(\mu_i - \mu_m)Q^{mi}, \quad (10)$$

donde:

K_m es el módulo volumétrico de la matriz

K_i es el módulo volumétrico de la inclusión

μ_m es el módulo de rigidez de la matriz

μ_i es el módulo de rigidez de la inclusión

x_i es la fracción volumétrica

K_{KT} es el módulo volumétrico de Kuster-Tokzös

μ_{KT} es el módulo de rigidez de Kuster-Tokzös

K_{SC}^* es el módulo volumétrico de Budiansky-O'Connell

μ_{SC}^* es el módulo de rigidez de Budiansky-O'Connell

P^{mi} es el factor P^{mi} de la tabla 1

Q^{mi} es el factor Q^{mi} de la tabla 1

α es el factor es la razón de aspecto

6. Sustitución de fluidos Gassman-Biot

Podemos determinar los módulos elásticos de una roca saturada con un tipo de fluido y roca seca, o bien sin fluido con el objetivo de intercambiarlo, de ahí el nombre de sustitución de fluidos. Gassman (1951) y Biot (1956) desarrollan los modelos que describen este comportamiento:

$$\frac{K_{sat}}{K_0 - K_{sat}} = \frac{K_{dry}}{K_0 - K_{dry}} + \frac{K_{fl}}{\phi(K_0 - K_{fl})}, \quad (11)$$

$$\mu_{sat} = \mu_{dry}. \quad (12)$$

Modelos de ondas sísmicas

7. AVO/AVA

Expresa la variación de la reflectividad con la distancia fuente-receptor (offset) y el ángulo de reflexión debido al contraste de impedancias acústicas entre 2 medios, a partir de las ecuaciones de Zoeppritz se obtienen aproximaciones según Shuey (Ec. 13) y Hilterman (Ec. 14).

$$R_{PP}(\theta_1) \approx R_{P0} + \left[ER_{P0} + \frac{\Delta v}{(1 - \bar{v})^2} \right] \sin^2 \theta_1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta V_P}{V_P} (\tan^2 \theta_1 - \sin^2 \theta_1), \quad (13)$$

$$R_{PP} \approx R_{P0} \cos^2 \theta + PR \sin^2 \theta. \quad (14)$$

8. Ecuación para determinar la rapidez de la onda de Rayleigh

Es una ecuación (Ec.16) que relaciona las ondas de cuerpo onda p y onda s con la rapidez de onda superficial tipo Rayleigh.

$$\left(2 - \frac{V_R^2}{V_S^2} \right)^2 - 4 \left(1 - \frac{V_R^2}{V_P^2} \right)^{\frac{1}{2}} \left(1 - \frac{V_R^2}{V_S^2} \right)^{\frac{1}{2}} = 0. \quad (15)$$

Todos estos modelos han sido programados en MATLAB y el usuario puede interactuar con el programa.

Ejemplos

El software es amigable con instrucciones claras y concisas que llevan de la mano al usuario. El programa está creado de forma modular para que se puedan incluir más herramientas.

A continuación, se presentan ejemplos típicos de las interfaces del programa.

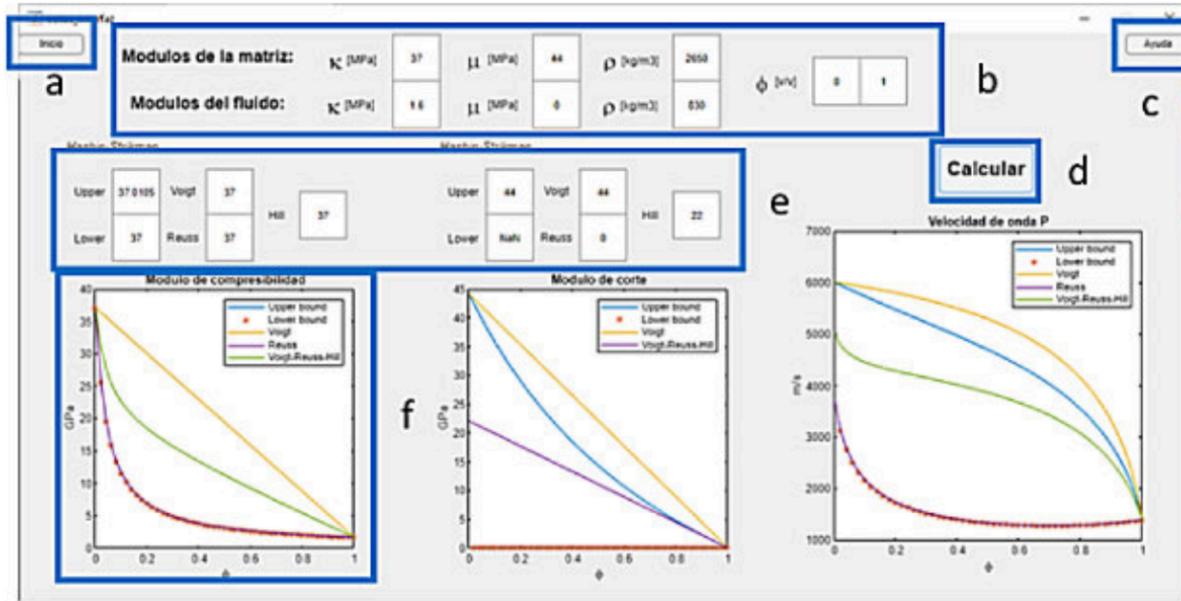


Figura 1. Se muestra la ventana de un modelo (a) es el botón que nos lleva a la ventana de inicio del programa, (b) entradas que alimentan los cálculos del modelo, (c) es el botón donde se muestra la ayuda para usar el software, (d) botón para realizar los cálculos, (e) salidas de los cálculos realizados y (f) gráficos donde se muestran los resultados.

Como ejemplo 1 se muestran las cotas de Hashin-Shtrikman, en este caso usamos matriz de cuarzo y un fluido que fue el aceite. Los valores numéricos para el ejemplo fueron tomados Mavko, et al. (2009).

En las gráficas se muestran las variaciones de las propiedades en función de la porosidad o la cantidad de otro grano presente en una muestra de roca. Los poros pueden estar saturados por otros fluidos como gas, aceite o agua. Esto permitirá al usuario analizar las respuestas del medio cuanto cambia el fluido.



Figura 2. Se muestra un equipo de laboratorio usado para pruebas triaxiales. A la derecha se presentan tapones usados para las pruebas, así como fragmentos de macizos rocosos.

La Figura 2 es ilustrativa del tipo de muestras de rocas y la clase de equipo que se utilizan que se utilizan para medir la relación la relación esfuerzo deformación de rocas.

En la Figura 3 se muestra se muestra el círculo de Mohr asociado a un estado de esfuerzo, el cual se da como dato de entrada en el programa. En el caso que se quiera saber si un tipo de roca se fracturaría bajo ese estado de esfuerzo, se tiene que alimentar el programa con el coeficiente de cohesión y el ángulo de fricción de la roca. En esa figura se muestra la envolvente de falla del tipo de roca Bartlesville sandstone y el círculo de Mohr.

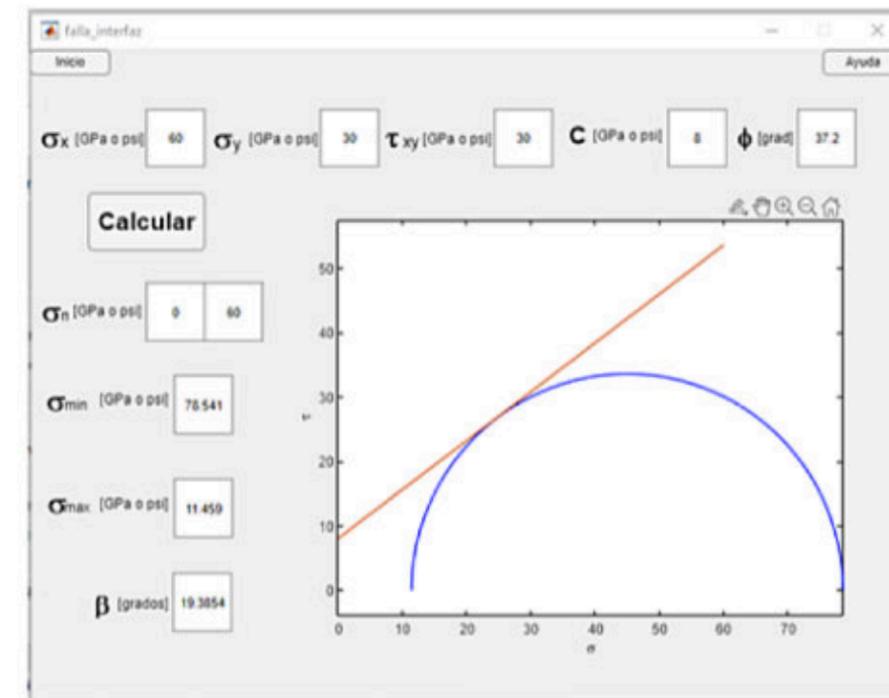


Figura 3. Se muestra la interfaz del modelo Criterio de falla de Mohr-Coulomb para una muestra de Bartlesville sandstone

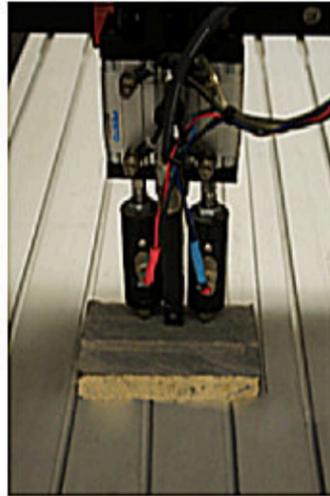


Figura 4. Se muestra un escáner que mide la rapidez con la que viajan las ondas acústicas en la superficie de una muestra de roca.

En la Figura 4 se ilustra un escáner que sirve para medir la velocidad de ondas que viajan en la superficie de la roca. Estas ondas son las más parecidas a la onda de Rayleigh. Es una forma muy rápida de estimar cuál sería la rapidez de la onda si se conoce la onda p mediante la resolución de una ecuación de cuarto grado.

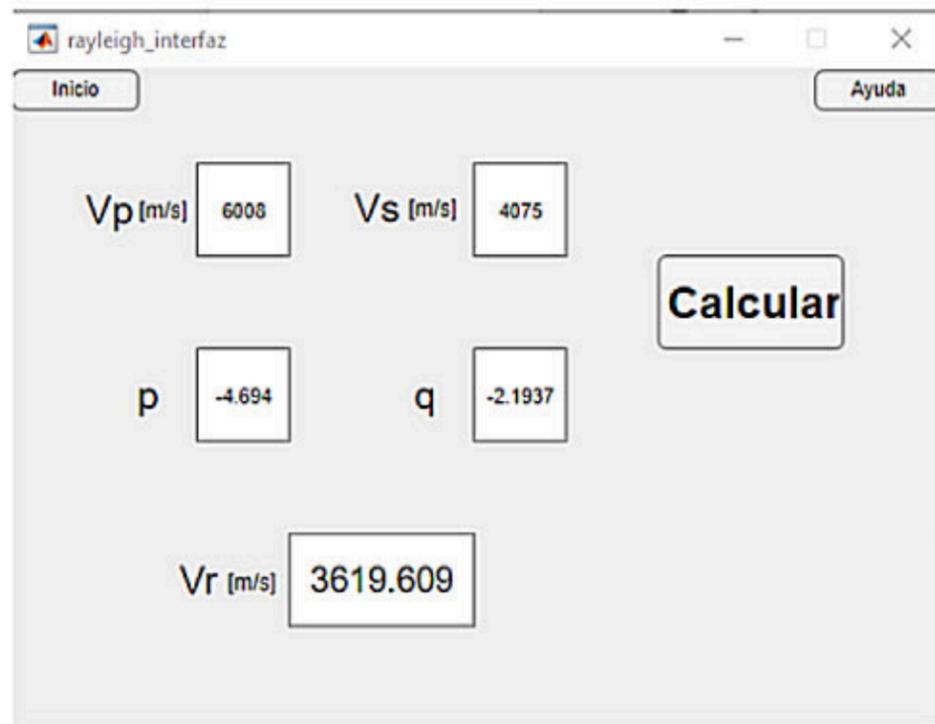


Figura 5. Interfaz gráfica del modelo de la ecuación de onda Rayleigh.

La Figura 5 muestra la rapidez de la onda Rayleigh teniendo como dato las velocidades de las ondas de cuerpo de una muestra de roca.

Estos son solo unos ejemplos de los módulos que contiene el software **Rock Physics App**. Este software se encuentra disponible para quien lo desee usar en su versión beta en el siguiente enlace de Google drive: https://drive.google.com/drive/folders/1tq4UhjQOpy7i7ldktU7hMllmeCF9MQ4a?usp=share_link. (Febrero 2023)

Conclusiones

- Se tiene un software sencillo y amigable que considera algunos de los tópicos relevantes de física de rocas en donde, tanto estudiantes como docentes, puede interactuar con el fin de reafirmar conocimientos de esta disciplina.
- El programa se estructura de manera que cualquier usuario pueda entenderlo, además de que no es necesario instalar MATLAB para poder ser utilizada.
- Se incluyen modelos típicos de física de rocas como las cotas de Hashin-Shtrikman-Hill-Reuss, modelos de inclusión (Budiansky-O'Connell y Kuster-Tököz) y sustitución de fluidos (Gassman-Biot).
- Podemos relacionar pruebas hechas en laboratorio con modelos matemáticos que ayuden a visualizar de manera gráfica el comportamiento de los fenómenos físicos.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del IPN (ESIA-Ticomán) por las facilidades para la realización de este trabajo. OVM agradece al Centro Gestor 360409 Gerencia de Ingeniería de Yacimientos del Instituto Mexicano del Petróleo por el apoyo para la elaboración de este artículo.

Referencias

- Berryman, J., 1995. Mixture theories for rock properties. In: Arens, T.J. (Ed.), A Handbook of Physical Constants. American Geophysical Union, Washington, DC, pp. 205–228. DOI: 10.1029/RF003p0205
- Biot, M.A., 1956a. Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid (I. Low frequency range). J. Acoust. Soc. Am. 28 (2), 168–178. DOI: 10.1121/1.1908239
- Budiansky, B., O'Connell, R.J., 1976. Elastic moduli of a cracked solid. Int. Journ. Solids Struct. 12, 81–97. DOI: 10.1016/0020-7683
- Fjaer, E., Holt, R.M., Horsrud, P., Raaen, A.M., Rines, R., 1992. Petroleum Related Rock Mechanics. Elsevier Science Publ., Amsterdam.
- Gassmann, F., 1951. Über die Elastizität poröser Medien. Vier. der Natur. Gesellschaft Zürich, 96, 1–23.
- Hashin, Z. y Shtrikman, S., 1963. A variational approach to the elastic behavior of multiphase materials. J. Mech. Phys. Solids, 11, 127–140. DOI: 10.1016/0022-5096(63)90060-7

Hilterman, F., 1989. Is AVO the seismic signature of rock properties? Expanded Abstracts, Soc. Expl. Geophys., 59th Annual International Meeting. Tulsa, OK: Society of Exploration Geophysicists, p. 559. DOI: 10.1190/1.1889652

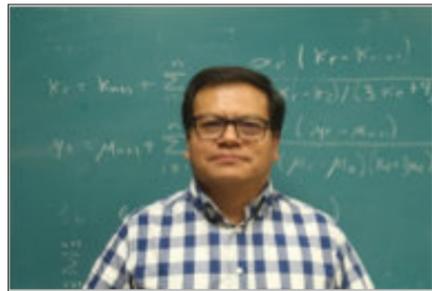
Kuster, G.T. y Toksöz, M.N., 1974. Velocity and attenuation of seismic waves in two-phase media. Geophys., 39, 587–618. DOI: 10.1190/1.1440450

Mavko, G., Mukerji, T. y Dvorkin, J., 2009. The Rock Physics Handbook: Tools for Seismic Analysis of Porous Media. Cambridge University Press.

Schön, J.H., 1996. Physical Properties of Rocks. Oxford: Elsevier.

Shuey, R.T., 1985. A simplification of the Zoeppritz equations. Geophys., 50, 609–614. DOI: 10.1190/1.1441936

Tiab, D. y Donaldson E. C., 2012. Petrophysics: Theory and Practice of Measuring Reservoir Rock and Fluid Transport Properties (3rd ed.). Gulf Professional Publishing.



Dr. Oscar C. Valdiviezo Mijangos

Dr. en Ciencias por Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México en la orientación de Modelación de Sistemas Terrestres en el año 2002. Realizó un Postdoctorado en Instituto Mexicano del Petróleo del año 2002-2005. En el año 2005 fue contratado en el mismo instituto y desde entonces es investigador de tiempo completo. Ha participado en diversos proyectos de aplicación industrial, de desarrollo de producto y de investigación. Actualmente es líder de un proyecto de Investigación Internacional dentro de la Red de Conocimiento de Geomecánica, PEMEX-IMP-UdeAlberta (2017-2022). Las áreas donde se ha desarrollado son: modelación de las propiedades del sistema roca-fluido, transporte de fluidos en medios porosos, problema inverso, propiedades efectivas de rocas y física de rocas. Ha dirigido una tesis de licenciatura 5 de maestría y una de doctorado. Ha publicado 28 artículos en revistas indizadas, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I). Es profesor de asignatura del IPN-ESIA-TICOMAN. En el 2003 ganó el Premio Francisco Medina a la Mejor Tesis Doctoral en Ciencias de la Tierra que otorga la UGM.



José Emiliano Flores Pérez

Estudiante de último semestre de la carrera de Ingeniería Geofísica del Instituto Politécnico Nacional, presidente del capítulo estudiantil de la Society of Exploration Geophysicists, enfocado en petrofísica, física de rocas e interpretación sísmica en la industria petrolera.



Figura 1.

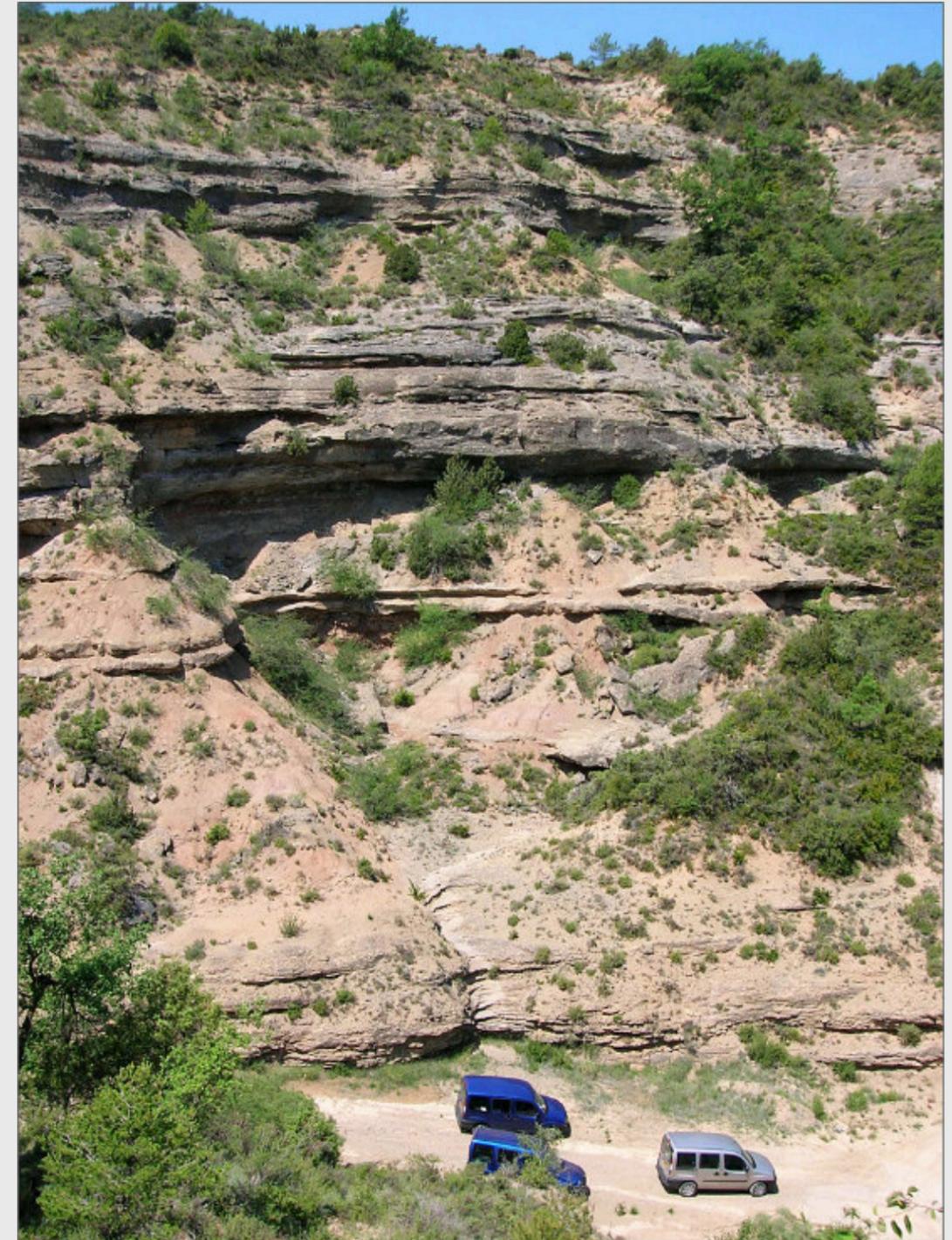
Figura 2.



La mañana del jueves 26 de enero, desde el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, estación Paso de Cortés, con hermosa fumarola del Popocatepetl (Don Goyo), Fig.1, y el Iztaccíhuatl (La mujer dormida), Fig.2. Fotografías: **Dra. Julie Roberge y M. en C. Luis Angel Valencia Flores.**



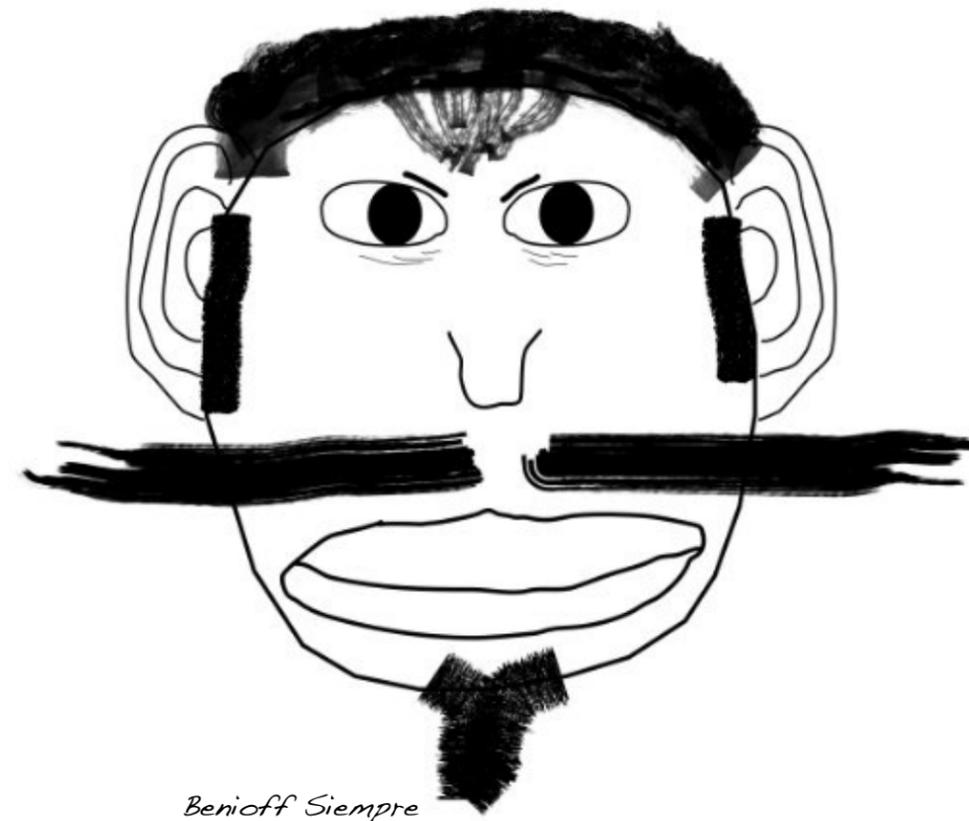
Afloramiento “Los arcos”, aproximadamente a 2 km de Paso de Cortés, se observan depósitos de caídas piroclásticas (piedra pómez, conocida como “La Pink” pumice) de aproximadamente 1,100 años, la última erupción pliniana del Popocatépetl. Horizonte ampliamente distribuido en la región, de aproximadamente 50 cm de espesor. Fotografías: **Dra. Julie Roberge y M. en C. Luis Angel Valencia Flores.**



The outcrop showed in this photo is located in the Ainsa Basin (South-Central Pyrenees, Spain) and is part of the Escanilla Formation. The Escanilla Formation was deposited between late Lutetian and late Priabonian (approximately 43-36 Ma). The formation is mainly sourced from the Pyrenean massif through large valleys. It was divided into two members, the Mondot (shown in the photo) and Olson members. The Mondot Member is a transitional unit between the underlying deltaic Sobrarbe Formation and the alluvial Olson member. Within the Ainsa Basin, the maximum preserved thickness of the Escanilla Formation is approximately 1000 meters. The Escanilla Formation in the Ainsa Basin is a widely applied analogue for fluvial reservoir studies. **Photo by Jhonny E. Casas.**



The Frontier Formation is a Late Cretaceous (Cenomanian-Turonian) clastic wedge that prograded eastwards from the Sevier Mountain belt into the Cretaceous Western Interior Seaway of North America. Within the Frontier Formation, the Lower Belle Fourche Member, is exposed along the eastern flank of Big Horn Mountains and around of Tisdale anticline (Wyoming). Belle Fourche Member was divided into five distinct allomembers: Harlan, Willow, Frewens, Posey, and Second Frontier, all of them, bounded by pebble lag TSE. In the Wyoming area, these units were interpreted as deltaic in origin, based upon mapped sand-body geometries, and sedimentological features. In particular, Frewens sandstone has a complex facies architecture, and contains two coarsening-upward successions (one shown in the photo), each about 35 m thick, representing one deltaic progradation. **Photo by Jhonny E. Casas.**



Benioff Siempre

A nosotros los estudiantes 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 de geología y tienes fotografías de afloramientos de tu área de estudio o de viajes de campo?

Comunícate con

Saúl Humberto Ricardez Medina

ricardezmedinasaulhumberto@gmail.com

quien está a cargo de organizar esta información.

NOTAS GEOLÓGICAS

Breve ensayo de cinco softwares (de acceso libre) para la docencia e investigación en Tectónica

Bernardo I. García-Amador^{1,2}
Editor de la Revista

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.

²Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu

Resumen

La Tectónica de Placas (o Tectónica) se enfoca en el estudio de la estructura, composición y dinámica de la litósfera, así como sus causas y consecuencias. En las últimas décadas, el desarrollo de softwares especializados ha revolucionado el modo en que los geocientíficos estudian la Tectónica. Softwares como *GPplates*, *GeoMapApp*, *PBDB Navigator*, *Seismic tomography viewer*, o *GPS velocity viewer*, se han convertido en herramientas que permiten a los investigadores y estudiantes visualizar y analizar datos de manera sencilla, práctica y eficiente. La capacidad de explorar y comprender patrones y tendencias en la Tierra a través de estos softwares especializados se ha vuelto fundamental tanto para la docencia como la investigación en la Tectónica. En este ensayo se describen de manera breve los cinco softwares especializados, anteriormente mencionados, poniendo énfasis en el abanico de posibilidades para su empleo en docencia e investigación.

Palabras clave: Tectónica; software *GPplates*; software *GeoMapApp*, software para visualizar tomografías sísmicas; visualizador de velocidades de GPS; navegador de datos paleobiológicos.

Abstract

Plate Tectonics (or Tectonics) focuses on the study of the structure, composition, and dynamics of the lithosphere, as well as their causes and consequences. In recent decades, the development of specialized software has revolutionized the way geoscientists study Tectonics. Software such as *GPplates*, *GeoMapApp*, *PBDB Navigator*, *Seismic Tomography Viewer*, or *GPS velocity viewer*; have become tools that allow researchers and students to visualize and analyze data in a simple, practical, and

efficient manner. The ability to explore and understand patterns and trends on Earth through these specialized software tools has become essential for both teaching and research in Tectonics. This essay briefly describes the five specialized software programs mentioned above, emphasizing the range of possibilities for their use in teaching and research.

Keywords: Tectonics; *GPplates* software; *GeoMapApp* software; seismic tomography viewer; plate motion calculator; *PBDB Navigator*.

1. Introducción

El estudio de la Tectónica implica entender procesos de la Tierra de manera multiescalar, pero particularmente a una escala regional/global. Esto ha llevado a los investigadores a lo largo de varias décadas en la recopilación y ordenamiento de diversas clases de datos, tanto geológicos como geofísicos, con el fin de entender la conexión y dinamismo de los procesos litosféricos que atañen a nuestro planeta. Esto es, desde la correlación de litologías, o flora y fauna fósil, entre una y otra región (e.g., Cocks & Forty, 1982), hasta la construcción de una imagen en 2D/3D del interior de la Tierra con base en (tele)sismos (e.g., Nolet, 2008). Como consecuencia, esto se ha desenvuelto en una sorprendente revolución de distintas bases de datos geocientíficas para el análisis de procesos geodinámicos. Sin embargo, no todas las bases de datos son públicas o de fácil acceso, en ocasiones éstas suelen tener característica que las vuelven poco amigables para el usuario. Por otro lado, algunos datos son complicados de visualizar ya que requieren ciertos softwares (de licencia) o criterios especializados para su análisis. Por ello, en la última década, diversas universidades e instituciones públicas y privadas han sumado fuerzas para el desarrollo de una serie de softwares especializados para una mejor visualización, manejo y análisis de datos geocientíficos. Dichos esfuerzos conjuntos han generado distintas herramientas y softwares para sostener y desarrollar estudios multiescalares, e incluso de carácter espacial y temporal, con el cual abordar de manera profunda, amigable y didáctica los procesos tectónicos. De esta manera, en este ensayo se presenta una breve descripción de cinco softwares especializados de acceso libre: *GPplates*, *GeoMapApp*, *Seismic tomography viewer*, *GPS velocity viewer*, y *PBDB Navigator*; que suelen ser usados como herramienta didáctica en el curso de Tectónica en la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

2. GPplates

El software *GPplates* es un software gratuito y de código abierto de última generación diseñado para ayudar a los usuarios a realizar y replicar reconstrucciones paleogeográficas (Boyden et al., 2011). La herramienta fue desarrollada por la Universidad de Sydney (<https://www.gplates.org/>), y permite a los usuarios explorar la evolución de la Tierra a lo largo del tiempo geológico. Utiliza una interfaz intuitiva, desarrollada en Python para descargarse en un ordenador, para crear reconstrucciones 3D visualmente atractivas y proporciona herramientas para realizar un seguimiento de los cambios en la corteza terrestre (y el manto) a través del tiempo y el espacio (Figura 1). El software *GPplates* también permite a los usuarios explorar, crear, almacenar y compartir datos de movimiento de placas tectónicas. En otras palabras, permite crear modelos tectónicos que pueden ser reproducible entre un ordenador y otro. Algunas de las funciones principales de *GPplates*, incluyen la animación de las placas tectónicas, la visualización de datos en 2D/3D, la exportación de imágenes y la creación de modelos 3D. Asimismo, distintas herramientas permiten a los usuarios realizar análisis de variación temporal y espacial, así como la extracción de datos y la creación de mapas. Estas herramientas son intuitivas y fáciles de usar, lo que permite a los usuarios explorar los datos de manera eficiente, a fin de entender tendencias y patrones en la evolución de las placas litosféricas y el interior de la Tierra. Sin duda, una excelente herramienta para la investigación, la educación y la divulgación de la Ciencia de la Tierra.

3. GeoMapApp

El software *GeoMapApp* es una herramienta de exploración y visualización de datos geocientíficos que forma parte del Sistema de Datos de Geociencias Marinas (Marine Geoscience Data System) desarrollada y mantenida por el Observatorio Terrestre de Lamont-Doherty de la Universidad de Columbia (<https://www.geomapapp.org/>); y que se encuentra en expansión continua. Es una aplicación desarrollada en Java para escritorio, con el fin de trabajar y hacer que los datos geológicos y geofísicos sean más accesibles y de fácil manejo. Con esta herramienta, los usuarios pueden visualizar en mapas y secciones los datos de distintos repositorios, y con ello explorar patrones y tendencias en la superficie de la Tierra y los océanos (Figura 2). Además, *GeoMapApp* ofrece herramientas para el análisis de datos, incluyendo la capacidad de crear perfiles de elevación, mapas de anomalías magnéticas y gravimétricas y modelos de elevación, así como importar bases de datos propias. También es posible descargar los datos en diversos formatos para su uso en otros programas. Este software es muy intuitivo y fácil de usar, lo que permite a los usuarios explorar los datos de manera eficiente y amigable, volviéndola una herramienta muy útil para la investigación, la educación y la divulgación de la Ciencia de la Tierra.

Por último, una nota importante es que, los mapas, imágenes y tablas de datos mostrados en el *GeoMapApp* no deben usarse para fines de navegación.

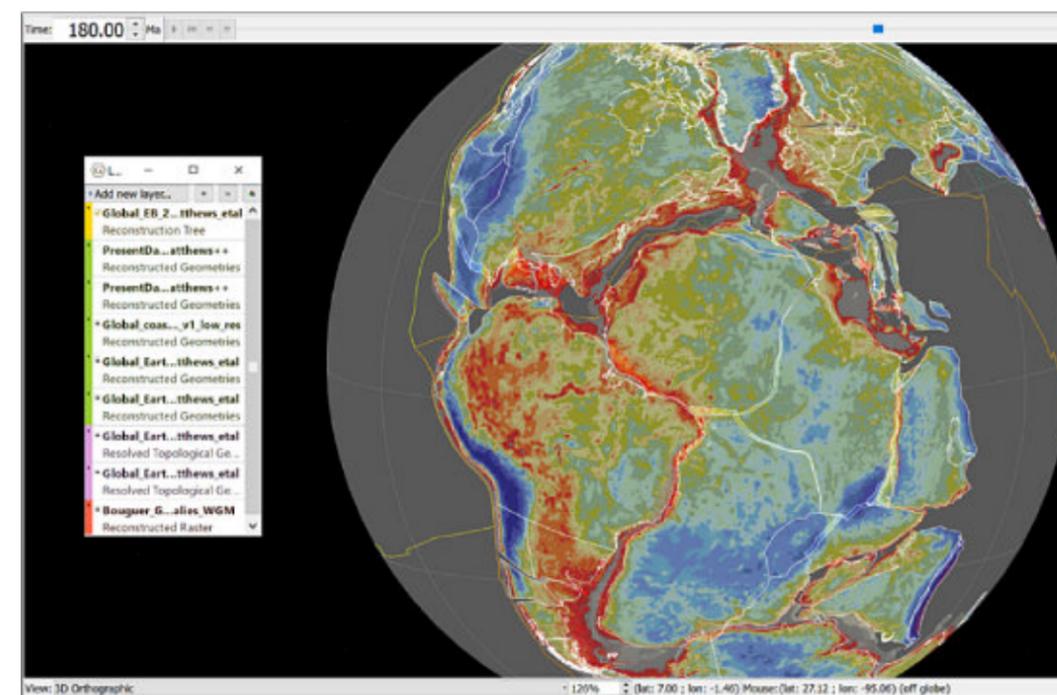


Figura 1. Imagen representativa del software *GPplates* en el que se representa una reconstrucción tectónica para el Jurásico Temprano (180 Ma) basado en el modelo de Matthews et al. (2015) el cual sigue un marco de referencia paleomagnético con base en el trabajo de Domeier & Torsvik (2014). Además, los fragmentos de corteza continental tienen sobrepuesta la imagen de la actual anomalía de Bouguer global.

4. Seismic tomography viewer

El “visualizador de tomografías sísmicas” (*Seismic tomography viewer*), en particular el *Hades Underworld Explorer*, es un software en línea y gratuito que permite observar distintos modelos de tomografía sísmica con base en las ondas P y S a lo largo de toda la Tierra. Este software está albergado dentro del proyecto “atlas del inframundo” o *Atlas of the Underworld* (<https://www.atlas-of-the-underworld.org/>), desarrollado por van der Meer et al. (2018), el cual tiene como objetivo principal mostrar las características de “las antiguas” placas litosféricas oceánicas introducidas en el interior de la Tierra por medio de la subducción. Dichas observaciones y caracterización se realiza a partir de la técnica sismológica llamada tomografía sísmica 2D/3D (ver: Nolet, 2008), así como de la integración de información geológica y geofísica de algunas regiones clave.

El software es muy intuitivo y de fácil manejo, ya que sólo requiere de la selección de un sencillo corte (*slice*) en 2D sobre un mapa regional, indicando la región que se quiere observar del interior de la Tierra, corteza y manto, con base en la tomografía sísmica. El software online tiene la opción de generar cortes 2D con distintos modelos de tomografía sísmica, tanto para las ondas P como S., y la visualización de los datos puede hacerse en un gráfico polar o cartesiano (Figura 3). Los perfiles 2D de tomografía sísmica pueden tornarse en imágenes muy ilustrativas, no solo para entender fenómenos como la subducción o anomalías térmicas que expresen plumas del manto o hotspots, sino también para interpretar las consecuencias geológicas de una región (e.g., Braz et al., 2018). De esta manera, el software *Hades Underworld Explorer* ofrece una grandiosa oportunidad para entender y analizar procesos tectónicos tanto para investigadores como estudiantes.

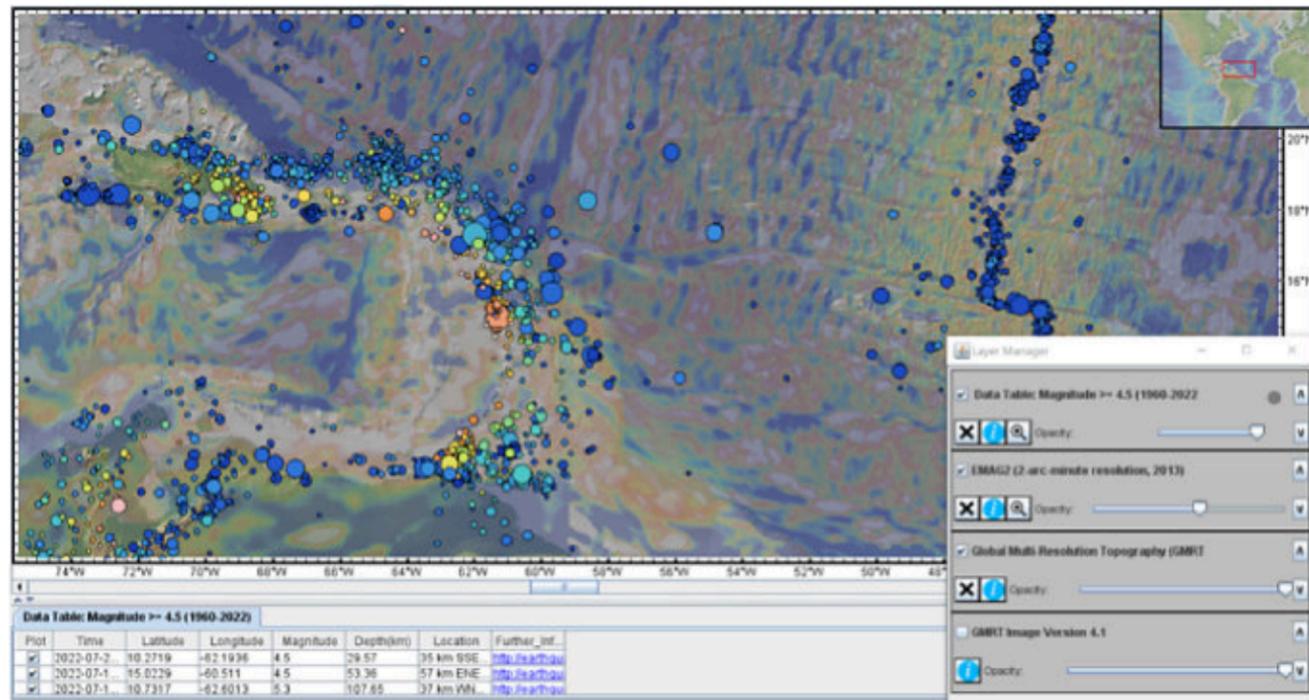


Figura 2. Imagen ilustrativa del empleo del software GeoMapApp en el que se observan datos descargados en tres capas: la topografía/batimetría global de multi-resolución, la sismicidad (epicentros) visualizada en círculos de colores y de distinto tamaño (variaciones de profundidad y magnitud, respectivamente), y la anomalía magnética global EMAG2.

5. GPS velocity viewer

El software “visualizador de velocidades de GPS” o *GPS velocity viewer*, es una herramienta en línea desarrollada por el consorcio científico UNAVCO (<https://www.unavco.org/>). Este software permite a los usuarios visualizar la velocidad de movimiento de las placas tectónicas de la Tierra, y la velocidad de deformación de la corteza terrestre a través de datos de distintas estaciones

GPS, tanto permanentes como temporales (e.g., campañas regionales de medición).

GPS velocity viewer es una herramienta muy útil y de fácil uso para analizar y entender la “actual” dinámica y evolución de las placas tectónicas. La interfaz de usuario es intuitiva y de fácil navegación, lo que permite a los usuarios acceder a los datos sin necesidad de conocimientos especializados. No obstante, es importante

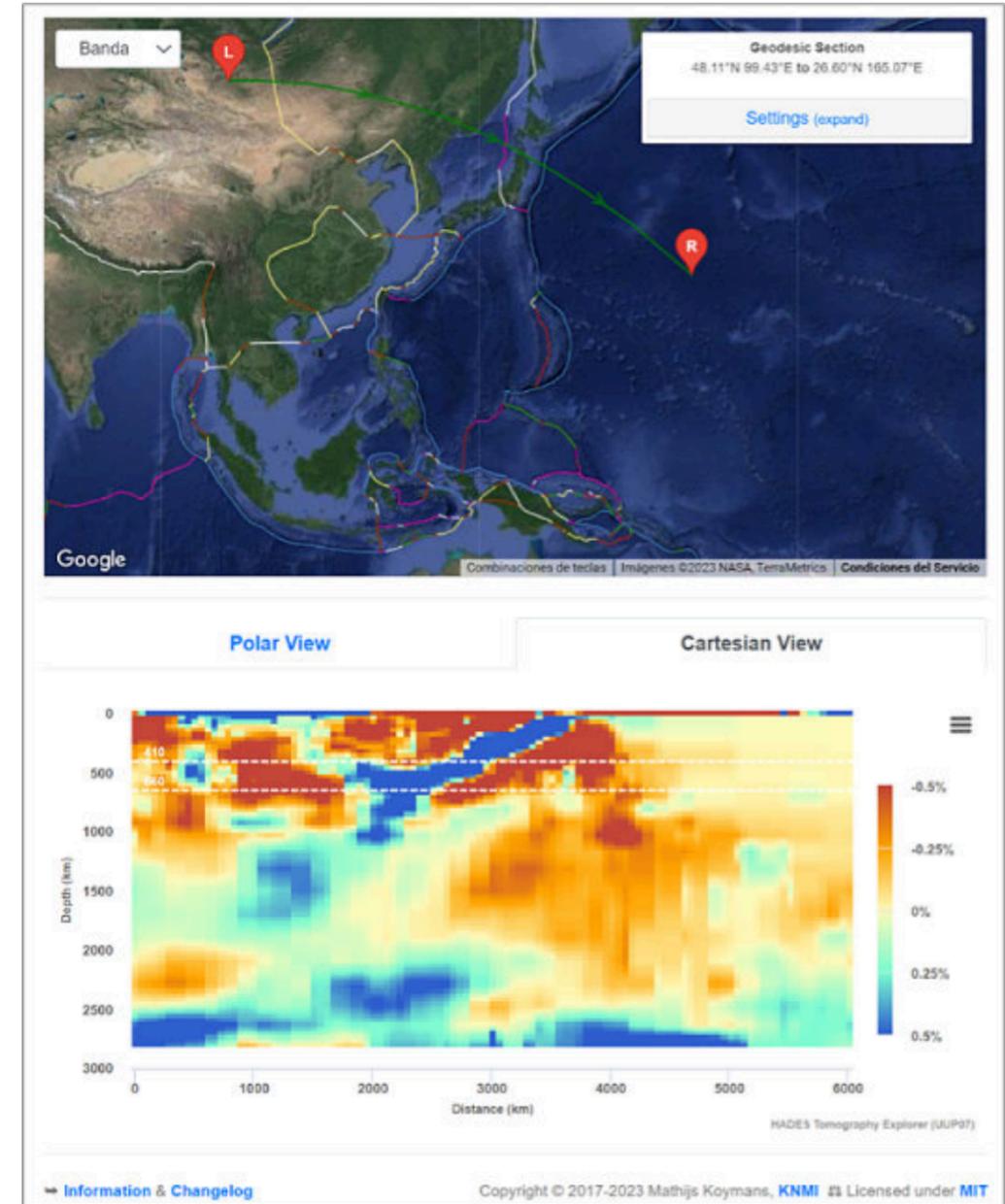


Figure 3. Imagen ilustrativa del manejo del software online Hades Underworld Explorer. Arriba: se observa un mapa de imagen satelital con los límites tectónicos y un arco que marca el corte de izquierda (L) a derecha (R) del interior de la Tierra, y que se presenta la tomografía sísmica se ve abajo. Abajo: tomografía sísmica con base en el modelo UUP07, mostrando variaciones porcentuales (-0.5%–0.5%, rojos a azules) de la velocidad de las ondas P a lo largo de la litósfera, astenósfera y mesósfera, en un arco de ~6,000 km.

conocer los distintos modelos de referencia de movimientos de las placas, con el fin de obtener los resultados correctos. Otras ventajas de *GPS Velocity Viewer* son el repositorio y precisión de los datos proporcionados, que se basan en mediciones GPS de alta precisión de distintas partes del mundo (Figura 4), en ocasiones de hasta más de 10 años de mediciones continua. Esto es, especialmente importante para los

investigadores que realizan estudios a largo plazo y necesitan datos confiables para realizar sus análisis. En conclusión, *GPS Velocity Viewer* es una herramienta valiosa para los geocientíficos que desean estudiar la dinámica y evolución de la corteza terrestre, esto es, movimiento y deformación de la Tierra hoy en día. Su facilidad de uso y precisión hacen que esta herramienta sea una excelente opción para la docencia, la

investigación, así como la divulgación de las Ciencias de la Tierra.

6. Paleobiogeology Database Navigator

PBDB Navigator es un software en línea (<https://paleobiodb.org/navigator/>) que permite a los usuarios explorar los registros de fósiles de la Base de Datos Paleobiológicos (PBDB, Paleobiological Data Base; <https://paleobiodb.org/#/>); pero, con la gran ventaja de que esta base de datos está insertada en el software GPLates, volviéndola interactiva en el espacio y tiempo geológico. Asimismo, PBDB es una base de datos de libre acceso y colaborativa, que recopila información sobre la evolución de la vida en la Tierra a lo largo del tiempo geológico. De esta manera, el software en línea utiliza esta información para crear visualizaciones interactivas y herramientas de búsqueda (en el espacio y tiempo) que facilitan la exploración y el análisis de los datos (Figura 5).

El PBDB Navigator es una herramienta valiosa para paleontólogos, biólogos evolutivos y geocientíficos en

general que estén interesados en la historia de la vida y su correlación con la evolución de la Tierra. Con esta herramienta, los usuarios pueden buscar y filtrar los registros de fósiles por ubicación, edad geológica, taxonomía y otros atributos. También pueden utilizar las visualizaciones interactivas para explorar patrones y tendencias en la evolución de la vida con respecto a la evolución de las placas litosféricas. Además, el PBDB Navigator también ofrece herramientas para el análisis de datos, incluyendo la creación de gráficos y mapas personalizados, y la exportación de datos en diversos formatos. En conclusión, el software PBDB Navigator es un gran aliado para el análisis de diversos procesos tectónicos, desde las grandes extinciones masivas, hasta la correlación litológica y paleontológica de ciertas regiones del planeta para un periodo definido. Lo anterior, vuelve a este software de gran utilidad para la docencia y la investigación, sin dejar de mencionar su potencial para la divulgación de las Ciencias de la Tierra.



Figura 4. Imagen representativa del uso del software online *GPS velocity viewer* en el que observan los vectores de velocidad de las estaciones en el occidente de México plasmadas en el mapa, así como un menú de opciones en la parte derecha.

7. Conclusión

Los softwares especializados GPLates, GeoMapApp, PBDB Navigator y *GPS velocity viewer* de UNAVCO, utilizados de manera individual o articulados, son herramientas potenciales para la docencia e investigación en Tectónica. Estas herramientas permiten a los estudiantes y

geocientíficos explorar y comprender patrones y tendencias a escala global, de una manera más sencilla, práctica y eficiente; facilitando la comprensión de los diversos procesos tectónicos. De esta forma, este breve ensayo se vuelve en una invitación para los educadores, estudiantes e investigadores, a familiarizarse con estas

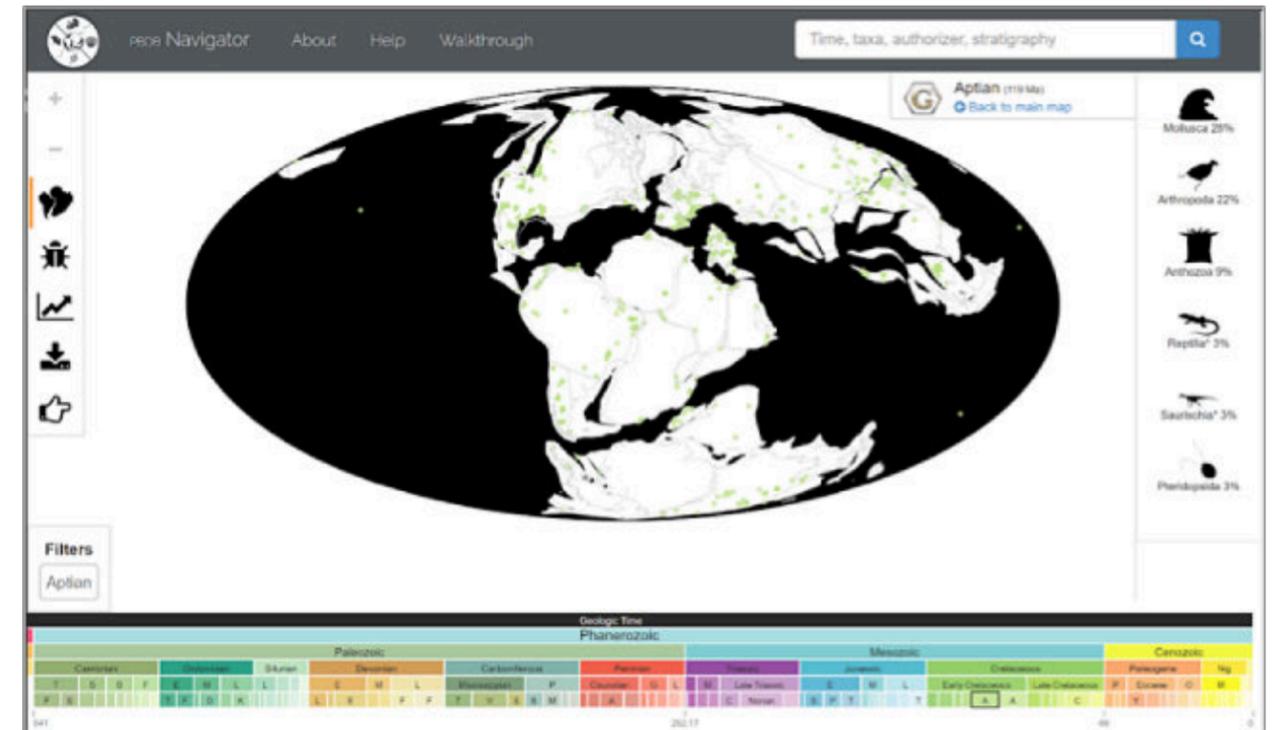


Figura 5. Imagen representativa del software online PBDB Navigator con la selección de paleorreconstrucción para el Aptiano (~119 Ma). En la figura central se despliegan las locaciones donde hay bases de datos paleontológicas en todo el mundo para ese tiempo geológico.

herramientas especializadas, de modo que sean útiles para la enseñanza e investigación, y fomentando así el desarrollo de nuevos conocimientos sobre la Tectónica.

Referencias citadas.

Boyden, J. A., Müller, R. D., Gurnis, M., Torsvik, T. H., Clark, J. A., Turner, M., Ivey-Law, H., Watson, R. J., & Cannon, J. S. (2011). Next-generation plate-tectonic reconstructions using GPLates. In R. G. Keller & C. Baru (Eds.), *Geoinformatics. Cyberinfrastructure for the Solid Earth Sciences* (Vol. 15, Issue 1, pp. 95–113). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511976308.008>

Braz, C., Seton, M., Flament, N., & Müller, R. D. (2018). Geodynamic reconstruction of an accreted Cretaceous back-arc basin in the Northern Andes. *Journal of Geodynamics*, 121, 115–132. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2018.09.008>

Cocks, L. R. M., & Fortey, R. A. (1982). Faunal evidence for oceanic separations in the Palaeozoic of Britain. *Journal of the Geological Society*, 139(4), 465–478. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.139.4.0465>

Domeier, M., & Torsvik, T. H. (2014). Plate tectonics in the late Paleozoic. *Geoscience Frontiers*, 5(3), 303–350. <https://doi.org/10.1016/J.GSF.2014.01.002>

Matthews, K. J., Maloney, K. T., Zahirovic, S., Williams, S. E., Seton, M., & Müller, R. D. (2016). Global plate tectonic evolution and kinematics since the late Paleozoic. *Global and Planetary Change*, 146, 226–250. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.10.002>

Nolet, G. (2008). *A Breviary of Seismic Tomography: Imaging the Interior of the Earth and Sun*. Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI:10.1017/CBO9780511984709>

van der Meer, D. G., van Hinsbergen, D. J. J., & Spakman, W. (2018). Atlas of the underworld: Slab remnants in the mantle, their sinking history, and a new outlook on lower mantle viscosity. In *Tectonophysics* (Vol. 723, pp. 309–448). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2017.10.004>

Páginas de internet citadas y recomendadas.

<https://www.gplates.org/>

<https://www.geomapapp.org/>

<https://www.atlas-of-the-underworld.org/>

<https://www.unavco.org/>

<https://paleobiodb.org/navigator/>

Uso de la anomalía de Dy como indicador de procesos magmáticos para rocas silíceas del Complejo Volcánico Sierra de San Miguelito, San Luis Potosí, México

Torres-Sánchez Darío¹

¹Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, Universidad Nacional Autónoma de México. U.N.A.M.

Introducción

Los elementos traza dentro del estudio de rocas ígneas son de gran importancia ya que el comportamiento de estos elementos apoyan al entendimiento de la formación de minerales, como la dinámica de generación de este estilo de rocas. De igual forma, las desviaciones del comportamiento de los elementos traza llegan a ser utilizados como indicadores de distintos procesos magmáticos, como lo es el proceso de diferenciación magmática (Rollinson, 1993).

El grupo de los lantánidos, o también conocidos como tierras raras, llegan a ser los elementos traza más útiles para el estudio de cualquier tipo de roca (ígneas, metamórficas, sedimentaria; Rollinson, 1993). El punto clave dentro de la interpretación de los patrones y variaciones de tierras raras se enfoca en su forma, tendencia o patrón. En la mayoría de trabajos relacionados a rocas ígneas han utilizado aproximaciones de relaciones de tierras raras para interpretar el enriquecimiento en tierras raras, o bien, para restringir las condiciones de fusión o diferenciación de las rocas (p.ej. relaciones de (La/Yb) vs (Dy/Yb); Davidson et al., 2013).

El Complejo Volcánico Sierra de San Miguelito conforma uno de los seis complejos volcánicos principales del Campo Volcánico de San Luis Potosí (Fig. 1), el cual se caracteriza esencialmente por un magmatismo voluminoso de rocas silíceas originadas durante el periodo del Eoceno y el Oligoceno (Torres-Sánchez et al., 2019, 2020). Las rocas silíceas que componen al Complejo Volcánico Sierra de San Miguelito han sido estudiadas por distintos autores (p.ej. Labarthe-Hernández y Jiménez-López, 1982; Tristán-González et al., 2009; Torres-Sánchez et al., 2020), sin embargo, el estudio de los procesos magmáticos dominantes en la generación de las rocas silíceas del Complejo Volcánico Sierra de San Miguelito ha sido escasamente estudiadas (p.ej. Aguillón-Robles et al., 2014; Torres-Sánchez et al., 2019, 2020) los cuales se han enfocado principalmente en procesos magmáticos como lo es la fusión parcial cortical. Por lo tanto, en el presente trabajo se llevará a cabo el análisis de las anomalías de Dy

(Dy/Dy*) en conjunto con el cálculo de las anomalías de Eu (Eu/Eu*) para así describir el proceso de diferenciación magmática o cristalización fraccionada correspondiente de las rocas silíceas del Complejo Volcánico Sierra de San Miguelito.

Breve marco geológico

El Complejo Volcánico Sierra de San Miguelito (CVSSM; Fig. 1b) consiste principalmente de rocas volcánicas de edades que cubren del Eoceno Tardío al Oligoceno Tardío en límites con el Mioceno Temprano (Torres-Sánchez et al., 2019, 2020). Se ha mencionado por diversos autores que el emplazamiento magmático dentro del CVSSM ha sido facilitado por medio de los distintos sistemas de falla de tipo normal que conforman al complejo volcánico (p.ej. Xu et al., 2013; Torres-Sánchez et al., 2019).

En conjunto a las rocas silíceas, dentro del CVSSM se han descrito dos distintos estilos de roca diferentes: (a) rocas de composición máfica, las cuales son caracterizadas principalmente por encontrarse en regiones aisladas del complejo volcánico como flujos de lava masivos que se encuentran intercalados con rocas silíceas; a su vez, este estilo de rocas presenta texturas vítreas con minerales de olivino y piroxenos emplazadas en el periodo del Mioceno; y (b) rocas intermedias, caracterizadas por presentarse en afloramientos aislados, con espesores que varían desde los 10 hasta los 15 m, como también, se llegan a presentar minerales de olivinos y piroxenos, los cuales fueron generados durante el Oligoceno principalmente (Torres-Sánchez et al., 2020).

Metodología

Para la elaboración del presente análisis se realizó una compilación de un total de 61 muestras en donde se consideraron las composiciones de elementos de tierras raras y elementos mayores (SiO₂, K₂O, Na₂O % peso). La información se obtuvo del sitio web EARTHCHEM (<http://portal.earthchem.org/>; referencias correspondientes reportadas dentro del portal), el cual es un sitio integrado por un grupo diverso de científicos de ciencias de la tierra. Los elementos mayores fueron procesados usando el software IgRoCS (Verma y Rivera-Gómez, 2013) para la asignación de la nomenclatura y el ajuste de las composiciones de las rocas a 100% en base seca (Le Bas et al., 1986).

En cuanto para los elementos de tierras raras, se ha realizado una normalización a partir de valores de concentraciones de condrita reportadas por Nakamura (1974) para la elaboración de diagramas normalizados roca/condrita, como para el cálculo de anomalías de Dy y anomalías de Eu.

A partir de los resultados obtenidos se elaboraron distintos diagramas de variación bivariados tanto con elementos individual, como con relaciones de elementos o

normalizados para así visualizar las distintas características presentes en las rocas.

El cálculo de la anomalía de Dy en las rocas silíceas del CVSSM se realizó en base a la propuesta de Davidson et al. (2013):

$$\frac{Dy}{Dy^*} = \frac{Dy_N}{La_N \times Yb_N}$$

donde Dy_N, La_N y Yb_N son los valores de roca-condrita normalizados. Por el otro lado, el cálculo de las anomalías de Eu se elaboró a partir de la propuesta de Rollinson (1993):

$$\frac{Eu}{Eu^*} = \sqrt{\frac{Eu_N}{Sm_N \times Gd_N}}$$

en donde Eu_N, Sm_N y Gd_N representa los valores de roca-condrita normalizados.

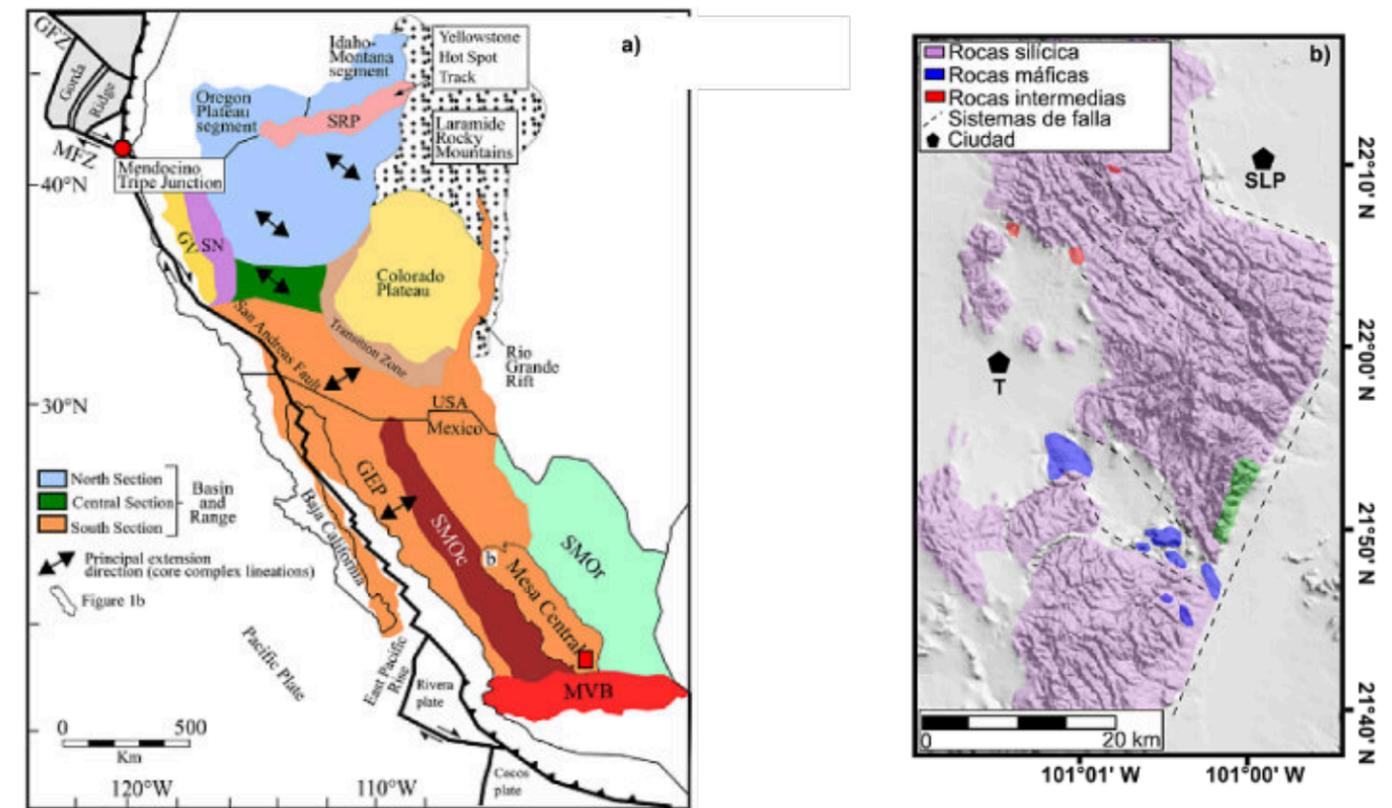


Figura 1.- a) Mapa esquemático de la tectónica regional del oeste de Norteamérica y la provincia del Basin and Range con las principales subdivisiones de la misma. Recuadro rojo marca el área de estudio. b) Mapa geológico del Campo Volcánico Sierra de San Miguelito.

Resultados y Discusión

A partir del uso del diagrama TAS (total alkali vs silica; Le Bas et al., 1986) se observa que las rocas silíceas del CVSSM presentan composiciones principales de riolita y traquita (Fig. 2a). Por otro lado, el diagrama normalizando a condrita muestra un leve patrón de enriquecimiento en tierras raras ligeras con una horizontalidad en tierras raras pesadas para los valores promedios de las rocas silíceas (Fig. 2b). De igual forma se llega a observar una notable

anomalía negativa en valores de Eu, lo cual sugiere un fraccionamiento de minerales de feldespatos, el cual llega a ser correlacionable con trabajos publicados previamente en el área en donde se reportan información petrográfica detallada (p.ej. Torres-Sánchez et al., 2019) destacando la abundancia de cerca de un 1-70 % de fenocristales de plagioclasas y ~10-22 % de fenocristales de feldespatos en este tipo de rocas.

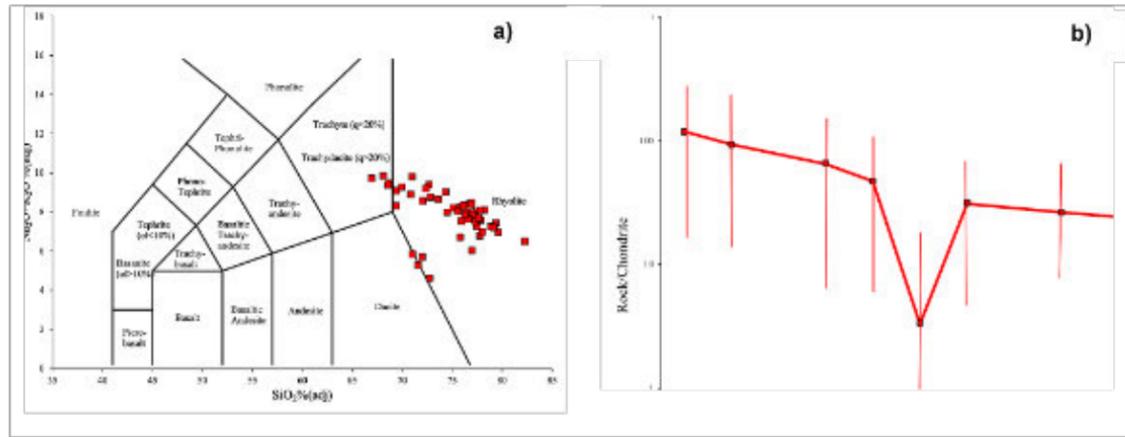


Figura 2.- a) Diagrama de álcalis totales vs sílice para las rocas silíceas del CVSSM (TAS; LeBas et al., 1986); b) Diagrama normalizado a condrita de tierras raras para el valor promedio de rocas silíceas del CVSSM (n = 61; Valores de normalización tomados de Nakamura, 1974).

Previamente se ha propuesto que las rocas silíceas presentes en el CVSSM han sido derivadas de procesos magmáticos de fusión parcial de la corteza continental, aproximadamente a niveles medios-superiores de la misma (Torres-Sánchez et al., 2019,2020). Sin embargo, el rol del proceso magmático de cristalización fraccionada en este estilo de rocas ha sido poco discutido.

La cristalización fraccionada es un proceso principal en la evolución de muchos estilos de rocas ígneas, ya que a partir de este proceso es en donde se da lugar a la segregación y formación de minerales, los cuales conforme a su evolución pueden cambiar las composiciones iniciales de un magma (Rollinson, 1993). Por lo tanto, para conocer una aproximación en el proceso de cristalización fraccionada de las rocas silíceas del CVSSM se han elaborado diagramas bivariados (Fig. 3) de relaciones de elementos traza versus valores de anomalías de Dy (Dy/Dy^*) y Eu (Eu/Eu^*).

A partir de los resultados obtenidos en los diagramas bivariados realizados, se llega a observar una tendencia negativa con respecto al aumento de SiO_2 y bajos valores de Eu/Eu^* (Fig. 3a), lo cual se puede encontrar relacionado a la cristalización de minerales de plagioclasa durante la evolución de este estilo de rocas, además esto puede encontrarse relacionado en que la evolución de las rocas silíceas del CVSSM tuvo lugar en niveles someras de la corteza continental. Esto último se refleja en el diagrama bivariado de Gd/Yb_N versus Eu/Eu^* de la figura 3b, en donde se observa que las rocas félsicas tienden hacia composiciones de la corteza superior (CCS), presentando principalmente valores sumamente bajos de Eu/Eu^* , lo cual marca altos niveles de procesos de cristalización fraccionada.

Por otro lado, también se puede observar que las rocas silíceas del CVSSM presentan dos patrones distintos, en

donde con el aumento de SiO_2 se exhibe un bajo incremento en la relación (Dy/Yb) , lo cual puede sugerir una participación menor de granate en la evolución de este estilo de rocas; al mismo tiempo en el diagrama presentado en la Fig. 3c, se observa que algunas muestras presentan una variación limitada en valores de la relación (Dy/Yb) con el incremento de SiO_2 lo cual propone una diferenciación, de un fundido de una composición posiblemente máfica, por medio de la cristalización de minerales de olivino, clinopiroxeno y plagioclasas. Esto último puede reflejarse de igual forma en el diagrama de (Dy/Yb) contra Dy/Dy^* , en donde la mayoría de rocas presentan una tendencia hacia la cristalización de minerales de anfíbol-clinopiroxenos, con algunas muestras hacia fundidos de sedimentos, lo cual apoya la propuesta de Torres-Sánchez et al. (2020) en donde se menciona que estas rocas se encuentran en interacción con niveles de corteza continental superior que llegan a contener distintos materiales de sedimentos.

Por último, para brindar una mejora en la comprensión del rol del proceso de cristalización fraccionada dentro de la evolución de las rocas silíceas del CVSSM, se ha elaborado un modelo cuantitativo de cristalización fraccionada (Fig. 3d) siguiendo la ecuación de fraccionamiento de Rayleigh ($C = FD - 1xCo$) en donde C constituye la concentración de un elemento como lo es un elemento traza, F representan los grados de cristalización, y D es el coeficiente de partición mineral-fundido. Para la elaboración de este modelo, se consideraron los valores de tierras raras de una muestra máfica del CVSSM (SLP1714) reportada por Tórres-Sánchez et al., 2020 como magma inicial (Co) tomando los grados de cristalización (F) de 0.05 - 0.85 (0.5 - 85%). Los coeficientes de partición fueron tomados de los valores reportados por Rollinson (1993).

Los resultados obtenidos del modelo cuantitativo sugieren que las rocas silíceas del CVSSM presentaron altos grados de cristalización fraccionada (~ 30-75%), sin embargo, se es notable que el proceso de cristalización fraccionada no llega a ser uno de los procesos dominantes durante la génesis de las rocas silíceas del CVSSM. Por lo tanto, el

proceso de fusión parcial cortical, como lo es reportado en trabajos previos (p.ej. Aguillón-Robles et al., 2014, Torres-Sánchez et al., 2019, 2020) llega a ser uno de los procesos que marcan la firma principal en las rocas silíceas del Complejo Volcánico Sierra de San Miguelito.

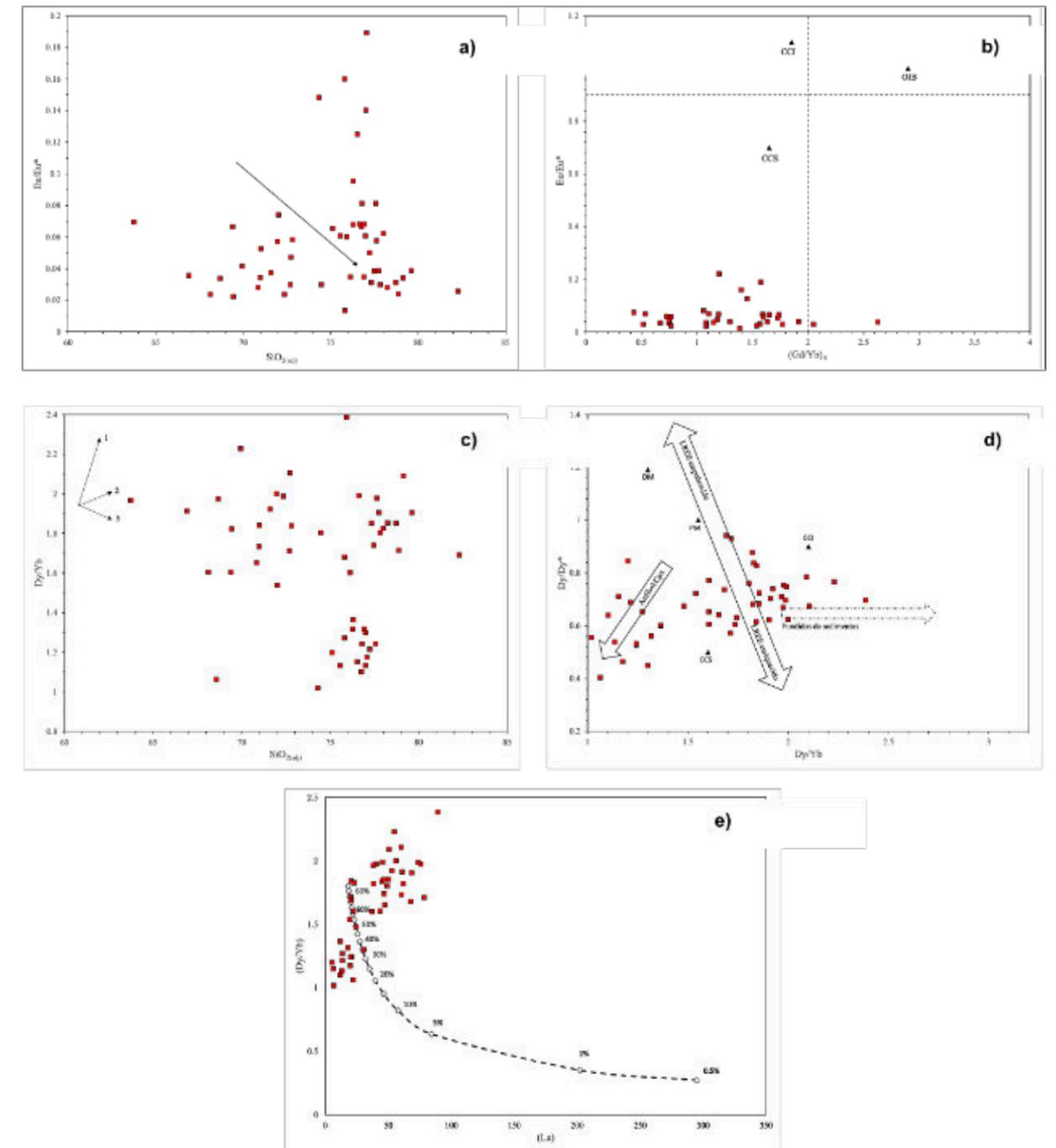


Figura 3.- a) Diagrama SiO_2 vs (Eu/Eu^*) ; b) Diagrama $(Gd/Yb)_N$ vs (Eu/Eu^*) ; c) Diagrama SiO_2 vs (Dy/Yb) , 1.- gt+cpx, 2.- ol+pl+cpx, anf+pl; d) Diagrama (Dy/Yb) vs (Dy/Dy^*) . Abreviaciones: gt = granate, cpx = clinopiroxeno, ol = olivino, pl = plagioclasa, anf = anfíbol; CCS = corteza continental superior; CCI = corteza continental inferior; OIB = ocean island basalt. Valores de corteza continental obtenidos de Rudnick y Gao (2003). Valores de *depleted mantle*, manto primitivo y OIB tomado de Salters y Stracke (2004) y Sun y McDonough (1989) respectivamente.

Conclusiones y consideraciones finales

A partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir en que las rocas silíceas del CVSSM muestran un efecto de procesos magmáticos de cristalización fraccionada en donde fases minerales de plagioclasas y feldespatos dominaron durante estos procesos, sin embargo, a partir de las anomalías de Dy/Dy* se puede describir que fases de anfíbol + clinopiroxenos pudieron presentarse durante la evolución de las rocas silíceas del CVSSM. Por otro lado, es notable que algunas muestras del CVSSM presentan tendencias hacia fluidos sedimentarios, lo cual puede sugerir que algún otro proceso magmático, como la fusión parcial cortical a niveles de corteza continental superior, tuvo lugar durante la evolución de este estilo de rocas.

Por otra parte, se puede mencionar que los niveles de cristalización fraccionada presentes en las rocas silíceas del CVSSM abarcan cerca del 30-75%, lo cual representa altos valores de cristalización de fuentes máficas que dieron lugar a la generación a las rocas silíceas del CVSSM. Sin embargo, para poder generar modelos que apoyen al entendimiento aún más detallado de la evolución de las rocas silíceas del CVSSM, se es necesario una mayor cantidad de muestreo dentro de la zona, como también, la implementación de distintas técnicas y modelado (p.ej. modelos térmicos) para así generar un contraste y dibujar un panorama más preciso de las rocas silíceas del CVSSM.

Referencias

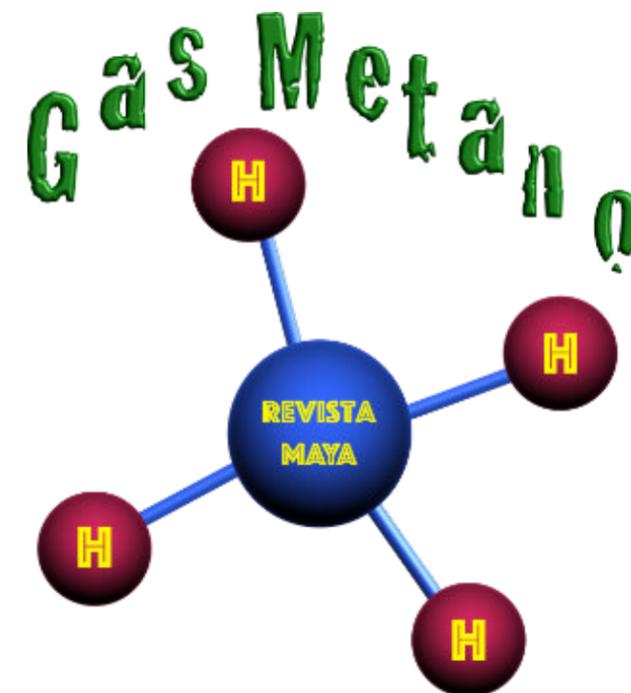
Aguillón-Robles A., Tristán-González M., Aguirre-Díaz, G.J., López-Doncel, R.A., Bellon H., Martínez-Esparza G. (2014). *Eocene to Quaternary mafic-intermediate volcanism in San Luis Potosí, central Mexico: the transition from Farallon plate subduction to intra-plate continental magmatism*. Journal of Volcanology and Geothermal Research 276, 152-172.
Davidson, J., Turner S., Plank, T. (2013). *Dy/Dy*: Variations Arising from Mantle Sources and Petrogenetic Processes*. Journal of Petrology 54, 523-537p.
Labarthe-Hernández, G., Tristán-González, M., Aranda-Gómez, J.J. (1982). *Revisión estratigráfica del Cenozoico de la parte central del estado de San Luis Potosí*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto de

Geología. Folleto Técnico 85, 208.

LeBas, M.J., Maitre, R.W.L., Streickensen, A., Zanettin, B. (1986). *A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram*. Journal of Petrology 27, 745-750 p.
Nakamura, N. (1994). *Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na, and K in carbonaceous and ordinary chondrites*. Geochimica et Cosmochimica Acta 38, 757-775.
Rollinson, H.R. (1993). *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*. Longman, 352 p.
Rudnick, R.L., Gao, S. (2003). *Composition of the continental crust*. Treatise Geochemistry 3, 659.
Salters, V.J.M., Stracke, A. (2004). *Composition of the depleted mantle*. Geochemistry, Geophysics, Geosystems 5.
Sun, S.S., McDonough, W.F. (1989). *Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes*. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (eds) *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society, London, *Special Publications* 42, 313-345.
Torres-Sanchez, D., Verma, S.K., Barry T.L., Verma, S.P., Torres-Hernández, J.R. (2020). *⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronology and petrogenesis of the Sierra de San Miguelito Volcanic complex, Mesa Central, Mexico*. Lithos 370-371, 105613.
Torres-Sánchez, D., Verma, S.K., Verma, S.P., Velasco-Tapia, F., Torres-Hernández, J.R. (2019). *Petrogenetic and tectonic implications of Oligocene-Miocene volcanic rocks from the Sierra de San Miguelito complex, central Mexico*. Journal of South American Earth Sciences 95. 102311.
6
Tristán-González, M., Aguillón-Robles A., Barboza-Gudiño, J.R., Torres-Hernández, J.R., Bellon H., López-Doncel R., Rodríguez-Ríos, R., Labarthe-Hernández G. (2009). *Geocronología y distribución espacial del vulcanismo en el Campo Volcánico de San Luis Potosí*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 61, 287-303.
Verma, S.P., Rivera-Gómez, M.A. (2013). *Computer programs for the classification and nomenclature of igneous rocks*. Episodes 36, 115-124p.
Xu, S.S., Nieto-Samaniego, A.F., Alaniz-Álvarez, S.A. (2013). *Origin of superimposed and curved slickenlines in San Miguelito range, Central Mexico*. Geological Acta 11, 103-112p.



Darío Torres Sánchez es geólogo-mineralogista egresado de la Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL. Cuenta con una Maestría en Ciencias Geológicas por la Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL y un Doctorado en Geociencias Aplicadas por el IPICYT, S.L.P. Su principal línea de investigación se enfoca en la petrología ígnea, geoquímica de rocas ígnea, y la comprensión de procesos magmáticos involucrados en la generación de rocas volcánicas y su relación con ambientes tectónicos. Actualmente es Postdoctorante del Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, de la Universidad Nacional Autónoma de México.



LA NECESIDAD DE LA INTEGRACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PROCESO DEL DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE

Dr. Rafael Guardado Lacaba. Académico Titular. Profesor Titular Universidad de Moa, Holguín Cuba. E-mail: rafaelguardado2008@gmail.com.

MSc. Ing. Rudy Montero Mata Investigador Titular. Director del Instituto de Geofísica y Astronomía IGA. Agencia de Medio Ambiente, AMA, CITMA, La Habana. E-mail: rudy.montero@ama.cu.

Resumen

Un clima cambiante y una rápida y creciente exposición al riesgo de desastres amenazan con socavar el Desarrollo Sostenible y los objetivos de progreso del país. Hoy no se puede concebir el desarrollo sin tomar en consideración los riesgos de desastres y el cambio climático unido. No tomarlo en cuenta es un grave error. El objetivo del trabajo es la integración de riesgos climáticos y desastres representando un elemento esencial para el desarrollo local. Se necesita disposición de los gobiernos provinciales y municipales para implementar/localizar de una manera más “unificada” y colaborativa, los marcos de políticas y estrategias sobre estos temas separados.

Palabras claves: riesgos de desastres, adaptación al cambio climático, desarrollo local, peligrosidad, vulnerabilidad, riesgos, reducción de riesgos de desastres.

Abstract



Figura 1. Imagen del satélite del huracán Ian azotando a Cuba, septiembre 2022.

A changing climate and rapidly increasing exposure to disaster risk threaten to undermine the country’s sustainable development and progress goal. Today, development cannot be conceived without taking into account the risks of disasters and climate change together. Not taking it into account is a serious mistake. The objective of the work is the integration of climatic risks and disasters representing an essential element for local development. Willingness of provincial and municipal governments is needed to implement/localize in a more “unified” and collaborative way, policy frameworks and strategies on these separate issues.

Keywords: disaster risks, climate change adaptation, local development, hazard, vulnerability, risks, disaster risk reduction.

Introducción

Actualmente, es de vital importancia conocer los peligros y los efectos del cambio climático a los que estamos expuestos en los municipios, debido a que nos encontramos en un país donde la economía transita por momentos complejos y difíciles que nos hace más vulnerable ante tales eventos. El hecho de no poseer suficientes recursos económicos, potencian las adversidades que debemos sufrir al enfrentar fenómenos como huracanes, inundaciones, tornados, deslizamientos, erosión continental y costera, sequías, terremotos y tsunamis etc. Ejemplo no agradable, lo tenemos en el impacto del huracán Ian a las provincias occidentales del país en la pasada temporada ciclónica del 2022 (Figura 1).

Esto nos conduce a tomar las respectivas hipótesis del riesgo o multiriesgos de desastres, para así disminuir las consecuencias negativas de estos inevitables eventos “naturales”. Los que gran parte de las soluciones parciales pasan por una efectiva planificación del uso del territorio, del ordenamiento territorial y de la toma de medidas preventivas, que atenuarían los efectos de tales eventos. La necesidad de establecer una herramienta sobre la integración de los riesgos climáticos y de desastres con la adaptación al cambio climático y el desarrollo local



Figura 2. Deslizamiento en Las Tejerías, estado de Aragua, Venezuela, 10 de octubre de 2022 (REUTERS/Leonardo Fernández Vilorio y Matías Delacroix / Associated Press).

Cada año se reportan los grandes desastres de comunidades impactadas por eventos hidrometeorológicos de gran magnitud e intensidad: huracanes de gran categoría, inundaciones, sequías, tormentas eléctricas, deslizamiento, y enfermedades epidémicas y pandemias como la COVID-19 ponen en riesgos de desastres los diferentes territorios reduciendo su desarrollo. Estas transformaciones locales originadas por el cambio climático, la falta de un ordenamiento territorial adecuado, y la explotación irracional de los recursos, generan que muchas comunidades y ecosistemas eleven sus vulnerabilidades aumentando la magnitud e intensidad del peligro. Por otra parte, otro problema está en que las inversiones y el desarrollo local en los territorios no incorporan en los presupuestos la reducción del riesgo de desastre y su adaptación al cambio climático.

sostenible ha partido del Análisis de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible UNISDE, (UNDRR, 2021). La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNSDR) desde más de una década reconoce la integración de la adaptación al cambio climático como parte de la reducción del riesgo de desastres y las vulnerables que las comunidades y/o poblaciones puedan encontrar debido al cambio climático. UNISDR 2021.

El incremento de estos eventos hidrometeorológicos extremos duplicado durante los últimos 20 años — originando la pérdida de vidas, económicas y ambientales— matizan toda esta situación problemática. Sin embargo, la naturaleza sistémica de los riesgos, sus interrelaciones y los efectos compuestos con frecuencia no son considerados ni entendidos (UNDRR, 2020; Naciones Unidas, 2020).

El objetivo de nuestro trabajo es presentar una herramienta que permita la integración del RRD y la ACC normal e inseparable de las actividades económicas y el desarrollo territorial. Herramienta que permita crear resiliencia a los riesgos, que le permita a la gobernanza, las comunidades y a los profesionales la reducción del riesgo de desastres y alcanzar un mejor desarrollo local sostenible a todos los niveles. La integración se considera

un proceso, no es un “fin en sí mismo” sino un “medio para un fin”, con el resultado de que el desarrollo es más en base a riesgos y más resilientes.

El desarrollo en base a riesgos a través de la integración se propone lograr varios resultados de desarrollo: (1) el desarrollo está protegido de los impactos de los peligros y el cambio climático; (2) el desarrollo no aumenta los niveles actuales y futuros de riesgos climáticos y de desastres; (3) el desarrollo reduce la vulnerabilidad a los peligros; y (4) el desarrollo apoya la adaptación al cambio climático y la creación de resiliencia. Por lo tanto, se hace necesario contribuir con los gobiernos locales a lograr un adecuado conocimiento en esta materia, que permita, localizar, implementar, prevenir y mitigar los RRD y la ACC con una mejor integración colaborativa, desde los distintos niveles del país, nación, provincia y municipio, sobre temas por separados para alcanzar el desarrollo local sostenible deseado.

Desarrollo Local Sostenible basado en la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático.

¿Cómo el cambio climático impulsa el riesgo de desastre y frena el desarrollo local? Un clima cambiante y una rápida y creciente exposición al riesgo de desastres amenazan con socavar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los objetivos de desarrollo nacional. Los desastres y las pérdidas económicas casi se han duplicaron en los últimos 20 años.

Las principales investigaciones sobre riesgos de desastres y los efectos del cambio climático en el archipiélago cubano comenzaron en el año de 1991, dirigidas por la Academia de Ciencias de Cuba. Hoy nuestro clima es más cálido, desde mediados del siglo pasado la temperatura media anual ha aumentado en 0.9 grados Celsius. El nivel del mar ha subido 6.77 centímetros como promedio desde 1966 hasta la fecha y se estima que ha sido de forma acelerada durante los últimos cinco años. En este siglo XXI la energía de los huracanes se ha incrementado

notablemente, una actividad ciclónica desde 2001 hasta la fecha, unos 10 huracanes intensos han dejado grandes pérdidas al país.

Por otro lado, el régimen de lluvias ha cambiado, la frecuencia y extensión de las sequías se ha incrementado significativamente desde 1960, con daños mayores en la región oriental. Se ha identificado como una amenaza; “el ascenso paulatino del Nivel Medio del Mar (NMM)”; lo cual traerá como consecuencia, la pérdida de tierra firme por la inundación permanente, con afectaciones a los asentamientos humanos costeros y la actividad agropecuaria sobre todo su productividad. Esta elevación paulatina del NMM ocasionará el avance de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos de origen cárstico abiertos al mar. Por tal motivo, el manejo del riesgo se ha convertido en un requisito sine qua non para el desarrollo de los municipios y provincias.

La Agencia de Medio Ambiente de Cuba ha señalado que el aumento del nivel del mar es uno de los mayores peligros provocados por el **cambio climático**, se prevé para el año 2050 un aumento de 27 centímetros del nivel del mar en las costas cubanas y la pérdida del 2,31 por ciento de superficie terrestre en su litoral. Los deslizamientos son otras amenazas que se producen en nuestro país a causa de las intensas lluvias y los sismos. Además, Cuba está ubicada en una zona sísmica, en el borde de la placa Caribe y la Placa Norteamericana, lo que genera posibles amenazas por sismos de gran intensidad.

Frente a estos panoramas de riesgos de desastres y de cambio climático la situación es cada vez más complejo y hebra de fortalecer la gobernanza de riesgos de desastre y su prevención a todo nivel reviste en las situaciones creadas en los municipios y provincias ante un nuevo nivel de urgencia. Lo que exacerba el ya enorme desafío que plantean el cambio climático y los riesgos de desastres es su interacción con otros riesgos multidimensionales como los asociados a la fragilidad, los conflictos, la seguridad climática y las epidemias, como la Pandemia de COVID-19.

Las epidemias agregan otra dimensión de riesgo que coincide con otros riesgos asociados al cambio climático, los peligros naturales o los biológicos. La rápida propagación y el impacto global sin precedentes de COVID-19 han demostrado cómo los desastres crean un efecto dominó en todos los sistemas que mantienen unidas a las sociedades y promueven el desarrollo (UNDRR, 2020; Lavell et al., 2020). En la figura 3, se muestra la tipología de los riesgos asociados a DRR, ACC y la interacción de ambos DDC/ACC.

Los riesgos de desastres y cambio climático tienen su origen en gran parte en un desarrollo inadecuado. (ADB, 2018). Muchos peligros se convierten en desastres como resultado de la toma de decisiones sobre el desarrollo local, lo que puede aumentar o disminuir la vulnerabilidad y la exposición a los desastres. Por lo tanto, es cada vez más importante avanzar hacia la gestión de riesgos “prospectiva” como un componente esencial del desarrollo sostenible, que ayuda a evitar la creación de nuevos riesgos, aborda las vulnerabilidades subyacentes y

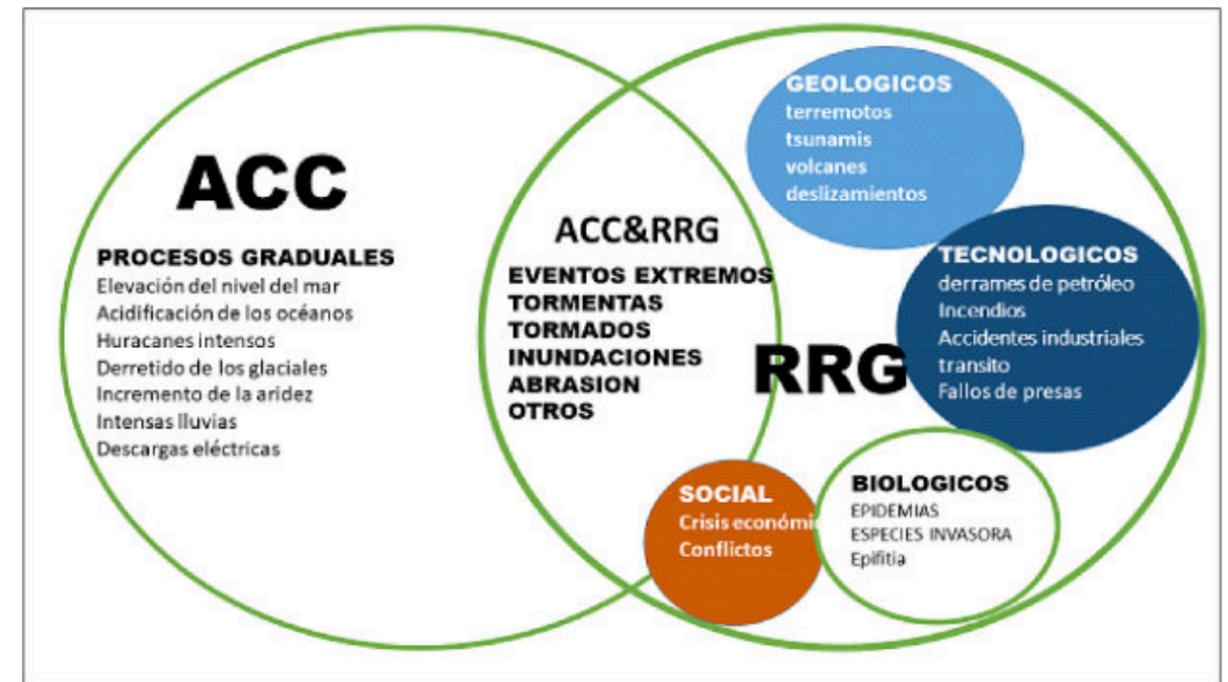


Figura 3. Tipología de los riesgos. Tomada de: **desarrollo BASADO EN EL Riesgo: unA herramienta estratégica para integrar al desarrollo la reducción del Riesgo de Desastres y la Adaptación al Cambio Climático.**

apoya la adaptación al cambio climático (Aysan & Lavell, 2014; UNU-EHS 2008). En este sentido, la integración de la reducción de riesgos de desastres y la adaptación al cambio climático a nivel municipal reside en la correcta toma de decisiones sobre la gestión administrativa, presupuestos, programas y acciones para reducir riesgos y su adaptación al cambio climático, promover el desarrollo sostenible (económica, social, medioambiental, todas esas dimensiones de forma equilibrada).

La interrogante radica en: ¿por qué los gobiernos municipales se comportan de forma distinta, por qué

difieren sus decisiones? A esta interrogante es de suponer que las gobernaciones municipales necesitan de un mejor conocimiento y del comportamiento municipal en la RRD/ACC, Habrán de conocer la disponibilidad de recursos humanos y financieros que se disponen, del conocimiento técnico, las características de la organización en la GRRD municipal, la prevención, inversiones en infraestructuras críticas e inversiones para la reducción de la vulnerabilidad y otros factores estratégicos, económicos, políticos y sociales.

Según la nueva constitución de la República de Cuba, las municipalidades tienen la responsabilidad de promover el desarrollo local sostenible. En esta dirección la gestión municipal de la RRD/ACC deben de responder a programas y proyectos bien estructurados en el municipio con presupuestos, y acciones que permita prevenir y/o para reducir riesgos, y así promover el desarrollo económico-social de forma equilibrada.

Trabajar por proyectos la integración de la reducción de riesgos de desastres, la adaptación al cambio climático con el desarrollo local.

Para lograr los objetivos trazado será necesario que los territorios y provincias elaboren buenos programas y proyectos que permitan:

- Conocer las evidencias que posee en el municipio de la situación de desarrollo sobre los efectos históricos, tanto climáticos como de los desastres, en los aspectos económicos, sociales y ambientales
- Identifica, determinar y evaluar los riesgos que puedan frenar la materialización de la visión de desarrollo del territorio y las proyecciones de efectos futuros.

Al aplicarse en cada municipio los diferentes proyectos de RRD/ACC habrá de alcanzar la información de:

- Identificación y evaluaciones de los peligros múltiples, vulnerabilidad y riesgos, que afectan el territorio.
- Los mapas de peligros, vulnerabilidad y riesgos (PVR) de desastres, los niveles de exposición y vulnerabilidad que se posee en el municipio y comunidades.
- Los registros sobre el cambio climático y sus variabilidades, y los modelos y las proyecciones sobre el cambio climático.
- Los registros sobre morbilidad epidemiológica y por desastres, así como de pérdidas y daños y cálculos de las pérdidas anuales promedio.
- Las evaluaciones de las capacidades para gestionar riesgos climáticos y de desastres, lo que incluye evaluaciones de las capacidades para gestionar riesgos transfronterizos, tales como sequías, inundaciones fluviales (desbordamiento de ríos), enjambres de langostas del desierto o brotes de enfermedades.

- Las estrategias y los planes municipales basado en proyectos para la reducción del riesgo de desastres, y adaptación al cambio climático, lo que incluye planes transmunicipales.

- Las evaluaciones sobre el financiamiento desarrollo del presupuesto de los proyectos aprobado por la gobernanza municipal.

El desafío continuo es asegurar que los proyectos de RRD/ACC se traduzcan en acciones locales cohesivas (UNDRR, 2019). Lo más importante es que la integración del cambio climático y los riesgos de desastres permita una mejor planificación del desarrollo, la presupuestación y la programación de inversiones de los gobiernos municipales y provinciales. La experiencia sugiere que la integración puede fortalecer la gobernanza del riesgo (dentro del contexto de la gobernanza municipal para el desarrollo) asegurando que la reducción del riesgo y la adaptación se conviertan en elementos integrales de la política y la práctica del desarrollo.

Esferas de acción y puntos de entrada en los programas de integración de la reducción del riesgo de desastre, la adaptación al cambio climático y el desarrollo local

Aunque se reconoce que se necesita una integración más coherente para basar en riesgos la agenda de desarrollo local; en muchos casos el progreso ha sido limitado debido a varios cuellos de botella para la integración en la gobernanza municipal entre los que se manifiestan en: (1) el poner en el presupuesto del municipio el financiamiento necesario que incentive la integración de RRD/ACC. (2) Falta de conciencia y conocimiento sobre riesgos, voluntad y (3) Compromiso políticos limitados, (4) Coordinación deficiente, (6) Falta de capacidad e inadecuada participación de las partes interesadas. Esto ha resultado en una falta de continuidad o de sostenibilidad y en enfoques fragmentarios para la integración". (PNUD y PNUMA, 2015). Para superar los desafíos de la integración descritos, se requiere abordar la gobernanza municipal afines a la toma de decisiones y la implementación del desarrollo local sostenible.

En las figuras 4 y 5 muestran las cinco esferas principales de la integración (conocimiento, finanzas, partes interesadas, organización y política) que contribuyen a la integración y determinar los "puntos de entrada" para la "transversalización" de la GRRD y la ACC en los ámbitos de trabajo del desarrollo local de los territorios. Cada esfera

de acción transversal esta subdividida en cuatro elementos de entrada específica.

Como parte de las acciones del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Cuba, enmarcadas en su Programa de País 2021 – 2025, se desarrolla la iniciativa "Fortalecimiento de capacidades para contribuir a la



Figura 4. Ámbitos para la incorporación de la gestión para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en las iniciativas de desarrollo local.



Figura 5. Esferas de acción y puntos de entrada de la integración.

integración de la gestión de reducción de riesgo de desastres y adaptación al cambio climático”, en la que se prevé la validación de la “Herramienta para visión

integradora en la reducción del riesgo de desastres y el enfrentamiento al cambio climático”. La Tabla 1 refleja un

resumen de los diferentes ámbitos y su misión aplicada en la herramienta antes señalada.

Conclusiones

Si bien el proceso de integración de la RRD/ACC/DL se enmarca en un enfoque de sistema, el papel de los gobiernos municipales, aunque complejo habrá de generar diferentes programas y proyectos de específicas según los puntos de la entrada, donde las instituciones y actores ejecuten un papel dinámico entre sí.

No todos los municipios y provincias tienen iguales condiciones de PVR y CC tampoco todos poseen el mismo desarrollo local por lo que elaborar una metodología única no sería lo recomendable, cada territorio tendrá que elaborar sus propios métodos y metodologías de integración de la RRD/ACC/DL

Para lograr el éxito de la herramienta para la integración de la GRRD y ACC contextualizada a Cuba, se habrá de tomar un conjunto de acciones que a continuación se relacionan:

- Talleres con las “partes interesadas” del área de intervención donde se aplicará la herramienta
- Encuentros con líderes y expertos principales de los proyectos
- Taller de conclusiones

Bibliografía

ADB (2018). Understanding Disaster Risk for Advancing Resilient Development.

<https://www.adb.org/publications/understanding-disaster-risk-knowledge-note>

Aysan & Lavell (2014). Disaster Risk Governance during the HFA Implementation Period: Global Thematic Review. Background Paper prepared for GAR 2015, commissioned by PNUD. <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/bgdocs/PNUD,%202014a.pdf>

Discusión en línea del PNUD sobre RRD Integrado - <https://www.sparkblue.org/Integrated-DRR/phase3> .

Lavell et al. (2020). The Social Construction of the COVID-19 pandemic: disaster, risk accumulation and public policy. Risk Nexus Initiative and La Red.

UNISDR (ed.). 2011. «Themes and Issues in Disaster Risk Reduction».

Naciones Unidas.

UNDRR (2019). 2019 Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. Naciones Unidas..

UNDRR (2020). Integrating Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation in the UN Sustainable Development Cooperation Framework. <https://unsdg.un.org/resources/integrating-disaster-risk-reduction-and-climate-change-adaptation-un-sustainable>

SPREP & PNUD. (2013). Mainstreaming Climate Change Adaptation in the Pacific: A Practical Guide.

UNU-EHS (2008). Prospective of Risk Management: A review of German legislation Targeting Integral Flood Management. United Nations University - Institute for Environment and Human Security. <https://collections.unu.edu/eserv/UNU:1896/pdf3963.pdf>

Ámbito del Conocimiento

Metas principales del proyecto	Visión desde la herramienta
Fortalecer la preparación de la comunidad y actores locales en la reducción de riesgos de desastres. Coordinar actividades de educación y trabajo comunitario. con un papel más activo de las universidades en el seguimiento y vigilancia de fenómenos peligrosos y vulnerabilidades del territorio. Intercambiar experiencias y asesorías que demandan los territorios Implementar una estrategia de comunicación sensible a género, con la cual se evidencia el trabajo comunitario. Producir materiales de identidad que acompañe el proceso de sensibilización y comunicación.	Gestión del conocimiento y su influencia en los actores locales. Concebir la capacitación de todos los actores claves de los territorios y como elemento significativo; prever que esta capacitación sea desarrollada por expertos locales (promotoras y promotores).

Ámbito de Política

Metas principales	Visión desde la herramienta
Fortalecer la gestión de los gobiernos locales, al lograr un intercambio de datos relevantes Sistema de Alerta Temprana (SAT), el cálculo del peligro y el análisis del riesgo, la toma de decisiones, el aviso oportuno a la población y la operacionalidad de medidas. Fortalecer las capacidades para elevar la resiliencia frente a los PVR, de forma inclusiva y sensible a género.	Lograr capacidades para la toma de decisiones, en el marco de la competencia de la localidad. Fortalecer el liderazgo local en todas las instancias del gobierno y de las instituciones técnicas encargadas de la GRRD/ACC. Se corresponden, con el papel del gobierno a todos los niveles

Ámbito de Finanza

Metas principales	Visión desde la herramienta
Realizar estudios de la GRRD en la inversión Gobierno, reflejada en los planes del presupuesto anual, se contemplan en el plan de la economía (y de inversión) de cada organismo, planificadas para los siguientes años de ejecución.	Concebir el financiamiento de la GRRD/ACC integrada, con “desarrollo basado en riesgos”; como objeto de la planificación del presupuesto de sus áreas de desarrollo.

Ámbito de Organización

Metas principales	Visión desde la herramienta
Involucrar todas las estructuras gubernamentales a nivel nacional, provincial y municipal relacionadas con la GRRD/ACC; las instituciones técnicas y grupos de trabajo de todos los niveles; las ONGs, la prensa y los líderes de la localidad. Los gobiernos municipales y los Centros de Gestión para la Reducción de Riesgo (CGRR) tienen un papel protagónico.	Desarrollar una organización para la GRRD/ACC propicia para la aplicación de la “herramienta”. Debe estudiarse el rol de la actividad privada dentro de la estructura de gestión existente.

Ámbito de Partes interesadas

Metas principales	Visión desde la herramienta
Identificar todas las partes interesadas y definidos sus roles en la GRRD, procedimientos de trabajo y mecanismos de coordinación.	Identificar las partes interesadas y definidos sus roles en el proyecto, procedimientos de trabajo y mecanismos de coordinación. Potenciar la presencia del sector privado.

Tabla 1. Diferentes tipos de ámbitos y misión.



Rafael Guardado es graduado en la Universidad de Oriente en 1970 como Ingeniero Geólogo. Cursó estudios de especialización en la Universidad Minera de St Petersburgo en Rusia, antigua U.R.S.S., 1972-1974. Defendió el doctorado en Geología en 1983. Es Académico Titular de la Academia de Ciencias de Cuba, Profesor Titular, Profesor Consultante y Profesor Emerito de la Universidad De Moa. Orden

Carlos J. Finlay. Ha publicado más de 70 artículos, y es Tutor de tesis de Doctorado y maestrías. Ha recibido múltiples premios y distinciones, y es un profesor reconocido en Cuba y el exprenjero en la Ingeniería Geológica, la Reducción de los Riesgos Geológicos y el enfrentamiento al Cambio Climático.

rafaelguardado2008@gmail.com

“De mis libretas de campo en la Sierra Madre Oriental”

Ing. Rogelio Ramos Aracén

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 lcnofósiles 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 travesías 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.



Panorámica del Anticlinal Victoria

Localidad, Región de Cd. Victoria, estado de Tamaulipas.

Título, Anticlinal Victoria.

Desarrollo del trabajo: En los recorridos de campo para conocer las litologías y sus características, tanto estratigráficas como estructurales, en la época en que pertenezco al grupo de Geología Regional.

Descripción del Dibujo. La Panorámica es el paisaje que se visualiza desde la vereda del camino de Ojo Caliente a aproximadamente 2 Km. ubicado en la región al SW de Cd. Victoria, Tam., Aquí se observa desde el camino hacia el Norte a un amplio anticlinal al fondo del paisaje, cuyo eje esta constituido por rocas calizas de la formación Tamaulipas inferior, y encima de la camioneta se tiene una protuberancia topográfica en forma de farallón constituido por capas gruesas verticales de la formación Tamaulipas inferior, este anticlinal forma parte del frente de la Sierra Madre Oriental, en este caso se trata del flanco afectados por falla de cabalgamiento de capas cretácicas de la Tamaulipas inferior sobre rocas de tipo margas y calizas arcillosas de la Formación Méndez del Cretácico superior.



Turbiditas de la Formación Chicontepec.

Localidad, Camino de Zoquitipan, estado de Hidalgo.

Título, Turbiditas de la Formación Chicontepec.

Desarrollo del trabajo: Durante los trabajos de Geología Regional, se efectuó un recorrido sobre algunas localidades del frente de la Sierra Madre Oriental, me tocó la oportunidad de levantar y medir secciones mediciones estratigráficas junto con el Ing. Estanislao Velázquez QEPD y tiempo después fueron varios recorridos, primeramente para conocer sus facies sedimentarias y después para organizar y excursiones geológicas de las cuales he realizado dos.

Descripción del Dibujo. En este afloramiento en la localidad de Zoquitipan, Hgo., situado en la región de Huiznopala Hgo., se observa a una secuencia de areniscas de grano muy fino en capas delgadas de 10 a 20 cm. muy continuas en su espesor y se encuentran intercaladas entre paquetes de lutitas grises en intervalos entre 60 a 170 cm.

Se tratan de areniscas y lutitas de tipo turbiditas en facies distales, las cuales se depositaron en los extremos de amplios abanicos submarinos, que se depositaron en profundidades batiales.



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 Tamamaulipas. 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 GEOLOGICA MEXICANA EN EL IMP EN MÉXICO, DF.

1988 "LOS OLISTOLITOS DE LA FM. EL DOCTOR EN EL ÁREA DE ZIMAPAN, HGO." VIII CONGRESO SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA EN LA CFE EN MÉXICO, DF.

1990 "DEFORMACION ESTRUCTURAL EN EL FRENTES DE LA SMO ÁREA, XILITLA, TAMAZUNCHALE, SLP". IX CONGRESO SOCIEDAD GEOLOGICA 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

¿Un profesional en Ciencias de la Tierra en las regiones, para qué?

Clemencia Gómez González
Universidad Nacional de Colombia

clgomezgo@unal.edu.co

La ubicación geográfica, vulnerabilidad económica de gran parte de la población, falta de enseñanza de Ciencias de la Tierra en los colegios, falta de planeación en el ordenamiento del territorio, extracción ilícita de recursos y falta de políticas públicas ajustadas a la realidad de los territorios son el caldo de cultivo perfecto para lo que se observa día a día en las noticias: pérdidas de vidas y económicas por falta de armonía entre las políticas públicas - el conocimiento - las geoamenazas y el deterioro ambiental en las regiones

En este escenario se ha propuesto en Colombia una iniciativa legislativa que permita contar con un profesional en ciencias de la Tierra en el territorio que pueda permear el tejido social impactando positivamente en el bienestar de la población. Esta iniciativa ha estado acompañada de proyectos de investigación en la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá con tesis de grado, práctica académica en un municipio y corto documental, además de más de 50 presentaciones en eventos nacionales e internacionales de diferente índole, campañas adelantadas por las asociaciones profesionales (Sociedad Colombiana de Geología y Asociación Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo), comunicaciones y reuniones con miembros del gobierno y los legisladores, noticias en prensa nacional y local, campañas en redes sociales, entre otros.

La realidad actual nos plantea garantizar la presencia de profesionales en ciencias de la Tierra en los municipios, con el objetivo de contribuir al desarrollo sostenible y sustentable, por medio de la aplicación de conocimientos técnicos en el ejercicio de veeduría, asesoría y validación de temas relacionados con geoamenazas, prospección e identificación de agua subterránea y de recursos minero-energéticos presentes en el territorio, acompañamiento a la elaboración y revisión de los planes y esquemas de ordenamiento territorial y la apropiación social del conocimiento en ciencias de la Tierra. Estamos ante los retos de cambio climático y sus consecuencias para la sociedad, transición energética, carbono neutralidad y todos ellos tienen en común el conocimiento adquirido por los geólogos en su formación académica.

En este sentido, la iniciativa también busca generar más y mejor conocimiento de los temas relacionados con la

geología y su importancia para la sociedad. La falta de conocimiento en ciencias de la Tierra impide una correcta y óptima gestión del territorio; generando como consecuencia la existencia de conflictos en el uso del suelo y subsuelo, la falta de mitigación oportuna de potenciales riesgos en las comunidades, y desconocimiento de potenciales recursos hídricos.

Para garantizar la disponibilidad de recursos necesarios para el desarrollo de este proyecto de Ley, se requiere dotar al Servicio Geológico Colombiano con presupuesto para el desarrollo del mismo, de manera que sean categorizados los municipios según sus necesidades mediante un diagnóstico que permita identificar que municipios podrían ser agrupados para brindarles el acompañamiento y cuales de ellos por sus características necesitarían la presencia de un profesional, amparados en que el artículo 15 (titulado conocimiento y cartografía geológica del subsuelo) de la Ley 2056 de 2020 "por la cual se regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías", en el establece: "El Servicio Geológico Colombiano podrá brindar apoyo a las actividades de prospección y exploración, geoamenazas, prospección de aguas subterráneas, identificación y planes de ordenamiento territorial en los municipios productores, a partir de la información de la que se disponga como consecuencia del reconocimiento, prospección y exploración del territorio nacional que está a su cargo y conforme al presupuesto que del Sistema General de Regalías le sea asignado para tal fin."

En aras de avanzar con la iniciativa y en el marco del proyecto de Ley del plan Nacional de Desarrollo se convocó a los legisladores del País a incorporar dentro del artículo 184 un aparte que garantice la presencia de los profesionales en Ciencias de la Tierra así:

ARTÍCULO 184. FORMULACIÓN DE PLAN DE CONOCIMIENTO GEOCIÉNTIFICO Y ÁREAS DE RESERVA ESTRATÉGICA MINERA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS ASOCIATIVOS. El Ministerio de Minas y Energía junto con el Servicio Geológico Colombiano estructurarán el Plan Nacional de Conocimiento Geocientífico, con el objeto de proveer conocimiento e información geocientífica a escalas adecuadas para la planificación y uso del suelo y el subsuelo, el cuidado y la gestión del agua, la evaluación y monitoreo de amenazas de origen geológico, la investigación y prospección de los recursos minerales estratégicos para la transición energética, la industrialización, la seguridad alimentaria y la infraestructura pública.

En desarrollo del Plan Nacional de Conocimiento Geocientífico, la autoridad minera nacional podrá delimitar y otorgar a pequeños y medianos mineros organizados bajo las figuras asociativas previstas en la ley, áreas de reserva estratégica minera con alto potencial para minerales estratégicos necesarios para la transición energética, la industrialización, la seguridad alimentaria y

la infraestructura pública, de conformidad con lo previsto en el artículo 20 de la Ley 1753 de 2015.

SE SUGIERE ADICIONAR

En el marco del Plan se debe garantizar la presencia de profesionales en ciencias de la Tierra en los municipios del territorio nacional, con el objetivo de contribuir al desarrollo sostenible y sustentable, por medio de la aplicación de conocimientos técnicos en el ejercicio de veeduría, asesoría y validación de temas relacionados con geoamenazas, prospección e identificación de agua subterránea y de recursos minero-energéticos presentes en el territorio, acompañamiento a la elaboración y revisión de los planes y esquemas de ordenamiento territorial y la apropiación social del conocimiento en ciencias de la Tierra.

Con esta iniciativa se pretende, después de varios años de trabajar en el proyecto, tener una herramienta jurídica que permita apalancar los geólogos en el territorio y que cumplan funciones que van en armonía con los parámetros establecidos en el artículo 7 de la Ley 9 de 1974, así:

1. Asesorar y apoyar a la administración municipal en la formulación de proyectos, planes y programas para la exploración de agua subterránea en el territorio; así como, en la toma de decisiones de las autoridades que participan en el proceso de ordenamiento territorial, gestión del riesgo, de planeación del desarrollo; y además en asuntos minero-energéticos, en el desarrollo de las actividades y en situaciones y problemas que puedan presentarse en los procesos locales y regionales de ordenamiento, aprovechamiento y desarrollo territorial.

2. Realizar veeduría y asesoría técnica a los proyectos propuestos para evaluar la presencia de agua superficial y subterránea en el territorio, así como a los insumos de los planes de ordenamiento territorial y actividades relacionadas con los proyectos minero-energéticos.

3. Apoyar y ofrecer orientaciones conceptuales para incorporar adecuadamente los componentes de gestión

del riesgo y actividades minero-energéticas en los procesos locales y regionales de ordenamiento, aprovechamiento y desarrollo territorial

4. Contribuir a la articulación institucional entre autoridades y entidades municipales y nacionales, para cumplir los principios de coordinación y concurrencia en el desarrollo de proyectos minero-energéticos en el municipio.

5. Apoyar en la definición, evaluación y delimitación de las rondas de agua en zonas identificadas de alta amenaza por fenómenos de erosión, remoción en masa, inundación, avalanchas y avenidas torrenciales y haciendo uso de la información técnica a escala apropiada para tal fin.

6. Adelantar actividades de apropiación social del conocimiento en geociencias, articulando el conocimiento y los saberes locales, ancestrales y tradicionales de los pobladores, a las administraciones municipales, en las Instituciones de Educación Superior, a las Juntas de Acción Comunal, a las ONG y a todos los actores sociales del municipio.

7. Presentar proyectos relacionados con las Ciencias de la Tierra a la administración municipal o a entidades nacionales o extranjeras que permitan el incremento del conocimiento geológico del territorio y su desarrollo.

8. Velar y brindar asesoría técnica para la identificación y conservación de la Geodiversidad y del patrimonio geológico y paleontológico.

9. Apoyar en la elaboración y/o realización de proyectos que involucren componentes geológicos que sean realizados por el municipio y/o sus contratistas.

De esta manera, construir País implica poner al servicio de la sociedad los conocimientos adquiridos en la Universidad y por ello profesionalizar la toma de decisiones en el territorio con soporte en información técnica puede conducir a avanzar en el camino correcto de desarrollo sostenible.

MISCELÁNEOS

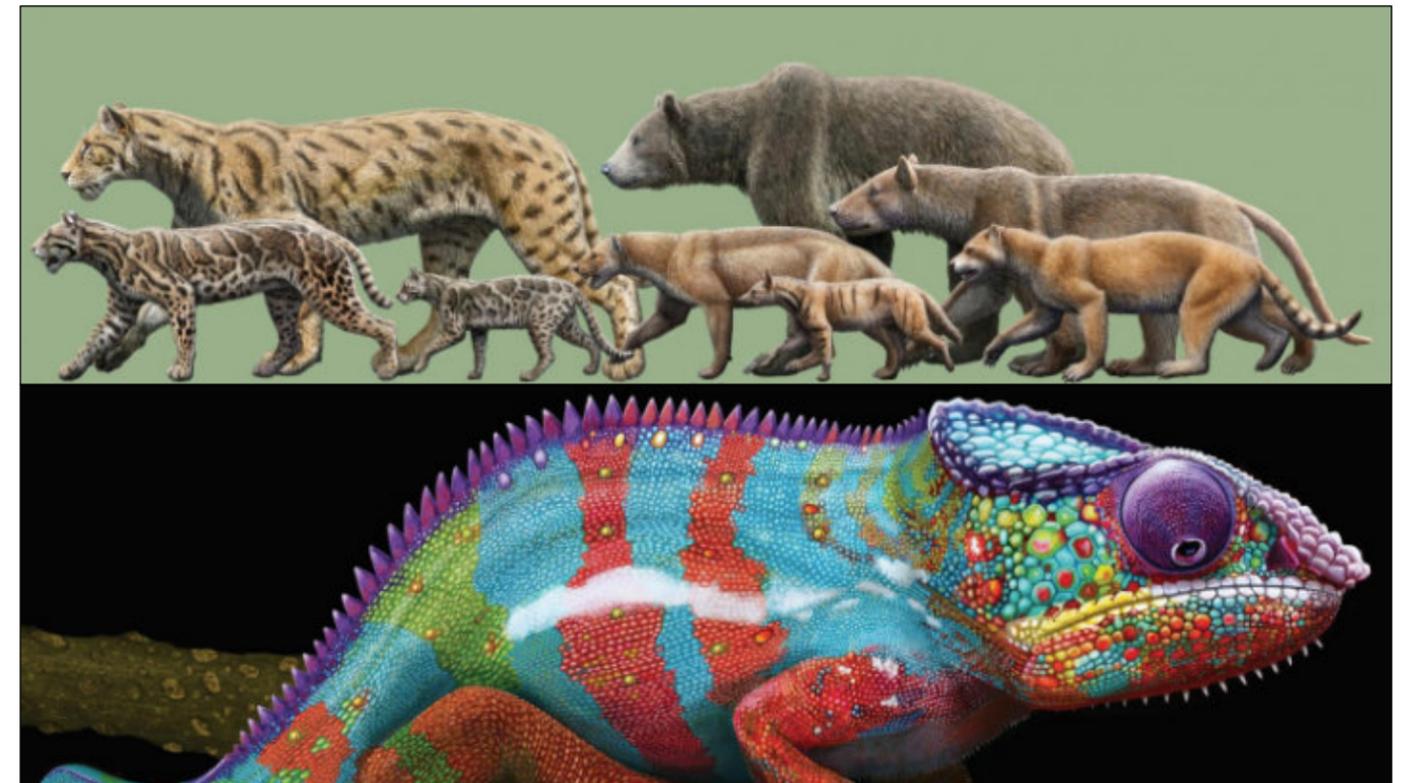
Xaman Ek, Dios de la Estrella Polar



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.

Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, España

Haz click en la imagen



La casa de la columna geológica

<https://www.britannica.com/science/dating-geochronology/Geologic-column-and-its-associated-time-scale>

<http://usuarios.geofisica.unam.mx/gvazquez/yacimientosELIA/zonadesplegar/Clases/Clase%2015%20Columnas%20Estratigraficas.pdf>

<https://www.britannica.com/science/geologic-history-of-Earth>

<https://www.geologia.unam.mx/igl/publs/boletin/Boletin121.pdf>

<https://www.britannica.com/science/geochronology/The-principle-of-superposition-of-rock-strata>

https://en.wikipedia.org/wiki/Stratigraphic_column

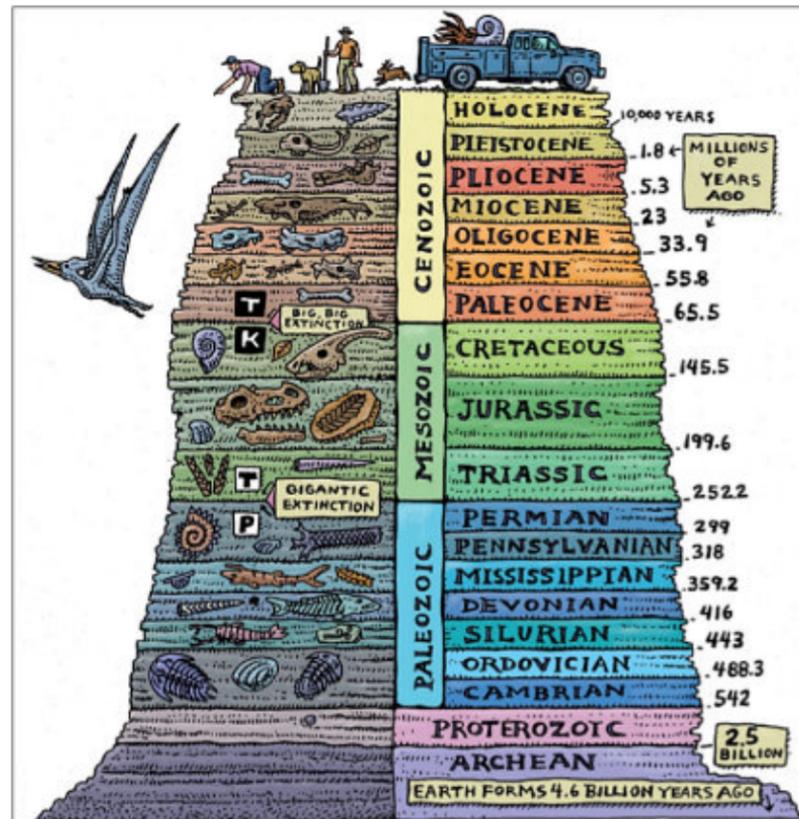
<https://study.com/academy/lesson/geologic-column-definition-example.html#:~:text=These%20striped%20layers%20are%20called,rock%20was%20a%20sea%20bed>

<https://www.youtube.com/watch?v=Zj8T5bKhrDg>

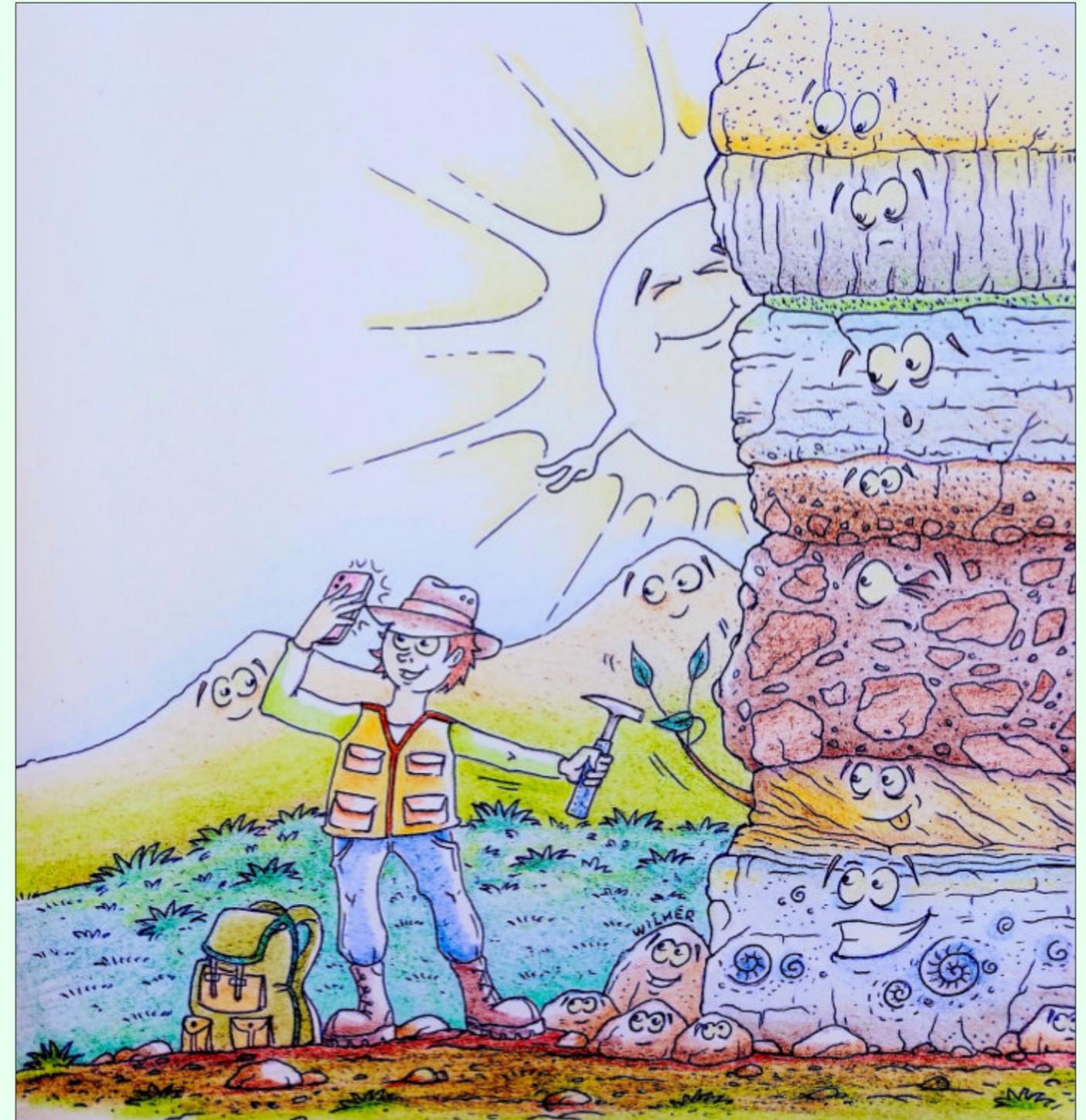
https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=Vqnaaw2&d=true&q=*&i=3&v=1&t=search_0&as=0

Compilado por **Uriel Franco Jaramillo** Colaborador de la Revista.

<https://lilianaobetko.files.wordpress.com/2015/03/columna-geolc3b3gica.jpg>



CONCURSO DE FOTOGRAFÍA GEOLÓGICA 2023



Por **Wilmer Pérez Gil** (wilmerperezgil5@gmail.com)

CONCURSO DE FOTOGRAFÍA GEOLÓGICA 2023

La Revista Maya de Geociencias y la empresa Corporación Ambiental de México S.A. de C.V. (CAM) hacen una atenta invitación para que los estudiantes de geociencias de cualquier país envíen a partir del 1 de enero hasta el 30 de octubre del 2023 sus fotografías de afloramientos para participar en el Concurso de Fotografía Geológica. El jurado, que se conformará más adelante por Editores de la RMG y personal de la empresa CAM, decidirán quiénes son los ganadores el día 30 de noviembre del 2023. Con las fotografías sometidas al concurso se creará un album fotográfico para su publicación en un tomo especial de la Revista.

BASES:

1. Solamente se puede someter una fotografía por estudiante.
2. El tamaño de la fotografía deberá tener un lado máximo de 1,000 Pixeles.
3. Incluya su nombre y dirección de correo electrónico. La descripción de la fotografía no deberá exceder 100 palabras.
4. Las fotografías deberán enviarse por correo electrónico a los Editores: Bernardo García Amador y Luis A. Valencia Flores: bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu; luis.valencia.11@outlook.com con fecha límite del 30 de octubre del 2023.

PREMIOS:

El día 30 de noviembre del 2023, se darán a conocer los tres ganadores del concurso, siendo los premios como se indica a continuación:

- Primer lugar: La cantidad de \$25,000 pesos mexicanos (aprox. \$1,250 dólares).
 Segundo lugar: La cantidad de \$15,000 pesos mexicanos (aprox. \$750 dólares).
 Tercer lugar: La cantidad de \$10,000 pesos mexicanos (aprox. \$500 dólares).

* Los premios y gastos asociados los patrocinará la empresa Corporación Ambiental de México (CAM), con domicilio en Monterrey, Nuevo León, México.

GEOLOGICAL PHOTOGRAPHY CONTEST 2023

The Revista Maya de Geociencias and the Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V. (CAM) cordially invite students of the geosciences from any country to participate in this contest by sending us their outcrop photographs between the 1st of January and the 30th of October, 2023 in order to participate in this Geological Photography Contest. The judges, to be selected by the Editors of the RMG and personnel from CAM, will decide upon the winners the 30th of November 2023. An album will be published from submitted photos in a special issue of the RMG.

RULES:

1. You may submit only one photograph per person.
2. The photograph should be a maximum of 1,000 pixels per edge.
3. Include your name and email address in the description of the photograph, which should not exceed 100 words.
4. Email the photograph to Editors Bernardo García Amador and Luis Valencia Flores by the 30th of October, 2023: bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu; luis.valencia.11@outlook.com

PRIZES:

The winners of the contest will be revealed on the 30th of November, 2023 with the following prizes.

- First place: 25,000 Mexican pesos (approximately \$US 1,250).
 Second place: 15,000 Mexican pesos (approximately \$US 750).
 Third place: 10,000 Mexican pesos (approximately \$US 500).

* Prizes and associated expenses will be provided by the Corporación Ambiental de México headquartered in Monterrey, Nuevo León, México.

Tesis selectas presentadas en la U.N.A.M. en 2021

Compilación realizada por Miguel Vázquez Diego Gabriel, Colaborador de la Revista

Aplicaciones aeromagnéticas al estudio de la corteza terrestre hasta 10 km de profundidad.

Palafox Garduño, Alan Vladimir

Petrografía y geoquímica del vulcanismo reciente del área de Las Derrumbadas (Cuenca de Serdán-Oriental, México).

Pedroza Aldana, Kevin Gemali

Firmas de las afectaciones al clima espacial con base en el Observatorio de Rayos Cósmicos en Sierra Negra.

Perea Contreras, Sebastián

Gestión integral de riesgos :evaluación y zonificación local del riesgo por fenómenos de origen natural.

Ponce Pacheco, Ana Bertha

Golfo de California :implicaciones tectónicas en la generación de recursos energéticos.

Ramírez Flores, Guillermo Amarillo

Evaluación de riesgo basada en la vulnerabilidad de la zona amenazada en la periferia del volcán Popocatepetl para apoyar la toma de decisiones ante una potencial crisis volcánica.

Ramos Jiménez, Esteban

Relación entre el periodo dominante y el espesor del suelo para la Ciudad de México y zonas aledañas.

Ramos Pérez, Erick

Modelación de la captura de CO2 en un yacimiento geotérmico.

Reyes Sandoval, Alfonso

Regularización de cocientes espectrales de datos sísmicos.

Ricárdez Santos, Karen Janet

The active tectonics in iceland, as seen by volcanic and tectonic earthquakes.

Rodríguez Cardozo, Félix Rodrigo

Registros de nueva generación para enfrentar retos emergentes en interpretación petrofísica.

Roldán Pérez, Oscar

Estudio de factibilidad de sitios apropiados para el aprovechamiento del viento, en la parte norte de la republica mexicana.

Ruvalcaba Garcia, Alejandro

Aplicación de redes neuronales para la detección de zonas de interés para la industria petrolera.

Salgado Giles, Jesús Humberto

Estudio geoquímico de la interacción agua-roca en el sistema geotérmico de Aocolco, Puebla.

Sánchez Córdova, María del Mar

La secuencia sísmica de Ixtlán del río ¿un caso de sismicidad disparada por presas?

Sanchez Lopez, Gustavo

Análisis de métodos de procesamiento magnético y percepción remota aplicado a la exploración minera en el sureste del estado de durango.

Santiago Ramirez, Rodrigo

Estimación de la cantidad de H2O actual y su tasa de pérdida a lo largo del tiempo geológico en el planeta Marte.

Torres Celis, Jorge Andrés

Uso de deep learning para el pronóstico de la variación en la modulación de rayos cósmicos.

Valverde Guerrero, Isaac Rubén

GeoLatinas involucra a los científicos de la Tierra y el Espacio, facilitando colaboraciones y relaciones entre estudiantes, profesionales y académicos, incluso fuera de las Geociencias, es una organización inclusiva, colaborativa y dirigida por sus miembros, trabajamos mediante subcomités dirigidos por pequeños equipos permitiendo alcanzar nuestros objetivos, e impactar más allá de la comunidad científica llegando al público en general.

Queremos presentarles nuestra iniciativa de GeoSeminarios en su edición en español y para trabajos de tesis, formando parte del área de Educación y Divulgación, con esta iniciativa abrimos un medio más para la divulgación y promoción de los trabajos de investigación, así como también para que se presenten los proyectos de tesis de grado de todos los niveles académicos, ofreciendo un espacio para que nuevos investigadores desarrollen sus habilidades de comunicación científica a todo tipo de público, permitiendo que tengan un alcance nacional e internacional, destacando la participación principalmente de las mujeres. Desde el 08 de octubre del 2021 que realizamos el primer GeoSeminario a la fecha hemos llevado a cabo 26 presentaciones de temas variados con impacto científico, social, y en la salud. Te invitamos a presentar en nuestro espacio tu trabajo en Geociencias ya sea de tema especializado tanto de interés para la academia como para la industria o tu proyecto de grado de cualquier nivel académico. <https://geolatinas.org/> <https://www.facebook.com/GeoLatinasFace/>

Comité de Educación y Divulgación de GeoLatinas. División GeoSeminarios

COMITÉ DE EDUCACIÓN Y DIVULGACIÓN

GeoSeminarios

¡QUEREMOS DAR A CONOCER TU TRABAJO!

En GeoLatinas estamos por comenzar la temporada 2023 de

GeoSeminarios

Una iniciativa creada para la divulgación técnica y científica de las Ciencias de la Tierra y Planetarias*.

¡Y nos encantaría dar a conocer tu trabajo de

- Investigación
- Tesis
- Campo laboral
- etc...!

Si te interesa participar te invitamos a llenar nuestro [formulario](#).

Escanéame!

O envíanos un mensaje en nuestras redes sociales.
(*Esta iniciativa está abierta a todo género, raza, edad, etc.)

GeoSeminarios disponibles en:

GeoLatinas: Latinas in Earth and Planetary Sciences

geolatinasista
GeoLatinas_por_mexico
GeoLatinas

Caverna del arte

Cuento: La Litoteca

por Wilmer Pérez Gil

Nadie sabía con certeza la edad de las ruinas del antiguo archivo de rocas, y muy poco o nada acerca de las personas que lo construyeron. Sin embargo, el mayor misterio radicaba en el motivo para el cual fue erigido.

Hace algunos años, un estudio realizado por varios especialistas, propuso las primeras teorías. Al principio, se creyó que se trataba de otro templo pagano, uno con características bien peculiares y algunos elementos ligeramente similares a otros afamados o de mayor renombre. Sin embargo, nuevas evidencias encontradas en el sitio terminaron por refutar dicha hipótesis.

Se pudo constatar que los bajorrelieves que adornan sus frisos y paredes, no sostienen vínculo directo con línea religiosa y/o idolatría cosmogónica conocida, sino que parece tratarse de la representación de un nuevo tipo de culto, uno donde la roca parece ser el epicentro de todo.

La gran cantidad de muestras petrográficas y mineralógicas dispuestas de forma organizada en estantes y repisas, supuso la posibilidad de que éste constituyese una especie de "museo" ancestral. La aparición de ciertas tablillas de arcilla, la mayoría hasta de un codo de longitud, propuso la premisa de un recinto más cercano al conocimiento que a la contemplación misma. Surgió entonces la idea de la "litoteca", una edificación construida específicamente para preservar y atesorar una gran colección de rocas, minerales y fósiles.

Se trataba de la mayor y más completa biblioteca petrográfica de que se tiene registro. Su objetivo: preservar una parte representativa de la memoria lítica del planeta y que la misma estuviera al servicio de todos. Miles de muestras traídas desde los más apartados y remotos confines, fueron atesoradas en ella durante muchísimo tiempo, gracias al esfuerzo y consagración de decenas de caminantes, aventureros, picapedreros, alquimistas y geománticos. Los nombres más destacados de éstos fervientes colaboradores están tallados en las paredes del lítico inmueble.

La litoteca fue construida en arenisca y roca caliza, lo que la hace compacta y ventilada a la vez. Se trata de un edificio ascendente, donde se combinan aspectos constructivos y arquitectónicos, que recordaban, en parte,

a las torres cuadradas que custodiaban los laterales de los grandes castillos de la Europa medieval y en la otra, con los de una pirámide escalonada mexicana o quiché.

Constaba de tres niveles o pabellones. Se supone que fue construida así a partir de que son tres los tipos de rocas que se conocen: sedimentarias, ígneas y metamórficas. Según lo que resalta a la vista, el primer nivel o basal, se cree que se utilizó para las colecciones de rocas sedimentarias y fósiles. El segundo nivel o intermedio para las rocas metamórficas, y el tercero y más elevado, para las muestras ígneas. Por ese entonces, las características texturales, visibles a simple vista en la superficie de las rocas, les permitían ser diferenciadas y reconocidas por las mentes empíricas más encumbradas entonces. Ello permitió en aquellos tiempos, realizar una clasificación somera de las muestras que llegaban, permitiendo separarlas en una u otra sección.

Para acceder a su interior, primeramente, fue necesario dar cuenta de la tupida broza que cubría el complejo, producto de siglos y siglos de abandono. Tras ello encontramos la gran escalinata, cuya pendiente se inclina unos 50° aproximadamente, a través de 175 escalones de granito sólido, dispuestos de forma ascendente, permitiendo alcanzar el segundo y tercer nivel, ya que el primero posee dos puertas laterales que permiten el ingreso al Gran Salón del nivel inferior

La entrada principal, ubicada en el nivel intermedio semeja una gruta, custodiada y precedida, según se cuenta por los litotecarios, una orden de "empleados", encargados de administrar y dosificar las colecciones. Es posible que los lititas, como también se le conoce a esta suerte de encargados u operarios, tuvieran que ver con la construcción misma del gran edificio.

Curiosamente, y hasta donde es posible indagar en el asunto, los litotecarios solo se concentraban en la parte administrativa, en tanto, los geománticos o geosabios eran los verdaderos conocedores y eruditos de todo cuanto tuviera que ver con las rocas. A ellos se les atribuye la redacción de los textos y los volúmenes compilatorios, encontrados en las tablillas de arcilla.

Entre los tratados hallados en el interior del inmueble se encuentran los llamados "Anales de Piedras y Gemas", quizás el primer acercamiento al conocimiento y clasificación de las mismas. También se encuentra el "Catálogo de Huellas Raras y Curiosas" que obviamente



hace alusión a los fósiles, su origen y explicación. En el denominado *Catastro Litológico* resaltan los llamados "Criptolitus" y "Alfabetolitus" conocidos como libros secretos de las rocas, verdaderas rarezas, volúmenes escritos en lítico antiguo, la lengua petrográfica pura y que según cuenta la leyenda solo podía leer los geománticos de mayor rango.

Finalmente se encontraban las colecciones que los lititas registraban en sus *Folios*, suerte de archivos semejantes a una base de datos que incluía y preservaba la información que se tenía de la muestra. Los geománticos sostenían que cada roca, fuera pequeña o grande, constituían un minilibro, un fugaz episodio de la evolución del mundo. Para ellos, éstos "recipientes" naturales atesoraban largas historias de edades distantes en el tiempo, engavetadas y olvidadas.

Aún se desconoce el motivo por el cual la antigua litoteca fue abandonada y sus colecciones perdidas. Hay una teoría que refiere que fue tal su celebridad y renombre, que, en cierta ocasión, se le atribuyó el escondite de inmensas

riquezas, entendiéndose gemas y piedras preciosas, guardadas bajo la fachada de este gran edificio pétreo del conocimiento. Tal vez su declive haya ocurrido tras el asedio de un codicioso caudillo, quien, creyendo en estas falacias infundadas, intentó tomarla y estuvo a punto de saquearla, salvo que sus consejeros le sugirieron no hacerlo so pena de incurrir en algún agravio y maldición. No obstante, la existencia de todas esas gemas no se descarta, y si realmente estuvieron guardadas aquí, los litotecarios se las ingeniaron para mantenerlas a salvo y muy bien ocultas.

Fuese cierto o no, se estima, a través de cálculos recientes, que la Gran Biblioteca Litológica llegó a disponer de muestras de rocas, minerales y fósiles, muchas de ellas "únicas" e irrepetibles.

Quizás no estén extraviadas después de todo, aseguran algunos, sino dispersas y devueltas nuevamente en algún lugar, solo habría que comenzar a juntarlas nuevamente y ya.



M.Sc. Wilmer Pérez Gil (Pinar del Río, Cuba, 1983).

Ingeniero Geólogo. Es egresado de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Sáiz Montes de Oca" en 2010. A partir de 2012 ejerce como docente en el Departamento de Geología, perteneciente a la Facultad de Ciencias Técnicas de la referida casa de altos estudios. Posee 12 años de experiencia profesional, de ellos 10 como docente en la enseñanza de la ciencia geológica.

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, donde reside.

En 2018 culminó sus estudios de Maestría en Geología. Su línea de trabajo se encuentra centrada en el área de la geodinámica. Actualmente se encuentra trabajando en su proyecto de doctorado.

Además de su labor como docente, le apasiona dibujar y escribir, combinando éstos hobbies con su profesión.

A inicios de 2021 crea el proyecto personal "Geocaricaturas", grupo público de Facebook para la promoción del conocimiento de las ciencias de la Tierra, con una perspectiva educativa a través del humor gráfico y la reflexión. 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), Tierra y Tecnología (España) y la Revista Maya de Geociencias (México) y el Igepitosaurio (Cuba). Posee un blog personal o página oficial donde comparte éstos contenidos.

Desde finales del propio 2021 es miembro de la red de geoducadores de LAIGEO o Capítulo Latinoamericano de Educación de las Geociencias (IGEO, por sus siglas en inglés), donde se presenta como responsable y promotor del Proyecto "GeoArte en América Latina y el Caribe".

Ha participado en eventos internacionales de su país como ponente, fundamentalmente en las convenciones cubanas de geociencias, así como en programas radiales y televisivos para la promoción de la ciencia geológica y ramas afines. A su vez, ha colaborado como jurado invitado en ediciones de concursos de dibujo infantil para la promoción de las geociencias en edades tempranas, en eventos de México y Perú.

Posee varios geopoemas y geocuentos ilustrados dedicados a la geología, algunos publicados y otros inéditos, donde fusiona literatura, ciencia e imaginación, siempre con un enfoque didáctico y educativo.

Glosario de términos geológicos

Compilado por:

E.P Saul Humberto Ricardez Medina

Colaborador de la Revista

Esta compilación selecta de términos geológicos que utilizan regularmente los profesionistas de las Ciencias de la Tierra tiene la intención de apoyar a aquellos estudiantes que requieran de una referencia sobre el tema.

Abiótico: Son componentes físicos y químicos del ecosistema que no requieren de la acción de los seres vivos, o que no poseen vida, es decir, no realizan funciones vitales dentro de sus estructuras orgánicas, pero son fundamentales para la supervivencia de cualquier comunidad biológica.

Bioacumulación: Es la acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que alcanzan concentraciones más elevadas que las del medio ambiente.

Bioacumuladores: son organismos vivos dotados de la capacidad de absorber del ambiente determinadas sustancias y almacenarlas en el interior de sus propios tejidos sin eliminarlas mediante procesos metabólicos.

Biomagnificación: Es el aumento de químicos y toxinas que se acumulan a través de los niveles tróficos de una cadena alimentaria, cuando los organismos de la cadena alimentaria superior consumen los organismos que contienen las toxinas por debajo de sus niveles tróficos.

Biótico: Son los seres vivos que lo integran, puede referirse a la flora, la fauna, los humanos de un lugar y sus interacciones.

Conservación: Es una actividad positiva que incluye la preservación, el mantenimiento, el uso sostenible, la restauración y el mejoramiento del ambiente natural.

Contaminación: Alteración nociva de las condiciones normales de cualquier medio por la presencia de agentes físicos, químicos o biológicos ajenos al mismo.

Dureza (del agua): Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio.

Geología ambiental: Es la rama de la geología encargada de la investigación, diagnóstico y mitigación de los problemas de contaminación, minimizando la degradación ambiental o maximizando la posibilidad del adecuado uso del ambiente natural o modificado.

Potencial de Hidrogeno (pH): Es una unidad de medida que nos indica el grado de acidez de una solución, los valores de pH van desde 0 hasta 14, siendo neutro cuando su valor es de 7, si es menor de 7 se consideran ácidos y si son mayor de 7 se consideran básicos.

Bibliografía

decologia.info. (s/n). Biomagnificación, Causas, Efectos, Procesos, Prevención Y Más. *Decologia.info*. Sitio web: <https://decologia.info/medio-ambiente/biomagnificacion/>

Sánchez J. (abril, 2000). Geología Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). División de Educación Continua



Red Cubana de la Ciencia

www.redciencia.cu

Conozca los principales resultados de la ciencia, la tecnología y la Innovación en Cuba, así como una amplia gama de publicaciones, bibliotecas y repositorios con documentos que abarcan todas las ramas del conocimiento. Incluye historia de la ciencia, efemérides, y muchas otras informaciones de utilidad para estudiantes, docentes e investigadores.

Información provista por el Dr. Manuel Iturralde Vinent



ACTUALIDAD CIENTÍFICA

ACTUALIDAD CIENTÍFICA > MEDIO AMBIENTE
Día Mundial de los Humedales



El 2 de febrero se celebra el día Mundial de los Humedales, una efeméride significativa orientada a generar conciencia colectiva...

ACTUALIDAD CIENTÍFICA > CIENCIAS EXACTAS Y CIBERNÉTICA
Convoca la UCI a convención internacional de tecnologías e informática



La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) convoca a los profesionales vinculados a las actividades de formación...

ACTUALIDAD CIENTÍFICA > CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES
Desafíos por el calentamiento global y la desinformación climática



Cada semana nos llega una nueva historia de horror climático; las emisiones de gases de efecto invernadero están en niveles...

ACTUALIDAD CIENTÍFICA > GENERALES
Disponible el mapa satelital de la República de Cuba



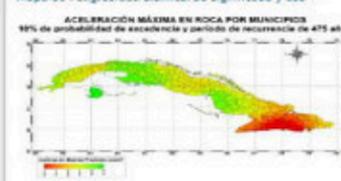
Este mapa ha de ser de gran utilidad para alumnos, docentes e investigadores, y público en general.

ACTUALIDAD CIENTÍFICA > CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES
SismoCuba, apk para la Población Cubana



La apk SismoCuba es una aplicación desarrollada por Desoft y el Cenala para dispositivos móviles que permite acceder a...

ACTUALIDAD CIENTÍFICA > CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES
Mapa de Peligrosidad Sísmica. Su significado y uso



Para comprender el significado y utilidad de un mapa de peligrosidad sísmica es necesario comprender los conceptos de...

Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica

Congreso Nacional

<https://smis.org.mx/#torrentp>

La Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica organiza el evento:

VII SIMPOSIO NACIONAL DE INGENIERÍA SÍSMICA

LA INGENIERÍA SÍSMICA Y LA PRÁCTICA PROFESIONAL ANTE LOS CAMBIOS NORMATIVOS

Puebla, Pue.

COSTOS:	CURSO	SIMPOSIO	CURSO + SIMPOSIO
Estudiantes	\$2,100	\$2,200	\$3,400
Socios SMIS*	\$3,700	\$3,900	\$6,700
No Socios	\$4,300	\$5,900	\$8,300
Stand	\$27,400		

*La cuota de socio SMIS es de \$1,250 durante febrero de 2023.

JUEVES 9 - MAR - 2023

- 9:00 - 18:00 Curso prealimposio: Evaluación y rehabilitación sísmica de estructuras.
- 9:00 - 18:00 Curso prealimposio: Diseño de estructuras con alambiento y dilatación.
- 19:00 - 20:00 Brindis de bienvenida.

VIERNES 10 - MAR - 2023

- 8:00 - 18:00 Registro de participantes del simposio
- 9:00 - 9:15 Ceremonia de inauguración
- 9:15 - 10:15 Las NTC-sismo 2023 de la CDMX, una perspectiva desde la práctica profesional
Coordinador: José Álvarez • Juan Manuel Escobedo • Fernando Velázquez
- 10:15 - 11:15 Prácticas de diseño sísmico en el norte mexicano
Coordinador: José Martínez
- 11:15 - 11:30 Receso / Break
- 11:30 - 12:30 Prácticas de diseño sísmico en el occidente mexicano
Coordinador: Alfonso
- 12:30 - 13:30 Las NTC-sismo 2023 de la CDMX, una perspectiva desde la academia
Coordinador: Amador Torres • Danny Arroyo • María Gracia
- 13:30 - 14:00 Foto grupal
- 14:00 - 15:30 Comida
- 15:30 - 16:15 El proceso de renovación de las NTC en la CDMX
Coordinador: Fernando
- 16:15 - 17:15 Aspectos de interés sobre el Código Mexicano para el Diseño Sísmico de Edificaciones
Coordinador: Edgar Tapia
Ponentes: Juan Manuel Rosales • Manuel Jara • Juan Manuel Fuentes • Héctor Guzmán
- 17:00 - 18:00 Nuevas disposiciones para el diseño sísmico de estructuras de concreto reforzado en Chile
Coordinador: María Nube / Pontificia Universidad Católica de Chile
- 18:00 - 19:00 Asamblea de miembros
- 19:00 - 21:00 Evento Cultural

SÁBADO 11 - MAR - 2023

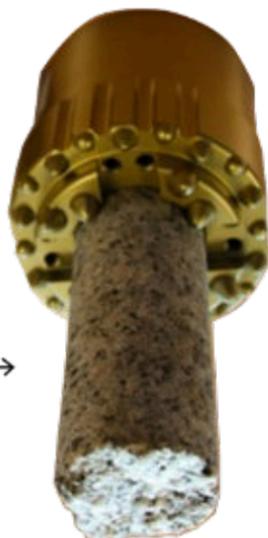
- 8:30 - 18:00 Registro de participantes del simposio
- 9:00 - 10:00 ACI CODE-318: Building Code Requirements for Structural Concrete. Current and Future perspective
Coordinador: Andrew W. Taylor / Presidente del ACI 318
- 10:00 - 11:00 Prácticas de diseño sísmico en el sur de México
Coordinador: Jorge Aguilar
- 11:00 - 11:15 Receso / Break
- 11:15 - 12:15 Retos de la normatividad sísmica desde la práctica profesional
Coordinador: Raúl Iván
Ponentes: Manuel García • Sebastián Correas • Gerardo Correas • Carlos Tapia García
- 12:15 - 13:15 Irregularidades estructurales
Coordinador: Amador Torres
Ponentes: Humberto Carrasco • Marcos Masera • Carlos Pineda • Esteban Arzuffo
- 13:15 - 14:15 Alambiento y dilatación. Una mirada a la normatividad actual



**INTERNATIONAL
CONTINENTAL
SCIENTIFIC
DRILLING
PROGRAM**

<https://www.icdp-online.org/>

¿Qué es? Es un programa para promover y financiar investigaciones en el área de las geociencias. Su principal actividad es la perforación del subsuelo para la extracción de muestras llamadas *núcleos* (Imagen adyacente). → Lo anterior es una fuente muy valiosa de información para entender procesos geodinámicos, cambio climático, gestión de los recursos del subsuelo y peligros geológicos para la humanidad.



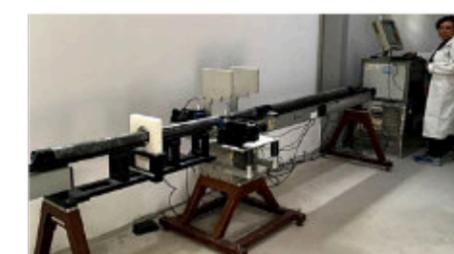
¿Sabías que en México se realizó un proyecto del ICDP?



**- MexiDrill -
Climate Clues Lake Chalco**

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222017000200299

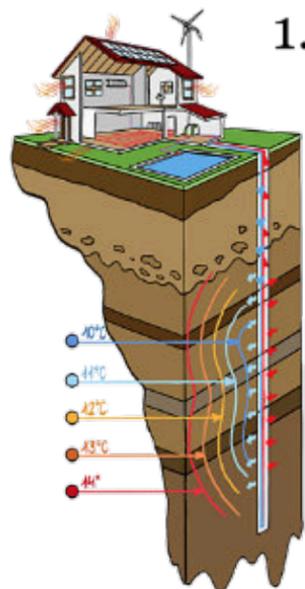
Este proyecto consistió en una serie de perforaciones para recuperar una secuencia sedimentaria lacustre contenida en la cuenca del lago de Chalco, al sur de la Ciudad de México. Estos sedimentos proporcionan un registro del clima de América del Norte de más de 500,000 años de antigüedad. Además, se registra un historial de la actividad volcánica, sísmica y del hundimiento inducido por la extracción de agua subterránea para suplir la demanda de la población local de aproximadamente 30 millones de personas.



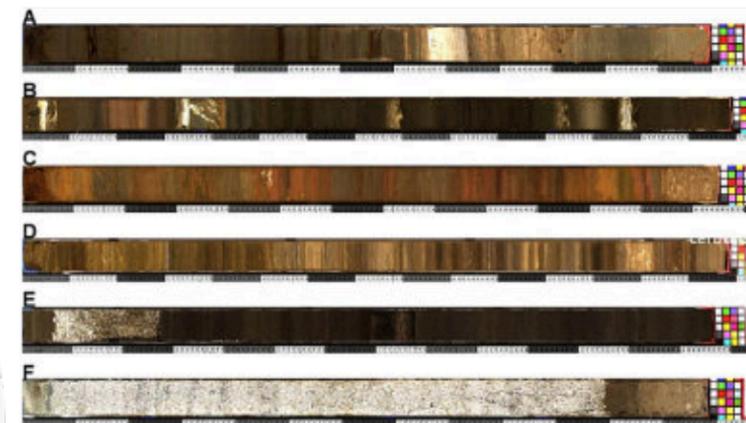
De izquierda a derecha. 1. Torre de perforación, tuberías y separador de lodos, 2. Extracción del tubo de plástico de la herramienta que extrae los núcleos, 3. Equipo para medir la susceptibilidad magnética en los núcleos recuperados

Los proyectos del icdp abarcan 4 temas principales

1. Georecursos



En el interior de la tierra existen cámaras magmáticas que interactúan con los acuíferos del subsuelo generando vapor. A la energía de este sistema se le denomina geotérmica y se puede aprovechar mediante la construcción de pozos para generar electricidad, climatizar viviendas y ayudar a reducir el consumo de fuentes fósiles como energía primaria.



Secciones de la secuencia de Chalco. A) limos arcillosos, laminados, café oscuro y claro, con carbonatos. B) limos arcillosos, laminados y tefras claras. C) limos arcillosos, finos, rojizos, laminados. D) arcillas limosas finamente laminadas con ooze de diatomeas. E) limos arcillosos, negros, laminados, con tefras. F) lapilli.



4. Procesos geodinámico

Se cuestiona lo siguiente: ¿Cómo se formó nuestro planeta y cómo ha ido evolucionando? ¿Cómo se originó la vida en la tierra? ¿Cómo se formaron los recursos minerales que son esenciales en la vida moderna? Al entender nuestro planeta podemos gestionar sus recursos y preservar sus ecosistemas.

El estudio de nuestro planeta por medio de la perforación científica del subsuelo es una labor realizada también por el programa:



Con objetivos en común y echando mano de la perforación y el estudio de núcleos, ICDP en el continente e IODP en los océanos, la colaboración multidisciplinaria entre diversos especialistas ha permitido un gran avance en la comprensión del comportamiento dinámico del lugar el cual habitamos.

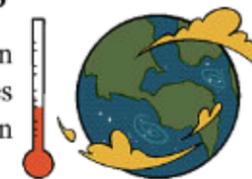
2. Riesgo geológico

Se enfoca en el estudio de terremotos, erupciones volcánicas y deslaves. Estos fenómenos son considerados como riesgos geológicos para la humanidad.



3. Cambios ambientales

El drástico cambio climático y sus consecuencias para la humanidad, nos han llevado a reevaluar el estilo de vida de la población y su dependencia a las fuentes fósiles. Es necesario reducir las emisiones de carbono a la atmósfera, tener un consumo responsable de electricidad y diversificar nuestra matriz energética.



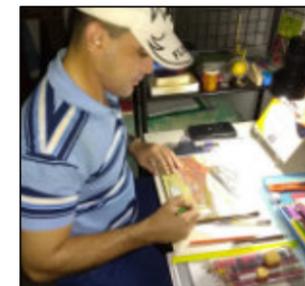
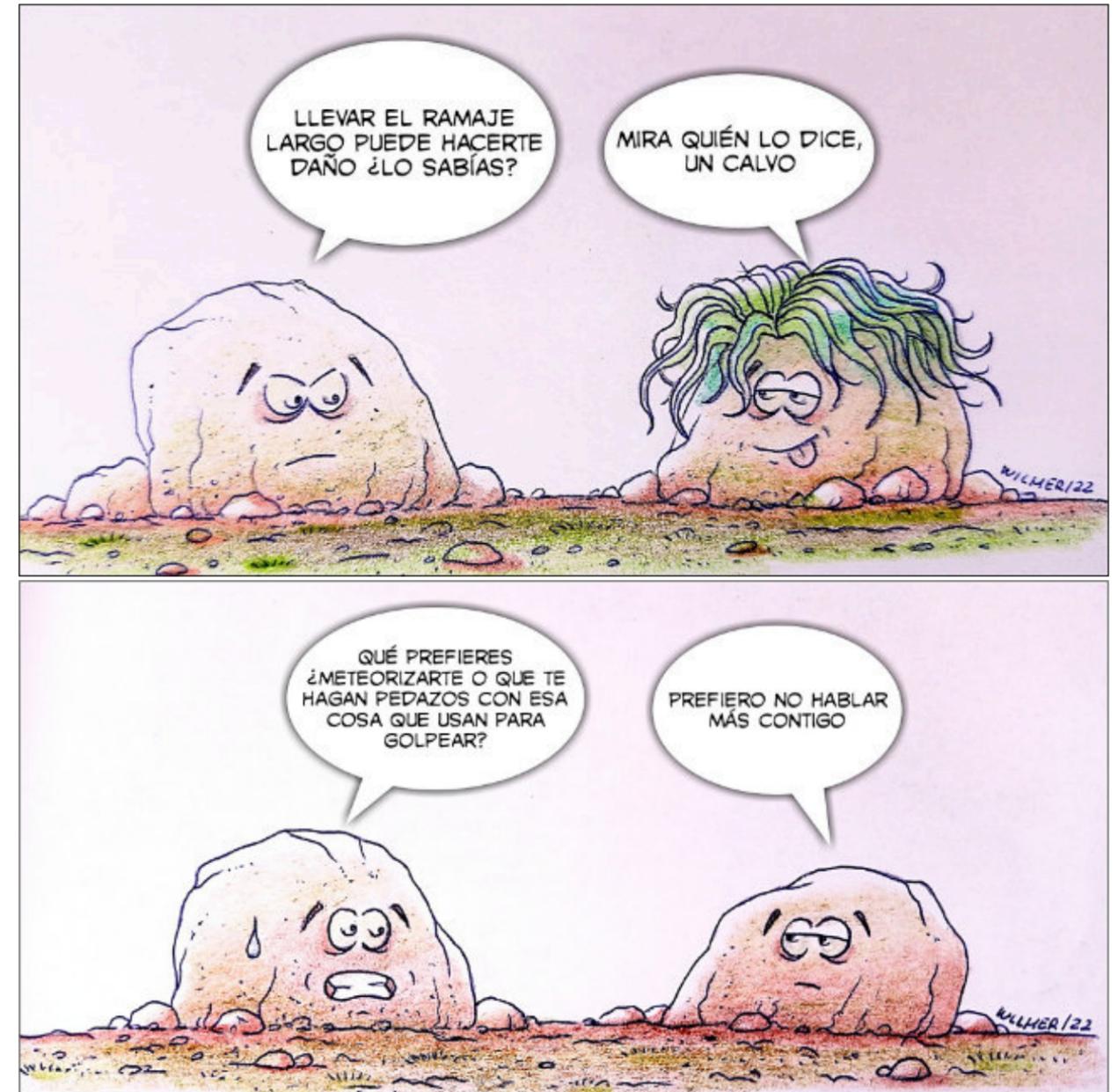
<http://www.medgeomx.com/>

2023
MED-GEO MÉXICO

10th International Conference on Medical Geology

MONTERREY, NL. MEXICO
August 6-9 th

Visit us at:
medgeomx.com



M.Sc. **Wilmer Pérez Gil** (Pinar del Río, Cuba, 1983) es Ingeniero Geólogo egresado de la Universidad de Pinar del Río "Hermandades 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

Aletsch Glacier Trail

300 kilometres of prepared and well-secured hiking and walking trails: become one with the largely pristine nature of the Aletsch Arena. Find yourself invigorated by the fresh Valais mountain air on your hikes. There is much to look forward to in the Swiss Alps Jungfrau-Aletsch UNESCO World Heritage Site: the magnificent Great Aletsch Glacier, one stunning 4000m+ mountain after the next, mystical stone pine forests that go back up to 1000 years, spectacular view points and a whole lot of peace of mind.

<https://www.myswitzerland.com/en-us/experiences/route/aletsch-panoramaweg-the-swiss-glacier-trail/>

<https://www.wiredforadventure.com/6-ways-explore-aletsch-glacier/>

<https://matadornetwork.com/read/hiking-aletsch-alps-largest-glacier/>

<https://theportuguesetraveler.com/aletsch-glacier-hike/>

<https://www.novo-monde.com/en/aletsch-glacier-hikes-switzerland/>

<https://www.10adventures.com/hikes/swiss-alps/aletsch-glacier/>

<https://outdoor.ch/en/outdoor-activities/aletsch-glacier-hike/>

<https://www.youtube.com/watch?v=hoXeNShv9YE>

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.

Universidad Tecnológica de la Habana, CUJAE - <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/>



GeoLatinas

<https://geolatinas.org/>



Sociedad Dominicana de Geología

<http://sodogeo.org/>



<http://cbth.uh.edu/>

Universidad Tecnológica
del Cibao Oriental,
República Dominicana

<https://uteco.edu.do/>





Pieza de Mayapán, Yucatán. INAH. MUSEO REGIONAL DE ANTROPOLOGÍA