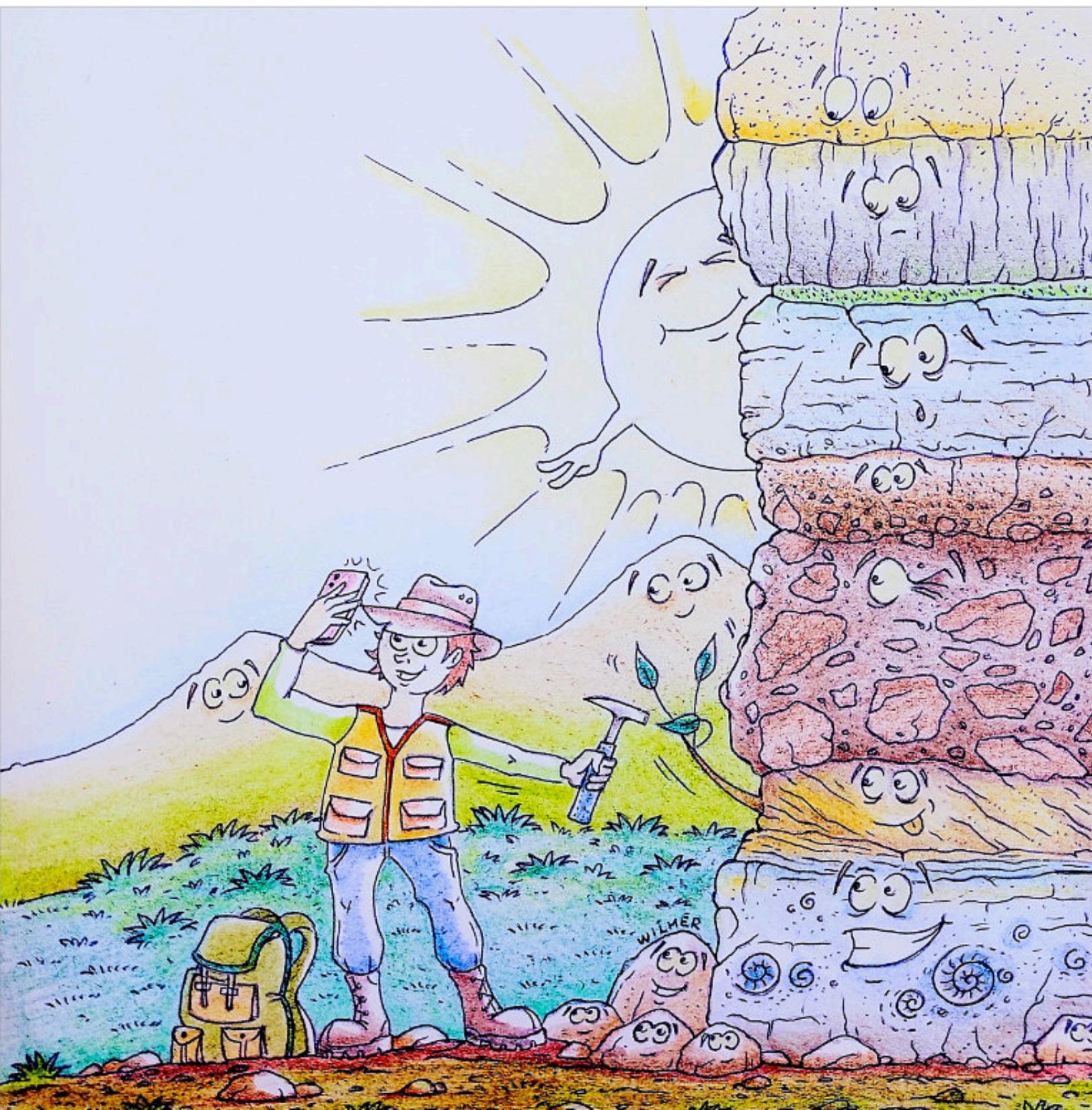


SEPTIEMBRE
2023



MAYA

REVISTA DE GEOCIENCIAS





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 cuál será distribuido por correo electrónico y compartido en las redes sociales. Esta revista digital no tiene fines de lucro. La RMG es internacional y bilingüe. Si deseas participar o contribuir con algún manuscrito, por favor comunicate 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: Fotografiando afloramientos geológicos. Geocaricatura de **Wilmer Pérez Gil.**

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 Anfibolítico 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

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



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



Marisol Polet Pinzon Sotelo. Ingeniera Geóloga egresada de la Universidad Autónoma de Guerrero y Maestra en Ciencias Geológicas por la Universidad Autónoma de Nuevo León; ha colaborado en proyectos de investigación en el noroeste de México; cuenta con 9 años de experiencia en exploración de hidrocarburos en PEMEX Exploración y Producción. Se ha desarrollado

en el modelado de sistemas petroleros y estudios de Plays en Proyectos de aguas ultra profundas, profundas y someras en el norte del Golfo de México. Actualmente pertenece al Activo de Exploración Marina Norte de la Subdirección de Exploración.

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



María Guadalupe Cordero Palacios es candidata para obtener el grado de maestra en ingeniería por la UNAM, geocientífica entusiasta por la divulgación en México. Se ha desempeñado como geocientífica en el área de exploración de recursos naturales en las empresas Fresnillo PLC, SGM y ha colaborado

con la Universidad Complutense de Madrid. Su principal gusto en las geociencias se centra en la geología estructural.

lup@comunidad.unam.mx



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.

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

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

itzelleon2909@gmail.com



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

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

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

Nuevo Canal Youtube de la Revista Maya de Geociencias

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

Estimados colegas,

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

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



Visítanos en Revista Maya de Geociencias

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





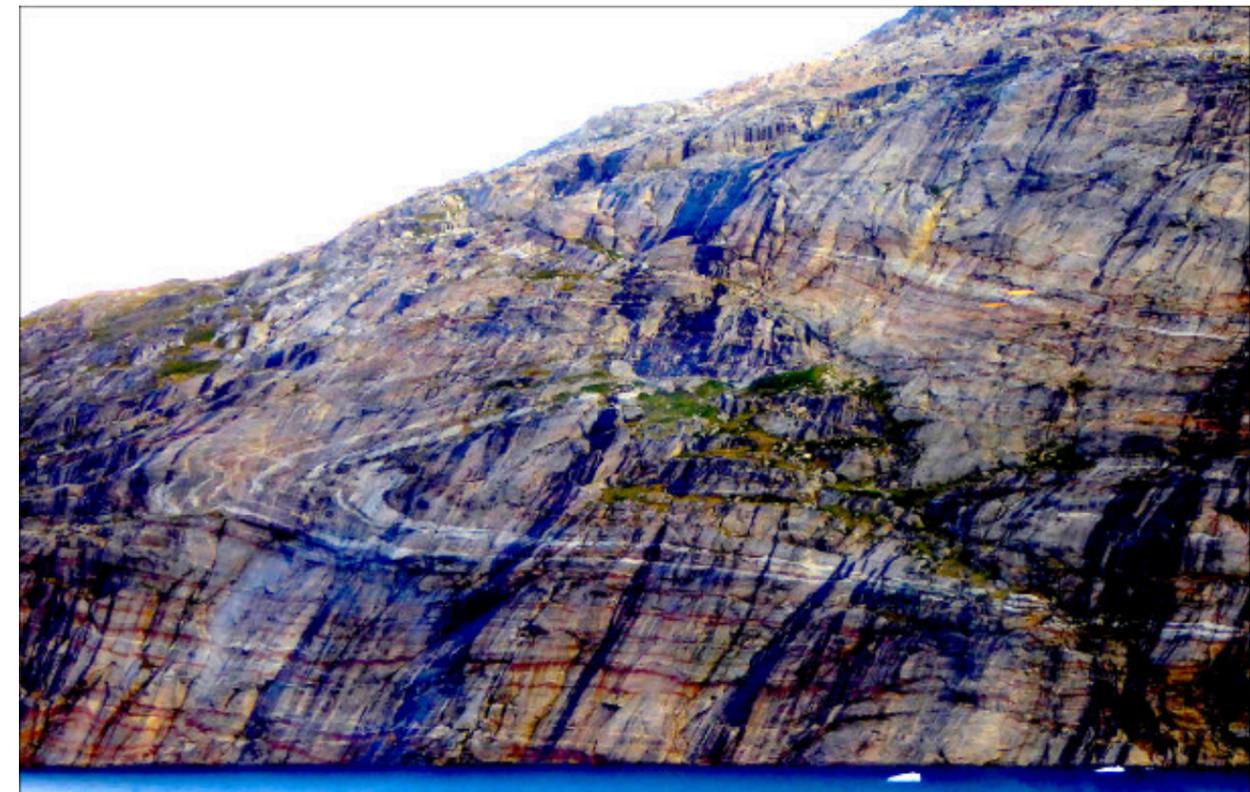
Tertiary mylonites, Catalinas metamorphic core complex, Tucson, Arizona. Photo by Claudio Bartolini.

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/>



Prince Christian Fjord in Greenland. It shows a recumbent fold in the metamorphic rocks with some puzzling faulting. Photo by Joshua Rosenfeld.

Esteemed colleagues

Now that we have your attention, we take this opportunity to cordially invite your participation in the Revista Maya de Geociencias in the form of short manuscripts touching upon diverse relevant themes of interest. All work is welcome, as the primary function of the magazine is to broadcast geoscientific ideas.

If the manuscripts are relatively long, they will be published in our magazine's Special Editions since the Special Editions do not have size limitations, as do our monthly issues (below).

Basic Instructions for Authors

Authors submitting material to be published in the Revista Maya de Geociencias are asked to adhere to the following editorial guidelines when sending manuscripts to the editing team and/or its collaborators:

(biographical sketches): a maximum of 3 pages

Notes on pioneers in the geosciences: a maximum of 4 pages

Themes "of interest to the community": a maximum of 4 pages

Geological notes: a maximum of 10 pages

Démosle la bienvenida a María Guadalupe Cordero Palacios nueva colaboradora de la Revista.



María Guadalupe Cordero Palacios es candidata para obtener el grado de maestra en ingeniería por la UNAM, geocientífica entusiasta por la divulgación en México. Se ha desempeñado como geocientífica en el área de exploración de recursos naturales en las empresas Fresnillo PLC, SGM y ha colaborado con la Universidad Complutense de Madrid. Su principal gusto en las geociencias se centra en la geología estructural.

lup@comunidad.unam.mx

Despedida de dos de nuestros colaboradores.

En este espacio nos gustaría dedicarles unas palabras a dos colaboradores de la Revista Maya de Geociencias (RMG): Rafael Guardado (Cuba) y Uriel Franco (México), que, por diversas circunstancias, a partir de este número (septiembre 2023) dejarán de colaborar mes con mes en la revista.

Uriel y Rafael, de nueva cuenta, les agradecemos su apoyo y dedicación en cada número de la RMG en la que participaron. Su asistencia y entusiasmo, como del resto de colaboradores, ha sido crucial para divulgar y difundir las Ciencias de la Tierra, en México, Latinoamérica y el mundo. Todo el equipo de la RMG, simplemente les da un hasta luego, porque seguramente nuestros caminos se volverán a encontrar para caminar juntos en otra etapa de la vida.



Uriel Franco



Rafael Guardado

Resumen del trabajo que será presentado en el congreso anual de la Unión Geofísica Mexicana, 2023.

REVISTA MAYA DE GEOCIENCIAS: UNA INICIATIVA DE DIVULGACIÓN Y DIFUSIÓN DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA A PARTIR DE LA PANDEMIA DEL COVID-19

Autores:

¹ Bernardo Ignacio García Amador () ^{ED} ← Ponente
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
bernardoiga@gmail.com (mailto:bernardoiga@gmail.com)

² Luis Ángel Valencia Flores
Instituto Politécnico Nacional, ESIA-Ticomán
luis.angel.valencia.flores@gmail.com (mailto:luis.angel.valencia.flores@gmail.com)

³ Claudio Bartolini
Senior Exploration Advisor at Consulting Exploration Americas, EE. UU.
bartolini.claudio@gmail.com (mailto:bartolini.claudio@gmail.com)

⁴ Joshua Rosenfeld
Retired at Independent Researcher, EE. UU.
jhrosenfeld@gmail.com (mailto:jhrosenfeld@gmail.com)

Sesión:

SE03 Revistas de geociencias, divulgación y comunicación pública de las ciencias de la Tierra y el Espacio Sesión especial

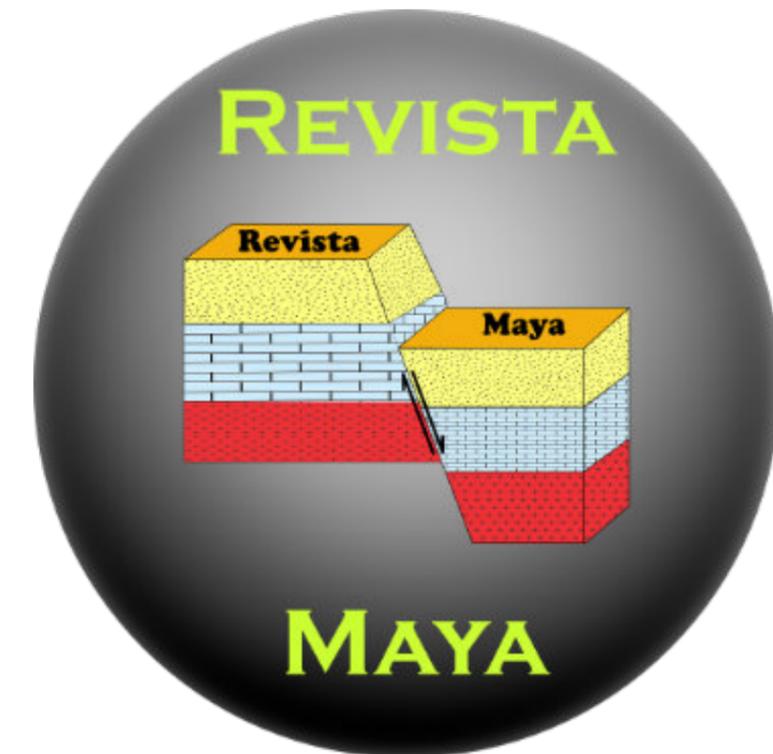
Resumen:

La Revista Maya de Geociencias (RMG) nace en febrero de 2021, en plena pandemia del COVID-19, una iniciativa impulsada y ejecutada por colegas en diferentes partes del mundo para crear una revista digital, innovadora, libre y amistosa, para la divulgación y difusión de las Ciencias de la Tierra. El objetivo de la RMG: ser un espacio sin fines de lucro en el que las distintas generaciones de colegas en Ciencias de la Tierra de México, Latinoamérica y el mundo, puedan compartir sus experiencias, ideas e hipótesis, síntesis de publicaciones, fotos inéditas de afloramientos y petrografía, y demás miscelánea sobre las geociencias. Se eligió el nombre de Revista "Maya" de Geociencias, en honor a una cultura milenaria, esplendorosa y vigente, que enlaza el pasado y el presente; dándole así sustantividad e identidad a nuestro quehacer en la revista: articular a las nuevas y viejas generaciones de geocientíficos.

Hoy en día (agosto 2023) la RMG tiene publicados 31 números de carácter mensual y 10 ediciones especiales (intermensuales). La RMG es una publicación mensual, internacional y bilingüe, con material tanto en español como inglés, y su estructura general se divide en las siguientes secciones: (1) semblanzas; (2) obituario; (3) resúmenes de tesis y publicaciones; (4) libros recomendados del mes; (5) temas de interés para la comunidad; (6)

fotografías de afloramientos/microscopio; (7) notas geológicas; y (8) misceláneos, en el que suele encontrarse la difusión de congresos, seminarios y charlas, así como un espacio para todos nuestros colegas artistas: "Caverna del arte". De las secciones anterior, las notas geológicas (i.e., trabajos inéditos de divulgación en diversos temas en las geociencias) son el corazón de la revista. Actualmente, el volumen total de notas geológicas supera las 115 contribuciones, de autores y coautores de varias partes de México, Latinoamérica y el resto del mundo (p.ej., EE.UU., China, Inglaterra, Francia, etc.). Cabe mencionar que la RMG ha consolidado vínculos de colaboración con 10 instituciones/sociedades/asociaciones en pro de la difusión y divulgación de las geociencias.

La RMG cuenta con su propia página web (<https://revistamaya.com/>), en el que se pueden descargar de manera gratuita todos los números publicados. Asimismo, los retos de una sociedad cambiante nos han llevado a explorar otras herramientas de difusión, como la creación de un canal de YouTube (@RevistaMayadeGeociencias). Sin embargo, los retos continúan y la RMG requiere de la retroalimentación y apoyo de la comunidad geocientífica, ya que este espacio está hecho por ustedes y para ustedes. Así que, compartir experiencias y dialogar sobre la dirección de la divulgación y difusión de las geociencias en México, Latinoamérica y el mundo, en un foro como la RAUGM, será invaluable para nuestra comunidad en las Ciencias de la Tierra.



Revista Maya de Geociencias: an initiative for divulging and spreading the Earth Sciences started during the COVID-19 pandemic.

Bernardo Ignacio García Amador¹; Luis Ángel Valencia Flores²; Claudio Bartolini³; Joshua Rosenfeld⁴

¹Postgraduate in the Earth Sciences, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City.

²Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, Instituto Politécnico Nacional, Mexico City.

³Senior Exploration Advisor at Consulting Exploration Americas, EE. UU.

⁴Retired at Independent Researcher, EE. UU.

Abstract

The Revista Maya de Geociencias (RMG) was born in February 2021 at the height of the COVID-19 pandemic as an initiative executed by colleagues from different parts of the world driven to create a digital magazine that is innovative, free and friendly, in order to divulge and spread information about the Earth Sciences. The objective of the RMG is to create a space, without profit motive, where different generations of Earth Scientists from Mexico, Latin America and the rest of the world may share experiences, ideas and hypotheses, syntheses of their publications, unpublished petrographic and outcrop photos, and other miscellaneous geoscientific details. The name Revista “Maya” de Geociencias was selected to honor a splendid culture that has lasted for thousands of years to the present day, thereby tying the past to the present, and providing sustainability and identity to our work on the magazine by joining the efforts of a new generation of geoscientists to that of their predecessors.

As of today (August 2023) the RMG has published 31 monthly issues and 10 intra-month special editions. La RMG is an international publication that contains material in both Spanish and English, and whose structure is generally divided into the following sections: (1) biographical sketches; (2) obituaries; (3) thesis and publication abstracts; (4) book of the month recommendations; (5) themes of interest to the community; (6) photographs of outcrops and photomicrographs; (7) geological notes; and (8) a miscellaneous section containing notifications of congresses, seminars and presentations, and space for our artistic colleagues named the “Caverna del Arte”. Of these sections, the geological notes (i.e., unpublished works covering diverse geoscience themes) forms the heart of the magazine. Actually, the number of geological notes to date surpasses 115 contributions, with authors and co-authors from different parts of Mexico, Latin America and the rest of the world. (e.g. the U.S.A., China, England, France, etc.). It is also appropriate to mention that the RMG has formed cooperative links with 10 institutions and societies in order to help spread geoscientific information.

La RMG has its own webpage (<https://revistamaya.com/>) where all of the published issues can be downloaded at no cost. At the same time, the challenges of our changing society have led us to explore other avenues of diffusion, such as a YouTube channel (@RevistaMayadeGeociencias). However, the challenges continue, and the RMG requires feedback and support, since the space is made available by and for members of the geoscience community. Therefore, sharing our experiences and engaging in dialog about the means of divulging and spreading geoscience aspects in Mexico, Latin America and the world in a forum such as the RAUGM will be invaluable for the geoscientific community.

CONTENIDO

**SEPTIEMBRE
2023**

Semblanzas.....	16
Obituarios.....	18
Miscelánea de imágenes.....	20
Resúmenes de tesis y publicaciones.....	22
Los libros recomendados.....	31
Temas de interés.....	33
Fotografías de afloramientos/microscopio.....	62
Notas geológicas.....	65
Misceláneos	
Museos de historia natural.....	104
Concurso de fotografía geológica.....	105
GeoLatinas – GeoSeminarios.....	106
Cuadro de honor – Academia Jaguar.....	107
Congreso Nacional de Geoquímica.....	108
Presentaciones de CBTH en IMAGE.....	109
Caverna del Arte.....	110
Geo-caricatura (Wilmer Pérez Gil).....	120
Desierto y lagunas de Brasil.....	121
Asociaciones geológicas hermanas.....	122

SEMBLANZAS

Ben C. Belt: 1889 - 1962

Ben C. Belt (1889 – 1962) y la geología petrolera de Cuba a inicios del siglo XX

Rafael Tenreyro Pérez
Melbana Energy Limited



Ben C. Belt en 1960 luego de su retiro en el cargo de director de geología de producción de Gulf Oil.¹

Ben Carleton Belt nació el 9 de abril de 1889 en Marshall, Missouri. En 1906 matricula en la Universidad de Oklahoma donde es compañero de estudios de Everette DeGolyer. Ben obtiene su título con honores en 1910. Luego de la graduación, comienza a trabajar con Charles Hayes y Everette DeGolyer en la Mexican Eagle Oil Co., siendo uno de los protagonistas del “milagro mexicano” de principios del siglo XX. Se destacó especialmente por la confección de varios mapas geológicos en el sudeste de México. En 1911 participa en el descubrimiento de un gran yacimiento en México: Las Naranjas. En 1913, es enviado a Cuba, donde emprende sus primeros estudios de la geología petrolera de Cuba. Belt parte de lo que se había sintetizado por Hayes a finales del siglo XIX cuando formaba parte de la comisión del Servicio Geológico de los Estados Unidos. En 1914 junto a DeGolyer y Hayes está en Cuba realizando trabajos de campo y de reconocimiento geológico. Belt estudia con minuciosidad las masas de serpentinas que afloran a lo largo del eje de la isla y en el flanco norte de las sierras de Rosario y Órganos en Pinar del Río. Belt propone y sigue la perforación exploratoria en la zona al oeste de Bahía Honda. El pozo Morrillo 1 se ubica al norte de los históricos yacimientos de asfalto de Cerro Rubí y al sur de una manifestación de petróleo en el mar. Se buscaba repetir un éxito como el de la zona de Tampico, pronto se va comprender que la geología de Cuba a pesar de sus similitudes con la de México no es exactamente igual. El pozo fue seco.

En 1914, DeGolyer renuncia a su puesto en la Mexican Eagle y parte para Oklahoma para abrir su propia oficina de consultoría. Entonces Belt regresa a México para tomar el puesto dejado por DeGolyer como jefe de exploración en la empresa. Las relaciones de amistad y cooperación científica entre Belt y DeGolyer no se interrumpen incluso cuando este movió su oficina para Nueva York en 1916. DeGolyer, por su parte, contaba con la total confianza de

Lord Cowdray manteniéndose como consultante. Belt es el gerente de la de la empresa de Lord Cowdray Cuban Petroleum, país a donde viaja a comienzos de 1915, luego del sonado éxito de la Union Oil en los campos de Bacuranao cerca de la Habana. La Cuban Petroleum Company (CPC) adquiere la concesión Jorge, localizado al norte del permiso Santiago donde produce la Union Oil Co. En 1916, CPC perfora en Bacuranao un pozo a unos 70 metros (250 pies) al nordeste del pozo No 4 de la Union Oil que resulta productor. Con posterioridad, la Cuban Petroleum Company se une a otra empresa para formar La Compañía Petrolera y Refinadora Pan-Americana S.A. que se encargará en el futuro de las operaciones en las concesiones de Bacuranao.

Cuando en varias ocasiones a principio de siglo, Everette DeGolyer visita Cuba, Belt le acompaña y compartió con él mucha de la información acopiada hasta el momento. En esas fechas, DeGolyer inspecciona los pozos perforados cerca de la Habana, visitó lo que quedaba del campo Motembo y los pozos de la Cuban Petroleum Company cerca de Santa Clara donde observó el gas burbujeando en el cellar de los mismos. Esta información es publicada en el Boletín de la AAPG en 1918. DeGolyer cita repetidamente a Belt en el mencionado artículo cuando dice: “El autor estuvo varios meses cartografiando ciertas áreas de la Habana y Pinar del Río y visitando varias manifestaciones

de petróleo. El autor está en deuda y agradecido de Ben C. Belt por la información brindada.”²

En 1917 Ben Belt es designado jefe de exploración de la corporación Gulf Oil Co. en Fort Worth. Ben Belt, el científico, se encaramaba en su antiguo automóvil para cruzar y repasar las áridas tierras del occidente de Texas. Al terminar esos recorridos pudo obtener la información que le permitió a la compañía adquirir de forma preferencia miles de hectáreas de tierra de los sectores más prospectivos de la cuenca Permian. La exploración en la parte occidental de Texas llevada a cabo por Belt, Charles N. Gould, Frank Clark y otros geólogos llevó a no pocos éxitos en una zona que con anterioridad había sido descartada como de poca perspectiva.³ Antes de partir de regreso a Texas, Belt concluye un importante informe geológico del campo Bacuranao denominado “Reporte geológico sobre el campo de petróleo Bacuranao de agosto de 1917”. En el mismo señala que no es posible determinar con exactitud si el petróleo de los pozos perforados hasta el momento proviene de las serpentinitas o de la Formación Luyanó (Formación Vía Blanca) o las Calizas Matanzas (secuencias Terciarias). Ben C. Belt fue el primer geólogo que promovió el contacto entre las serpentinitas y las rocas sedimentarias como un índice directo de exploración petrolera.

Siendo jefe de exploración de la Gulf, Belt es el responsable en 1920 de la reorganización de los trabajos de exploración en América Latina.⁴ Belt propuso a la compañía la formación de dos oficinas de operaciones en la costa oriental de los Estados Unidos desplegando varios grupos de estudios geológicos en Cuba, República Dominicana, Panamá, Colombia, Venezuela, Guyana,

Brasil, Uruguay, Paraguay, Argentina y Bolivia. El documento citado en esta parte y dirigido a Charles Walter Hamilton, presidente de la compañía, demuestra que todavía en marzo de 1921, Belt estaba al frente del departamento geológico de la Gulf Oil. A mediados de 1921 Belt regresa de nuevo a México, pero esta vez al frente de otra empresa petrolera, la Pantepec Oil Company donde sirve como gerente general. En Houston Belt es uno de los fundadores de la Asociación de Geólogos petroleros de Texas.⁵ En 1924, viaja a Australia y Nueva Zelanda para investigar los recursos petroleros de estos países. Esta vez con la empresa Vacuum Oil Company. Colabora con DeGolyer en la publicación del libro “Geology of salt domes oil fields” una de las obras fundamentales en el origen, la estructura y la geología de los domos salinos en América del Norte.⁶ Aquí Belt desarrolla una interesante teoría sobre la dinámica de los domos salinos presentado en su artículo denominado “Chapeño Salt Dome, Tamaulipas, México.”⁷

A su regreso de Australia en 1926 retorna a Gulf Oil esta vez como jefe de geología del distrito de Fort Worth desarrollando su trabajo centrado para los próximos 30 años en la cuenca Permian. Ben C. Belt es referencia obligada en los estudios de la geología de esta cuenca. Belt es transferido a las oficinas de la Gulf en Houston en 1929, luego promovido a Vicepresidente en 1933 y administrador ejecutivo de la compañía en 1950. Belt se retira en 1955 cuando ocupaba el cargo de director de geología de yacimientos, pero continúa activo como consultor de la Gulf y otras compañías. Falleció en Houston, Harris, Texas el 1 de enero de 1962.

¹HOUSTON GEOLOGICAL SOCIETY BULLETIN 1959 – 1960 HOUSTON, TEXAS

²DeGolyer Everette. "The Geology of Cuban Petroleum Deposits," Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 2 (1918), pp. 133-66. Pag 136

³Michel T. Halbouty Presidential address at the Annual Convention of AAPG in Los Angeles, California, on April 11, 1967. AAPG Bulletin, v. 51, no. 7 (July 1967), p. 1179–1184.

⁴Francesco Gerali Brief analysis of Mexican petroleum up to 20th Century: environment, economy, politics and technology. History of Oil Industry Journal, v.13, p. 237 - 260

⁵Heritage of the Petroleum Geologist Volume 2 Edited by: Charles A. Sternbach, Robert C. Shoup, Chandler T. Wilhelm, and Andrea S. Reynolds Published by the Division of Professional Affairs American Association of Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma, U.S.A. Published February 2017

⁶DeGolyer E. Editor “Geology of salt domes oil fields” AAPG Special Publication January 01, 1926

⁷Ben C. Belt “Chapeño Salt Dome, Tamaulipas, Mexico Doi: <https://doi.org/10.1306/SV1328C34>

OBITUARIO

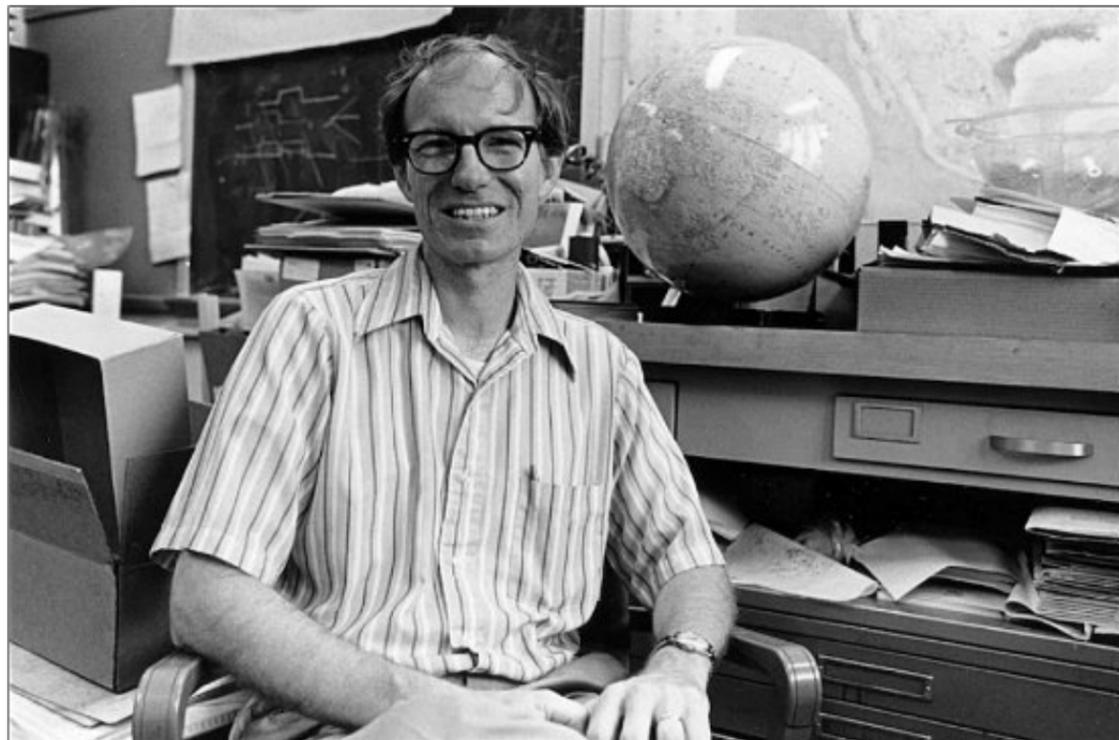
W. Jason Morgan: (1935-2023)

Knox Taylor Professor of Geology and Professor of Geophysics, 1967 - 2003

The Department of Geosciences, Princeton University

August 3, 2023 - It is with great sadness that the Department of Geosciences announces that W. Jason Morgan passed away on July 31, 2023. Jason (*64, faculty 1967-2003), the Knox Taylor Professor of Geosciences emeritus, was an enormously influential figure in shaping our understanding of the movements of our planet's surface and its interior. He was awarded the National Medal of Science in 2002 "For his development of the theories of plate tectonics and of deep mantle plumes, which revolutionized our understanding of the geological forces that control the earth's crust and deep interior and consequently influence the evolution of the earth's life and climate." Jason was a valued colleague, generous mentor, and popular teacher who will be greatly missed.

<https://www.washingtonpost.com/obituaries/2023/08/13/w-jason-morgan-plate-tectonics-princeton-dead/>



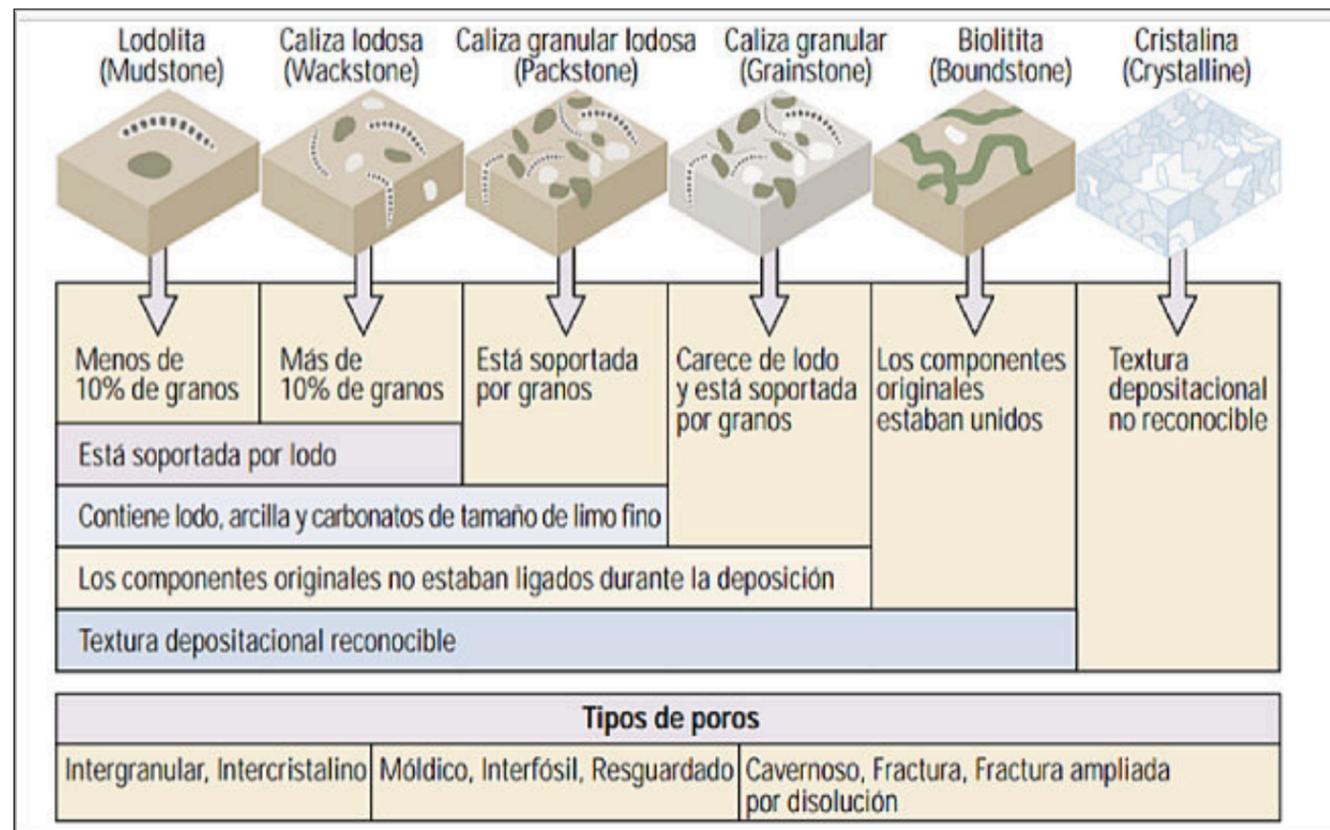
OBITUARIO



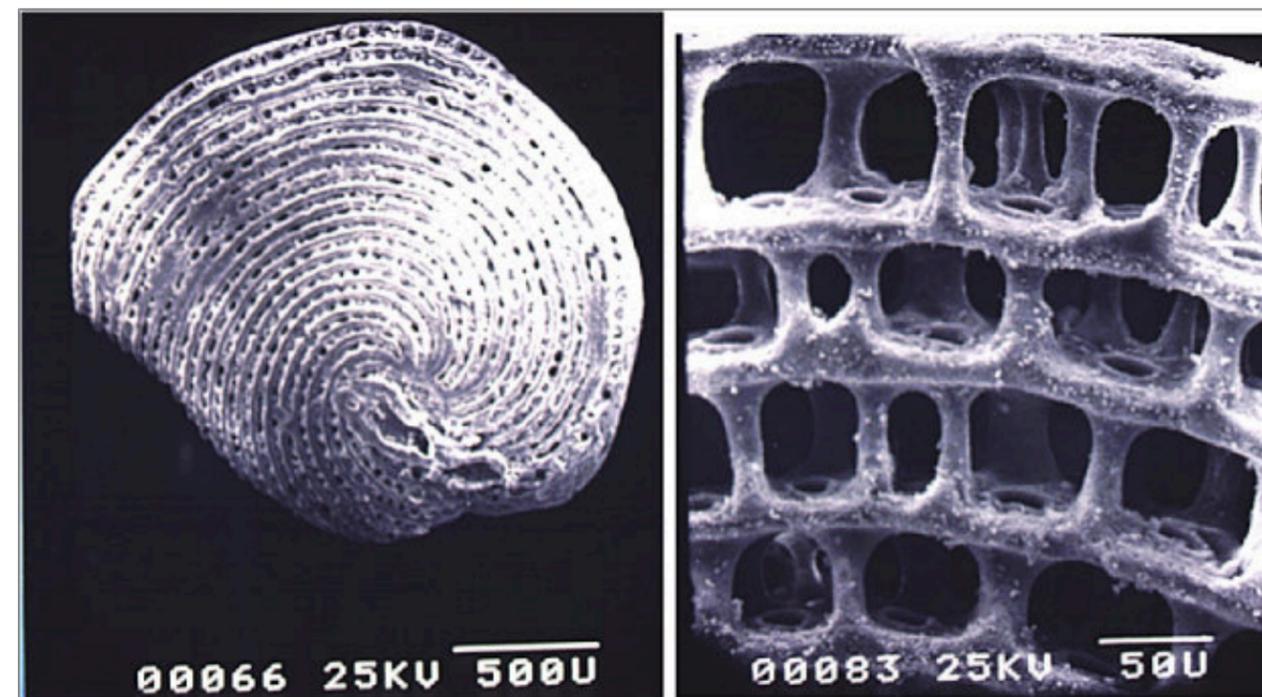
El Colegio de Geólogos de Cataluña, ha anunciado el fallecimiento del **Dr. Emilio Custodio** a los 83 años, durante el día de ayer, 15 de agosto.

Distinguido hidrogeólogo y miembro de la Real Academia de Ciencias (RAC), el Dr. Emilio Custodio, se licenció en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona en 1964, donde se doctoró en 1971. Su larga trayectoria, tanto en docencia como en investigación, le llevaron a convertirse en uno de los más reconocidos especialistas en Hidrología Subterránea por el Ministerio de Obras Públicas de España, institución que le nombraría en 1997, director general del Instituto Geológico y Minero de España, cargo que ostentó hasta 2004. Asimismo, fue presidente de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos en el mandato 2000-2004 y miembro de su Consejo durante doce años (1996-2008), además de presidir el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos entre 1990 y 1994, y de la Asociación Española de Hidrogeología entre 1984 y 1987. También fue el director general del Instituto Geológico y Minero de España desde 1997 a 2004. Miembro de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, su inquebrantable pasión por la hidrología y geología y su profundo compromiso con la investigación científica y el fortalecimiento de los lazos entre la comunidad científica nacional e internacional, lo llevaron a realizar numerosos trabajos pioneros en hidrogeología, un campo que le otorgó reconocidas distinciones, entre las que se encuentran la Medalla Narcís Monturiol al mérito científico de la Generalitat de Cataluña en 1995, así como el premio del Presidente de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos y del Capítulo Español. Sus contribuciones a la comprensión de los acuíferos subterráneos y los procesos geológicos relacionados fueron fundamentales para la gestión sostenible de los recursos hídricos, especialmente en las áreas españolas, con énfasis en el Bajo Llobregat, Cataluña y Canarias.

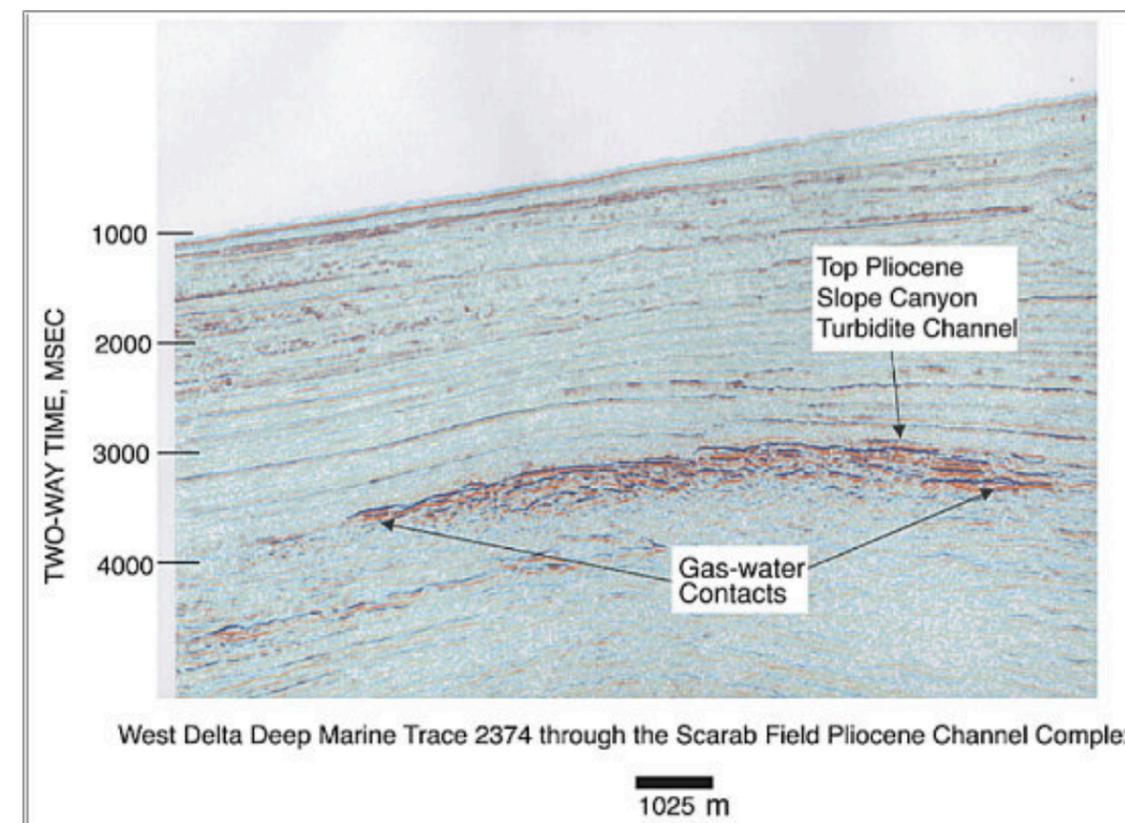
Miscelanea de Imágenes



Clasificación de los carbonatos. Las rocas carbonatadas se diferencian por su textura deposicional, tipos de granos, composición de la roca u otros factores. La clasificación de Dunham, publicada en 1962, se utiliza ampliamente para caracterizar rocas carbonatadas según la cantidad y textura de los granos y de lodo. La clasificación de Embry y Klovan sigue el esquema de Dunham, pero agrega categorías para rocas formadas por organismos que crecieron juntos, tales como colonias de ostras. La descripción de los tipos de poros refina aún más las descripciones de rocas; la clasificación de Lucia es hoy ampliamente aceptada.



Ejemplo de porosidad "INTRAGRANULAR", este tipo de porosidad ocurre principalmente en los yacimientos petroleros con rocas de origen carbonatado, el potencial almacenador de estas rocas puede ser enorme.



Ejemplo de contacto "Gas-Agua" en un yacimiento petrolero en rocas turbidíticas de canal de edad Plioceno. Campo Scarab, Egipto. Imagen tomada de: Dolson, J. C., M. V. Shann, S. Matbouly, C. Harwood, R. Rashed, and H. Hammouda, 2001, The petroleum potential of Egypt, in M. W. Downey, J. C. Threet, and W. A. Morgan, eds., Petroleum provinces of the twenty-first century: AAPG Memoir 74, p. 453-482

Syn-tectonic Dipilto batholith (NW Nicaragua) linked to arc-continent collision: high- and room-temperature AMS evidence.

García-Amador, Bernardo I.^{1*}; Alva-Valdivia, Luis M.²; Hernández-Cardona, Arnaldo¹

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

²Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

*Corresponding author: Bernardo I. García-Amador: bernardoiga@igeofisica.unam.mx

Abstract.

The northern Central America region (Honduras and Nicaragua) is characterized by geotectonic units delimited by strike-slip fault systems and shortening zones of poorly constrained ages. The eastern portion of the Chortís block, named the “Dipilto micro-block” or “Patuca” is one of these units that besides the Siuna Serpentine Mélange, provides evidence for Early Cretaceous arc-continent collision. Nevertheless, within the Dipilto micro-block is the Early Cretaceous Dipilto batholith (NW Nicaragua), an Ilmenite-Series granitoid suite whose emplacement tectonic setting is unknown.

We document the room- and high-temperature anisotropy of magnetic susceptibility (RT-AMS and HT-AMS) and hysteresis cycles from 31 sites in the Dipilto batholith and cross-cutting dikes as well as the oxide mineral microscopy of main lithologies. This is to investigate the magmatic fabric in the granitoids and dikes, and the relation to the emplacement dynamics. The RT-AMS and HT-AMS results show magnetic lineation and foliation (K_{max} and $K_{max}-K_{int}$ plane) dominated by paramagnetic minerals (biotite and hornblende). The central parts of the intrusion show a NE-SW K_{max} distribution and sites near boundary of the country-rock a $K_{max}-K_{int}$ plane are sub-parallel to the contact. These results and previous structural data in the surrounding Nueva Segovia Schist country-rock support an intrusion emplaced in a contractional setting concurrent with the batholith’s NE-SW regional geometry. The Dipilto batholith age (119–112 Ma) implies a syn-collisional origin that together with our results indicate an Early Cretaceous progressive shortening in the region associated with the Siuna Intraoceanic Arc collision (~134–113 Ma). Furthermore, they indicate that the shortening azimuth (i.e., the direction of tectonic transport) is ~127°–137° in its current geographical position, but was 227°–237° in its Early Cretaceous paleo-position, probably related to the final stage of shortening and collision events of the southwestern Mexican paleocontinent.

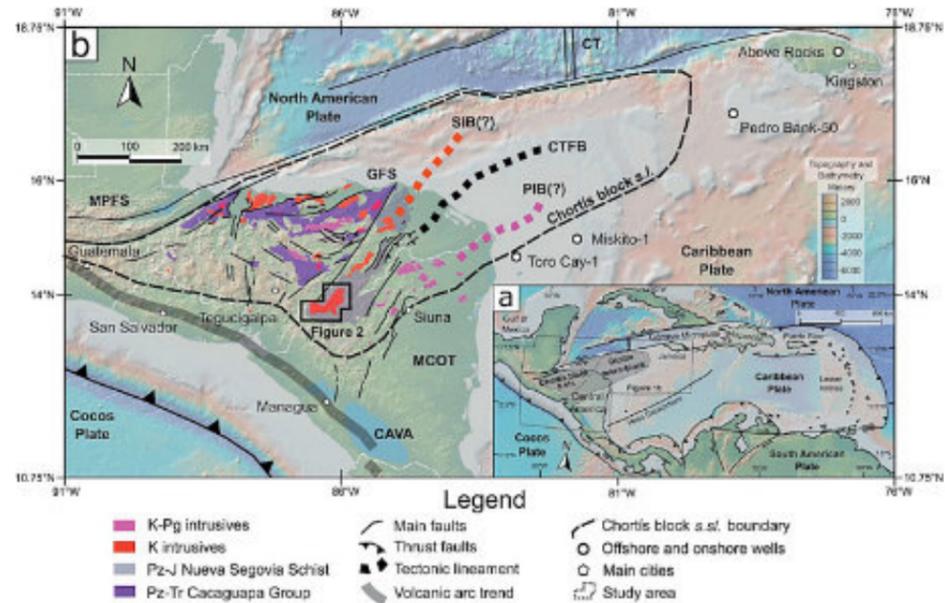


Figure 1. Regional geology and tectonic context of Central America and Chortís block. a) Tectonic framework and boundaries of Chortís block s.str., Dipilto micro-block (redefined in this work) and Caribbean Plate (after Mann, 2007; Pindell and Kennan, 2009). b) Geology of Chortís block (s.l.) within Central America framework (after Flores and Gazel, 2020; García-Amador et al., 2020; Rogers et al., 2007a; and references therein), and offshore wells with rock granitoid samples reported by Lewis et al. (2011). Abbreviations: MPFS, Motagua-Polochic Faults System; GFS, Guayape Fault System; SIB, Syn-collisional Intrusive Belt; PIB, post-collisional Intrusive Belt; CTFB, Colón Thrust-Fold Belt; MCOT, Mesquito Composite Oceanic Terrane; CAVA, Central America Volcanic Arc.

Caracterización geológico-estratigráfica del complejo volcánico Peñuela, Estado de Puebla.

Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis que para obtener el Título de: Licenciado en Geociencias, Febrero 2021

Sustentante: **Julio César Andrade Argueta.**

Director de Tesis: *Dr. Antonio Pola Villaseñor.*

Resumen

El Complejo Volcánico Peñuela se localiza en la zona norte del sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana. Este complejo pertenece a la región volcánica de Apan – Acapulco, donde se han emplazado rocas volcánicas subalcalinas, con diferentes grados de evolución magmática y composiciones geoquímicas variadas (basálticas – riolíticas). El registro estratigráfico de esta región integra unidades volcánicas tempranas de la Faja Volcánica Transmexicana, desarrolladas durante el Mioceno Medio y unidades volcánicas del Pleistoceno. Este vulcanismo se emplaza sobre un basamento sedimentario marino del Mesozoico de la Sierra Madre Oriental, conformado por secuencias de rocas calizas y calizas – lutitas. Por otro lado, la actividad del Complejo Volcánico Peñuela fue interpretada con base en un mapeo geológico en campo, análisis petrográficos, geoquímicos y geocronológicos. La cartografía realizada indica la existencia de ocho unidades litoestratigráficas, que hasta el momento no se tenían contempladas de forma precisa en la actividad volcánica regional. Estas unidades litoestratigráficas se conforman por rocas dacíticas y riolíticas, de la serie calcalcalina media a rica en potasio. El material magmático que dio origen a esta actividad volcánica aprovechó para su emplazamiento las fallas y fracturas geológicas en la superficie, con orientaciones preferenciales NW – SE. Posteriormente, la región experimentó una deformación tectónica por estructuras geológicas orientadas NE – SW, asociadas con un régimen extensional regional. Los datos geocronológicos obtenidos por U-Pb en zircones: 11.72 ± 0.61 Ma, 10.88 ± 0.34 Ma y 10.71 ± 0.19 Ma, indican que la actividad del complejo volcánico se desarrolló durante el Mioceno Superior. Las características geoquímicas de las rocas, sugieren que esta actividad volcánica se desarrolló a partir de una misma fuente magmática. Además, la evidencia petrográfica y la evolución geoquímica de las rocas, sugieren que esta fuente magmática experimentó un proceso combinado de asimilación y cristalización fraccionada durante su ascenso a la superficie.

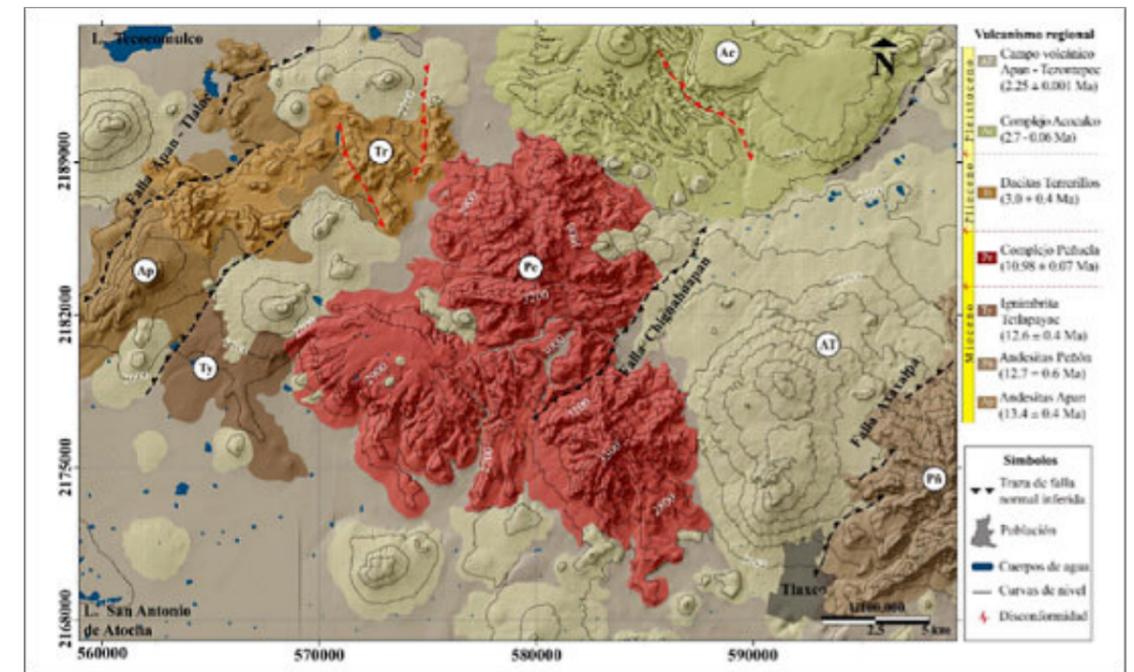


Figura 1.1. Mapa geológico regional base (García-Palomo et al., 2002a; López Hernández, 2009; García-Tovar et al., 2015; Avellán et al., 2018; García-Palomo et al., 2018), proyectado sobre un modelo de sombras. Esta figura muestra las principales estructuras tectónicas y unidades volcánicas de la región.

Evolución del sistema polimodal de fallas normales del sur de la Mesa Central de México: Implicaciones para el desarrollo de áreas afectadas por deformación triaxial frágil

Universidad Nacional Autónoma de México.

Tesis que para optar por el Grado de Doctor en Ciencias de la Tierra (Geología estructural y Tectónica), Febrero 2021

Sustentante: **Alexis Del Pilar Martínez.**

Director de Tesis: *Dr. Ángel F. Nieto Samaniego* (Centro De Geociencias, UNAM)

Resumen

El sur de la Mesa Central (MC) de México presenta un sistema polimodal de fallas normales a escala regional, el cual acomoda la deformación triaxial de rocas cenozoicas. En este estudio se presenta una nueva cartografía geológica, estratigrafía, geocronología, geobarometría y análisis estructural de un polígono entre las ciudades de León (Gto.) y San Luis Potosí (S. L. P.). Con esta información se propone un modelo de evolución geológica del sistema extensional del sur de la MC durante el Oligoceno. El sistema polimodal de fallas comprende grábenes NW y NE, y fallas mayores N-S y E-W, las cuales afectaron principalmente a rocas volcánicas en dos fases extensionales de edad Oligoceno. En el Rupeliano (~31 Ma), se formó un sistema en dominó de fallas con rumbo NW asociado con límites de dominios de fallas (zonas de acomodo o fallas de transferencia) orientadas NW, NE, N-S y E-W. Las fallas en dominó bascularon rocas del Rupeliano temprano y la deformación acomodada fue biaxial, con la dirección de extensión principal orientada NE-SW. Subsecuentemente, esas estructuras fueron sepultadas por el volcanismo del Rupeliano medio y tardío. La segunda fase extensional ocurrió en el Chattiano (>28 Ma). Durante esta fase, los límites de dominios de fallas del Rupeliano actuaron como zonas de falla formando un sistema polimodal en la cubierta volcánica. La deformación resultante fue triaxial con dos extensiones horizontales principales orientadas ENE-WSW y NNW-SSE. Esta deformación estuvo condicionada por la interacción cinemática entre arreglos de fallas con orientaciones múltiples bajo un estado de esfuerzos crítico. A partir de una cuidadosa revisión de casos en la literatura y la deformación documentada en la MC, se propone un modelo general de evolución geológica para formar una zona de deformación triaxial en el régimen frágil a escala subcontinental. El modelo requiere: (1) la presencia de planos de debilidad en la corteza superior; (2) el depósito de una cobertura; (3) un evento de fallamiento subsecuente que reactive las anisotropías infrayacentes y que forme nuevas fallas en la cobertura. Finalmente, se propone que ambos regímenes de deformación documentados en la MC están relacionados con dos fases de mineralización en la región. La primera fase es rica en plata, ampliamente distribuida en la MC y emplazada en fallas formadas durante la deformación biaxial; mientras que la segunda fase, más rica en oro, es más joven y está asociada con la fase de fallamiento polimodal formada en un régimen de deformación triaxial.

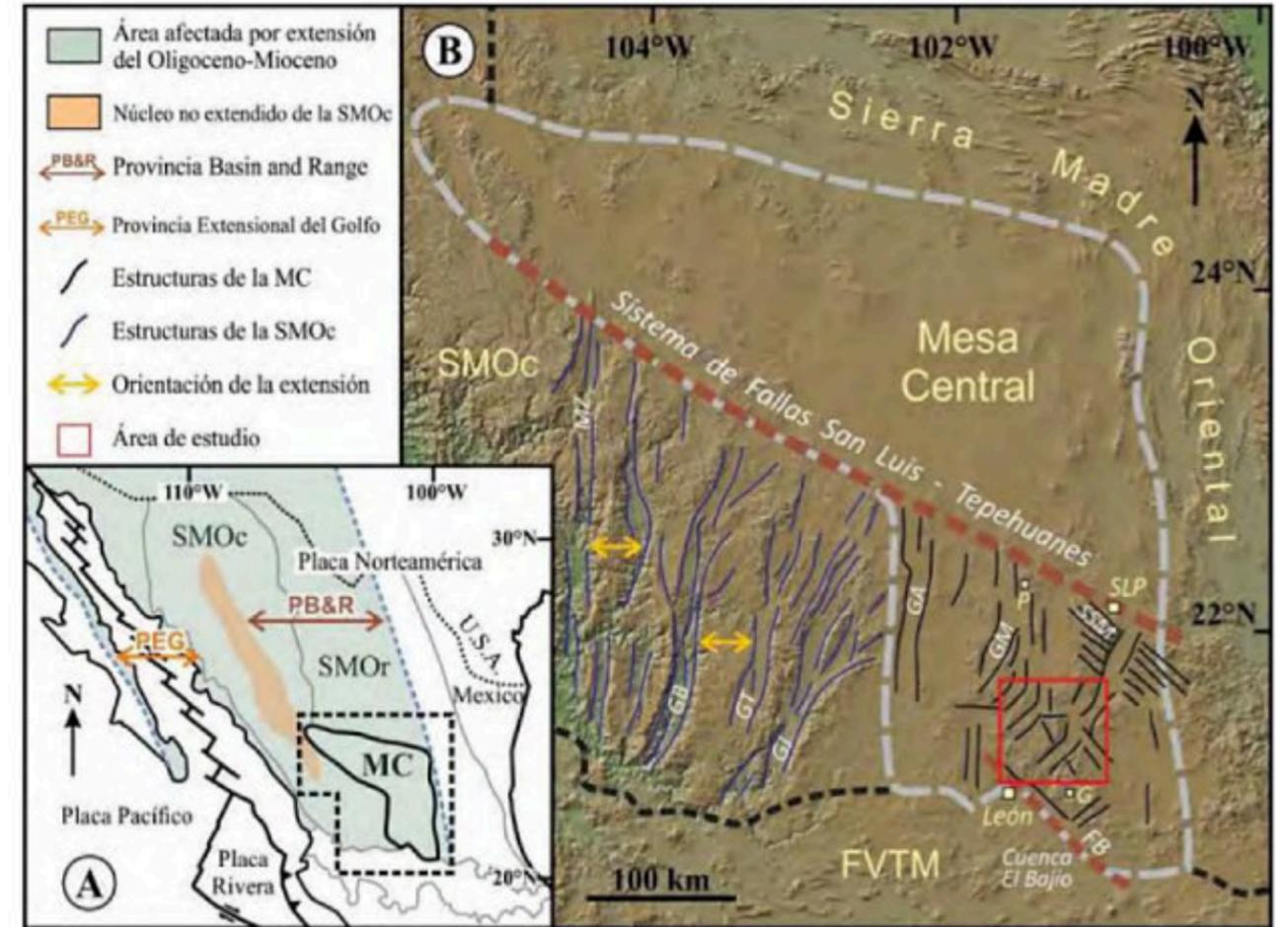


Figura 1.1. (A) Escenario tectónico y fisiografía de México de acuerdo con Ferrari et al. (2005). Los límites de las provincias extensionales fueron tomadas de Henry y Aranda-Gómez (2000) y Ferrari et al. (2018). MC: Mesa Central; SMOc: Sierra Madre Occidental; SMOr: Sierra Madre Oriental. (B) Modelo digital de elevación del centro de México (obtenido de GeoMapApp - <http://www.geomapapp.org/>) indicando con líneas negras las principales estructuras del sur de la MC (dibujadas de Nieto-Samaniego et al., 1999, 2005; Del Pilar-Martínez et al., 2020a) y con líneas azules las del sur de la SMOc. Las estructuras y direcciones de extensión de la SMOc fueron tomadas de Ferrari et al. (2018). El Sistema de Fallas San Luis-Tepihuanes divide a la MC en los sectores norte y sur. MZ: Graben Mezquital; GB: Graben Bolaños; GT: Graben Tlaltenango; GJ: Graben Juchipila; GA: Graben Aguascalientes; GM: medio graben Matancillas; FB: Falla El Bajío; SSM: Sierra de San Miguelito; P: Pinos; SLP: San Luis Potosí; G: Distrito Minero de Guanajuato; FVTM: Faja Volcánica Transmexicana.

Structural styles and evolution of the Campeche salt basin, southern Gulf of Mexico

Md Nahidul Hasan*, Paul Mann

Department of Earth and Atmospheric Sciences, University of Houston, TX, 77204-5007, USA

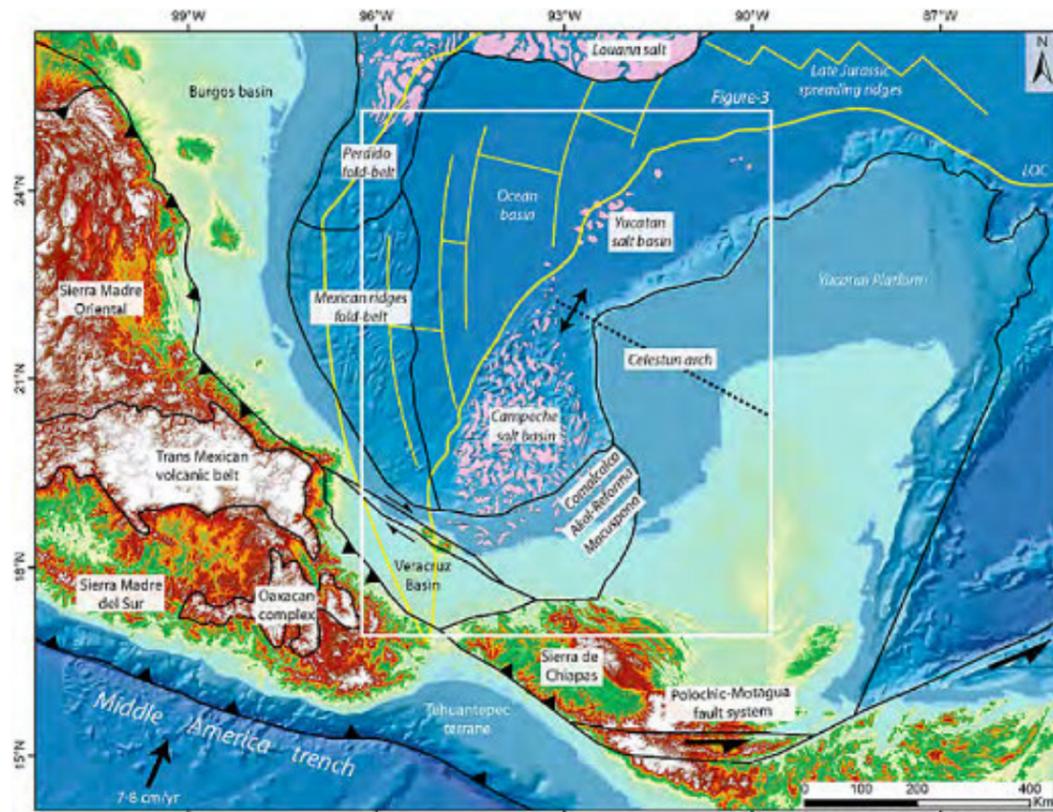
Abstract

The late Jurassic Campeche salt basin in the southern Gulf of Mexico (GOM) forms a passive margin foldbelt of late Middle Miocene to Recent age. The Campeche salt basin is defined by a 200-km-wide updip zone of listric, normal faults of the Comalcalco and Macuspana rifts, and a coeval, 300-km-wide, downdip zone of deeper-water, salt-cored folds, detachment folds with kink bands, thrusts and diapirs. This study integrates shipborne magnetic data with 28,612 km of pre-stack, depth-migrated, 2D seismic data to reconstruct the geometry of the top of the Paleozoic basement and base-salt topography above which the passive margin foldbelt evolved. Magnetic and basement mapping reveals that the 40-55-km-wide Campeche segment of the 400 km long GOM outer marginal trough marks the limit of the northwest-directed passive margin foldbelt. The elongated basement depression of the outer marginal trough combined with a basement step-up fault along the edge of Jurassic oceanic crust localizes the thickest Bajocian-early Callovian salt. The outer marginal trough controls the arcuate northwestward and downdip path of salt flowage within the passive margin foldbelt.

*Corresponding author.

E-mail addresses: mhasan11@uh.edu (M.N. Hasan), pmann@uh.edu (P. Mann).

<https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2021.105313>



Caracterización de la actividad eléctrica atmosférica en el noroeste de la Argentina y sus posibles efectos en la ionósfera.

Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Tesis de grado en Geofísica., Marzo 2022

Sustentante: **María Florencia Barle.**

Directora de Tesis: *Dra. María Gabriela Nicora.*

Resumen.

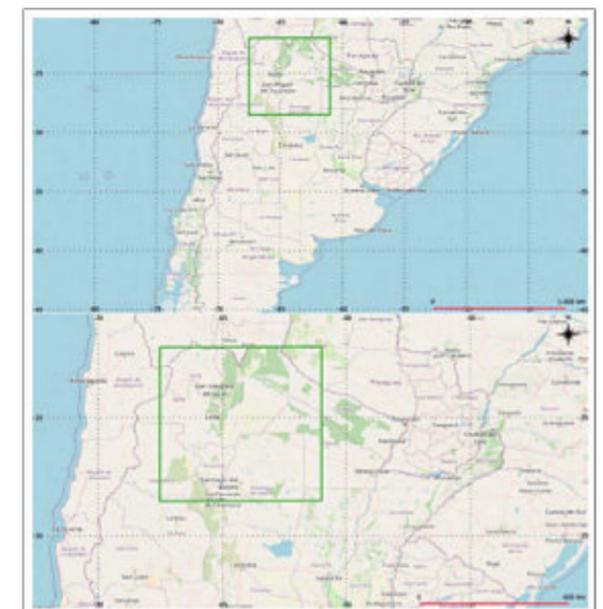
La región del Noroeste de la Argentina es una de las zonas de nuestro país con más actividad eléctrica durante los meses de verano (Bertone, 2020), por lo cual, en este trabajo se propuso realizar una caracterización de las tormentas que tienen lugar en el NOA y estudiar sus posibles implicancias en la ionósfera para días clasificados como geomagnéticamente tranquilos. La presente tesis indaga sobre la Actividad Eléctrica Atmosférica (AEA) en dicha región haciendo uso de diversas redes de detección de descargas eléctricas tales como la World Wide Lightning Location Network (WWLLN) y la Earth Networks Total Lightning Network (ENTLN).

Para lograr esto, estudiamos la cantidad de tormentas presentes en la región de manera mensual y día a día. Además, realizamos un análisis acerca de las variables relacionadas a las descargas, tales como su distribución geográfica, cantidad de descargas por día y por hora, energía y polaridad de corriente. Como resultado, identificamos que la mayoría de las tormentas presentan dos pulsos a lo largo del día: uno a la madrugada y otro hacia el mediodía/tarde. El análisis de energía mostró valores medios bajos, pero días con máximos elevados. Encontramos que no es restrictivo de grandes tormentas (con muchas descargas, gran extensión areal y horaria) la existencia de descargas con alto valor de energía.

Una vez analizadas las tormentas, pasamos a estudiar si éstas eran -o no- generadoras de efectos ondulatorios en la ionósfera. Para llevar a cabo dicha etapa, hicimos uso de observaciones GNSS y estaciones pertenecientes a la red RAMSAC obteniendo así el Contenido Total Electrónico a través del procesamiento con el Software desarrollado por el Laboratorio MAGGIA. Dependiendo de la tormenta y los satélites elegidos, algunas estaciones (y en determinadas situaciones la mayoría) captaron posibles ondas de gravedad y acústicas. Este estudio arrojó valores medios de amplitud de 0,5 - 0,6 TECUs y valores medios de períodos en 12,5 minutos.

Finalmente, analizamos la cantidad de descargas de tipo Cloud to Ground (CG) e Intra Cloud (IC) y los valores de corriente pico (tanto positivos como negativos) a través del uso de la red Earth Networks Total Lightning Network (ENTLN). Como consecuencia, encontramos que algunas tormentas poseían más cantidad de descargas de tipo CG +. Este tipo de descargas son las principales desencadenantes de TLEs.

Figura 1.1. Zona de estudio seleccionada (arriba) y zoom en dicha región (abajo).



Modelo electromagnético de un rayo artificial nube-tierra y su potencial aplicación a la exploración geofísica.

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, 2023

Sustentante: **Jorge Alcocer Gómez.**

Director de Tesis: *Dr. Enrique Gómez Treviño*

Resumen

Los rayos nube-tierra son la fuente indirecta del método magnetotelúrico para periodos inferiores a un segundo. No importa dónde se produzcan en el planeta, los campos electromagnéticos llegan al lugar de medición como ondas planas que viajan entre la ionosfera y la tierra. Por lo tanto, no es necesario modelar directamente el efecto de los rayos en el método magnetotelúrico. Sin embargo, en esta tesis se plantea que la aplicación directa de los rayos puede proporcionar información del subsuelo. Para lograrlo, se formuló la ecuación diferencial del fenómeno y se obtuvieron los campos electromagnéticos dentro de la tierra. Además, se realizó un análisis funcional con las derivadas de Fréchet para determinar la profundidad de investigación. También se propusieron nuevas definiciones de resistividad aparente, analizando su comportamiento en una tierra estratificada. El desarrollo matemático demuestra que es posible modelar los campos electromagnéticos para una tierra homogénea y anisotrópica, además, se obtuvo la solución analítica para las derivadas de Fréchet. Es importante mencionar que bajo el modelo teórico de los rayos, se puede considerar el método de corriente directa y el magnetotelúrico como casos particulares de una sola técnica.

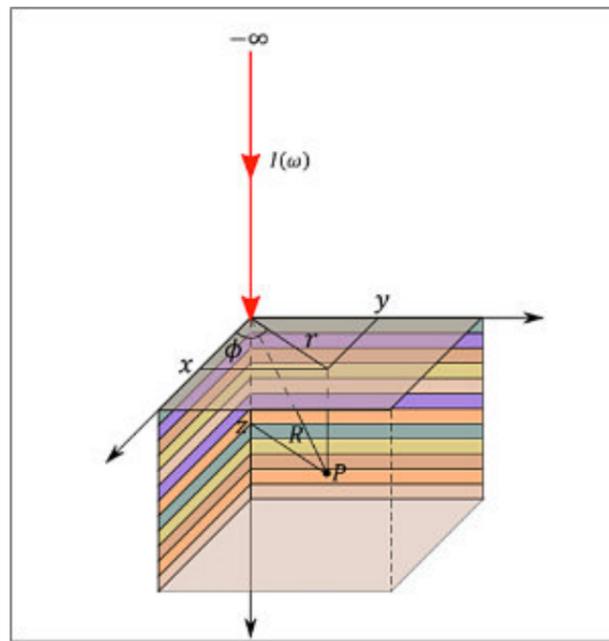


Figura 1.1. Cable semi-infinito conectado a una tierra anisotrópica. P indica la posición para modelar los campos electromagnéticos.

Compilación mensual de publicaciones y tesis por **Diego G. Miguel Vázquez**, Colaborador de la Revista.



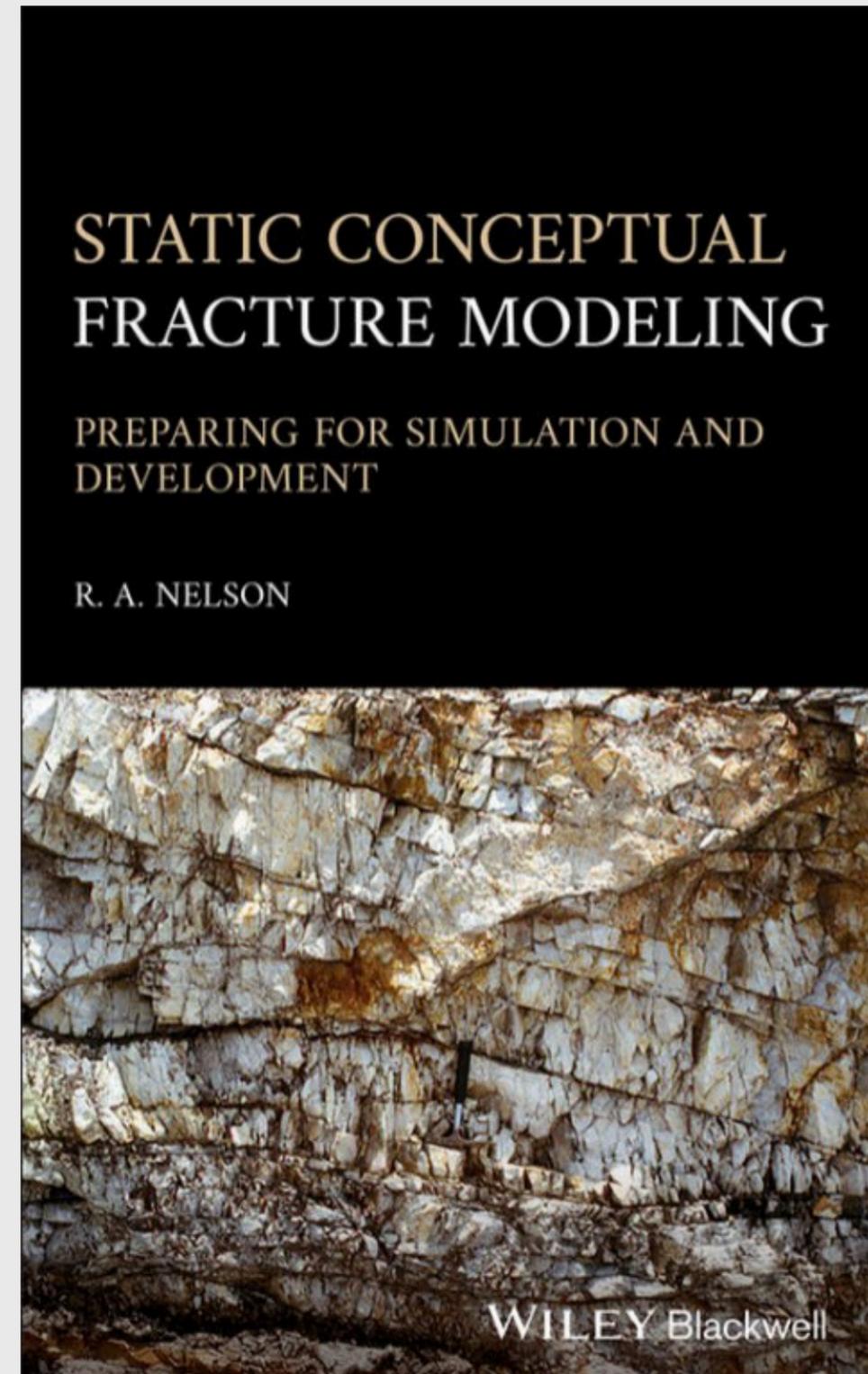
Miguel Vazquez Diego Gabriel, es estudiante de la carrera de Ingeniería Geológica en la Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de Ingeniería), sus principales áreas de interés a lo largo de la carrera han sido la tectónica, geoquímica y mineralogía. Es un

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

diegogabriel807@gmail.com

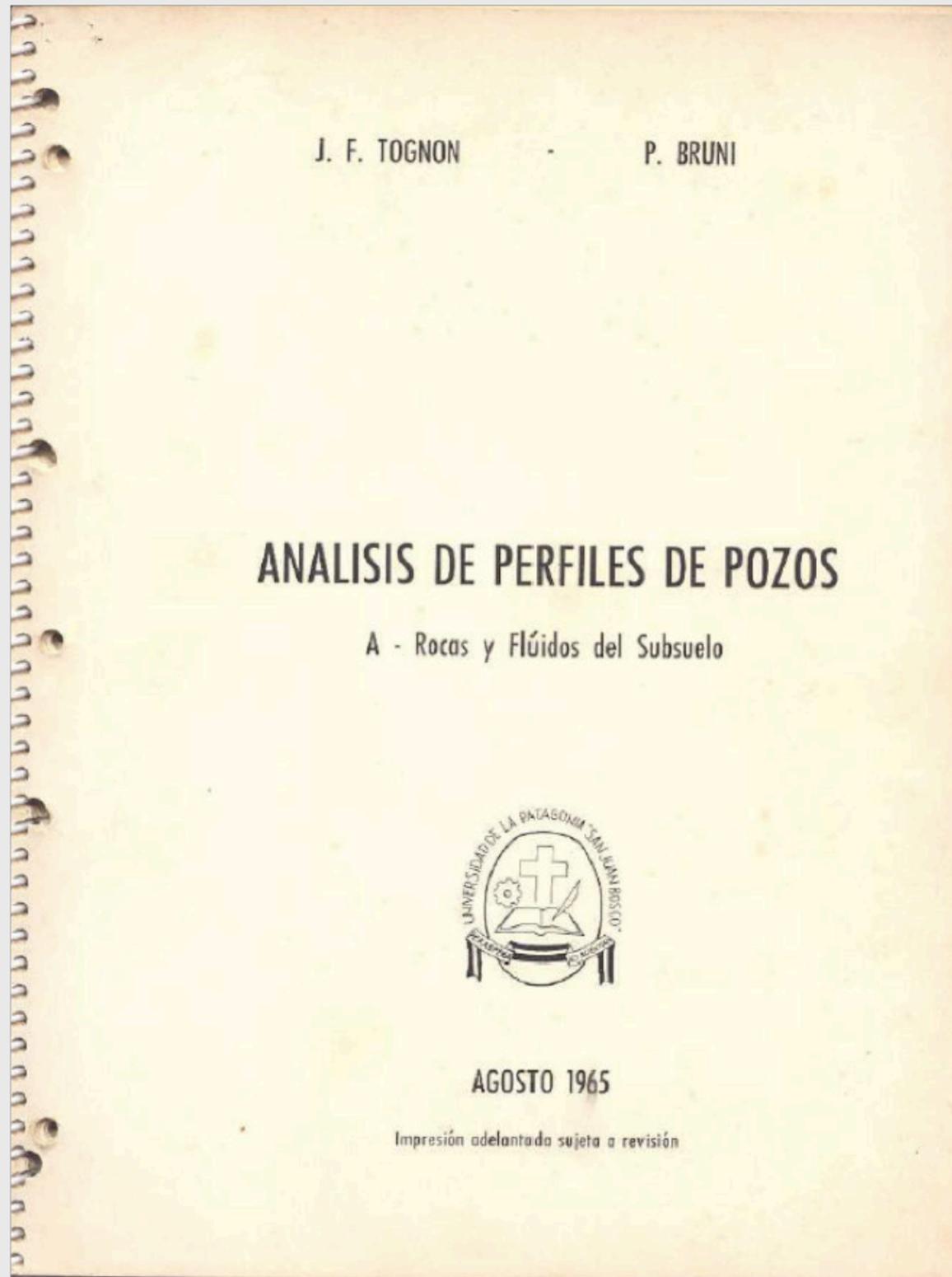
El libro recomendado

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119596875>



El libro recomendado

<https://shop.elsevier.com/books/petrophysics/tiab/978-0-12-803188-9>



TEMAS DE INTERÉS

Sostenibilidad en la transición energética. Métodos de almacenamiento energético sostenible.

Natalia Silva Cruz
Colaboradora de la Revista

La descarbonización es un proceso que requiere una transformación compleja que involucra la integración de fuentes de energía que garanticen sostenibilidad para la humanidad y el medio ambiente. Los tipos de energía renovable no utilizan un combustible que no se pueda reponer en un plazo menor a su consumo, sin embargo, muchos de los componentes que se utilizan para su aprovechamiento no son renovables y ni siquiera sostenibles porque serían agotados en un plazo de tiempo muy corto, antes de cubrir nuestra demanda energética.

En general, las fuentes de energía renovables masificadas tienen fluctuaciones de generación a lo largo del día y la época del año, esto es una diferencia muy grande frente a una termoeléctrica o una planta nuclear, que pueden ser puestas en funcionamiento durante casi todo el día porque su limitante es básicamente la disponibilidad que se tiene del combustible, sea gas, carbón, plutonio, uranio, entre otros. Esa ventaja hace que los métodos convencionales de generación sean tan convenientes para nuestro estilo de vida porque ponen energía a nuestra disposición durante cualquier momento del día, no obstante, existe una solución, que es generar energía de fuentes limpias al máximo durante las horas más propicias del día y almacenar el excedente para utilizarla en momentos cuando no existen las condiciones adecuadas para generarla, la clave está en que el almacenamiento de energía sea sostenible para que la transición hacia energías amigables con el planeta sea exitosa. Hemos hablado en entregas pasadas sobre lo complicado que es acceder a los minerales que componen las baterías eléctricas (litio, cobalto y níquel, principalmente) debido a: escenarios del mercado global que encarecen y limitan la exportación de materias primas de países productores, reservas mundiales en decaída y a que la minería se realiza en algunas ocasiones con prácticas poco éticas y seguras, exponiendo a los trabajadores, que a veces son menores de edad, a materiales tóxicos y a condiciones en las que se pone en riesgo su integridad.

Pero la energía tiene muchas facetas y existen múltiples métodos para su almacenamiento que no requieren de baterías eléctricas, hoy hablaremos de tres tipos de acumulación de energía potencial que puede ser transformada en electricidad o en otro tipo de energía más conveniente, según el caso. Todos estos procesos tienen la particularidad de que pueden responder velozmente y empezar a producir energía de manera relativamente rápida en comparación con otros tipos de generación, como la energía nuclear, lo que las hace bastante flexibles y convenientes, pero tienen costos elevados porque además de los asociados a la generación de energía, también hay que tener en cuenta los costos de almacenarla, como son: la adquisición y el mantenimiento de equipos, compra y construcción reservorios, bombeo, presurización, transmisión y aislamiento de calor, entre otros.

1. Hidroeléctrica de bombeo: la generación se realiza de la misma manera que se hace en una hidroeléctrica tradicional, la diferencia es que el agua que fluye desde el reservorio superior es recogida en un reservorio inferior y retornada mediante una motobomba al inicial, este sistema se masificó en lugares donde la electricidad varía ampliamente de precio durante el día y no existe un flujo hídrico natural constante, de manera que se genera y vende energía cuando los precios están altos y se bombea el agua de vuelta cuando los precios son bajos, convirtiéndose en un modelo de negocio económico viable. Aunque la pérdida de energía es evidente, el funcionamiento de los equipos de generación actuales está tan bien diseñado, que el estimado de eficiencia es del 75%, muy cercano al de una batería eléctrica tradicional, de un 80%. Este sistema es excelente si se implementa adecuadamente, su única limitante es que requiere áreas muy grandes para ubicar los reservorios de agua y que además exista una caída importante para tener una generación óptima, es decir, condiciones muy similares a las de una hidroeléctrica convencional menos la fuente hídrica externa que alimenta el sistema (la Figura 1 muestra los esquemas correspondientes a una hidroeléctrica tradicional de flujo en un sentido y a una hidroeléctrica de bombeo). Este tipo de almacén de energía representa el 93% de toda la capacidad a gran escala de los Estados Unidos¹, y es excelente para mantener la energía de manera potencial durante el tiempo que sea necesario.

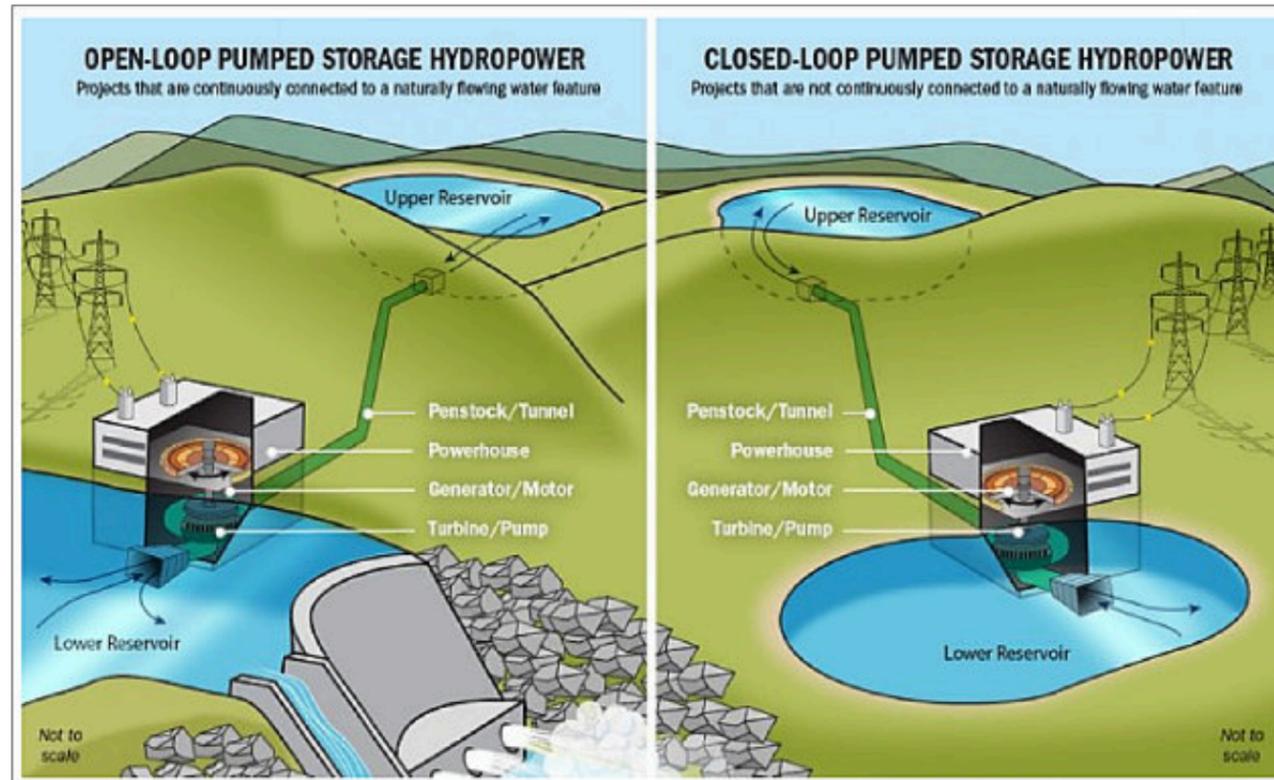


Figura 1. Comparación entre una hidroeléctrica abierta convencional y una hidroeléctrica de bombeo. Fuente: Departamento de Energía de los Estados Unidos.²

2. Sales fundidas. Su masificación nace en el sur de España como una alternativa para almacenar la energía generada en plantas fototérmicas que no era utilizada por los usuarios al momento de la producción. Las plantas fototérmicas más comunes cuentan con un arreglo de colectores dispuestos de manera radial, formando círculos concéntricos alrededor de una torre, estos recibidores tienen libertad de movimiento en dos ejes para hacerle seguimiento al sol, y por las propiedades de los materiales con que se construyen, concentran la energía solar y la reflejan hacia un receptor ubicado en la torre, que capta la energía en forma de calor, el fluido preferencial como medio de captación de calor es sal fundida. Las temperaturas alcanzadas pueden llegar a los 500°C, calor que se usa directamente para generar electricidad mediante la producción de vapor que induce un trabajo mecánico en una turbina que está conectada a un generador eléctrico. En casos especiales en los que no se requiere generar electricidad al momento de captar la energía solar porque la demanda existente ya está siendo cubierta por la planta fototérmica u otras tecnologías, o porque simplemente no está planificada para ser utilizada en ese momento, es cuando se procede a mantener las sales calientes hasta cuando se proceda a la generación. La sal puede mantener el calor durante horas, de manera que es posible instalar plantas fototérmicas que generan

electricidad durante todo el día, como lo demostró la planta Gemasolar en España durante 2013. Ahora, existen otras tecnologías similares que mantienen energía en forma de calor durante meses, haciendo de estos métodos un mecanismo excelente para captación estacional, almacenando la energía durante el verano para ser utilizada durante los meses más fríos. La diferencia entre la energía generada una vez es captada por el receptor y la que se genera después de unas horas puede llegar al 99%, lo que hace de las sales fundidas un excelente sistema de almacén energético.

3. Aire comprimido. La compresión de aire se puede dar mediante diferentes tipos, que dependen de la variación e intercambio de la temperatura durante el proceso: adiabático, diabático e isotérmico, el único que se ha demostrado viabilidad comercial a gran escala es del tipo diabático, que es el que exploraremos hoy. Bajo condiciones diabáticas, el aire se somete a un aumento de presión que disminuye el volumen y aumenta la temperatura, el calor alcanzado es disipado al entorno, de manera que existe una pérdida importantísima de energía, para hacer más sostenible el proceso, ese calor es reciclado como fuente energética, pero ya deja de ser parte de la energía almacenada en forma de aire comprimido. La transformación energética se presenta

cuando el aire se descomprime en una turbina de generación. Ahora, el aire requiere calor para expandirse, en condiciones ideales, esto se podría realizar reintroduciendo al sistema el calor que perdió porque hubo intercambio con el exterior, pero eso exige un segundo almacén energético que contenga el calor mientras se realiza la generación, desafortunadamente, el almacén de aire comprimido tiene características y rangos de tiempo muy diferentes a las de calor, es por esto que ese calor se debería utilizar tan pronto como se capta en el entorno, y una vez se vaya a realizar la expansión, el aire comprimido se calentará con una fuente externa. Aquí se complica la cosa, porque la fuente que se utiliza comercialmente es gas natural, es decir, estamos liberando CO₂ a la atmósfera en un proceso que deseamos que sea lo más limpio posible. La eficiencia de recuperación de energía es de alrededor del 27%, pero si

se utiliza en un ciclo combinado (en el que se tiene una turbina de gas y el calor residual se recicla en una de vapor), se obtiene una eficiencia térmica del 54%. Una ventaja importante es que la energía puede ser almacenada en forma de aire comprimido durante prácticamente cualquier rango de tiempo.

Aunque ya algunos de nosotros estemos familiarizados con alguna(s) de estas tecnologías, cada día más las vemos saliendo de los libros teóricos y siendo puestas en práctica a gran escala, y poco a poco se están masificando más los sistemas de almacenamiento energético sostenible asociados a las energías renovables. Es común que nos desanimemos entre más conocemos las limitantes propias de las fuentes limpias, pero proyectos como los que se están implementando nos hacen visualizar un futuro más prometedor.

¹Departamento de Energía de los Estados Unidos de América. U.S. Hydropower Market Report, 2021. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2021/01/f82/us-hydropower-market-report-full-2021.pdf>

²Departamento de Energía de los Estados Unidos de América. <https://www.energy.gov/eere/water/pumped-storage-hydropower> Phys.org. Thermosolar power station in Spain works at night. 2012. <https://phys.org/news/2012-03-thermosolar-power-station-spain-night.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

Caracas pavorífica: 56 años del terremoto cuatricentenario

Dra. Alejandra Leal Guzmán

FVIS

Caracas, esta ciudad fascinante, múltiple, loca, odiosa, impredecible hasta el hastío, extraña, desordenada, plena de miserias y de bellezas ocultas, que te sorprende con su maravillosa luz caribeña; esta ciudad que te muerde pero que se hace querer, cumple 456 años.

Esta ciudad, mi ciudad natal, es una ciudad de riesgos ignorados y desatendidos. Caracas no solo te muerde, en Caracas llueve y se desata el caos, en Caracas tiembla de cuando en cuando, pero nos hacemos los locos, por no ser pavosos, por no ser boca e' sapos. Escogemos ignorar la naturaleza sísmica de Caracas, escogemos no saber que esta ciudad ha sido destruida en dos ocasiones (1641 y 1812) y severamente golpeada por el sismo de 1967. A pesar de todo, Caracas sigue aquí, en su emplazamiento histórico: a la vera del sistema de fallas de San Sebastián y sin poder escapar del mal humor sismogénico de las otras fallas nacionales.

Caracas es una ciudad sísmica, quizás menos que otras ciudades latinoamericanas, pero sísmica al fin y al cabo. Como caraqueña y como antropóloga e investigadora de

los terremotos venezolanos, lo que me atañe es que yo vivo en Caracas y muchos de mis afectos, también. Mis padres fueron testigos del terremoto del 29 de julio de 1967, y se toman en serio la cuestión. Cada vez que tiembla y se sacude Maracay (cosa que no pasa con frecuencia), mi viejo, por allá en El Limón se luce con la hija que trabaja en Funvisis y le informa dónde, cómo y cuándo.

Mientras escribo mi reseña por el 56 aniversario del trágico terremoto cuatricentenario pienso que el sismo ocurrió un día sábado de mucho calor y que mañana es sábado. Claro, soy antropóloga, razonable, científica, rigurosa; pero también soy venezolana y no se me escapa lo pavorífica que parece esta circunstancia de que el aniversario del cuatricentenario caiga en sábado. Sin embargo, siempre he sido del team que prefiere saber a no saber, saber que Caracas es una ciudad sísmica, que ha sufrido diversamente el embate de los terremotos, que esta ciudad a la que amo/detesta puede moverse bajo mis pies y ponernos la realidad de cabeza. Como también soy del team de los intensos pues amo a Caracas con todo, incluso con la amenaza sísmica y sus otros peligros.

Y no es por ser pavorífica pero aquí les dejo mi reseña sobre el terremoto que el 29 de julio de 1967, a las 20:05 horas, sacudió la ciudad, ¡Pasen a leer! Se aceptan todos los comentarios, incluso los de pensamiento mágico-religioso porque en este país, de que vuelan, vuelan...



La **Dra. Alejandra Leal Guzmán** es antropóloga (FACES-UCV); Investigadora del Departamento de Sismología de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS); Dra. en Urbanismo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (FAU-UCV) y Coordinadora de los estudios del doctorado de la FAU-UCV.

<https://sismologiahistorica.blogspot.com/2023/07/el-terremoto-cuatricentenario.html?fbclid=IwAR2S5rEGTtCcMf67mLtama-5NPpvKL2hQvgPg7EWTbizr1oTSA2bovragzU&m=1>

Este de la Habana – 1867, la primera producción de petróleo en Cuba.

Rafael Tenreiro Pérez

Melbana Energy Limited

Introducción

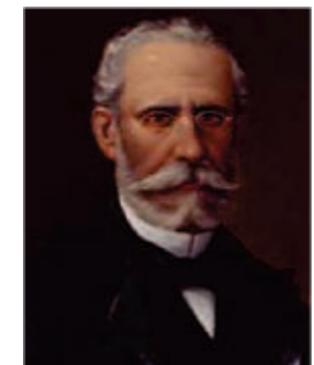
Tres lugares de Cuba se disputan la primacía del primer descubrimiento de petróleo: Motembo, en Corralillo; el ingenio Felicidad, al Sur de Varadero y Bacuranao, al Este de La Habana. Sin embargo, de acuerdo a las fuentes, Bacuranao fue el primero, las menciones bibliográficas y las pruebas documentales son muy numerosas con descripciones minuciosas. El primer reporte y uso del petróleo en Cuba se debe al navegante gallego Sebastián de Ocampo, en 1508, en la bahía de La Habana, a la que denominó Puerto de Carenas por encontrar allí una fuente de chapapote que le permitió calafatear sus estropeadas naves. ¹Alexander Humboldt en 1804 menciona los pozos de petróleo de la sierra de Guanabacoa (10 km al Este de la Habana), así como los manantiales naturales de Santa Rita y en las serpentinas de Regla: "El petróleo rezuma, por algunos sitios, de las fisuras de la serpentina."² En 1828, Ramón de la Sagra³ describe varios yacimientos de asfalto al Este de la Habana con una notable repercusión internacional porque la nueva legislación de minas colonial de 1825 permitía la participación de extranjeros en la minería en Cuba.⁴ El reporte de Joaquín José Navarro de 1829 describe varios campos de petróleo en las cercanías de La Habana.⁵ El trabajo de mayor profundidad científica y rigurosidad geológica con relación al petróleo es el realizado por Richard Taylor y Thomas Clemson. En el artículo se estudian los bitúmenes de la mina La Casualidad, la cual sitúan a tres leguas (12 km) de la Habana sobre el Camino Real y a dos millas de la costa. Los geólogos corroboran "los pozos", los cuales, eran "bien conocidos desde hacía, por lo menos, trescientos años".⁶

Otro trabajo de repercusión es el del biólogo y mineralogista Henry-Guillaume Galeotti,⁷ que detalla aspectos geológicos y mineralógicos de los alrededores de la capital de Cuba. Toma especial cuidado en la descripción de la mina de asfalto está situada en el cuabal de Bacuranao. A esta publicación se suman otras de José Artíz en 1838, en 1839 y ese mismo año por el abogado español Toribio Zancajo.⁸ José Luis Casaseca y Silván fue un químico industrial y científico español, publica en 1940 un informe sobre las minas en el coto La Prosperidad en las inmediaciones de la Habana de Guanabacoa.⁹ Casi al mismo tiempo que Casaseca, Don Manuel Costales emitió otro informe sobre "El Carbón de piedra de la mina

Prosperidad" impreso en el «Diario de la Habana» en 1841. El ingeniero de minas y mineralogista navarro Policarpo Cía y francés,¹⁰ menciona los yacimientos de Guanabacoa Otros trabajos de esta época incluyen la Memoria sobre los productos bituminosos de la isla de Cuba del ingeniero civil, químico y tecnólogo francés G. Carlos Moisant de 1857. En el reporte, replicado posteriormente en el Diario de la Marina, se analizan los productos bituminosos de la Isla incluyendo los de La Habana.¹¹

1859 – comienzo de "La era del petróleo".

El nombre de Edwin L. Drake, estará íntimamente vinculado a esta historia del petróleo, pues le cupo el honor de ser el perforador del primer pozo de petróleo en 1859, en Pennsylvania. Este importante momento tuvo repercusiones en la Habana con amplias discusiones sobre el tema ese mismo año en la Real Academia de Ciencias de La Habana. En 1859, el Ingeniero de minas de la Comisión del Mapa Geológico de España, Don Manuel Fernández de Castro, (1825-1895) publica un artículo¹² con una descripción detallada de las minas de Bacuranao ampliadas un año después en la misma revista.¹³ Fernández de Castro publica un tercer artículo sobre el petróleo de Guanabacoa en el año de 1863. El mismo se denomina "Informe sobre el estado actual y el porvenir de la mina de Asfalto Santa Rosa, Guanabacoa, Cuba". En el mismo se detallan los aspectos geológicos de la mencionada mina de asfalto de las inmediaciones de la Habana. De particular interés para la presente investigación es el trabajo de 1860 denominado "De un informe sobre el estado actual y el porvenir de la mina de asfalto Santa Teresa, Guanabacoa, Cuba." publicado en la Revista Minera de España cuyo autor es Pedro Salterain y Legarra.¹⁴ Se publican nuevos informes y trabajos sobre el tema como en 1862 por Th. Chateau¹⁵ y en 1863, en el libro "Historia Natural de Cuba" de la autoría de Manuel J. Presas se hace una evaluación adicional de las minas de asfalto en las cercanías de Guanabacoa.¹⁶



Manuel Fernández de Castro (1825 - 1895)

Hacia 1860, la explotación de las minas de asfalto denominadas Casualidad y Prosperidad cuyo primer laboreo comenzó aproximadamente en 1835, había llevado al agotamiento de los frentes. En las dos minas se había observado con la profundidad la calidad del material cambiaba de sólido a semisólido con la consistencia de un líquido pastoso. Los emprendedores comienzan abandonar las excavaciones y en su lugar llegan otros con ánimos de desarrollar combustible líquido. La empresa que lleva a cabo los trabajos fue la perteneciente al Sr. Juan Poey en dos locaciones: Mina Abeja (anteriormente Casualidad) y Santa Teresa (anteriormente Prosperidad).

Mina Abeja. (Mina Casualidad - Bacuranao)

Juan Poey inscribe este denuncia minero en 1867 abarcando un terreno serpentínico cerca del poblado de Las Minas, en el distrito Bacuranao a 18 km al Este de La Habana. Según el denuncia, se propone extraer petróleo perforando pozos dado que se reporta la presencia de petróleo en las grietas y cavidades de las rocas que afloran en la superficie. Los trabajos realizados consistieron en varias calicatas y un pozo profundo. En el pozo se encontró un piasfalto (petróleo pesado) de bastante consistencia, a los 8 metros, descansando debajo de una marga arcillosa. A los 9 metros de profundidad se corta una serpentina compacta. Más abajo a la profundidad de 61 metros, apareció petróleo un combustible fluido. El pozo se profundizó hasta un total 129,5 m.

Dentro de la lista de productos expuestos por Cuba en la Gran Exposición Universal de 1867 catalogada por Fernández de Castro y publicado por la Comisión Regia se encuentran dos grandes muestras provenientes de la mina Abeja en Bacuranao, Guanabacoa, por parte de su dueño Juan Poey. En el cuadro del producto se menciona que casi todo el terreno en que se halla la mina pertenece a rocas serpentínicas que se hallan impregnados de asfalto más o menos líquido. Se refiere en la documentación de la Exposición Universal el petróleo líquido en una perforación que tiene 275 pies (83,8 metros) de profundidad, en el pozo se dan muchas burbujas gaseosas que al reventar dejan un aceite tan blanco y tan puro como el de Pensilvania. En otra perforación hecha por el mismo Señor Poey en la mina Santa Teresa, distante 0,5 kilómetros de "La Abeja" y cuya profundidad es de 495 pies (150,9 metros) suele verse por las noches encendido el gas que sale del pozo "como en los famosos de Bakú en las orillas del Mar Caspio".¹⁷ José Isaac Corral en varios artículos, pero particularmente en uno de 1921 confirma la información anterior y asegura que "las producciones de la concesión minera La Abeja es el primer petróleo

comercial que se produce en Cuba" ratificando la fecha de 1867, dice además que "esta producción proviene de las rocas serpentínicas que afloran en el Potrero de las Minas".¹⁸ Del Corral afirma que el denuncia minero (locación y reclamación del título) fue inscrito con el propósito de perforación petrolera y "para producir el petróleo que se observa mana de las fracturas en superficie". Para 1880 había concluido la perforación de algunos pozos.



Bomba manual para la producción de petróleo en el campo Bacuranao.

Mina Santa Teresa (Mina Prosperidad – Cruz Verde).

Al igual que la mina Casualidad, la mina Prosperidad de asfalto fue objeto de explotación. A diferencia de la mina Casualidad, Prosperidad se localizada en el medio de los afloramientos de serpentinitas (parte de la secuencia ofiolítica) y su producción comienza, luego del denuncia y autorización recibida en 1829. Ya a principios de los años cuarenta la primera empresa creada con participación de capital inglés se encontraba al borde de la quiebra. En el mismo lugar se registra en 1857 la mina Santa Teresa por parte del Sr. Juan Poey. La mina Prosperidad fue registrada oficialmente en 1867 como una mina para la prospección de petróleo, luego del denuncia minero para petróleo, pasa a denominarse Santa Teresa desechándose el nombre anterior. Se perforaron tres pozos dos en serpentinitas y uno en rocas vulcanógenas. Los niveles productores se encontraron a 38, 60 y 80 metros de profundidad. Los resultados, en términos general pobres, llevaron al abandono de la empresa. En este mismo lugar se descubre el yacimiento Cruz Verde en los años cincuenta del siglo XX.



Equipo de perforación a vapor en el campo Bacuranao en 1901.

En conclusión, se puede afirmar que el campo Bacuranao fue el primero que produce petróleo en Cuba en 1867 de la mano del empresario azucarero Juan Poey. Los pozos en las minas Abeja y Santa Teresa producen petróleo ligero durante un corto tiempo. Estos mismos campos fueron objeto de esporádicos trabajos en el resto del siglo XIX hasta que fueron redescubiertos en 1915 con el emprendimiento de la Union Oil y en 1955 con la empresa Cruz Verde.

¹Las Casas, Bartolomé de. 1875-1876. "Historia de las Indias". Madrid: Imprenta de M. Ginestra.

²Humboldt, A. von, 1818. "Noticia mineralógica del cerro de Guanabacoa". Patriota Americano 2, 29 pág., Mem, Soc. Económica Amigos País, 19, pág. 233.

³Sagra, Ramón de la, 1828. "Descubrimiento de diversas minas en la isla de Cuba." Anales de ciencia, agricultura, comercio y artes 1 (1828): 323-331

⁴Prinsep, James, 1832. "Coal from the District of Guanah, in the Island of Cuba, Analysed by D. Ramon De La Sagra." The Journal of the Asiatic Society of Bengal 1, no. 8 (1832): 366; Prinsep, James. "Coal: A Global Object of Knowledge Circulation" Dr. Helge Wendt, Max Planck Institute for the History of Science, Berlin (Germany) hwendt@mpiwg-berlin.mpg.de

⁵Navarro, Joaquín J. 1830. "Memoria sobre la Resinita o Chapapote en la isla de Cuba" leído ante la Real Sociedad Patriótica de la Habana en 1829. Imprenta del Gobierno y Cap. General. En 8º M, Sil ps. 1830

⁶Taylor, Richard Cowlings y Thomas C. Clemson. 1837. "Notice of a Vein of Bituminous Coal recently explored in the vicinity of the Havana, in the Island of Cuba". Transactions of the American Philosophical Society of Philadelphia.

⁷Galeotti H. 1841. "Aperçu géognostique sur les environs de la Havane", in Bulletins de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles, t. 8, 1ère partie, 1841, p. 405-417

⁸Zancajo, Toribio, 1839. "Historia Natural. Resultado de la excursión hecha por varios puntos de la Isla" Mem. de la Soc. Patr. Habana t IX. 1839.

⁹Casaseca José L. 1840. "Informe sobre la Mina de Carbón de Piedra La Prosperidad", Memoria de la Real Sociedad Patriótica de la Habana. 1840

¹⁰Cía Francés, Policarpo, 1854. "Observaciones geológicas de una gran parte de la isla de Cuba". Madrid 1854

¹¹Moisant, G. Carlos, 1857. "Memoria sobre los Productos Bituminosos de la Isla de Cuba (chapapote)". Habana, Imprenta M. Soler y Celada, 1857. 4º. 30 pags. 1857; Moisant, G. Carlos, 1858. "Sobre los productos bituminosos de Cuba" Diario de la Marina 1858

¹²Fernández de Castro, M., 1859. "Nota sobre una mina de asfalto en las inmediaciones de La Habana". Revista Minera, Madrid. 1859

¹³Fernández de Castro, M., 1860. "De un informe sobre el estado actual y el porvenir de la mina de asfalto Santa Teresa, Guanabacoa, Cuba". Revista Minera, Madrid, 11: 618-621. 1860.

¹⁴Salteraín y Legarra, Pedro. 1880. "Apuntes para una Descripción Físico-Geológica de las Jurisdicciones de La Habana y Guanabacoa". Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, 7, pág. 161-225, Mapa. -Madrid, Separado de 72 pág. 1880.

¹⁵Chateau, Thiery, 1862. Memoire sur la position géologique, la composition et les applications des divers bitumes. Chapapote de l'ille de Cuba. Annales du génie civil et recueil de memoires sur les mathematiques purés et appliqués, les ponts et chaussées, les rontes et les chemins de fer. V architecture, la métallurgie, la Chimie, la phisique, les arts mecaniques, l'economie industrielle, les mines, etc. —París, 1862. Eugene Lacroix, editeur. En 4.º Mines: pág. 405

¹⁶Presas, Manuel J., 1863. "Historia Natural de Cuba" "Anales de la Academia." 1863.

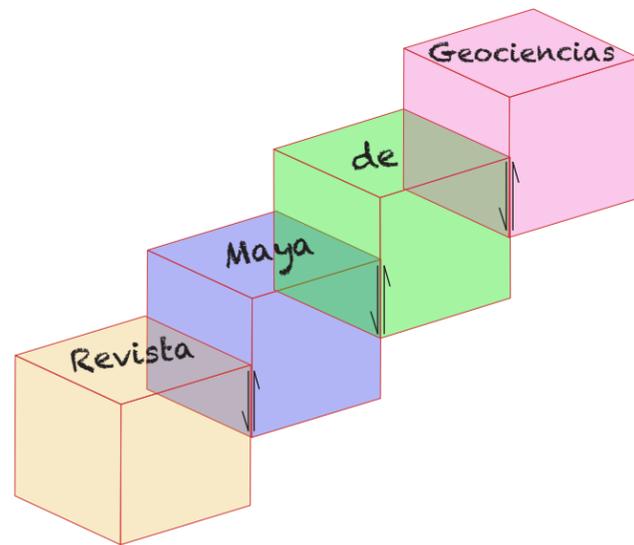
¹⁷Fernández de Castro, M., 1867. "Catálogo de productos expuestos por Cuba en la Gran Exposición Universal de 1867" Comisión Regia de España 1867.

¹⁸Corral, J.I., 1921. "El petróleo en Cuba". Cuba Contemporánea. Marzo 1921.



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



La dificultad es lo que despierta al genio.

Seneca

¿POR QUÉ EL “DÍA DEL GEÓLOGO VENEZOLANO”? HISTORIA, ANTECEDENTES Y PRIMER ANIVERSARIO

José Antonio Rodríguez Arteaga
Colaborador de la Revista

rodriguez.artega@gmail.com

Eleazar López Contreras y su decreto

El Día Del Geólogo Venezolano ha sido conmemorado por primera vez en nuestra historia el pasado 29 de septiembre del 2023.

Una detallada investigación de sus antecedentes y de los personajes involucrados en ello, dieron como resultado que para los estudios y la práctica formal de la profesión, el año 1937 es trascendental dado que ciudadano Presidente de la República de los Estados Unidos de Venezuela, General Eleazar López Contreras, firmaría y llevaría a publicación en Gaceta Oficial N° 19.378 el decreto del caso actuando en codependencia el ciudadano Ministro de Educación Nacional, Dr. Rafael Ernesto López (1895-1954) médico y político nativo de Caracas egresado de la Universidad Central de Venezuela y el ciudadano Ministro de Fomento, Dr. Néstor Luis Pérez (1882-1949) nativo la ciudad de Maracaibo, estado Zulia, prominente abogado y político nacional además de una de las figuras más destacadas de la jurisprudencia latinoamericana. Luego de las formalidades de ley y tras algunos trámites legales, el recién creado *Instituto de Geología* de Venezuela dependerá únicamente del Ministerio de Educación previo a su traslado definitivo a la Universidad Central de Venezuela.

Además de este tutelaje, el Jefe de Estado y sus ministros, serían acompañados por 5 jóvenes profesionales venezolanos, universitarios todos que laboraban en el “Instituto Nacional de Minería y Geología” y quienes obtenidos sus grados de doctor en geología en EEUU y Francia, respectivamente, darían carácter a la mencionada disposición siendo ellos: Pedro Ignacio Aguerrevere Vera (1896-1966), su hermano Santiago Emigdio Aguerrevere Vera (1899-1984), Guillermo Zuloaga Ramírez (1904-1984), Víctor Manuel López (1905-1989) y Manuel Tello Berrizbeitia (1909-1999), este último titulado en Minas y que a su retorno revalidaría su título en geología. Estos cinco profesionales laboraban en el *Instituto Nacional de Minería y Geología* y honraron su carrera universitaria haciendo de docentes del instituto o colaborando con él.

Antecedentes previo al día

En 2019 fue presentado a consideración de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) el artículo técnico: “*Propuesta para la declaratoria del Día Nacional de Geólogo Venezolano*” por los ingenieros geólogos José Antonio Rodríguez A. y Noel S. Mariño Pardo, trabajo aprobado por dicho *corpus* académico nacional y que apareció publicado en el Boletín N° 49, páginas 658 a 666, año 2020 con el objeto de rendir un homenaje a los fundadores de la geología en Venezuela aumentando la visibilidad de la misma al mostrar que su impacto en la sociedad es mucho mayor que la percepción que tiene la mayoría de la gente sobre quienes estudiamos y ejercemos dicha carrera.

Y muy en particular, *Poner en conocimiento a todos los profesionales en Ciencias de la Tierra, sin distinción alguna, para respaldar la conmemoración de tal acontecimiento como justo homenaje a quienes fundaron los estudios geológicos formales en el país, aspecto que se hizo realidad.*

Algunos ejemplos válidos y referencias históricas del “Día del Geólogo”

El movimiento tan especial de la fecha para los venezolanos cubre diferentes aspectos relacionados con algunos por lo menos seis países de este lado del continente americano, sin diferencias los unos de los otros, pero su razón de ser ha sido insertada a título de ejemplo vinculante para nuestra conmemoración y por ello, su significado lo hemos tomado de ellos.

A continuación, su especial tratamiento:

Argentina

En brevísima historia el año 1945 comenzaron a egresar promociones de geólogos de las universidades de Buenos Aires, La Plata y Córdoba las cuales no encontraban cabida entre los numerosos naturalistas extranjeros llegados entre los siglos XIX y XX, ello fue la razón fundamental para limitar su colegiatura, asociación o cómo queramos llamarla.

Por esta circunstancia, tres colegas geólogos Agustín Monteverde, Raúl Müller y Juan Candiani se reunieron buscando congregarse a la mayor cantidad de colegas en una agrupación única capaz de imponer *las ideas y capacidades de los geólogos argentinos*. Así la primera reunión convocada se llevó a efecto el *9 de junio de 1947* y desde entonces se tomó ese día como el Día del Geólogo.

Colombia

Ha sido conmemorado a partir del siglo XX, el 30 de septiembre de 1974 fecha en que fue promulgada la Ley 9ª con la cual se reglamentó el *ejercicio de la profesión en suelo neogranadino*. Dicha ley fue aprobada, publicada y remitida para su ejecución por los ministros: Alfonso López Michelsen, Eduardo del Hierro Santacruz y Hernando Durán Dussán.

Chile

La conmemoración chilena es Instituida por el Colegio Chileno de Geología, el 17 de octubre de 1994 al conmemorarse la creación del *Servicio Geológico Nacional*.

México

El 6 de enero de 1905 para conmemorar la creación del Instituto de Geología, nace el día del geólogo. México posee una antigua tradición científica vinculada a la geología y disciplinas conexas con los recursos minerales que la misma posee y se remonta al siglo XVIII con la fundación del *Colegio de Minería*, cuna de las ciencias geológicas y de la ingeniería en América.

En esta institución, el ingeniero Antonio del Castillo (1820-1895) concibió la idea de crear el *Instituto Geológico de México en 1888*, organismo dedicado exclusivamente a la geología independiente de la minería. A la postre, semillero de instituciones y sociedades. Iniciado el siglo XX, en 1904, un grupo de ingenieros y de hombres de ciencias liderados por José Guadalupe Aguilera (1857-1941), dedicados a disciplinas geológicas y adscritos

al Instituto de México fundan la Sociedad Geológica Mexicana y de ella, su día.

Perú

Nace la conmemoración del Día del Geólogo en memoria del natalicio se *Carlos Lisson Bengolea*, nacido el 17 de octubre de 1868 y considerado como el padre de la geología peruana. Lisson (1868-1947) fue un geólogo-paleontólogo, docente universitario e ingeniero de minas cuyas obras sentaron las bases de la geología y paleontología del Perú.

Uruguay

En la República Oriental del Uruguay, el día del Geólogo se crea en conmemoración al egreso de 4 licenciados en Geología provenientes de la Facultad de Ciencias: Víctor Araya (chileno), Alberto Manganelli, Elbio Ramos († en 2015) y Leda Sánchez el 28 de mayo de 1992.

Un apropiado Día de celebración para Venezuela

Por todo lo discutido y ya en etapa de reorganización será celebrado el 29 de septiembre de cada año y en lo sucesivo un día conmemorativo de tal acontecimiento; nuestro día, como tributo a los padres fundadores de la geología nacional. Ya previamente, el 7 de noviembre de 2022 se realizó un pequeño y significativo encuentro titulado: *El Geólogo Venezolano: su día y su gremio* celebrado en el auditorio del Colegio de Ingenieros de Venezuela en Caracas.

¡¡Colegas venezolanos, estamos de aniversario, nuestro primer aniversario!!



MULTIPLE COSMIC IMPACTS 790,000 YEARS AGO AND THE DISCOVERY OF THE AUSTRALASIAN TEKTITE SOURCE CRATER

JHONNY E. CASAS¹

¹ Escuela de Petróleo, Universidad Central de Venezuela



THE TEKTITES

Tektites (from Greek τηκτός *tēktós*, "molten") are gravel-sized fragments composed of black, brown, dark gray or dark green natural glass, formed from terrestrial debris, ejected during meteorite impacts. Tektites occur in widely strewn fields of which at least 4 are currently known: the Australasian, Central European, Ivory Coast, and North America. Each of these fields, extend over hundreds to thousands of kilometers, are associated with a meteorite impact crater; except one, the biggest of them all, the Australasian strewn field.

The Australasian field ranges from south of China, Laos, Thailand (Figure 1), Vietnam, Cambodia, Philippines, Indonesia, Malaysia, across Australia then south of Tasmania to East Antarctica, with a western extension that crosses over Madagascar/south of Africa and an eastern extension into the western Pacific Ocean, and smaller tektites, known as microtektites, were also discovered in deep-sea drill cores close to Madagascar and in the Antarctic, covering in total about 30% of Earth's surface. The northwestward increase in both, the abundance and the size of tektite specimens, pointed out to the impact site being someplace in eastern central Indochina (between Laos and Thailand), and had been strewn over 10,000 kilometers. Schwarz

et al, (2016) dated these Australasian tektites at approximately 790,000 years ago. (Kaiho et al., 2020).

The Emeritus Professor at Tohoku University, Kunio Kaiho and his colleagues, looked into possible triggers of the largest mass extinction. They took sedimentary rock samples from two places—southern China and Italy—and analyzed the organic molecules and mercury (Hg) in them. They found two discrete coronene-Hg enrichments coinciding with the first terrestrial ecological disturbance and the following mass extinction in both areas. The study believes this to be the product of large volcanic eruptions because the coronene anomaly was formed by abnormally high temperature combustion (Figure 2).

During decades, the major mystery of the Australasian strewn field was the lack of any apparent source crater, until now. Sieh et al. (2020) published a paper proposing a very plausible solution to the crater mystery. The authors recognized a large plateau, the Bolaven volcanic field in Southern Laos (Figure 2), which is roughly circular and about the right size to conceal a potential source crater. The 6,000-km² Bolaven Plateau

risers about 1 km above the Khorat Plateau in Southern Laos, east of the Mekong River.



Figure 1. A group of Tektites of different size and shapes from Thailand (Australasian strewn field) analyzed by the author. The force of the impact hurled the glass bodies thousands of kilometers from the impact site.

THE AUSTRALASIAN BOLAVEN PLATEAU

The Australasian Bolaven Plateau, is a 500-m-thick sequence of Mesozoic quartz sandstones and mudstones. However, a basaltic volcanic field covers an area of ~5,000 km² capping these Mesozoic rocks and spills down the flanks of the plateau. Fine-grained, nearly flat-lying Mesozoic quartz sandstones and mudstones underlie this elevated surface and crop out almost continuously around its perimeter.

Previous investigators (Blum et al, 1992; Shirai et al, 2019) have observed Mg concentrations and sporadic enrichment in Ni, Co, and Cr in Australasian tektites higher than are typical in siliciclastic sediments and have proposed additional mafic components within the impacted rocks. Sieh et al. (2020) proposed that a stack of weathered pre-impact basalt flows also accounts for the anomalously high Beryllium-10 concentrations observed in Australasian tektites. >90% of the observed chemical variation in 241 samples can be readily explained by mixing of Mesozoic sedimentary/volcanic sequences of the Khorat Plateau with Bolaven basalts.

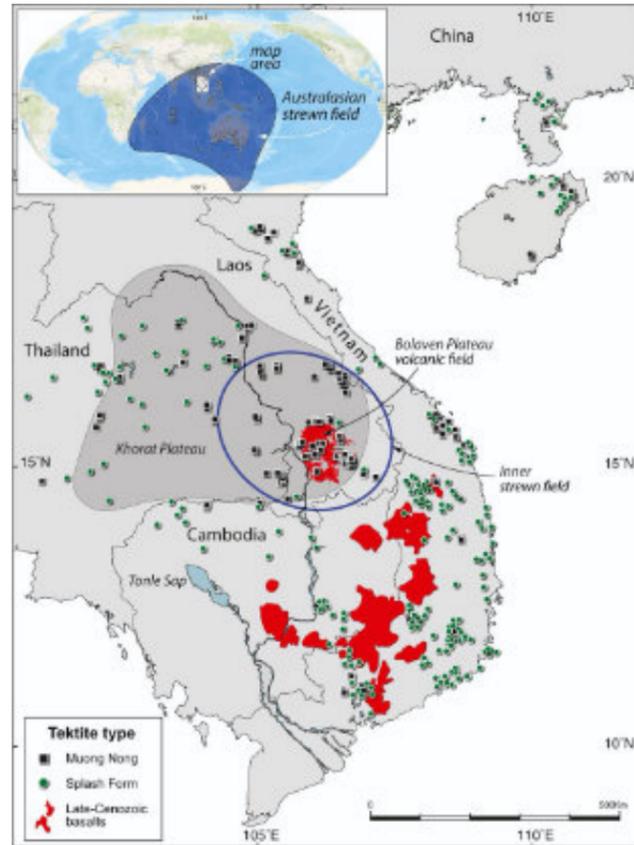


Figure 2. The Bolaven Plateau volcanic field (between Laos and Thailand) likely buries the impact crater that produced the tektites of the Australasian strewn field, which covered at least South Asia, Australia and Antarctica.

Sieh et al. (2020) dated 12 samples from lavas in the summit region and directly above the proposed crater that are distinctly younger than the date of the impact (younger than 700 ky). The fact that all of the dates from lava flows above the proposed crater and most dates nearby are younger than the impact lends support to the hypothesis that Bolaven lavas filled the impact crater and completely covered it. Pre-impact ages for some flows on the periphery of the volcanic field, imply that there are basaltic lavas, now buried beneath the young summit lavas that were impacted by the bolide, as reflected especially in the chemistry of the more distal tektites.

Sieh et al. (2020), looking for Bouger gravity anomalies, measured gravity at more than 400 locations at the Bolaven Plateau, focusing upon the summit region of the volcanic field but extending well beyond its perimeter, to constrain the regional gravity signal. The

Bouguer gravity map obtained, exhibits a regional SW-NE negative gradient (17x13 Km) with several smaller anomalies on the plateau, all marking the buried perimeter of the impact, and somehow coinciding with some of the outcrop geological observations (Figure 3). 20 km southeast of the summit of the volcanic field, Sieh et al. (2020) accessed exposed outcrops exhibiting a fining-upward breccia of angular sandstone and mudstone clasts (Figure 4A). The sedimentological and stratigraphic nature of the beds in this outcrop is consistent with the rapid accumulation of clasts at the end of ballistic trajectories from the impact crater. The angular nature of both framework and matrix indicates that they did not experience water transport, implying that this outcrop exposes part of the ejecta blanket that surrounds the impact site.

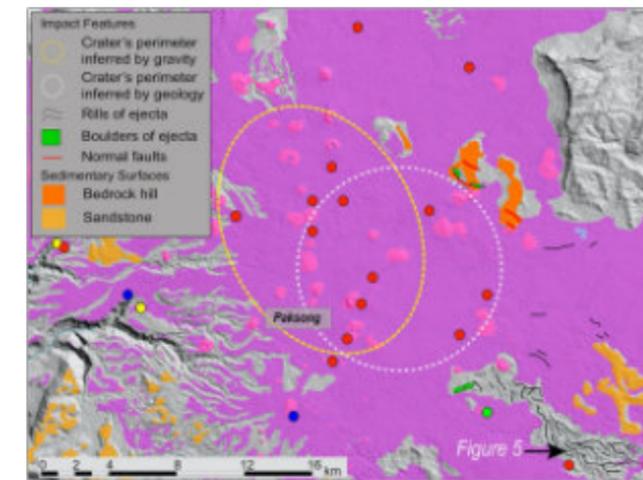


Figure 3. Geological map of the summit region of the volcanic field. Dashed yellow ellipse marks the buried crater perimeter for the best-fitting gravity model. Dashed white circle marks the buried perimeter that best fits geological observations and the proximal ejecta material.

Petrographic examination by Sieh et al. (2020) reveals that the quartz grains in the sandstone boulders shows planar fractures like those caused by high-velocity impacts (Figure 4B), but quartz grains in the underlying bedrock do not. In some of these crystals the authors measured the apparent polar angles between the index plane of the planar fractures and the c axes of the host quartz grains, to see if they are within the range of crystallographic orientations proposed by Stofler & Langerhorst (1994) to be typical of shock-related features.

Given that the putative crater lies under a pile of basalt about 300 m thick, future access to the crater to confirm the hypothesis, will require drilling through the thick basalt and sampling the underlying rocks. Coring in this remote tropical jungle will not be easy in the near future, but it is probably the only way in which the theory of a buried crater will be either proven or rejected. Until that happens, the Bolaven plateau must nevertheless be regarded as the best candidate for the source of the Australasian tektite field.

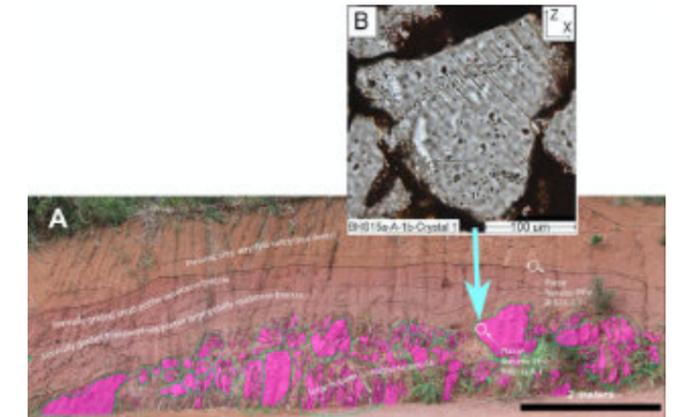


Figure 4. Sandstone boulders collected ~20 km southeast of the center of the proposed crater contain impact-breccia deposit with abundant planar fractures in quartz crystals. (A) Outcrop with boulders shattered *in situ* (pink) at the end of ballistic trajectories from the proposed crater. (B) Microphotograph in plane-polarized light of parallel planar fractures (upper left to lower right) in a quartz crystal. The fractures are well-defined and do not cross grain boundaries.

After dating tektites from various locations in the world, Schwarz et al, (2016) reached the conclusion that approximately 790,000 years ago, multiple cosmic impacts occurred on earth. The research by Schwarz et al, (2016) shows that samples from Asia, Australia, Canada and Central America are almost identical in age, although in some cases their chemistry differs. This points to the idea of separate impacts that must have occurred around the same time.

Using the ⁴⁰Ar-³⁹Ar dating method, which analyses the decay of the naturally occurring ⁴⁰K isotope, Schwarz et al, (2016) succeeded in dating these tektites more accurately than ever before. Data analysis indicates to the authors, that there must have been a cosmic impact about 793,000 years ago, +/- 8,000 years. They also

studied tektites from Canada, showing the same chemical composition and age as the Australasian tektites. Nevertheless, tektites analyzed also by Schwarz et al, (2016), from Central America, clearly different in their chemical composition, and their geographical distribution suggesting that they come from separate impacts. The age estimates for the Central America, proved that they originated 777,000 years ago with a deviation of +/- 16,000 years. Taking into account the error margin, this matches the age of the Australasian tektites, concluding that probably there were multiple cosmic impacts approximately 790,000 years ago.

According to the scientists, the consequences of this 0,79 My asteroid impact were catastrophic. At the impact site and for hundreds of kilometers, there was fire and earthquakes surrounding the place. At a global scale, dust, aerosols and gases were ejected into the atmosphere, blocking most of the sunlight and probably lowering surface temperatures worldwide. Life was also affected for sure, although according to the scientists it did not result in global mass extinction.

CONCLUSIONS

Four lines of evidence are presented in Sieh et al. (2020) which strongly imply that the impact that produced the Australasian strewn field, lies beneath young lavas of the Bolaven volcanic field in Southern Laos.

First at all, the Mesozoic siliclastic rocks and young overlying pre-impact basalts of the plateau are

REFERENCES

Schwarz, W., Trieroff, M., Bollinger, K., Gantern, N., Fernandes, V., Meyer, P., Povenmire, H., Jessberger, E., Guglielmino, M., Koeberl, C. (2016) Coeval ages of Australasian, Central American and Western Canadian tektites reveal multiple impacts 790 ka ago. *Geochim. Cosmochim. Acta* 178, 307–319.

Shirai, N., Akhter, R., Ebiara, M. (2016) Precursor materials of Australasian tektites in light of chemical compositions. In 47th Lunar and Planetary Science Conference, March 21- 25.

Sieh, K., Herrin, J., Jicha, B., Schonwalder, D., Moore, J., Banerjee, P., Wiwegwinc, W., Sihavongd, V., Singer, B., Chualaowanich, T., and Charusirir, P. (2020) Australasian impact crater buried under the Bolaven volcanic field, Southern Laos. *PNAS* Vol. 117, no. 3, 1346-1356.

Stöffler, D. & Langenhorst, F. (1994) Shock metamorphism of quartz in nature and experiment: I. Basic observation and theory. *Meteoritics* 29, 155–181.

consistent with tektite geochemistry and relict mineralogy.

Second at all, the exposed lava flows above and near the probable crater are younger than the 0.79-My, date of the impact, based on the tektites analysis.

Third, a negative gravity anomaly at the summit region of the Bolaven volcanic field showed a dimension (17x13 Km) consistent with the presence of low-density clastic deposits associated with the impact crater.

Finally, an outcrop located about 20 km away from the proposed impact site, consists of brecciated sandstone and mudstone boulders that appear to have shattered in situ during a ballistic emplacement. Petrographic examination of quartz grains reveals that the sandstone boulders exhibit planar fractures like those caused by high-velocity impacts, but quartz grains in the underlying bedrock do not.

Using ⁴⁰Ar-³⁹Ar dating method in tektite samples from the Australasia region, Canada and Central America, Schwarz et al, (2016) demonstrate that they are almost identical in age, although in some cases their chemistry differs. This points to the idea of separate impacts that must have occurred on Earth around 793,000 years ago.



Jhonny E. Casas es Ingeniero Geólogo graduado de la Universidad Central de Venezuela, y con una maestría en Sedimentología, obtenida en McMaster University, Canadá.

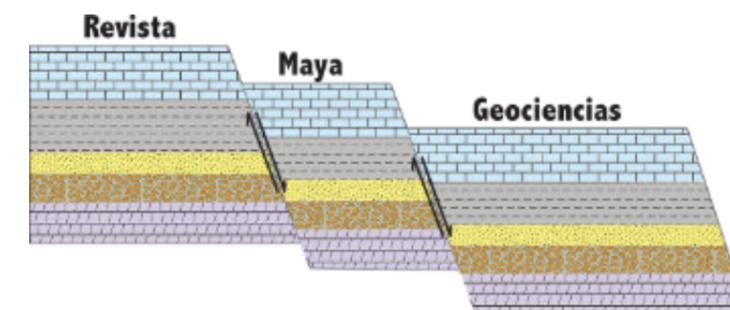
Tiene 36 años de experiencia en geología de producción y exploración, modelos estratigráficos y secuenciales, caracterización de yacimientos y estudios integrados para diferentes cuencas en Canadá, Venezuela, Colombia, Bolivia, Ecuador and Perú.

Autor/Co-autor en 46 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 12 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



El éxito consiste en ir de fracaso en fracaso sin perder el entusiasmo.
Winston Churchill

MULTIPLE CAUSES OF GLOBAL WARMING

Emile A. Pessagno, Jr., Professor Emeritus, Department of Geosciences, The University of Texas at Dallas, R. O. C. 21 800 West Campbell Road, Richardson, TX 75080-3021. pessagno@utdallas.edu.

ABSTRACT

There is little question that Global Warming has occurred during the Late Pleistocene and is still occurring today. Studies by NOAA clearly indicate that the world’s oceans have been progressively warming up in the period from 1955 to 2022. New scientific data indicate that global warming is caused by the warming of the sea water along the axes of mid-ocean ridges; by changes in the Earth’s orbit due to Milankovitch Cycles; heating due to Solar Flares; and due to the development of holes in the Earth’s Ionosphere. However, there is an important geological explanation that trumps all of causes mentioned above.

Hess in 1954 introduced a hypothesis based on the serpentinization and de-serpentinization of the oceanic crust along oceanic ridges which he termed “The Hypothesis of Sub-Mohorovičić Serpentinization”. He proposed that epeiorogenic movement under the mid-ocean ridges or for that under the continents could be a direct result of a phase change in the upper mantle. Assuming the mantle consisted of peridotite, Hess proposed that if water leaked across the 500°C isotherm, a twenty-five percent volume increase in the upper part of the mantle would occur. This, in turn, would result in the rise of the sea floor accompanied by a rise in the sea level world-wide causing period of global warming. In contrast, a twenty-five percent volume decrease in the upper mantle due to convective overturn or basaltic intrusion would cause de-serpentinization of the upper mantle and, in turn, cause sea level to fall causing a period of cooling eventually resulting in a period of continental glaciation.

The fact that serpentinization did occur in the geologic past is well-substantiated by the occurrence of serpentine in all ophiolites throughout the world. A few classic examples

include the Coast Range Ophiolite in the California Coast Ranges, the Josephine Ophiolite in the Klamath Mountains of Southwestern Oregon, and the Samail Ophiolite in Oman in the Persian Gulf area. It is noteworthy that all of these ophiolites have red- manganiferous radiolarian cherts included within the basaltic pillow lavas in the upper part of the ophiolite successions.

All of the processes noted above contributed to Global Warming and show that Global Warming, though definitely occurring, is a very complicated process.

INTRODUCTION

Recent data collected by NOAA from 1955 to 2022 indicate the world’s oceans are heating up. This data was sourced from observations from various ocean measurement devices, including conductivity-temperature-depth instruments (CTDs), Argo profiling floats, and expendable Bathy Thermographs (XBTs) and comes from NOAA/NCEI World Ocean Database (See Figure 1A herein).

Global warming and climate change have become both scientific and geopolitical issues in today’s world. Although there is little question that man has contributed to global warming, there is a new body of scientific data that indicates that global warming is caused by multiple processes. Global Warming--exclusive of mankind’s miniscule contributions--is complex.

The Earth’s climate is warming up due to heating along oceanic ridges; Milinkovic Cycles; heating caused by solar flares; and heating caused by holes in the Ionosphere. Moreover, there is another important geological explanation that may trump all of the forementioned causes. As noted by Pessagno (1972), Hess (1954a,b; 1955) introduced a hypothesis based on the serpentinization and de-serpentinization of the oceanic crust along mid oceanic ridges which he termed “The Hypothesis of Sub-Mohorovičić Serpentinization”. According to Pessagno (1972), Hess (1954a, 1954b, 1955) proposed that epeiorogenic movement under the ocean basins or for that under the continents could be a direct result of a phase change in the upper mantle. Assuming the mantle

consisted of peridotite and using the well-known Bowen and Tuttle (1949) equation, Hess proposed that if water leaked across the 500°C isotherm, a twenty-five percent

volume increase in the upper part of the mantle would occur (See Figure 1B). This, in turn, would result in the rise of the sea floor accompanied by a rise in the sea level

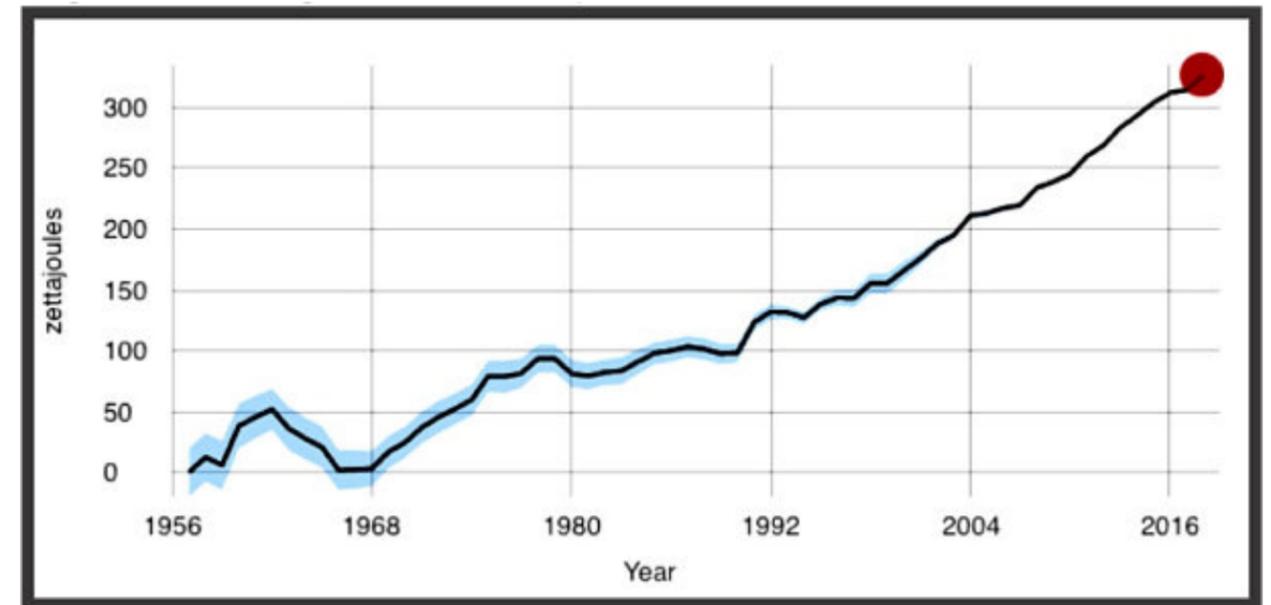


Figure 1A: Ocean Heat Content Changes Since 1955. Data source: Observations from various ocean measurement devices, including conductivity-temperature-depth instruments (CTDs), Argo profiling floats, and expendable Bathy Thermographs (XBTs). From NOAA/NCEI World Ocean Database. Note that Zettajoules are heat measuring units.

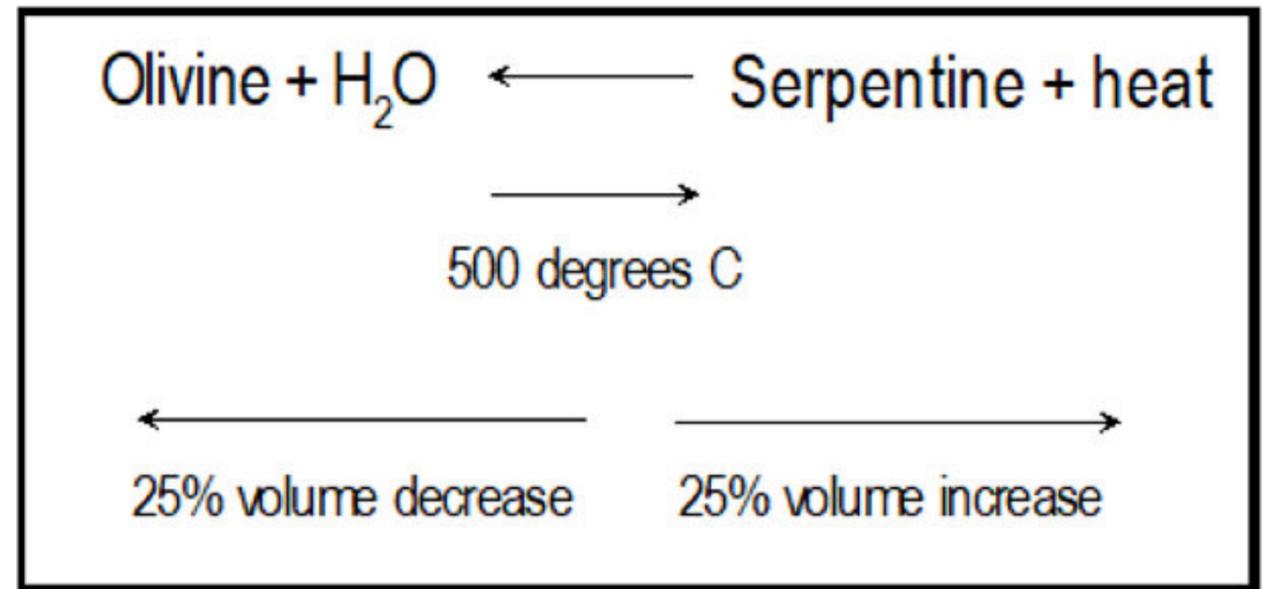


Figure 1B: “The Hypothesis of Sub-Mohorovičić Serpentinization”. Hess (1954, p. 404) proposed that if water leaked across the 500°C isotherm, a twenty-five percent volume increase in the upper part of the mantle would occur. This, in turn, would result in the rise of the sea floor accompanied by a rise in the sea level throughout the world. In contrast, a twenty-five percent volume decrease in the upper mantle due to convective overturn or basaltic intrusion would cause de-serpentinization of the upper mantle and, in turn, cause sea level to fall and result in cooling and eventually continental glaciation.

throughout the world. Furthermore, a rise in sea level would result in an increase in Global Warming promoting an interglacial period like the Sangamon Interglacial cycle that we are now in (See Figure 2A herein). In contrast, a twenty-five percent volume decrease in the upper mantle due to convective overturn or basaltic intrusion would cause de-serpentinization of the upper mantle and, in turn, cause sea level to fall and result in cooling and eventually continental glaciation.

The fact that serpentinization did occur in the geologic past is well-substantiated by the occurrence of serpentine in ophiolites throughout the world. A few classic examples include the Coast Range Ophiolite of California, the Josephine Ophiolite of the Klamath Mountains in Southwestern Oregon, and the Samail Ophiolite of Oman in the Persian Gulf area (Hopson et al. 1975, 1981, 2008; and Tippit et al., 1981). It is noteworthy that all of these

ophiolites have red, iron-rich, manganiferous radiolarian cherts included within the pillow lavas in the upper part of the ophiolite successions.

All of the causes for global warming and global cooling will be discussed in more detail in the pages to follow.

OCEANIC RIDGES AND THEIR CONTRIBUTION TO GLOBAL WARMING

It is well known to most geologists that the earth has gone through four periods of glaciation and four periods of interglaciation during the Pleistocene and Holocene Epochs in both North America and Europe. In North America these are from oldest to youngest: (1) The Nebraskan; (2) the Kansan; (3) the Illinoisan; and (4) the Wisconsin (See Figure 2A). We are currently in a warm interglacial cycle known as the "Sangamon Interglacial

North America	Alpine Region
Wisconsin (Sangamon Interglacial)	Würm (Riss-Würm Interglacial)
Illinoisan (Yarmouth Interglacial)	Riss (Mindel-Riss Interglacial)
Kansan (Altonian Interglacial)	Mindel Güntz-Mindel Interglacial
Nebraskan (Pre-Nebraskan Interglacial)	Güntz (Danube Interglacial)

cycle". Corresponding European glacial interglacial cycles are also shown in Figure 2A.

If present-day climate is viewed through a prism of pre-historic climate during the Wisconsin Glacial Period, it can be determined that North America and the rest of the

world was covered by approximately 10 million cubic miles of ice and sea level was approximately 400f(122m) lower than it is today. Much warmer weather at high latitudes in the far distant future will result in the total melting of the polar ice caps and much higher sea level. Figure 2C shows epochs and paleomagnetism for the Pleistocene.

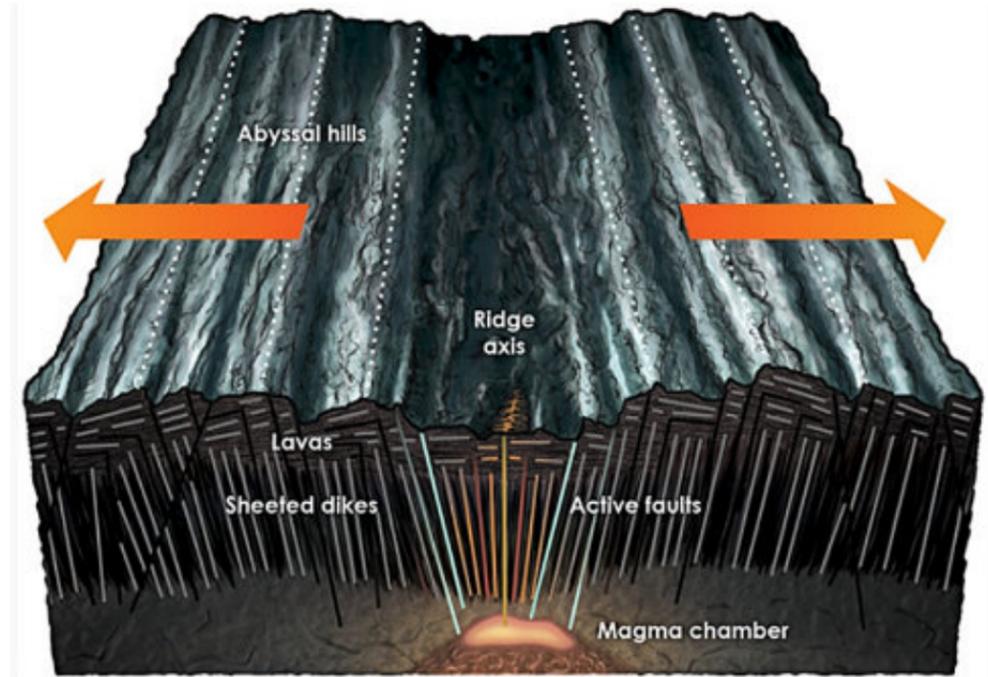


Figure 2B: Rift valley in mid-ocean ridge from Rosen (2016).

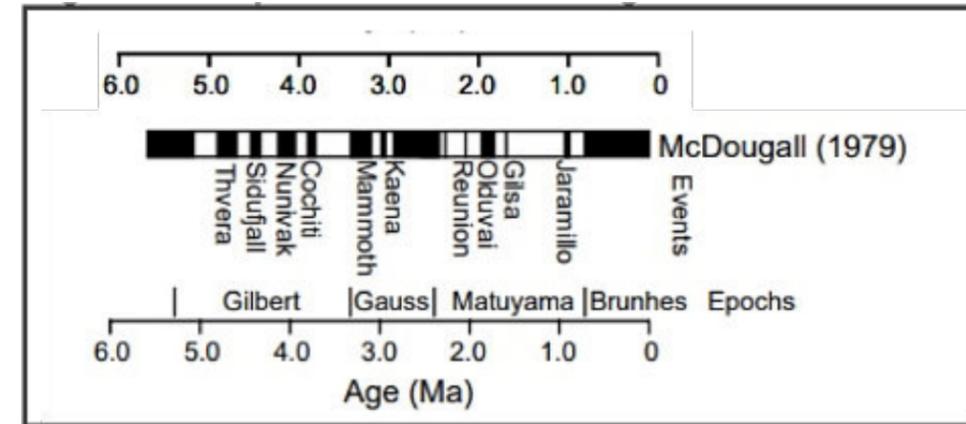


Figure 2C: Epochs and Paleomagnetism for the Pleistocene from McDougall (1979).

New investigations indicate that heat is being generated along oceanic ridges and causing the earth's oceans to heat up. As opposed to terrestrial mountain ranges, these mid-ocean ridges have a central trough which may be from hundreds to thousands of meters in width (See Figure 2B). This is the area where new oceanic crust is created (See Rosen, 2016). Volcanic activity along mid-ocean ridges occurs in rift valleys where the oceanic crust is being pulled apart causing olivine-rich basaltic lava to be welled up from deep within the earth's mantle. A series of

roughly parallel ridges known as "abyssal hills" which are hundreds of meters high and spaced kilometers apart populates the sea floor terrain to either side of the rift zone finally disappearing under a cover of deep-sea pelagic sediment. Geologists originally correlated the abyssal hills with faulting. However, when they looked more closely at them, they decided that they were possibly formed from past periods changes in global sea level.

Figure 3 is a map showing Earth's Mid-Ocean Ridges. Figure 4 is plate tectonics map showing the Mid-Atlantic Ridge at Iceland. Here, on the eastern side, the oceanic crust is welded to the Eurasian plate whereas the western side it is welded to the North American Plate. Note that

the red triangles represent volcanoes. Farther to the south, however, the Mid-Atlantic Ridge is decoupled from the continents and is being subducted beneath the Caribbean Plate. This is the only place west of the Mid-Atlantic Ridge where oceanic crust is being subducted.

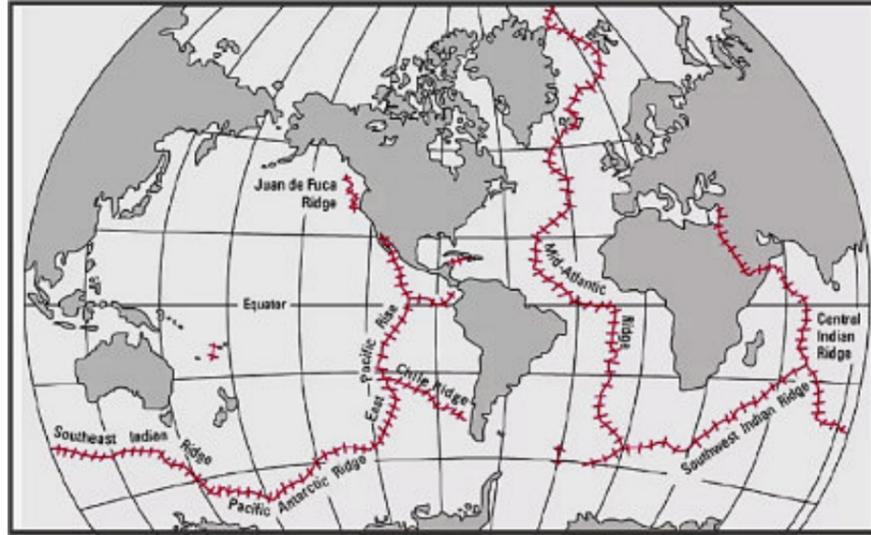


Figure 3: Earth's Mid-Ocean Ridges.

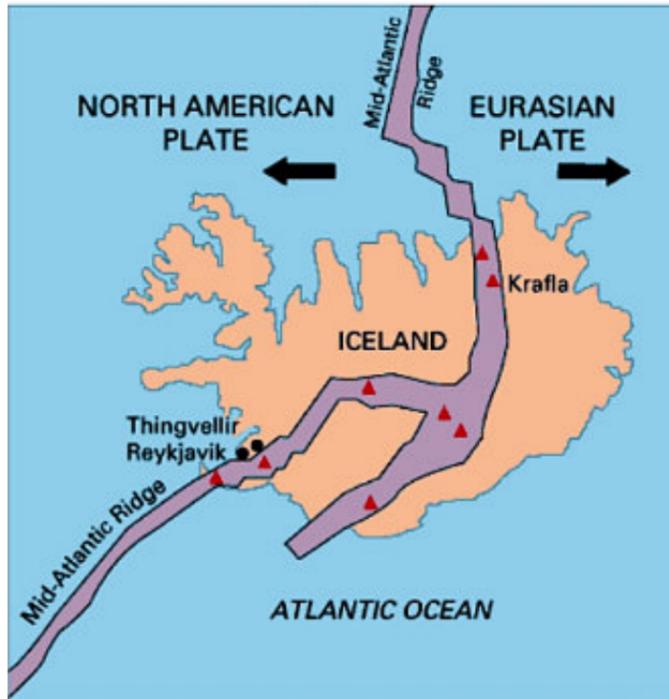


Figure 4: Plate tectonics map showing the Mid-Atlantic Ridge at Iceland. Note that the red triangles represent volcanoes.

Figure 5A is a model showing the structure of Earth. Note that the oceanic crust is 6km(4mi). In contrast the continental crust is 40km(25mi) thick.

Figure 5B is a map which shows the subduction at Caribbean and Cocos plates. Figure 5C is a model showing

subduction of the Cocos Plate resulting in volcanic activity in the Andes of western Argentina. Figure 5D is a photo of Volcan Lanin in Patagonia, Argentina. Elevation 3,776m(12,388f). In contrast, Figure 5E shows the Villarrica Volcano from Chilean side of Andes; 750km

(466mi) south of Santiago Chile. The reader should note that these photos are of the same volcano.

Studies by Montgomery et al. (1992) of the top of the ophiolite complex at La Desirade in the Caribbean near the larger island of Guadalupe indicate that the Caribbean Plate originated in the southeastern Pacific in the southern part of the Tethyan Realm or the northern part of the Austral Realm during the Late Jurassic (late Tithonian). These authors collected samples of red manganese radiolarian chert and pelagic limestone wrapping around the pillows of the pillow basalt. Moreover, they found that there was a lens of red ribbon chert within the pillow basalt succession.

Rosen (2016, p. 4) indicated that carbon dioxide is the most powerful feedback that scientists have discovered and that ice core records reveal that it has varied fifty percent between glacial and interglacial periods and can substantially alter Earth's climate. She further indicated that scientists debate whether this increase occurred when the Earth warmed and where it went during an ice age. Apparently, most researchers believe that carbon moved between the atmosphere and the deep ocean via some combination of changes in ocean chemistry, biology, and ocean circulation. Volcanoes are another source of carbon dioxide. However, geologists have not considered their influence on climate over a period of thousands of years -- a fleeting moment in geologic time. Rosen

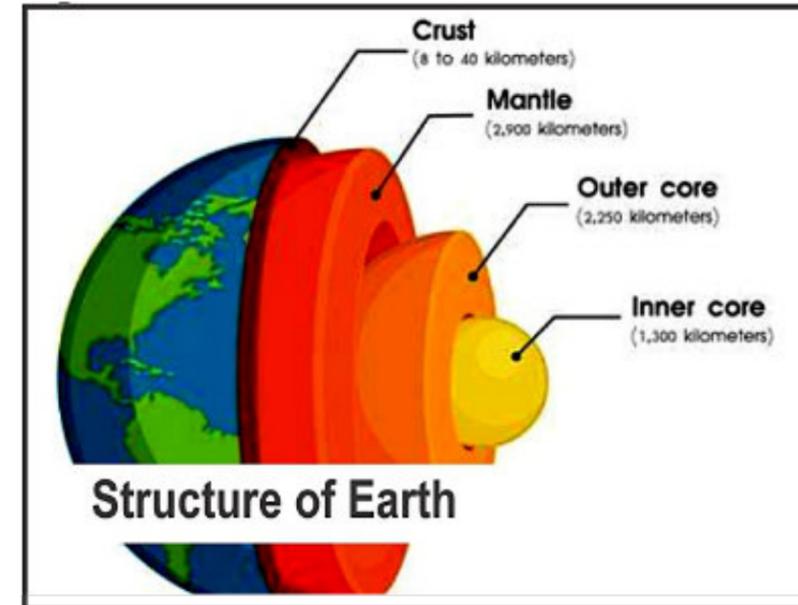


Figure 5A: Model showing the structure of Earth. Note that the oceanic crust is 6km 9(4mi). In contrast the continental crust is 40km(25mi) thick.

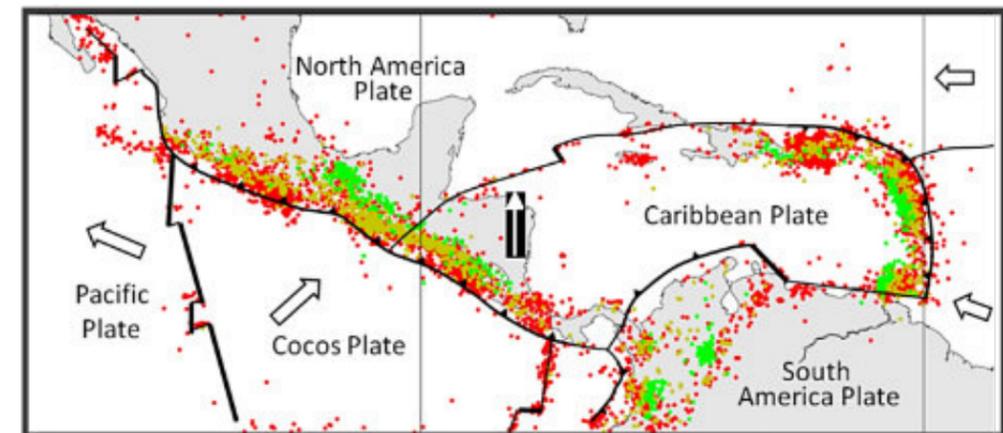


Figure 5B: Subduction at Caribbean and Cocos plates.

indicated that some scientists have proposed that shrinking ice sheets might result in the unloading of the continental crust causing decompression melting. This scenario could have resulted in more volcanic eruptions and caused the production of sufficient carbon dioxide to propel Earth into the current Sangamon Interglacial Stage (See Figure 2A).

Burley and Katz (2015) indicated that the geological record shows links between glacial cycles and volcanic productivity both subaerially and possibly along suboceanic ridges. Sea-level driven changes in pressure

could affect the chemical properties of mid-ocean volcanism. Such changes in pressure could affect chemical properties of mid-ocean volcanism both on a given segment and on a global scale. These workers stated that they developed a simplified transport model for a highly incompatible trace element moving through a homogeneous mantle. Variations in the concentration and the emission rate of the incompatible trace element would result in changes in the depth emissions rate of 53 Mt/yr or 91 Mt/yr for an average mantle CO₂ concentration of 125 or 215 ppm by weight in line with other estimates. This, in turn, would increase CO₂ emissions.

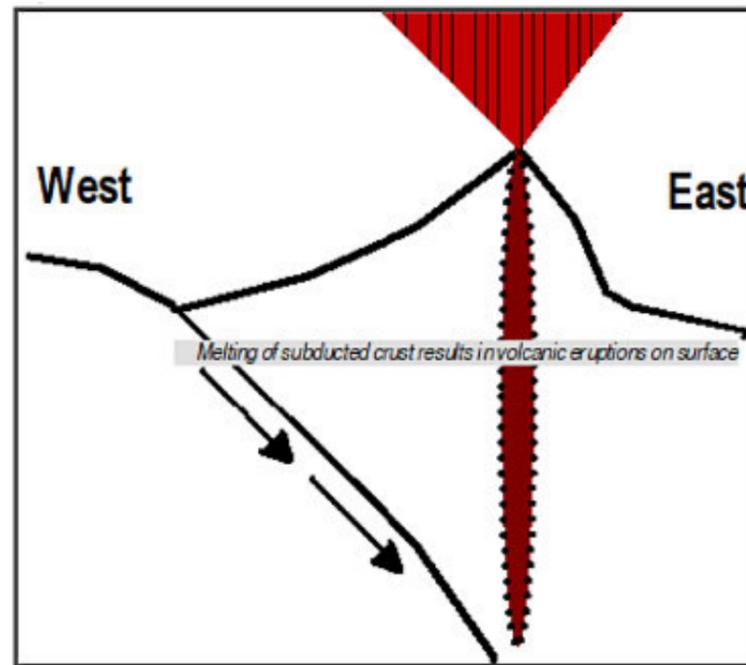


Figure 5C: Subduction of Cocos Plate resulting in volcanic in the Andes of western Argentina.



Figure 5D: Volcan Lanin, Patagonia, Argentina. Elevation 3,776m(12,388f).



Figure 5E: Villarrica Volcano from Chilean side of Andes; 750km(466.02mi) south of Santiago Chile.

A report by Tolstoy (2015) indicated that seafloor eruption rates and mantle melting fueling eruptions may be influenced by sea level and crustal loading cycles at scales from fortnightly (neap tides) to 100kyr. She indicated that this suggests that sea floor eruptions are sensitive to prolonged tidal unloading and this implies a response time that is generally longer than the diurnal and semidiurnal tidal fluctuations (See Figure 6 herein). It should be noted that neap tides occur during a period when the sun and the moon are at right angles to each other as opposed to a spring tide which occurs during a new and full moon (See Figures 7A, 7B).

MILANKOVITCH CYCLES

Milankovitch Cycles deal with long term variation in the orbit of the Earth which cause changes in climate over periods of thousands of years (See Lee 2012). Moreover, they are related to ice age cycles. Apparently, Issac Newton described the laws of motion and gravity and the orbit of each planet. He predicted the orbit of each planet relative to the influence of the sun and also the much weaker influences of all other planets as well as the moon.

According to Lee (2012) Milutin Milankovitch did not discover the cycles. He wasn't the first worker to calculate the cycles. However, he did improve the methods of calculating them and relating them to Earth's climatic variations. There are three cycles involved: the Procession

also called the Procession of Equinoxes; the Eccentricity of Orbit; and the Axial Tilt (See Figures 8A, 8B).

Procession of Equinoxes

According to Lee (2012) this cycle relates to the gravitational pull of the Sun and Moon on Earth's equatorial bulge and causes the Earth's poles to slowly wobble. Over a period of 25,000 years the polar axis traces out a circle with respect to the stars. At this time, the North Pole of the Earth points to Polaris and all other stars visible in the Northern Hemisphere appear to rotate around that star. In one half cycle (12,900 years), the North Pole will point to the star Vega which is located is forty-seven degrees away from Polaris (See Figure 8A). In another 12,000 years, the North Pole will be back to Polaris. Lee indicated that astronomers in 4,000 B. C. noted that the axis pointed to the handle of the big dipper (part of the Constellation Ursa Major) not Polaris which is at the end handle of the handle of the Little Dipper (Ursa Minor). Apparently, an effect of this change is at the time when the Earth is closest to the Sun termed "perihelion". At the moment the perihelion is on January 3. In the northern hemisphere slightly, warmer winters occur and the southern hemisphere has slightly cooler winters. Lee indicated that in 12,900 years the north will have colder winters because the Earth will be a greater distance from the Sun termed the "aphelion" in January. He stated that another aspect of this process is that it takes seven more

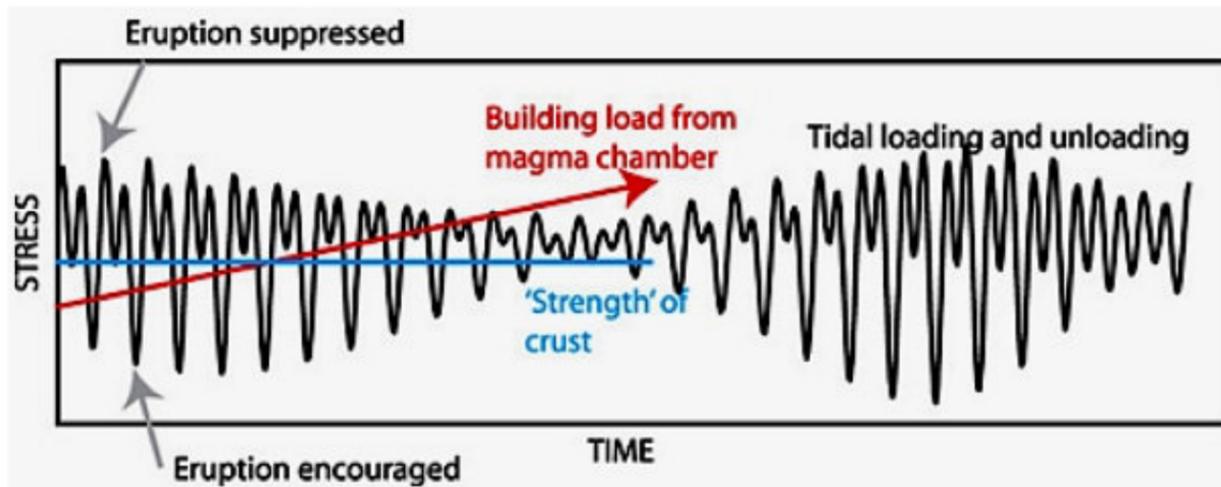


Figure 6: According to Tolstoy (2015, figure 2) --“the load from the magma chamber is building through time (red line). For an eruption to occur the “load function” must exceed the “strength function” (blue line) for a certain length of time (“response time”). When the load function the load is near the failure point, tidal stress will be pushing the alternately above and below the strength of the crust at diurnal and semidiurnal intervals. However, if the response time is greater than ~ 12-24 hours, the eruption would occur preferentially during the period of subdued tides, when the load function is more likely to consistently exceed the strength function for the response time (days).”

days for the Earth to travel from the vernal equinox to the autumnal equinox. Today winter is shorter in the northern hemisphere than that of the southern hemisphere. However, in 12,900 years the north will have longer winters and shorter summers.

Eccentricity of Orbit

According to Lee (2012) the Earth travels around the Sun along a flat surface called the plane of the ecliptic because eclipses occur when the Moon intersects this plane (See Figure 8A). The plane is slightly elliptical with the Sun just off center as one ‘foci’ of the ellipse. Gravitational pull from the other planets results in the path of becoming slightly more or less elliptical and results in a flattened circle. Venus because it is closest to the Earth and Jupiter because it so massive and large have the greatest effect on eccentricity. Lee indicated that there are peaks of eccentricity every 95,000 years, but superimposed on those are large peaks at 125,000 and 400,000 years. He stated that when the orbit is more elliptical, the perihelion is closer to the Sun and the aphelion is farther away than when the orbit is more circular.

Axial Tilt

According to Lee (2012) the axis of rotation intersects the plane of the ecliptic at an angle and that angle changes over a period of time (See Figure 8A herein). This change is due to the fact that the Moon’s orbital path is not precisely along Earth’s plane of the ecliptic. As a result, the Moon’s gravitational attraction does not vary over time. Not only does the axial tilt vary over time, but the plane of the ecliptic varies as well. As a consequence, the plane of obliquity of the axis varies on a 41,000-year cycle and varies from 22.1 degrees to 24.5 degrees from a line perpendicular to plane of the ecliptic. The current value is approximately 23.44 degrees.

SOLAR FLARES

Figure 9 shows temperature versus Solar Activity. The red line shows global surface temperature whereas the yellow line shows energy received from Sun in watts. The lighter thinner lines show yearly levels whereas the heavier thicker lines show the eleven-year average trend. According to NASA’s Global Climate Change report the amount of solar energy Earth has followed the Sun’s natural eleven-year cycle. However, over the same period

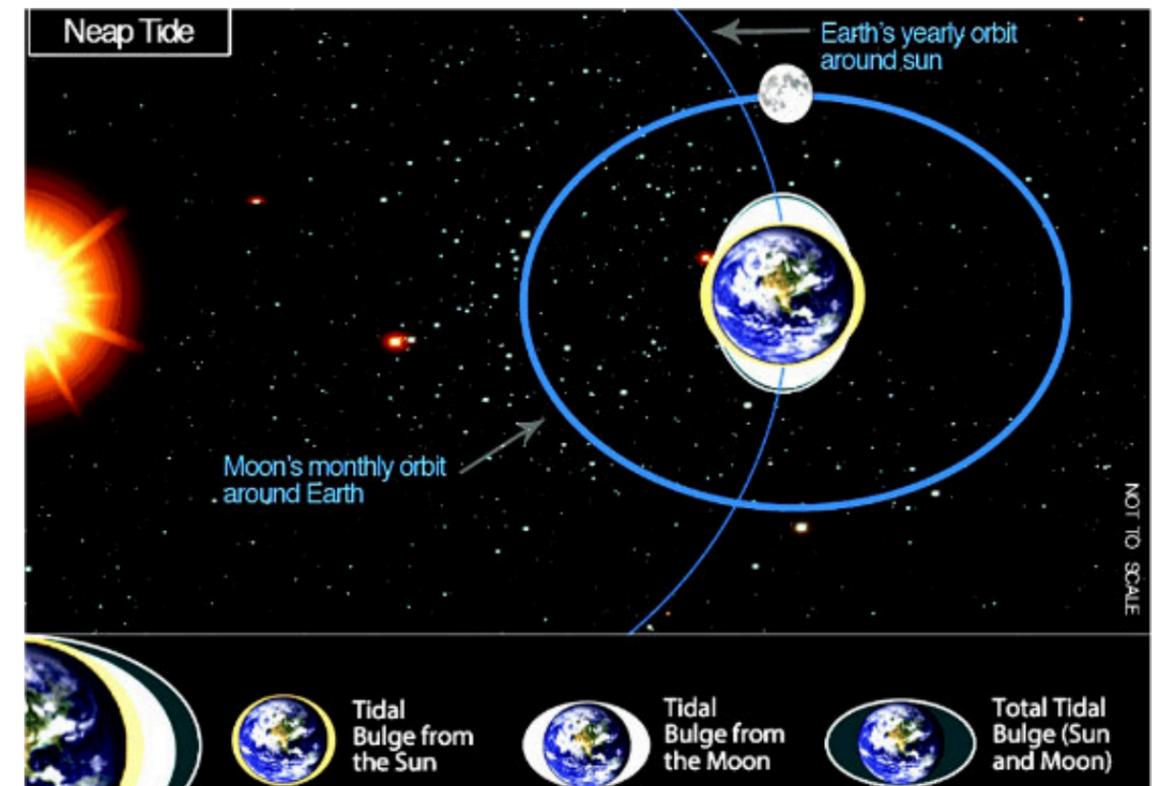


Figure: 7A. Model showing Neap Tide

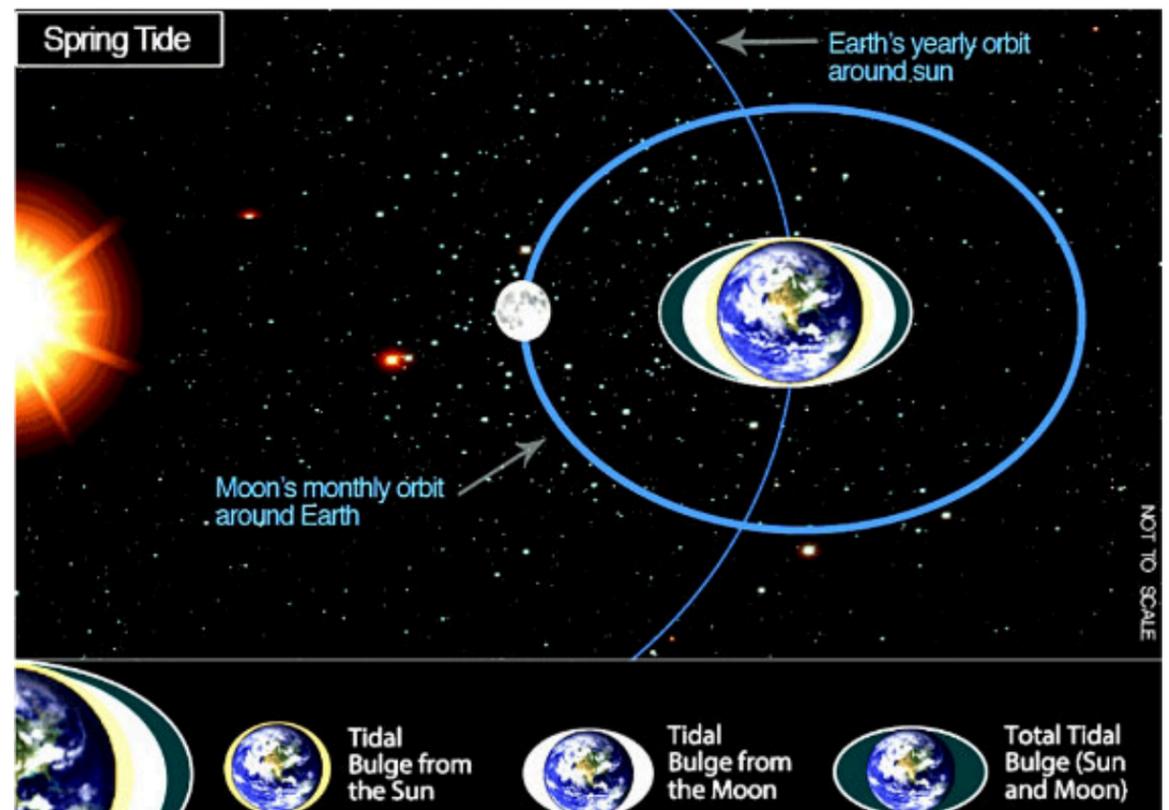


Figure: 7B. Model showing Spring Tide.

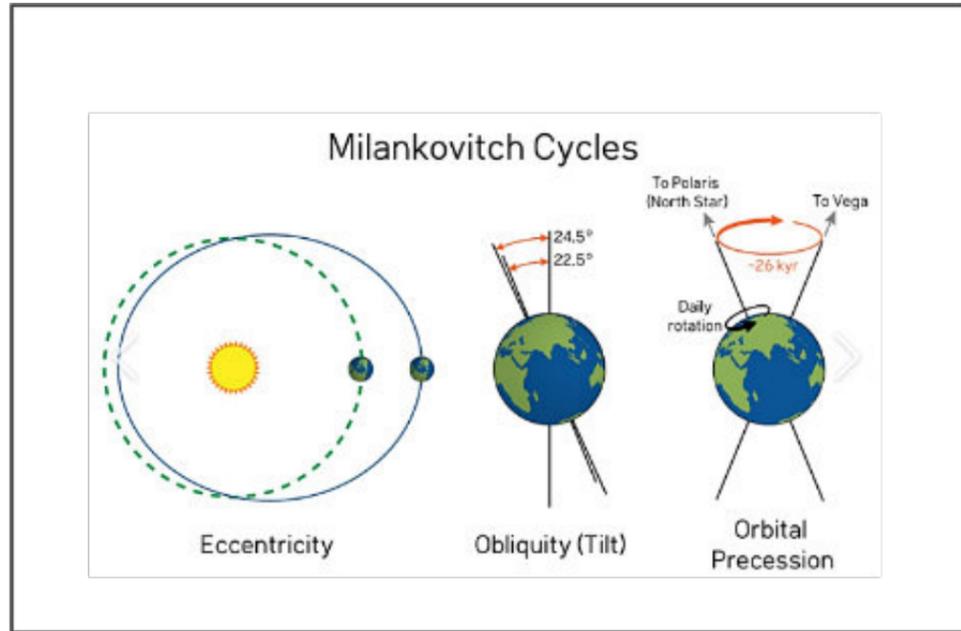


Figure 8A: Milankovitch Cycles Eccentricity-Obliquity (Tilt)-Orbital Precession. From Lee (2012).

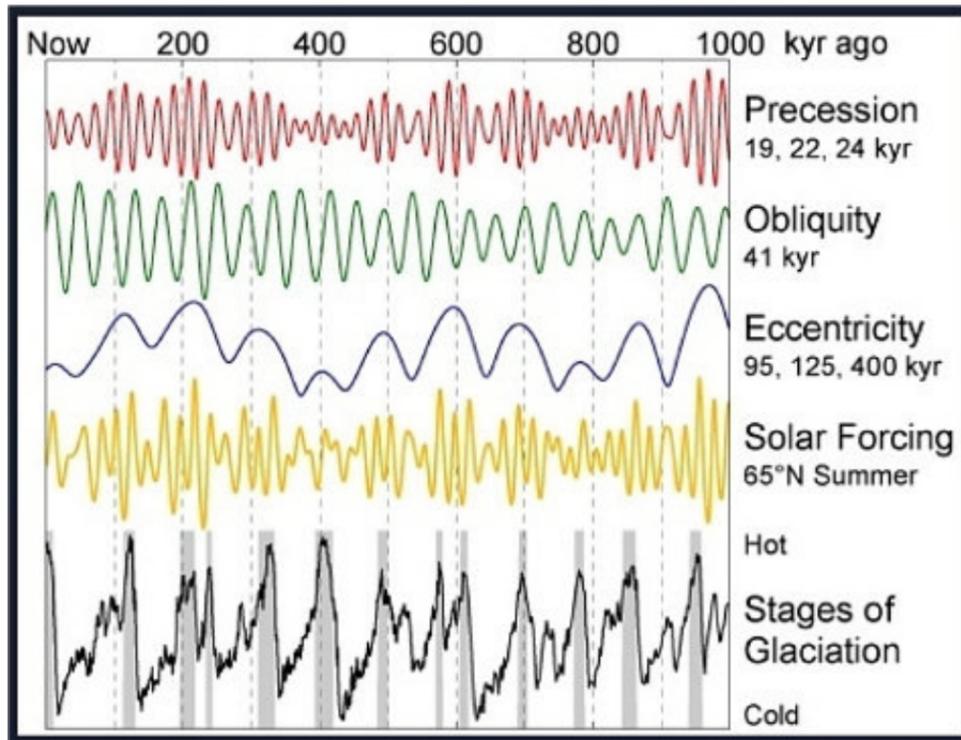


Figure 8B: Milankovitch cycles over past 1,000,000 years. From Lee (2012).

of time global temperatures have increased markedly. Hence, it is highly unlikely that the Sun has caused global temperature changes over the past fifty years. This change during recent decades is too large to be caused by solar activity and is too rapid to be linked to changes in the Earth's orbit.

HOLES IN IONOSPHERE

According to Goncharenko et al. (2018) sudden stratospheric warmings are frequently used in research to shed light on a variety of mechanisms and processes that link different regions of the Earth's atmosphere across a wide range of latitudes. Previous investigations indicated that large and long-lasting anomalies created by sudden

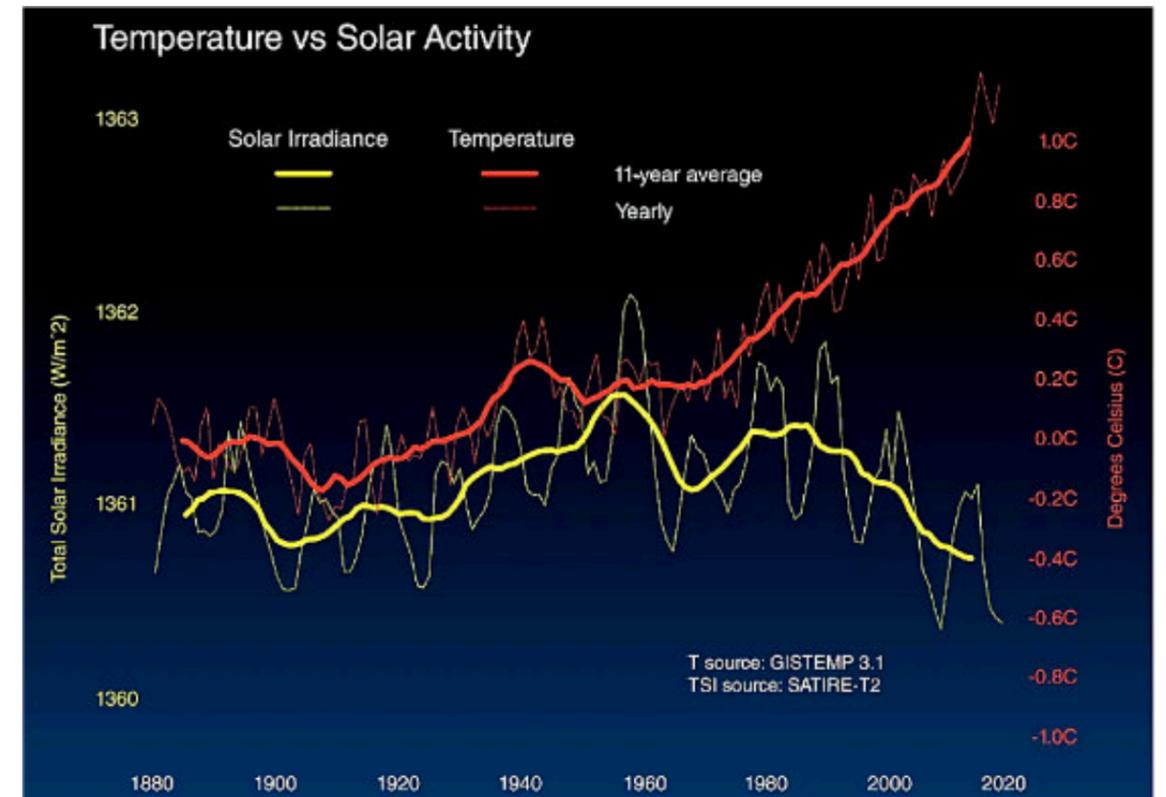


Figure 9: Temperature versus Solar Activity. Red line shows global surface temperature. Yellow line shows energy received from Sun in watts. The lighter thinner lines show yearly levels whereas the heavier thicker lines show the eleven-year average trend.

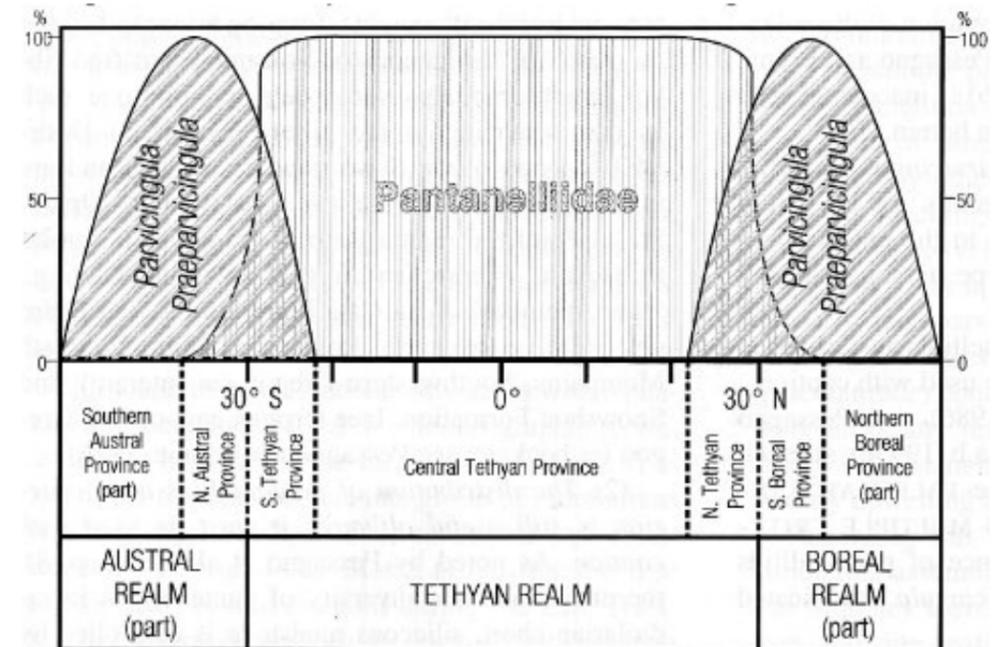


Figure 10: Paleolatitudinal model based on abundance of Pantanellidae and Parvicingulidae in Boreal, Tethyan, and Austral Realms during the Jurassic and Cretaceous. Radiolaria from red manganese upper Tithonian ribbon chert and pelagic limestone occurring in pillow lavas of the ophiolite complex indicate that the Caribbean plate came from the Southeastern Pacific in the Southern Part of the Tethyan Faunal Province or the Northern Austral Faunal Province.

stratospheric warmings in the Earth's daytime ionosphere. However, Goncharenko et al. (2018) found that in addition to these daytime changes, large changes also occurred at night. A major warming occurred in January 2013; this created a deep hole in the upper atmospheric wind system covering half of the Earth. Moreover, it led to a decrease of electron density by a factor of 2 to 4. This data suggests that strong disturbances occurred in the upper atmosphere wind system in a wide region from middle latitudes in the Northern Hemisphere to middle latitudes in the Southern Hemisphere.

SERPENTIZATION AND DE-SERPENTINIZATION OF MID-OCEAN RIDGES

As noted by Pessagno (1972), Hess (1954a,b; 1955) introduced a hypothesis based on the serpentinization and de-serpentinization of the oceanic crust along oceanic ridges which he termed "The Hypothesis of Sub-Mohorovičić Serpentinization". According to Pessagno (1972), Hess (1954a, 1954b, 1955) proposed that epeirogenic movement under the mid-ocean ridges or for that under the continents could be a direct result of a phase change in the upper mantle. Assuming the mantle consisted of peridotite and using the well-known Bowen and Tuttle (1949) equation (See Figure 1B herein), Hess proposed that if water leaked across the 500°C isotherm, a twenty-five percent volume increase in the upper part of the mantle would occur. This, in turn, would result in the rise of the sea floor accompanied by a rise in the sea level world-wide and result in a period of global warming. In contrast, a twenty-five percent volume decrease in the upper mantle due to convective overturn or basaltic intrusion would cause de-serpentinization of the upper mantle and, in turn, cause sea level to fall resulting in cooling and eventually produce continental glaciation.

CONCLUSIONS

Although there is little question that man has contributed to global warming, there is a new body of scientific data that indicates that global warming is caused by a number of processes that make mankind's contributions miniscule. The picture that one sees is very complex. The Earth's

climate is warming up due to heating along oceanic ridges; Milankovic Cycles; heating caused by solar flares; and heating caused due holes in the Ionosphere. However, there is another important geological explanation that may trump all of the forementioned causes. As noted by Pessagno (1972), Hess (1954a,b; 1955) introduced a hypothesis based on the serpentinization and de-serpentinization of the oceanic crust along oceanic ridges which he termed "The Hypothesis of Sub-Mohorovičić Serpentinization". According to Pessagno (1972), Hess (1954a, 1954b, 1955) proposed that epeirogenic movement under the ocean basins or for that under the continents could be a direct result of a phase change in the upper mantle. Assuming the mantle consisted of peridotite and using the well-known Bowen and Tuttle (1949) equation (See Figure 1B herein), Hess proposed that if water leaked across the 500°C isotherm, a twenty-five percent volume increase in the upper part of the mantle would occur. This, in turn, would result in the rise of the sea floor accompanied by a rise in the sea level resulting in a period of global warming. In contrast, a twenty-five percent volume decrease in the upper mantle due to convective overturn or basaltic intrusion would cause de-serpentinization of the upper mantle and, in turn, cause sea level to fall and eventually cause continental glaciation.

The fact that serpentinization did occur in the geologic past is well-substantiated by the occurrence of serpentine in all ophiolites throughout the world. A few classic examples include the Coast Range Ophiolite in California, the Josephine Ophiolite of Southwestern Oregon, and the Samail Ophiolite in Oman in the Persian Gulf area (See Hopson, et al., 1975 1981, 2008; and Tippet et al. 1981). It is noteworthy that all of these ophiolites have red, iron-rich, manganiferous radiolarian cherts included within the basaltic pillow lavas in the upper part of the ophiolite successions.

REFERENCES CITED

Bowin, N. L. and Tuttle, O. F., 1949. "The system of MgO-SiO₂ - H₂O". Geol. Soc. America Bulletin 69(60): 439-460.

Burley, M. and Katz, R., 2015, "Variations in mid-ocean ridge CO₂ emissions driven by glacial cycles". Earth and Planetary Science Letters. 426: 246-258.

Goncharenko, L. P., Coster, A. J., Zhang, S. R., Ericson, P. J., Benkevitch, L., Aponte, N., Harvey, V. L., Reinisch, B. W., Galking, I., Spraggs, M., and Hernandez-Espiet, 2018. "Deep Ionospheric Hole Created by Sudden Stratospheric Warming in the Nighttime Ionosphere". Journal of Geophysical Research: Space Physics. 123(9): 7149-8061.

Hopson, C. A., Frano, C. J., Pessagno, E. A., and Mattinson, J. M., 1975. "Preliminary report and geologic guide to the Jurassic ophiolite near Point Sal, southern California Coast". *Geol. Soc. Amer., Cordilleran Sect. 72nd Ann. Mtg., Field Trip 5 Guidebook*: 36 p.

Hopson, C. A., Mattinson, J. M., and Pessagno, E. A., Jr., 1981. "Coast Range Ophiolite, Western California". In *The Geotectonic Development of California*: ed. W. G. Ernst, *Prentice Hall*: 419-510, figs. 14-1-14-14.

Hopson, C. A., Mattinson, J. M., Pessagno, E. A., Jr., and Luyendyk, B. P., 2008. "California Coast Range Ophiolite: Composite Middle and Upper Jurassic lithosphere". In Wright, J. E. and Shervais, J. W., editors "Ophiolite, arcs, and batholiths: A tribute to Cliff Hopson. Geological Society of America Special Paper 438: 1-101.

Lee, J., 2012. "Milankovitch Cycles". The Encyclopedia of Earth.

Milankovitch, M., 1941. "Canon of Insolation and the Ice-Age Problem." Israel Program for Scientific Translations.

Montgomery, H., Pessagno, E. A., Jr., and Muñoz, I., 1992. "Jurassic (Tithonian) Radiolaria from La Desirade (Lesser Antilles): Preliminary Paleontological and Tectonic Implications". *Tectonics*: 11(6): 1426-1432.

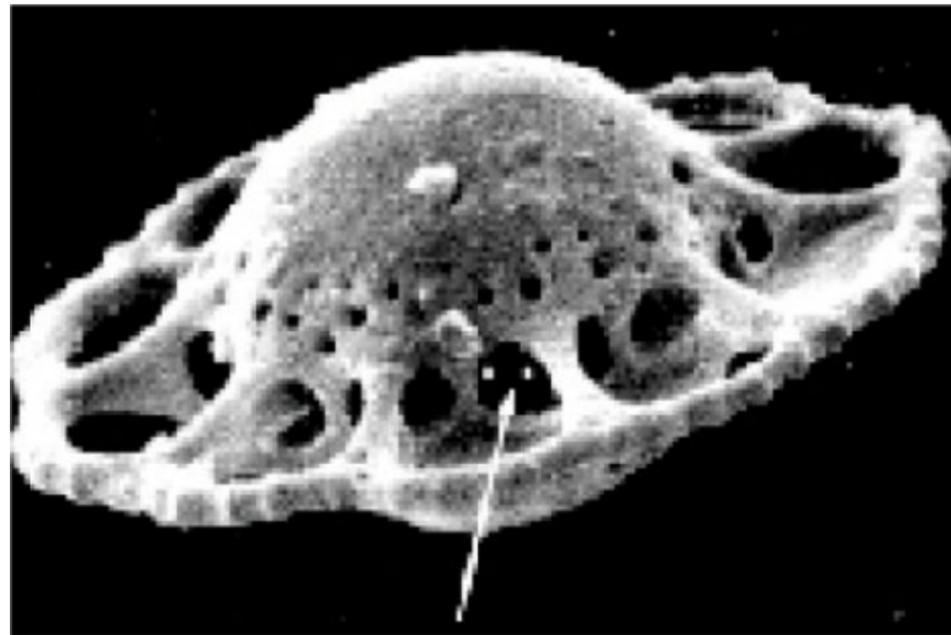
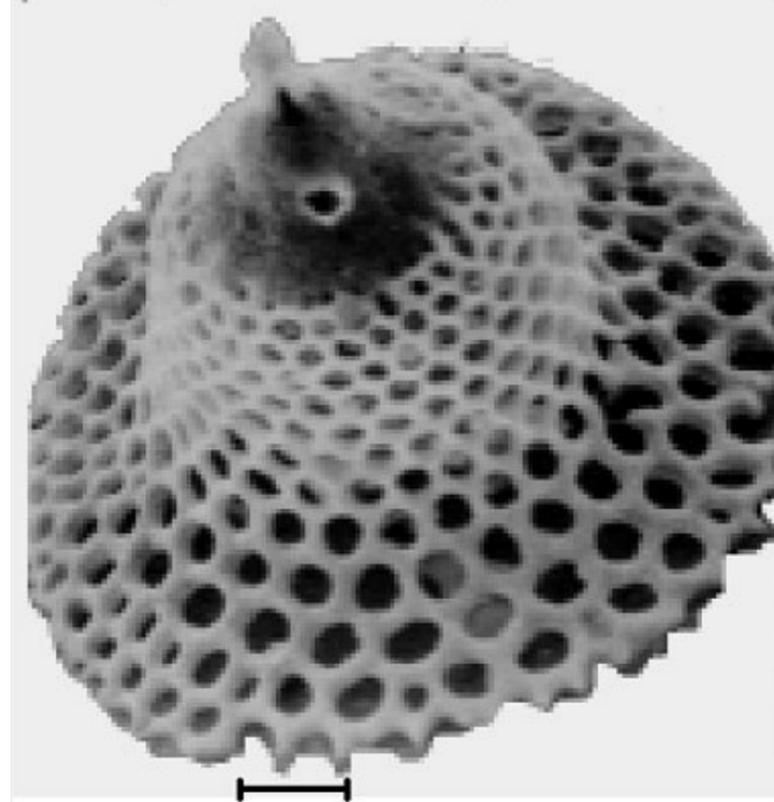
Pessagno, E. A., Jr., 1972. "Pulsations and Interpulsations in Sea Floor Spreading": p. 67-73. In Geological Society of America Memoir 132: Studies in Earth and Space Sciences. A memoir in honor of Harry Hammond Hess. p. 1-679. Edited by Reginald Shagam and others.

Rosen, Julia. 2016. "Reading the ridges: Are climate and seafloor connected?". Earth The science behind the headlines: 1-6.

Tippit, P. R., Pessagno, E. A., Jr., and Smewing, J. D., 1981. "The biostratigraphy of sediments in the volcanic unit of the Samail Ophiolite". *Jour. Geophysical Research*: 86, (B4): 2756-2762.

Tolstoy, M., 2015. "Mid-ocean ridge eruptions as a climate valve". Geophysical Research Letters 42: Issue 5: 1346-1351.

Neosciadiocapsa diabloensis Pessagno Scale = 100 microns



Saturniforma abastrum Pessagno from Yolo Formation, Upper Cretaceous, California Coast Ranges. Scale = 150 microns. Approximately, one quarter the size of a pin head. SEM images by **Dr. Emile Pessagno**.



Concreciones carbonáticas, perfectamente alineadas según el plano de estratificación y de escala decimétrica a métrica, de la base de la Formación Vaca Muerta, Arroyo Mulichinco, Cuenca Neuquina, Argentina. Fotografías provista por el **M. en C. Jesús S. Porras**.



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

A PERSONAL HISTORY OF MESO-AMERICAN GEOLOGIC PROJECTS BETWEEN 1965 AND 2022

In which

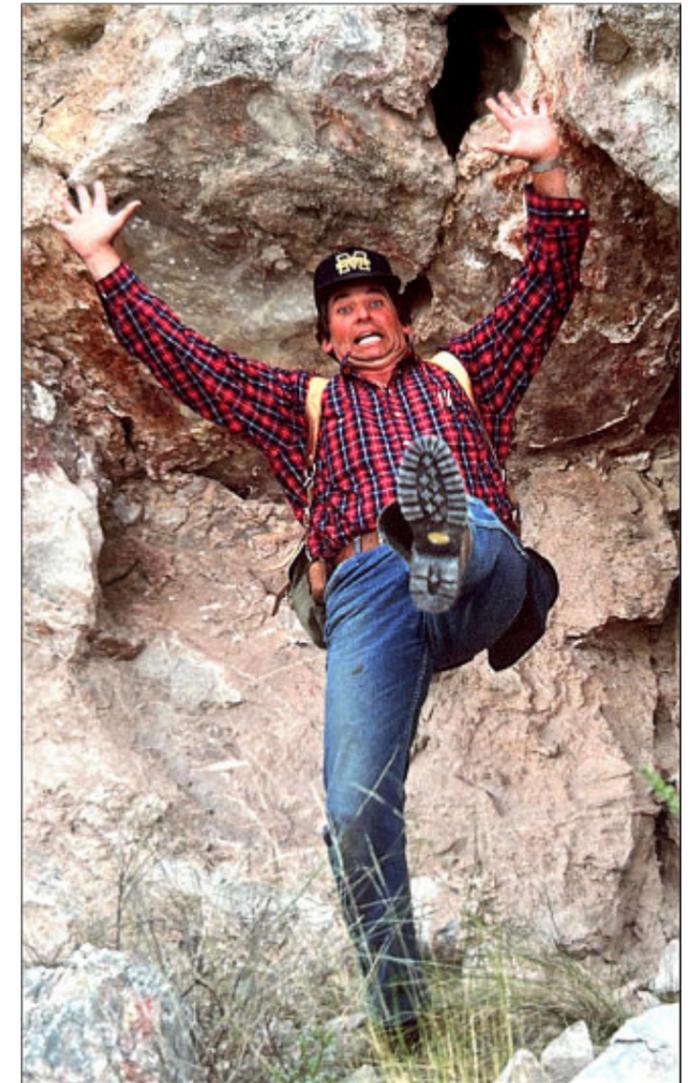
Thomas H. Anderson and colleagues participated

Much, if not most, of my research, and that of students, has pertained to extensive field projects in Latin America including western Guatemala; Sonora, Coahuila, and Zacatecas, Mexico; and Puerto Rico. I outline an approximate temporal history below and provide a summary of activities and participants followed by some references to early activities.

The initial project involved mapping La Democracia quadrangle, which is in western Guatemala and abuts the state of Chiapas, Mexico. The project, in co-operation with George H. Davis and Alston Boyd III, was part of a program of mapping in the Caribbean region initiated by Harry Hess (Princeton University). Some mapping had already begun involving Rice and UT (Austin) students. Nick Donnelly, a former Hess student, who was a professor at Rice, had mentored student projects in a number of Caribbean locations (e.g. Ed Lidiak [Puerto Rico] and Muehlberger (UT (Austin) was advising Clemons south of the Motagua fault in Guatemala.

In Central America, the project was part of large effort, managed by Gabriel Dengo, also a graduate of Princeton. In an effort to accelerate and expand the acquisition of field information along the great Central America fault zones, Donnelly had contacted William Muehlberger at University of Texas, Austin in the hope of recruiting yet additional students who might work in western Guatemala among the high, rugged, ranges, near the faults.

Three candidates (Anderson, Boyd III, and Davis) for Master degrees accepted the offer to participate in a



Anderson grappling with structure in Late Jurassic-Early Cretaceous gypsum, San Julian uplift, Zacatecas.

mapping project. Otto Bohnenberger, a geologist at the Guatemalan Geological survey, described La Democracia, as mainly a high, rolling upland, which it was in small part. However, in the main, it is very rugged upland, with about 3000 m of maximum relief! Fortunately, Boyd III had a vehicle and together with a ¾ ton weapons carrier, we managed to cover the ground in the 3 months allocated. During the first week we chose to make a long traverse along which we had to cross a small, swift river and then

climb up a steep valley wall. Along the way each of us got thirsty. Boyd III, who had worked a bit in Haiti, cautioned against drinking from small streams. Nevertheless, I finally took some gulps, which I rued when we encountered a boy washing his horse upstream. Subsequently, I learned that I drank from the local sewer. It was a bad night and bad walk out the next day. Live and learn!

The Pan-American Highway, which entered Guatemala from Mexico wound through La Libertad quadrangle before reaching the Chixoy-Polochic fault, the most northerly of the regional east-west faults extending across Guatemala. During each of our monthly reports to Guatemala City, we ventured east along the un-paved Pan-Am highway through very large canyons cut through massive, Permian, Chochal Limestone by Rio Selegua, which flowed directly along the fault zone until, near Colotenango, the river bends to the northwest toward Chiapas.

The trips to Guatemala City were punctuated by restaurant meals that interrupted our normal diet of corn tortillas (freshly made) and black beans or, corn tortillas, peanut butter and jelly or, corn tortillas and whatever. Not bad, just a lot of corn tortillas! In Guatemala City I was the weak player consistently managing to find some bad bug.

In the field it was not unusual to encounter exceptionally bad-tempered dogs that were rather intimidating. However, it was countered by marimba music that we very much enjoyed especially when we were away from roads and someone played outside a wayside home high in the mountains. We experienced some startling juxtapositions such as a village square where some villagers went into church across the square from a large cross implanted in a mound of idols surrounded by local gentry burning incense and sacrificing chickens as young kids played basketball in the middle of the square!

Each of us spent the following year writing a thesis. I was so intrigued by the impressive topography and geology along the Chixoy-Polochic fault, as well as the sharp change from Late Paleozoic sedimentary strata on the north to a complex of crystalline units to the south that I

chose to return to try and learn more during the course of Ph.D. research. The vegetation was quite thick and normally I strived to get as high as possible by vehicle and then made my way down deeply incised valleys. Although the exposures were somewhat limited they clearly included a diverse array of crystalline and sedimentary rocks juxtaposed against less deformed late Paleozoic carbonate and clastic strata across the fault. Although I encountered zoisite-bearing rocks I did not appreciate their significance, as the working hypothesis at that time was that exposures of peridotite and possibly other deep seated, high pressure rocks were likely intrusive.

Late in the mapping, I was visited by Frank Stehli (Case Western) who was conducting research aimed at assessing new (at that time) plate tectonic concepts by studying the Permian positions of continents via interpretations of climate recorded by fossils. I had come upon an exposure of Permian strata at the top of the Cuchumatanes and the position of the range, not far from the equator, was of interest. (A fascinating aside is that also on top of the range there are robust indications of Recent glaciation, unusual for a non-volcanic range. I found it amusing that Stehli was looking for the Permian equator on a range near the equator, which had been glaciated!!) Stehli asked about my intentions after grad school and I mentioned that I had no plans but that I was frustrated by not being able to recognize the amount of displacement along the Chixoy-Polochic fault. Stehli mentioned that he knew of a researcher at Caltech named Lee Silver, who had interest in establishing the offset along a big fault called the San Andreas.

I returned to Texas at the end of the summer of 1967 and began to plug along working upon the dissertation determined to do a bang-up job. Upon returning to Texas, I also prepared to participate in leading a field trip to Guatemala as part of the GSA National Meeting in New Orleans. During the field trip, stops were to be made along the Chixoy-Polochic fault, which at that time was considered to be related in some fashion to the new ideas about plate tectonics. As luck would have it the stops in the San Sebastian quadrangle, about which I had some

information, were dropped due to time constraints and I was assigned to describe relations along the fault but outside the mapped area. The trip was attended by a number of well-known geologists at the time including John Rodgers from Yale. At an evening get-together Rodgers' comment to me was -- "Why are you leading this trip". Speechless. Bad day!

Upon return from the field trip I began to "polish" (??) the dissertation when, after some months, I learned that Silver was interested but not too optimistic about support. I decided to re-focus attention upon the dissertation when suddenly I learned that post-doc was on and I should be at Caltech by the end of the summer. I had prepared a presentation for the 1968 GSA meeting, which was to be in Mexico City, and soon after my arrival in Pasadena, preparation began for an extensive driving trip down the length of western Mexico. After the meeting, Silver and I, along with wives and Silver's lab tech, drove south to Oaxaca, where we visited localities from which we collected gneiss inferred to correlate with the Grenville orogeny. We crossed the Sierra del Sur and slowly made our way along the coast where a recent hurricane had devastated roads and bridges. Major rivers were crossed at night, via ferries and after a rather harrowing trip we arrived at our hotel in Acapulco at 4 am! On the way to Pasadena we paused to collect samples from western Sonora, purported to be Precambrian.

Back in Caltech I began a crash course in zircon geochronology interspersed with trips throughout southern California and Arizona aimed at familiarizing me with key Precambrian rock units. Concurrently, I made multiple collecting trips with Silver as well with his students and staff to Sonora. A principal objective was to locate the source of anorthosite that formed striking exposures in the San Gabriel Mountains behind Pasadena. The outcrops, which lie east of the San Andreas fault, were assumed to be a key to understanding some of the newly recognized processes associated with plate tectonics as well as related, regional, strike-slip faults such as the San Andreas. After about a year, we had generated sufficient data to offer a presentation on Precambrian units from

small, low, hills, west of a farming community called Caborca. The presentation of ca. 1.7 ages from basement gneiss was made at a GSA Cordilleran section meeting attended by John Rodgers, who at the time was President of the Geological Society of America. After I completed the talk, Rodgers approached Lee Silver and said, "Lee, you don't believe any of this, do you?" Whew, another bad interaction with John Rodgers! Well, of course Silver strongly believed the ages and responded that if Rodgers visited Caltech, he could learn all about uranium-lead ages from zircon.

Silver had pursued study of the application of uranium and lead in zircon in order to determine interpreted ages of crystallization of magmatic rocks concurrent with field studies of Precambrian units in Arizona, where he conducted reearch for the Ph.D. As the results of the zircon analyses from collections across the southwest of the USA subsequently, accumulated it became obvious that two principal basement domains were dominant. An older domain, on the north, called Yavipai, characterized by magmatism between 1.8 and 1.7 Ga and a younger suite called Mazatzal/Pinal (1.7 – 1.6 Ga) shared a contact that extended southwest from New Mexico across Arizona toward the San Andreas fault, along which right-lateral displacement is recorded. In light of the relationship between the major San Andreas dextral fault that apparently would have truncated the contact between the Precambrian domains and transported the older Yavipai rocks to the north, the presence of the older rocks in western Sonora was perplexing! In addition, we found exposures of Pinal schist in northern Sonora. A search for the contact between the Precambrian domains ensued. In vicinity of the town of Caborca, we discovered Paleozoic strata, similar to exposures far to the north near Death Valley, juxtaposed against middle Jurassic magmatic rocks. So for the next few years, I travelled back and forth to Sonora collecting samples of igneous rocks with the hope of gaining understanding of the complex rock relationships. In 1974, Silver presented a paper in which we proposed that a Jurassic fault with 800 km of sinistral movement caused the strange tectonic geometry. Needless to say our interpretation was very controversial!

Nevertheless, it was time for me to leave Caltech and I was fortunate to land a job at the University of Pittsburgh in the Fall of 1974. I restarted field work in western Guatemala with the help of students. Our goals were to extend knowledge of the fault to the border with Mexico. However, no road continued along the fault to the west and so we packed some mules and set up camp, with some friendly scorpions, in Canibal, Guatemala. Between about 1975 and 1981, at the same time students were studying the Cuilco-Selegua segment of the Chixoy-Polochic fault and I was mapping in Canibal quadrangle, I took advantage of the paleomagnetic facilities at Pitt. With the help of Vic Schmidt and Karen Kluger-Cohen, we initiated a project to utilize paleomagnetic data to assess movement along the inferred Mojave-Sonora Megashear by analyzing cores from outcrops of Mesozoic strata at Antimonio, in western Sonora. Contemporaneously, I began a co-operative program with George Davis to extend knowledge of “core complexes” into Sonora based upon exposures at Sierra Mazatan, east of Hermosillo. In 1977, I spent a semester at UNISON as a visiting professor that provided opportunities for a number of field trips to Sierra Mazatan and other areas of Tertiary deformation.

In 1979, in conjunction with the GSA San Diego meeting I led a fieldtrip to Sonora. At the time, we had not discovered an exposure of the inferred fault trace and I did a poor job of convincing attendees that a really, big, fault cut across Sonora. However, I did put together a field guide that contained some key information along with research results. Furthermore, among the attendees were Jim McKee and Norris Jones, who were studying a Jurassic fault in Coahuila and who had become aware of the megashear. Early in 1980’s, McKee and Jones invited me to co-operate in their study of the Las Delicias basin, Coahuila. So, I began commuting from Sonora, where a group of fine students, including Jose Luis Rodriguez-Castaneda, were mapping along the inferred trace of the megashear, and Coahuila, where McKee and Jones were documenting the great slides of Late Paleozoic strata into Las Delicias basin. All the while, I was hoping to begin mapping in the San Julian uplift, where Diego Cordova, a future director of the geological institute, had mapped

Taray Formation. I wanted to assess the possibility that the megashear passes between the Coahuila and San Julian uplifts. After a few field seasons it became clear that Jurassic magmatic rocks along with the mélange-like Taray Formation cropped out south of the inferred trace of the megashear. From San Julian, the three of us expanded reconnaissance eastward to Real de la Catorce and Huizachal.

Meanwhile, I struggled to gain better understanding of Cretaceous folds in Sonora that would perhaps, yield insight into the effects of older Jurassic deformation. In an effort to unravel the timing, Mary Beth Kitz conducted mapping in Sierra Azul, south of Cananea. She concludes that the folds there, are related to gravity-driven slides, not regional contraction. The results stimulated me and the McKees’ to investigate Mesozoic basins in northeastern Sonora. We pursued studies there until about 2000 after which we conclude that basins there, which filled in middle Jurassic, also contain early and late Cretaceous strata, strongly affected by gravity sliding.

Between 1998 and 2008 I worked in Puerto Rico with Ed Lidiak and Daniel Laó-Dávila to gather information pertaining to regional structural relationships especially those having to do with emplacement of serpentinite in the southwestern corner of the island.

ACKNOWLEDGEMENTS

In Guatemala, the Instituto Geografico Nacional of Guatemala through its Geology Division headed by Oscar Salazar provided support for much basic mapping. Oscar Salazar, Sam Bonis and Otto Bohnenberger facilitated research. James Kilburg, Melissa Sandstrom and Richard Erdlac contributed mapping in western Guatemala. In Sonora, geologists of the Instituto de Geología (Universidad Nacional Autónoma de México) including Juan Carlos García y Barragán, Carlos González-León, and César Jacques-Ayala led field trips and talked over data, along with Jesus Nájera, Jaime Roldán-Quintana, and Guillermo Salas, former directors of the Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología in Hermosillo, who at times provided logistical support. Support and

interactions with the Universidad de Sonora, and the Consejo de Recursos Minerales helped materially. Diego Arturo Córdoba Méndez, Jose Guerrero and Fernando Ortega-Gutierrez, former Directors of the Instituto de Geología, UNAM, provided encouragement and support during the course of this work. Jose Luis Rodríguez-Castañeda of the Estación Regional del Noroeste office, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) contributed decades of field support and information during his activities as a student and professional geologist. Other University of Pittsburgh students, including J. Chepega, K. Cohen, C. Connors, F. Corona, J. Dembosky, M.B. McKee, and W. Stephens conducted extensive field mapping projects of largely geologically unknown areas. Gordon Haxel, Dick Tosdal, Patti Campbell, and Jon Nourse provided constructive critical assessments of developing ideas.

Photographs in La Democracia quadrangle are courtesy of George Davis. Photographs in northern Mexico are courtesy of Mary Beth Kitz McKee.

By Thomas H. Anderson, August, 2023

SCHEDULE OF ACTIVITIES

1965 - Mapping in western Guatemala-La Democracia quadrangle with Alston Boyd III and George Davis

1967 – Mapping in western Guatemala – San Sebastian Huehuetenango quadrangle

1967 GSA New Orleans meeting Field trip to Guatemala

1968-1974 -- Post-doc Caltech --Reconnaissance in Oaxaca, Sinoloa, and Sonora followed by repeated collecting trips to Sonora.

Mainly 1975 – 1981; Guatemala – Student research along the Cuilco-Selegua segment of the Chixoy-Polochic fault and mapping Canibal quadrangle (Anderson) and adjacent areas (Erdlac, Kilburg, Sandstrom) and Sonora, Mexico involving initial student mapping and paleomagnetic study related to assessment of the Mojave – Sonora hypothesis (Kluger-Cohen).

1979 – GSA San Diego meeting Sonora Fieldtrip; Initial co-operation with Jim McKee and Norris Jones

Early 1980’s Initiation of co-operative mapping by McKee, Jones, and Anderson, Las Delicias basin, Coahuila

1980 – 1997 - Sonora, Mexico – Student mapping projects along inferred trace of Mojave – Sonora megashear (Chepega, Connors, Corona, Kitz-McKee, Kluger-Cohen, Rodriguez-Castaneda, Stephens)

1987 – 1990 Research on the Jurassic arc, Zacatecas with McKee, Jones, and Kitz-McKee

1990 – Reconnaissance Sierra de La Catorce, San Luis Potosi

1991 – 2000 Mapping Mesozoic basin formation, mass-gravity sedimentation, and inversion in northeastern Sonora (with Jim and Mary Beth McKee) and San Antonio basin (Jose Luis Rodriguez-Castaneda).

2000+/- -- Structural mapping (with Patti Campbell) of exposures of mylonitic rocks inferred to mark the trace of the Mojave-Sonora megashear.

1998 - 2015 – Puerto Rico with Ed Lidiak - regional studies and analysis of emplacement of serpentinite (Lao-Davila)

SELECTED BIBLIOGRAPHY

Anderson, T., 1967, Road log: Huehuetenango --El Tapon, in Bonis, S., ed., Excursion guide book for Guatemala: Instituto Geografico Nacional Guatemala. Geol. Bull. no. 4, p. 4-10.

Anderson, Thomas H., 1968, First Evidence for Glaciation in Sierra Los Cuchumatanes Range, Northwest Guatemala [abs.]: Geological Society of America Abstracts with Programs, Special Paper 121, p. 387.

Anderson, Thomas H., 1968, Pre-Pennsylvanian and Later Displacement Along Chixoy-Polochic Fault Trace, Northwestern Guatemala [abs.]: Geological Society of America Abstracts with Programs, Special Paper 121, p. 6-7.

Anderson, T. H., and Silver, L. T., 1969, Mesozoic magmatic events of the northern Sonora coastal region, Mexico: Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 1, p. 3—4.

Anderson, T.H., Silver, L.T., 1971. Age of granulite metamorphism during the Oaxacan orogeny, Mexico. Geol. Soc. Am. Abst. Prog. 3, A492.

Clemons, R.E., T.H. Anderson and B. Burkart, 1971, Stratigraphy of northwestern Guatemala: Sociedad Geologica Mexicana Bol., v. 32, p. 145-158.

Anderson, Thomas H., Leon T. Silver, Diego Cordoba, Maria Pearson, and Geraldine Baenteli, 1972, Geochronologic Observations Concerning the Crystalline Complexes of Sonora and Oaxaca, Mexico: Memoria Vol., II National Convention of the Geol. Soc. of Mexico, p. 115-123.

Kesler, Stephen E., Raul Ascarrunz-K, and Thomas H. Anderson, 1972, Exploration Guides for Pb-Zn Mineralization in the Chiantla District, Southern Altos Cuchumatanes, Guatemala: Caribbean Geological Conference, Transactions., no. 6, p. 141-145.

Anderson, T. H., Burkart, B., Clemons, R. E., Bohnenburger, O. H., and Blount, D. N., 1973, Geology of the western Altos Cuchumatanes, northwestern Guatemala: Geological Society of America Bulletin, v. 84, p. 805—826.

Anderson, T. H. and L. T. Silver, 1974, Late Cretaceous Plutonism in Sonora, Mexico and its Relationship to Circum-Pacific Magmatism [abs.]: Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 6, no. 6, p. 484.

Silver, L. T. and T. H. Anderson, 1974, Possible Left-lateral Early to Middle Mesozoic Disruption of the Southwestern North American Craton Margin [abs.]: Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 6, no. 7, p. 955-956.

Anderson, T. H. and L. T. Silver, 1975, Extent and Development of the Craton Under Part of the Sierra Madre Occidental, Northwestern Mexico [abs.]: Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 7, no. 2, p. 141.

Silver, Leon T., Thomas O. Early and Thomas H. Anderson, 1975, Petrological, Geochemical and Geochronological Asymmetries of the Peninsular Ranges Batholith [abs.]: Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 7, no. 3, p. 375-376.

Anderson, T.H., Silver, L.T., 1977a, Geochronometric and stratigraphic outlines of the Precambrian rocks of northwestern Mexico: Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 9, p. 880.

Anderson, T.H., Silver, L.T., 1977b, U-Pb isotope ages of granitic plutons near Cananea, Sonora: Economic Geology, v. 72, p. 827—836.

Ortega-Gutiérrez, F., Anderson, T.H., Silver, L.T., 1977, Lithologies and geochronology of the Precambrian craton of southern Mexico. Geol. Soc. Am.

Abst. Prog. 9, 1121-1122

Guerrero, Jose C., Leon T. Silver and Thomas H. Anderson, 1978, Estudios geo-chronologicos en el complejo Xolapa: Society Geology Mexicana, IV Convencion Geol. Nac., Memorial Vol.

Anderson, T.H., Silver, L.T. , 1979, The role of the Mojave-Sonora Megashear in the tectonic evolution of northern Sonora, in Anderson, T. H., and Roldan-Quintana, J., eds, Geology of Northern Sonora: Geological Society of America, Field Trip Guidebook, p. 59-68.

Anderson, T. H., Eells, J. L., and Silver, L. T., 1979, Precambrian and Paleozoic rocks of the Caborca region, Sonora, Mexico, in Anderson, T. H., and Roldan-Quintana, J., eds, Geology of Northern Sonora: Geological Society of America, Field Trip Guidebook, p. 1—22.

Anderson, T. H., Silver, L. T., and Salas, G. A., 1980, Distribution and U-Pb isotope ages of some lineated plutons, northwestern Mexico: Geological Society of America Memoir 153, p. 269—283.

Davis, G.H., Anne F. Gardulski and T.H. Anderson, 1981, Structural and structural-petrological characteristics of some metamorphic core complex terranes in southern

Arizona and northern Sonora, in Ortlieb, Luc and Roldan Q., Jaime, eds., Geology of northwestern Mexico and southern Arizona, prepared for Cordilleran Section, 1981 Annual Meeting Geological Society of America: Instituto de Geologia, U.N.A.M., Hermosillo, Sonora, p. 323-363.

Anderson, T.H., Silver, L.T., 1981, An overview of Precambrian rocks in Sonora, Mexico: Revista del Instituto de Geologia, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, v. 5, p. 131—139.

Cohen, K.K., T.H. Anderson and V.A. Schmidt, 1981, Preliminary results: Paleomagnetism of Mesozoic units from northwest Sonora and their tectonic implication for northern Mexico: Geofisica Internacional, v. 20, p. 219-233.

Anderson, T. H., and Schmidt, V. A., 1983, The evolution of Middle America and the Gulf of Mexico—Caribbean Sea region during Mesozoic time: Geological Society of America Bulletin, v. 94, p. 941~966.

Anderson, T. H., Erdlac, R. J., Jr., and Sandstrom, M. A., 1985, Late-Cretaceous allochthons and post-Cretaceous strike-slip displacement along the Cuilco-Polochic fault, Guatemala: Tectonics, v. 4, p. 453-475.

— , 1986, Reply to comment on “Late Cretaceous allochthons and post Cretaceous strike-slip displacement along the Cuilco-Chixoy-Polochic fault, Guatemala” by Anderson, T. H., Erdlac, R. J. , Jr., and Sandstrom, M. A.: Tectonics, v. 5, p. 473—475.

Cohen, Karen Kluger, Thomas H. Anderson, and Victor A. Schmidt, 1986, A paleo-magnetic test of the proposed Mojave-Sonora megashear in northwestern Mexico: Tectonophysics, v. 128, p. 23-51.

Anderson, Thomas H. and Leon T. Silver, 1986, The border connection - geological correlations and contrasts between Arizona and Sonora, in Beatty, Barbara and P.A.K. Wilkinson, eds., Frontiers in Geology and ore deposits of Arizona and the southwest, Arizona Geological Society Digest, v. xvi, p. 72-73.

McKee, J. W., Jones, N. W., and Anderson, T. H., 1988, Las Delicias basin: A record of late Paleozoic arc volcanism in northeastern Mexico: Geology, v. 16, p. 37—40.

Anderson, T. H., McKee, J. W., and Jones, N. W., 1990, Jurassic (?) mélange in north-central Mexico: Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 22, p. 3.

Tosdal, R.M., Haxel, G.B., Anderson, T.H., Connors, C.D., May, D.J., Wright, J.E., 1990, Highlights of Jurassic, Late Cretaceous to Early Tertiary, and Middle Tertiary Tectonics, South-Central Arizona and North-Central Sonora, in Gehrels, George E. and Spencer, Jon E., eds., Geologic Excursions Through the Sonoran Desert Region, Arizona and Sonora: Arizona Geological Survey Special Paper 7, p. 76-88.

Anderson, T.H., McKee, J.W., and Jones, N.W., 1991, A northwest trending, Jurassic fold nappe, northernmost Zacatecas, Mexico: Tectonics, v. 10, p. 383—401.

Silver, L.T., Anderson, T.H., Ortega-Gutiérrez, F., 1994. The ‘thousand’ year old orogeny of southern and eastern Mexico. Geol. Soc. Am. Abst. Prog. 26, A48.

Nourse, J. A., Anderson, T. H. and Silver, L. T., 1994, Tertiary metamorphic core complexes in Sonora, northwestern Mexico: Tectonics, v. 13, no. 5, p. 1162-1184.

Jones, Norris W., McKee, James W., Anderson, Thomas H. And Silver, L. T., 1995, Jurassic volcanic rocks in northeastern Mexico: A possible remnant of a Cordilleran magmatic arc, in Jacques-Ayala, C., Gonzalez-Leon, C.M., and Roldan-Quintana, J., eds., Studies of the Mesozoic of Sonora and Adjacent Areas: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 301, p. 179-190.

Anderson, Thomas H. and Campbell, Patti A., 1997, Geology and Structure Along a Segment of the Mojave-Sonora Megashear, South of Route 2, Between Sierra Pinacate and Sonoyta, Mexico: Field Guide, Quitovac, Sonora and Ajo, Arizona, Guidebook for the Arizona Geological Society, Tucson, Arizona, p. 36-46.

McKee, Mary Beth, and Anderson, Thomas H., 1998, Mass-gravity deposits and structures in the Lower

Cretaceous of Sonora, Mexico: Geological Society of America Bulletin, v. 110, p. 1516-1529.

Dembosky, J.A., Anderson, T.H., Nourse, J.A., and Silver, L.T., 1998, Caborca, San Gabriel, and Joshua Tree: Terranes at the southwestern margin of North America [abs.]: The Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 30, no. 7, p. A-355.

Dembosky, J.A., Anderson, T.H., Stahl, E.R., and Nourse, J.A., 1999, Field constraints on the trace of the Mojave-Sonora megashear in southwestern Arizona [abs.]: The Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 31, no. 7, p. A-115.

McKee, James W., Jones, Norris W., and Anderson, Thomas H., 1999, Late Paleozoic and Early Mesozoic History of the Las Delicias Terrane, Coahuila, Mexico, in Bartolini, C., Wilson, J. L., and Lawton, T. F., eds., Mesozoic Sedimentary and Tectonic History of North-Central Mexico: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 340, p.161-189.

Campbell, Patricia A. and Anderson, Thomas H., 2003, Structure and kinematics along a segment of the Mojave-Sonora Megashear; a strike-slip fault that truncates the Jurassic continental magmatic arc of southwestern North America: Tectonics, v. 25, no.6, 16 (1-21).

Anderson, T.H., Nourse, J. A., McKee, J. W., and Steiner, M. B. eds., 2005, The Mojave-Sonora megashear hypothesis: Development, assessment, and alternatives: The Geological Society of America Special Paper 393, 712 p. doi: 10.1130/2005. 2393.

Anderson, T. H., Rodríguez-Castañeda, J. L., and Silver, L. T., 2005, Jurassic rocks in Sonora, Mexico: Relations to Mojave-Sonora megashear and its inferred northwest extension, in Anderson, T.H., Nourse, J. A., McKee, J. W., and Steiner, M. B., eds., The Mojave-Sonora megashear hypothesis: Development, assessment, and alternatives: The Geological Society of America Special Paper 393, p. 51-95. doi: 10.1130/2005.

Anderson, T.H., Jones, N. and McKee, J.W., 2005, The Taray Formation: Jurassic (?) Mélange in Northern Mexico –

Tectonic Implications, in Anderson, T.H., Nourse, J. A., McKee, J. W., and Steiner, M. B., eds., The Mojave-Sonora megashear hypothesis: Development, assessment, and alternatives: The Geological Society of America Special Paper 393, p. 427-456. doi: 10.1130/2005.

Marzolf, J.E. and Anderson T.H., 2005, Lower Mesozoic facies and crosscutting sequence boundaries: Constraints on displacement of the Caborca terrane, in Anderson, T.H., Nourse, J. A., McKee, J. W., and Steiner, M. B. eds., The Mojave-Sonora megashear hypothesis: Development, assessment, and alternatives: The Geological Society of America Special Paper 393, p. 283-308. doi: 10.1130/2005.

McKee, J. W., McKee, M. B., and Anderson, T. H., 2005, Mesozoic basin formation, mass-gravity sedimentation, and inversion in northeastern Sonora and southeastern Arizona, in Anderson, T.H., Nourse, J. A., McKee, J. W., and Steiner, M. B., eds., The Mojave-Sonora megashear hypothesis: Development, assessment, and alternatives: The Geological Society of America Special Paper 393, p. 481-507. doi: 10.1130/2005.

Dembosky, J. and Anderson, T. H., 2005, A reconstruction of Late Miocene extension in southwestern United States and northwestern Mexico, in Anderson, T. H., McKee, J. W., Nourse, J. and Steiner, M. eds., The Mojave-Sonora megashear hypothesis: Development, assessment, and alternatives: Geological Society of America Special Paper 393, p. 521-542. doi: 10.1130/2005.2393(20).

Haxel, G. B., Anderson, T. H., Briskey, J. A., Tosdal, R. M., Wright, J. E., and May, D. J., 2008, Late Jurassic igneous rocks in south-central Arizona and north-central Sonora: magmatic accompaniment of crustal extension, in Spencer, J. E., and Titley, S. R., eds., Ores and orogenesis: Circum-Pacific tectonics, geologic evolution, and ore deposits; Arizona Geological Society Digest 22, p. 333-355.

Haxel, G. B., May, D. J., Anderson, T. H., Tosdal, R. M., and Wright, J. E., 2008, Geology and geochemistry of Jurassic plutonic rocks, Baboquivari Mountains, south-central Arizona, in Spencer, J. E., and Titley, S. R., eds., Ores and orogenesis: Circum-Pacific tectonics, geologic evolution,

and ore deposits; Arizona Geological Society Digest 22, p. 497-515.

Laó-Dávila, Daniel A., and Anderson, Thomas H., 2009, Kinematic analysis of serpentinite structures and the manifestation of transpression in southwestern Puerto Rico: Journal of Structural Geology, vol. 31, p. 1472-1489 doi:10.1016/j.jsg.2009.09.008.

Laó-Dávila, D.A., Llerandi-Román, P.A., and Anderson, T.H., 2012, Cretaceous-Paleogene thrust emplacement of serpentinite in southwestern Puerto Rico: GSA Bulletin; July/August 2012; v. 124; no. 7/8; p. 1169–1190; doi: 10.1130/B30630.1.

Lidiak, E.G., and Anderson, T.H., Evolution of the Caribbean plate and origin of the Gulf of Mexico in light of

plate motions accommodated by strike-slip faulting, in Anderson, T.H., Didenko, A.N., Johnson, C.L., Khanchuk, A.I., and MacDonald, J.H., Jr., eds., Late Jurassic Margin of Laurasia—A Record of Faulting Accommodating Plate Rotation: Geological Society of America Special Paper 513, p. 1–88, doi:10.1130/2015.2513(01).

Ferrusquía-Villafranca, I., Ruiz-González, J., Torres-Hernández, J.R., Anderson, T.H., Urrutia-Fucuguachi, J., Martínez-Hernández, E., and García-Villegas, 2016, Cenozoic geology of the Yolomécatl-Tlaxiaco area, Northwestern Oaxaca, Southeastern Mexico: Stratigraphy, structure and regional significance: Journal of South American Earth Sciences, Vol. 72, Pp. 191-226.



Off to San Antonio Huista, Guatemala.



El Tapón and Pan Am Highway, Guatemala.



Thomas Anderson crossing the river, Guatemala.



El Tapón from above, Guatemala.



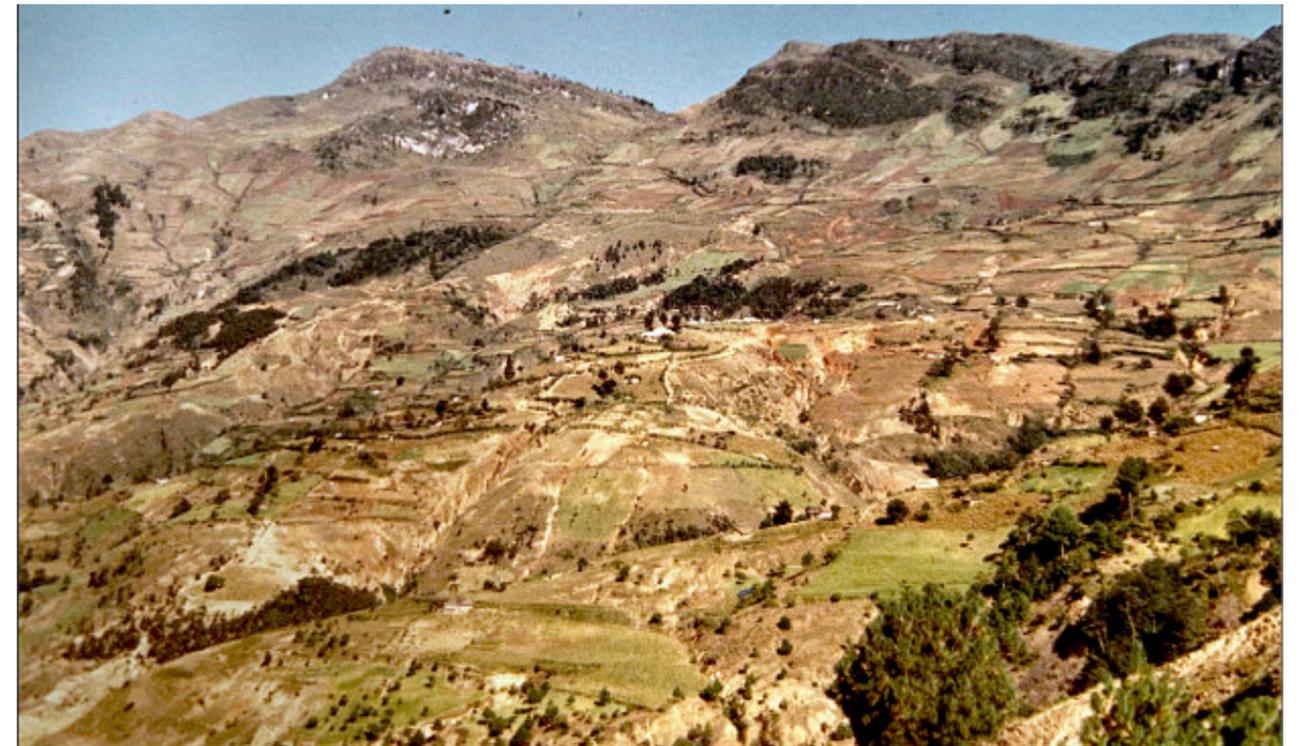
Fault Valley, Guatemala.



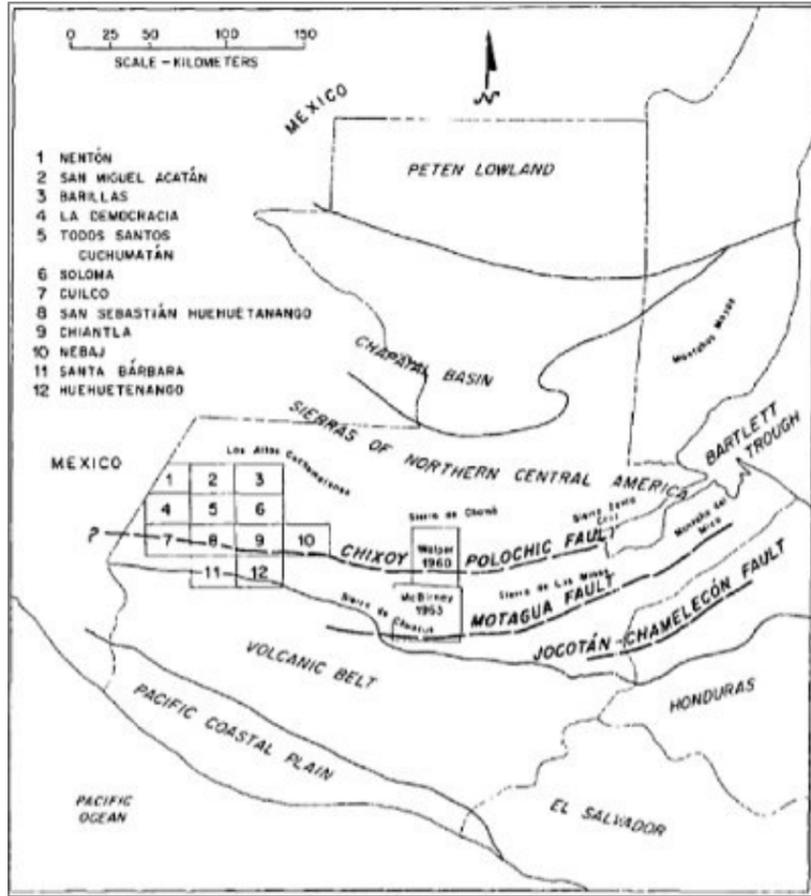
La Democracia quadrangle, view is to west toward sub-horizontal Mesozoic sandstone, probably Todos Santos, capping Peña Blanca. Rio Selegua (now shown as Rio Sacuma on google maps) flows along NW-trending valley (across center of photo). The canyon of El Tapon lies to the SE in this valley.



Looking south-southwest from Cerro El Pichón near the margin of the high plateau of the Sierra de Los Cuchumatanes. The round mountain in the center of the photograph is Cerro Tuiscacal. The Chixoy-Polochic fault lies 5 km south of this mountain and separates folded and faulted sedimentary rocks north of the fault from the igneous-metamorphic terrane to the south. The rocks on the horizon are Tertiary volcanic units. Tacaná, the volcano of the right is on the border between Guatemala and Mexico. It rises to an altitude of 4,093 m. On the left, Tajumulco, the highest peak in Central America, reaches an altitude of 4,220 m.



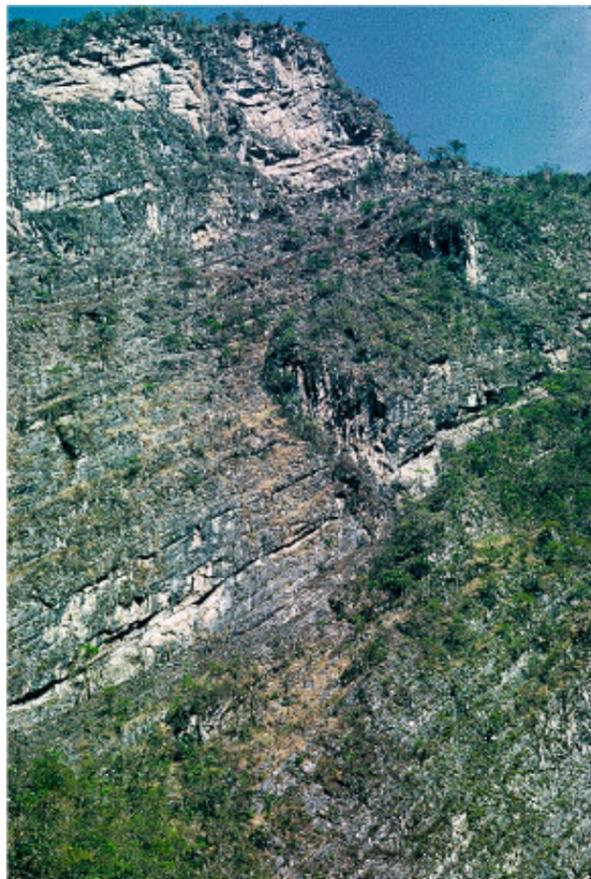
Looking north from RN 9N toward the southern escarpment of Sierra de Los Cuchumatanes. The view shows the normal upper Paleozoic section of northwestern Guatemala as it crops out in Chiantla quadrangle, a few kilometers east of San Sebastián Huehuetenango quadrangle. Highly dissected Tactic Formation crops out from the bottom of the photograph as far as the gently concave slopes underlain by interbedded shale and limestone of Esperanza Formation. The overlying cliff-forming beds of limestone make up the Chóchal Formation.



Sketch map of Guatemala showing physiographic provinces, some important tectonic features, and selected areas of early studies. Locations of quadrangles in the vicinity of Sierra del Los Altos Cuchumatanes are shown. Canibal village lies adjacent to the Chixoy-Polochic fault, west of Cuilco quadrangle.



Jim McKee and Tom Anderson in northeastern Sonora, conjecturing about slide masses.



Chochal stratigraphy, Guatemala.



A typical field camp with camp manager, Roberto Bernal in action in Zacatecas.



Allochthonous slabs of Late Paleozoic carbonate, Las Delicias basin, Coahuila.



The northern part of La Negrita Hills (middleground) viewed westward, from "little" Sierra Anibacachi. The highest peak in the middleground is the northern of the two Cerros La Bruja. The quasi-planar, subhorizontal base of the assemblage of megaclasts that form La Negrita Hills is well marked by the vegetation change low on the hillsides. The prominent peak on the horizon, center, is Sierra San José. The knob on the left (southern) flank of Sierra San José is Cerro El Granizo, which is another megaclast consisting of Paleozoic limestone. The truck on the road at left of photo provides scale.

“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 Inofósiles que fueron clave para interpretar que estas turbiditas se depositaron a más de 3,800 m de profundidad. Posteriormente hice semidetalle estructural y más mediciones estratigráficas en la Plataforma Valles S.L.P., y uno grandioso de Reconocimiento Regional de la Sierra Madre Oriental, cubriendo los estados de Nuevo León y Tamaulipas, donde los paisajes, los sobre esfuerzos a veces inhumanos, me sellaron mi pasión por esas majestuosas montañas, recuerdo cuando subimos el Cerro del Viejo en la región de Zaragoza N.L. donde iniciamos los trabajos como a las 8 am y llegamos a la cima a las 21 pm casi desmayándome, después supe que esa cima fue referencia del navegante español Cabeza de Vaca en su 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.



Cerro El Tragadero, N.L.

Localidad, El Tragadero, en el camino a Camarones, área de Iturbide, N.L.

Título, Manantial en el Tragadero.

Desarrollo del trabajo: En los recorridos de campo, en los trabajos de Geología Regional, en las visitas a las deformaciones estructurales en la S.M.O. pasamos por este manantial de aguas cristalinas que es un lugar muy visitado por los lugareños de la región.

Descripción del Dibujo. En esta localidad se tiene una fuente de aguas subterráneas que emanan en capas gruesas de la Fm. Cupido de edad Cretácico temprano.



Cerro de la Silla, N.L.

Localidad, Monterrey, N.L.

Título, Cerro de La Silla

Desarrollo del trabajo: Durante los trabajos de Geología Regional, y en conjunto con importantes y amigos geólogos de la zona NE de Pemex Exploración se efectuó una excursión geológica como taller-escuela para observar las deformaciones estructurales de esta franja de Pliegues y Cabalgaduras de este frente de la Sierra Madre Oriental, además de otros recorridos sobre otras localidades, y no podría faltar observar el paisaje hacia este cerro que es parte del emblema de esa cd. progresista conocida también como La Sultana del Norte

Descripción del Dibujo. En este dibujo se observan las capas inclinadas del Cretácico inferior buzando hacia el noroeste en una vista desde el Tecnológico de esta Cd. en las cuales la topografía caprichosa forma una depresión que hace que esta prominencia y espectacular montaña tenga una morfología parecida a la montura de un caballo.



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 GEOLOGICO 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 GEOLÓGICO MEXICANA EN EL IMP EN MÉXICO, DF.

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

1990 "DEFORMACION ESTRUCTURAL EN EL FRENTE DE LA SMO ÁREA, XILITLA, TAMAZUNCHALE, SLP". IX CONGRESO SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA EN EL AUDITORIO BRUNO MASCANZONI DEL IMP EN MÉXICO, DF.

1992 "EXPLORACION DE PETROLEO ASOCIADO A EL FRACTURAMIENTO REGIONAL EN LA PLANICIE COSTERA" X CONGRESO SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA EN EL CENTRO DE CONVENCIONES "EXPOVER" EN EL PUERTO DE VERACRUZ, VERACRUZ.

2021 "LA INVASIÓN MARINA SOBRE LOS BORDES CONTINENTALES DESDE EL CALLOVIANO AL KIMMERIDGIANO EN EL ORIENTE Y SURESTE DE MÉXICO. CDMX VIA ZOOM.

2021 "PRINCIPALES OROGENIAS EN MÉXICO CON CATACTERICAS GEOLOGICAS. ESTILOS ESTRUCTURALES, CRONÓLOGIAS". CDMX. VIA ZOOM

La industria del cemento y sus posibilidades de captura, uso y almacenamiento del CO₂ Una opción ambiental para México Marco del Concepto

Moisés Dávila Serrano

I. INTRODUCCIÓN

La Industria del cemento produce entre el 5 y 7% de las emisiones de CO₂ antropogénico que existe en la atmósfera [1][2]. En México, las emisiones de CO₂ de industria fija provenientes del sector del cemento y la cal ocupan el tercer lugar, sólo después de la industria de la generación de electricidad y la industria relacionada al petróleo, el gas y la petroquímica [3][4]. En la opinión de la Agencia Internacional de Energía, las emisiones globales de CO₂ de la industria del cemento, deben disminuirse de 2.4 Gt a 1.55 Gt como mínimo, para cumplir con su cuota de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para lograr los objetivos ambientales de no superar los 2°C de incremento promedio de la temperatura global para mediados de este siglo [1].

Los mecanismos que se han propuesto para lograr la meta son básicamente: *mejorar en eficiencia energética, usar combustibles alternativos, aplicar materiales de reaprovechamiento, optimización de la relación clinker-cemento y captura con almacenamiento geológico de CO₂ (CCS)*. Independientemente de las mejoras en rentabilidad que pudiera significar las primeras cuatro opciones, únicamente la tecnología de CCS es la que podría significar evitar emisiones de CO₂ en tasas no marginales. El CCS puede significar el retiro de más del 90% del CO₂ de las emisiones provenientes tanto de la combustión en el horno horizontal de la producción de clinker, como de la conversión química de la caliza en cal, propia del proceso.

México tiene una capacidad instalada para producir cemento de 60 Mt/año [5]. Si se toma la producción real de 2015 que fue de aproximadamente 45 Mt en 2015 [6], los cuales, al considerar 0.8 tCO₂ emitido por tonelada de cemento producido como tasa media de emisión (0.65 – 0.95 tCO₂/t Cemento [7]) significarían 36 Mt/CO₂ emitidas a la atmósfera anualmente por el sector.

II. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CEMENTO

El cemento es un material aglomerante en polvo que al hidratarse adquiere rápidamente una resistencia mecánica importante, comparable con el de las rocas. Fue inventado a principios del siglo XIX en el Reino Unido y desde entonces es el elemento de construcción más importante a nivel mundial pues constituye el componente esencial del concreto.

Las materias primas que constituyen el cemento son rocas calcáreas (rocas sedimentarias ricas en carbonato de calcio) como calizas, margas o cretas que se calcinan y convierten en óxido de calcio (cal) constituyendo el primer proceso químico que emite CO₂ (se estima que es hasta el 60% del CO₂ que se emite en el proceso de fabricación de cemento [8]). Otros materiales primarios que intervienen en cantidades secundarias son óxidos de silicio, fierro y aluminio que, al ser calcinados junto con los calcáreos, conformen el primer producto fundamental del cemento denominado clinker. Posteriormente, al clinker se le adiciona sulfato de calcio (yeso o anhidrita) para tener el cemento básico, al cual se le adicionarán compuestos específicos para obtener diferentes clases de cemento que le darán características especiales que demanda el mercado tales como resistencia a los sulfatos, impermeabilidad, dureza, fraguado rápido entre otras.

Los combustibles comúnmente usados en los hornos de esta industria son carbón, combustóleo y *petcoke* o coque del petróleo; aunque cada vez más se aplican *materiales de reaprovechamiento* en una gama amplia como desechos de excretas animales, desechos cárnicos, desechos de aserraderos, lodos de tratamiento de aguas residuales y materiales sintéticos como llantas, por ejemplo. Todas estas últimas aplicaciones son ejemplos de las consideradas como *materiales de reaprovechamiento* a las que se refirió en la INTRODUCCIÓN como una de las opciones de mejorar las emisiones netas en la industria del cemento. Finalmente, el gas natural constituye otra de esas alternativas mencionadas bajo el nombre de *combustibles alternativos*.

En un primer paso el carbonato de calcio de las rocas calcáreas se convierte en óxido de calcio y CO₂. Este proceso requiere de aproximadamente dos tercios de la demanda de energía del proceso y emite el CO₂ en la misma proporción, alcanzando temperaturas del orden de 900 ° C. La calcinación continua en el *kiln* (horno cilíndrico giratorio) en el que se concreta la formación de las fases de clinker y la granulación. El horno giratorio representa, por

lo tanto, el núcleo del trabajo de cemento. Los hornos giratorios son tubos de acero, colocados en dos o tres estaciones de rodillos, inclinados entre 3% y 4% hacia el extremo de descarga, que giran a una velocidad de aproximadamente 1.3 a 3.5 revoluciones por minuto. La longitud del horno depende de la capacidad de producción y del grado de calcinación del material granulado crudo que ingresa. Los hornos giratorios modernos tienen una longitud de 50 a 80 m y un diámetro de tres a siete metros. El interior del horno giratorio está revestido con ladrillos refractarios, ya que las altas temperaturas en el horno (fase gaseosa hasta 2000 ° C, material sólido 1450 ° C) podrían destruir el tubo [9].

Dependiendo de la longitud del horno, el tiempo de residencia del gas es de dos a cuatro segundos a temperaturas promedio superiores a 1200 ° C. El material sólido tarda de 20 a 40 minutos en pasar por el horno dependiendo del grado de calcinación y el tamaño del horno. Durante su paso por el horno, los componentes de la materia prima forman las diferentes fases mineralógicas a través de pasos intermedios hasta formarse el clinker. La figura 1 muestra las fases intermedias a lo largo del horno giratorio o *kiln* [10] y la figura 2 esquematiza un horno giratorio para producción de clinker [10].

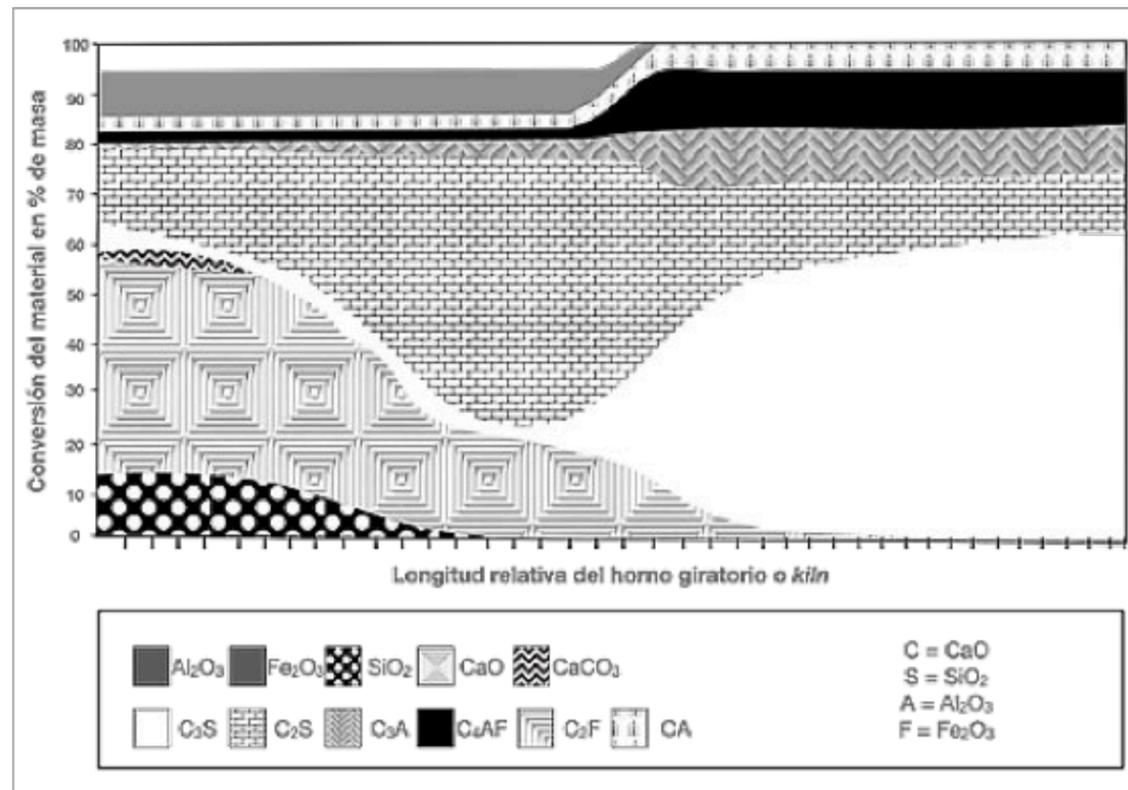


Figura 1. Diferentes fases de formación de componentes del clinker dentro del horno giratorio.

Los gases exhaustos ricos en CO₂ provienen en una primera fase del calcinado de la roca calcárea para la obtención de cal (900°C) en donde se descomponen los carbonatos de calcio para formar óxido de calcio y posteriormente del quemado de combustible para el cocimiento de la cal con los silicatos de silicio, aluminio y hierro principalmente en el horno giratorio (1400° C).

III. TECNOLOGÍAS DE CAPTURA DE CO₂ DISPONIBLES

Las tecnologías de captura hasta ahora estudiadas y disponibles para separar el CO₂ del resto de los gases exhaustos en la industria del cemento son las mismas que se han utilizado en la captura de CO₂ el sector de producción de energía eléctrica, con excepción de la tecnología de pre-combustión por su imposibilidad de capturar las emisiones procedentes del proceso de descomposición mineral de los carbonatos en óxido de

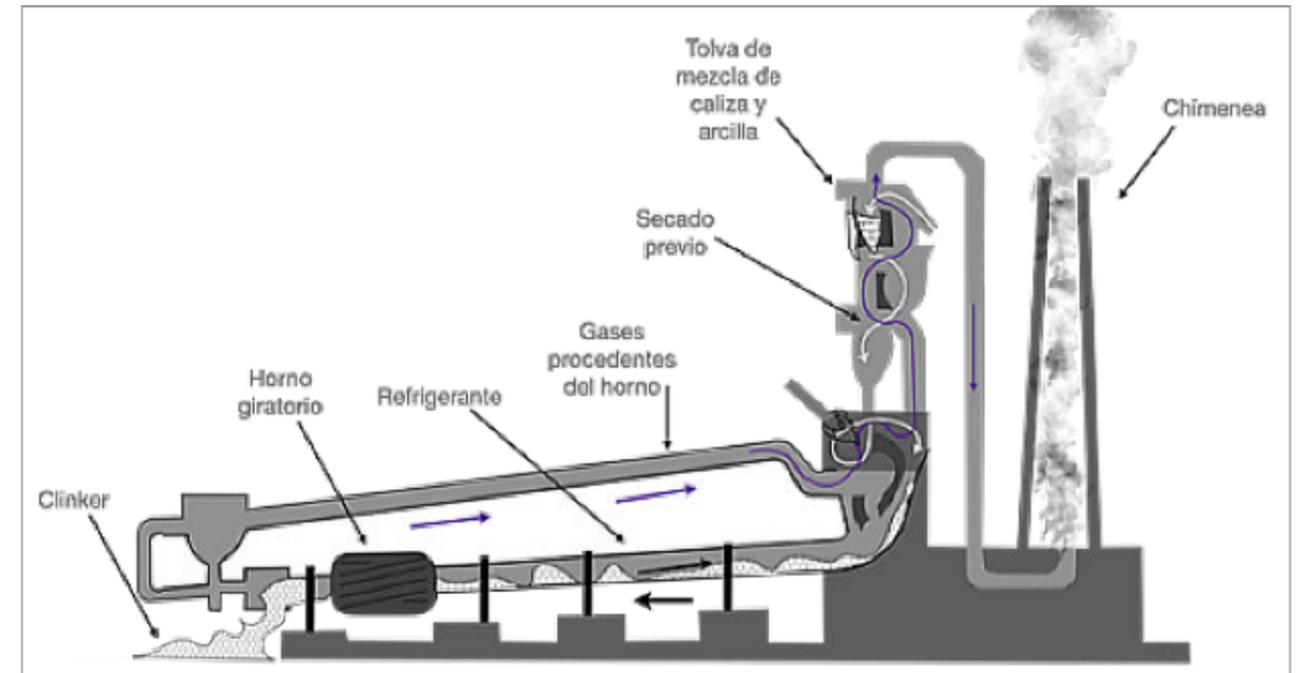


Figura 2. Esquema básico de horno giratorio para producción de clinker.

calcio de la primera fase o precalcinado. No obstante, por su grado de desarrollo y usos en casos reales, las tecnologías de postcombustión y oxicomustión son las más viables en este momento. Actualmente están en prueba a escala pequeña (laboratorio) las correspondientes a *chilled amonia* y *calcium looping* sin que se hayan llevado a cabo aplicaciones a escala comercial.

El principio de la tecnología de postcombustión se muestra en la figura 3 en donde el solvente (30% en peso de monoetanolamina – MEA-) circula entre un absorbedor y un desorbedor. El gas de combustión se envía a través del absorbedor, donde el CO₂ reacciona con MEA y se disuelve

en el solvente. El solvente rico en CO₂ se calienta y se envía al desorbedor. En el desorbedor, el solvente se regenera mediante calentamiento adicional con una caldera que funciona a aproximadamente 120 ° C. La reacción se invierte y se libera CO₂ del solvente. El desorbedor funciona a una presión de uno a dos bares, lo que significa que el CO₂ purificado se produce a esta presión. Se envía a un acondicionamiento adicional para su transporte y almacenamiento o reutilización por compresión o licuefacción. El solvente pobre en CO₂ se recircula nuevamente al absorbedor [8]. Esta tecnología es suficientemente madura y existen varios casos de plantas a escala comercial que la utilizan en el sector de generación de electricidad, no así en el del cemento.

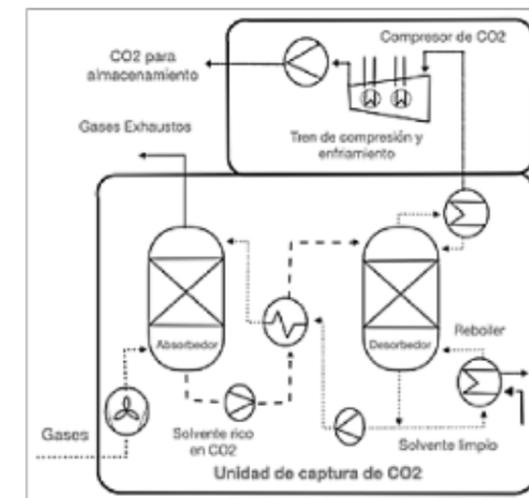


Figura 3. Principio de absorción de la MEA en el proceso de postcombustión.

La tecnología de oxidación por su parte se basa en la combustión con oxígeno puro y una recirculación de los gases de combustión para enriquecer el CO₂ a un grado conveniente. Para ello, se pueden elegir dos diferentes sistemas de oxidación, la parcial y la completa. Con la versión de oxidación completa, prácticamente todo el CO₂ puede ser separado y capturado en el proceso. En contraste, en la versión parcial sólo se puede capturar la parte de CO₂ proveniente del calcinador, no así del *kiln* en su parte de alta temperatura. Sin embargo, sigue siendo atractivo dado que la mayor parte de las emisiones de CO₂ se generan en esta fase, que es en donde se verifica la

descomposición de los carbonatos a óxido de calcio y representa aproximadamente el 60% de CO₂ del proceso completo. De está formal el *kiln* seguiría funcionando de manera convencional realizando la combustión con aire únicamente. La figura 4 es un esquema de oxidación completa en una planta de cemento [8]. La tecnología de captura de oxidación ha sido probada en plantas piloto solamente.

IV. COSTO DE LA TECNOLOGÍA

Las tecnologías de captura de CO₂ no son nuevas en absoluto. Lo que resulta emergente son su aplicación a

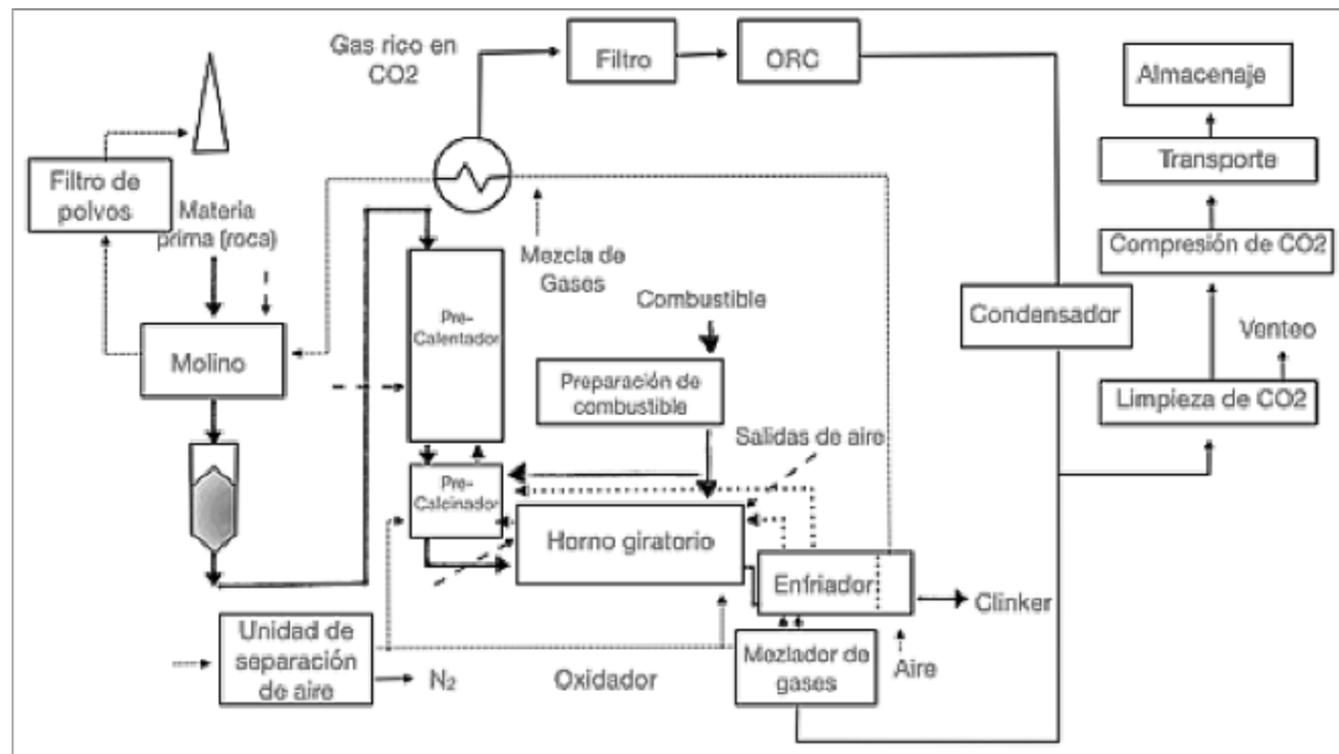


Figura 4. Captura de CO₂ por oxidación completa en una planta de cemento.

plantas fijas altamente emisoras de CO₂ con fines ambientales, y más aún en las relacionadas a industrias diferentes a la generación de electricidad tal como es la industria del cemento. Actualmente se encuentra en fase de planeación varias plantas a escala comercial y al menos dos a escala piloto en esta última.

Una planta demostrativa o piloto opera en China desde 2019 en la provincia de Anhui y es propiedad de la compañía cementera *Abhui Conch Cement*. Captura 50 ktCO₂/año como parte de su programa de responsabilidad social y ambiental en su país. La planta piloto, que costó 10

millones de dólares, separa sólo una pequeña cantidad del CO₂ producido anualmente (1.5 MtCO₂/año).

Por otra parte, LEILAC, en Alemania recientemente anunció la construcción de una planta demostrativa para capturar 100 kCO₂/año [11]. La planta piloto se desarrollará a partir de este año (2020) en Sociedad con HeidelbergCement, Cimpor, Engie, IKN and Lhost como parte de su cartera de proyectos en la hoja de ruta del plan de cero emisiones para mediados de siglo XXI en la Unión Europea.

Para plantas a escala comercial, las estimaciones de costos tanto de inversión, como de operación y de CO₂ evitado se muestran en las figuras 5, 6 y 7 respectivamente. Estos

costos fueron analizados por la IEAGHG por encargo del *Global CCS Institute* y comparan los costos de una planta cementera de producción aproximada de 1 Mt Clinker/



Figura 5. Costos comparativos de inversión de una planta de captura de CO₂ en dos tecnologías (M€) para una planta de cemento de aproximadamente 1.36 Mt cemento/año [1].

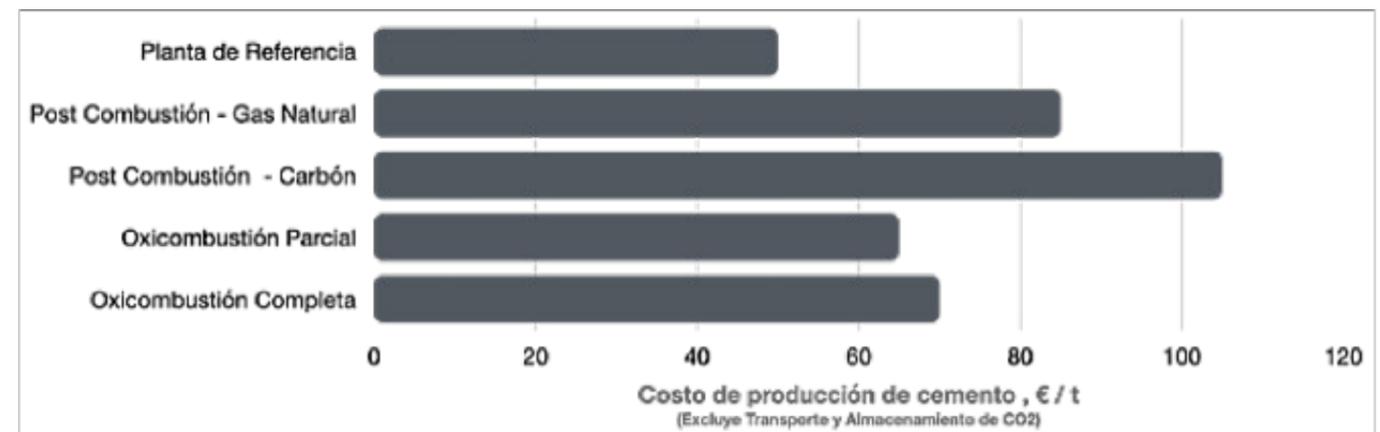


Figura 6. Costos comparativos (€/t) de una planta de captura de CO₂ en dos tecnologías para una planta de cemento de aproximadamente 1.36 Mt cemento/año [1].

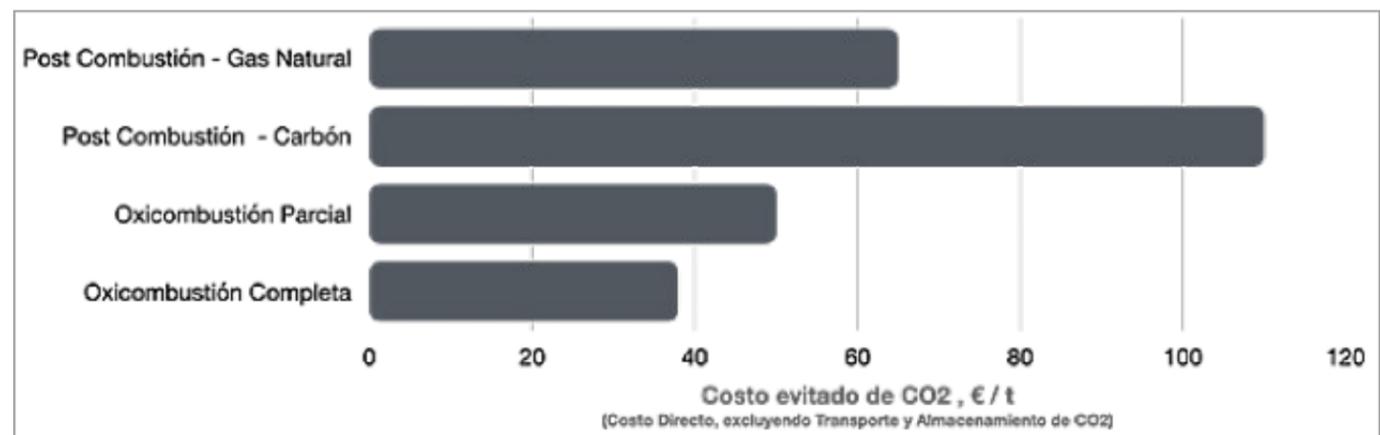


Figura 7. Costo evitado de CO₂ en €/t de dos tecnologías para una planta de cemento de aproximadamente 1.36 Mt cemento/año [1].

año, lo que se traduce en aproximadamente 1.36 Mt cemento/año. Se comparan una planta de esas dimensiones sin captura de CO₂; esa misma planta con captura de CO₂ a gas y a carbón en postcombustión y esa misma planta con captura en oxidación completa y parcial.

De la información brevemente resumida en estas tres gráficas se desprende que el costo de inversión de una planta de aproximadamente 1.36 Mt cemento/año la tecnología más ventajosa económicamente es la de oxidación en sus dos variantes con aproximadamente 250 M€. Los costos de operación de una planta de ese orden contra 180 M€ de una planta sin captura de CO₂ de las mismas dimensiones. Los costos de operación de la misma planta con captura más económica oscilarían entre 70 y 72 €/t cemento contra 50 €/t cemento de la planta de referencia sin captura. Por último, se muestra que el costo evitado por tCO₂ oscilaría entre 40 y 50 €/t CO₂ de una planta con captura en las tecnologías de oxidación parcial y completa respectivamente, contra 65 y 110 €/t CO₂ evitado en las tecnologías de postcombustión a gas y carbón respectivamente.

V. USOS DEL CO₂

Parte de la rentabilidad de los proyectos que capturan CO₂, depende del uso que se dé al bióxido de carbono una vez separado del resto de los gases exhaustos. Existen varias formas de utilización de CO₂, que van desde la conversión química en varios productos hasta el uso de CO₂ como solvente en el caso de su uso en la industria petrolera como facilitador para la recuperación mejorada de hidrocarburos (EOR), de entre los principales usos destacan [8]:

- Producción de urea. Desarrollo comercial.
- Solvente en EOR. Desarrollo comercial.
- Producción de metanol. Desarrollo comercial.
- Carbonatos orgánicos. A nivel de laboratorio.
- Poliuretanos. Desarrollo precomercial.
- Industria de alimentos. Desarrollo comercial.

En general, la mayoría de las aplicaciones requieren purzas de 90% del CO₂, lo cual es factible con los procesos de captura estándar, salvo en la industria de los alimentos en donde se requieren purzas superiores a 99%, lo que demanda de mejores calidades de la separación del CO₂ con el resto de los gases exhaustos en el proceso de captura [8].

Un caso especial de uso de CO₂ proveniente de la industria del cemento es el proyecto Skyonic en el estado de Texas, EE. UU., que producirá bicarbonato de sodio (*baking soda*), en lugar de almacenarlo geológicamente. La planta actualmente está en construcción y con ella evitará la emisión directa de 75 ktCO₂/año del gas de combustión de la planta productora de cemento. Además, evitará la emisión indirecta de otras 200 ktCO₂/año porque las sustancias químicas producidas con su bicarbonato de sodio pueden fabricarse utilizando menos energía que con los procesos de producción tradicionales.

La planta a escala comercial costará entre 75 y 100 millones de dólares. El proceso requerirá, además de bióxido de carbono: sal, agua y electricidad, pero producirá subproductos en cantidades menores, además del bicarbonato de sodio, tales como hidrógeno y cloro, pero también con un valor económico. En la opinión de Skymine, la conversión del CO₂ a *baking soda* es más práctica que el almacenamiento geológico, además de tener su rentabilidad asegurada [12].

VI. LAS PLANTAS CEMENTERAS EN MEXICO

El cemento mexicano es ampliamente reconocido en el mercado mundial por sus altos estándares de calidad. Su producción (capacidad instalada de 60 Mt/año) la logra mediante más de 30 plantas distribuidas a lo largo de todo el país y aglutinadas en siete marcas o consorcios. La amplia distribución de las plantas de la industria cementera es una ventaja que tendría de cara al uso que se pudiera dar al CO₂ capturado, sobre todo en las plantas localizadas en el oriente del país en donde existen muchas opciones de uso en EOR en varios de los campos petroleros exhaustos de México, sobre todo en las Cuencas Petroleras de Tampico-Misantla, Veracruz y Sureste.

La figura 8 ilustra la ubicación aproximada de las plantas productoras de cemento del país [13]. Sin embargo, el EOR no es el único de los usos del CO₂ capturado. Al ser amplia la distribución de los centros productores de cemento, sobre todo aquellos cercanos a las zonas industriales del Valle de México, Monterrey, Querétaro y Guadalajara, entre otras, se abren buenas posibilidades para su uso.

En la figura 9, se aprecian las zonas en donde es posible almacenar CO₂ geológicamente en México (zonas de inclusión) [14]. Nótese que la mayoría están en la región oriente, cerca de varias de las plantas cementeras. Esto se debe a que, en el oriente del país, sobre todo, afloran rocas sedimentarias apropiadas para el almacenamiento de CO₂



Figura 8. Localización de las plantas productoras de cemento en México por marca.

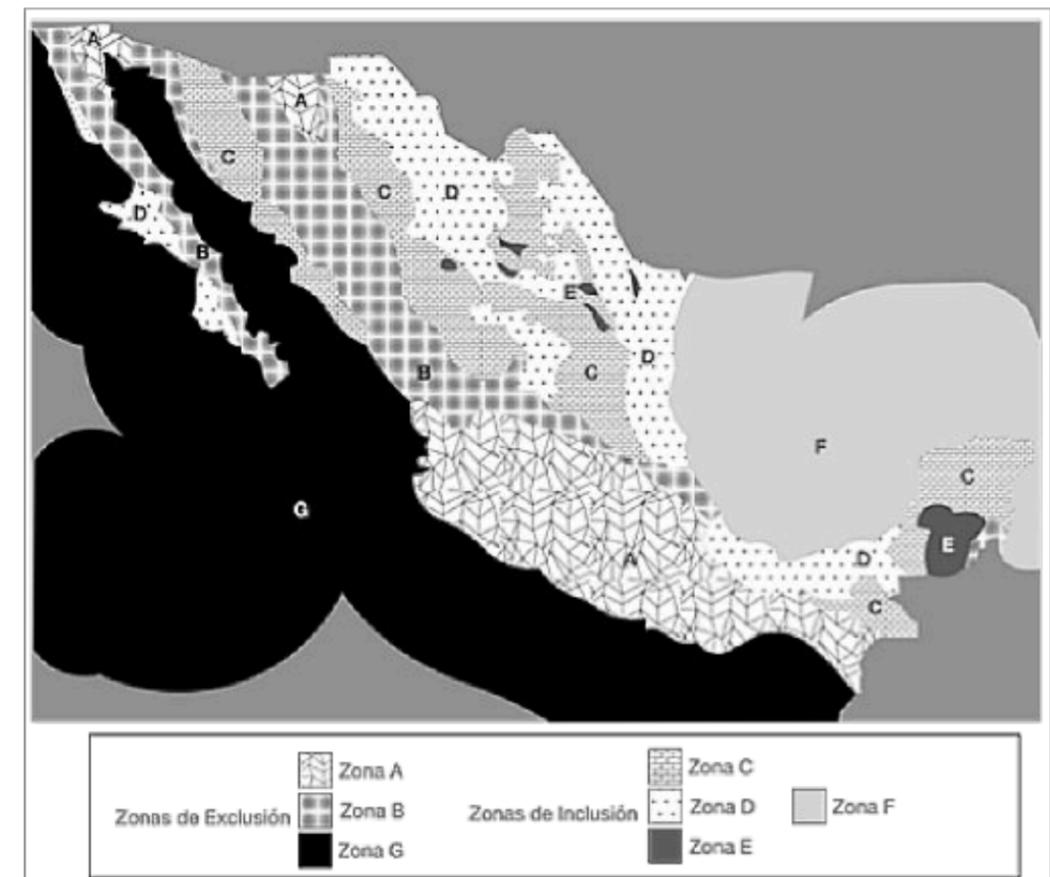


Figura 9. Zonas de inclusión y exclusión para el almacenamiento geológico de CO₂ en México.

en su espacio poroso. El mapa mostrado en la figura es sólo una evaluación regional que orienta sobre las zonas en donde hay posibilidades de almacenamiento; sin embargo, en cada caso particular se deben llevar a cabo estudios de mayor detalle para determinar la factibilidad del almacenamiento.

VII. CONCLUSIONES

La industria del cemento es la tercera en emisiones de CO₂ de la industria fija en México y los avances logrados en la captura de éste, le ofrecen buenas posibilidades de mitigar sus cifras en materia ambiental, cumpliendo su parte de responsabilidad de las metas de reducción de GEI para evitar el incremento promedio de temperatura global mayor a 2°C. La industria del cemento en México emite aproximadamente 36 MtCO₂/año, de las cuales se podrían capturar hasta 32 Mt.

Aunque existen varias opciones para que la industria del cemento reduzca sus emisiones de bióxido de carbono, la captura es la que le ofrece las mayores tasas de separación del CO₂ del resto de los gases exhaustos tanto de la combustión como de conversión mineral de la roca carbonatada a cal.

El CO₂ emitido por la industria del cemento proviene del proceso de conversión de carbonato de calcio de las rocas calcáreas en óxido de calcio (60%) mientras que el resto proviene de la combustión que requiere el horno giratorio para hacer la última mezcla de la cal con diferentes silicatos hasta formar el clínker. Esta particularidad, invalida la posibilidad de utilizar la tecnología de captura de precombustión, prometedora en otros tipos de industria, como la generación de electricidad. Por el momento las tecnologías más viables son las de postcombustión y la de oxicomcombustión.

Lo ideal para el caso de México, sería iniciar la construcción de capacidad para este tipo de tecnología en la industria del cemento, que lleve en primera instancia a construir una planta piloto o demostrativa. En el mundo hay pocas experiencias de plantas de esta escala. Las existentes capturan de 50 a 100 ktCO₂/ año y han tenido costos de inversión de 10 millones de dólares.

A escala comercial también hay pocos ejemplos y sus costos de inversión, considerando una producción de cemento de 1.36 Mt/año, se estima del orden de 250 M€ con tecnología de oxicomcombustión, a partir de una planta sin captura con costo de 180 M€. Los costos de operación

serían entre 70 y 72 €/t cemento contra 50 €/t cemento sin captura.

La amplia distribución de la industria cementera de México a lo largo del país, le da una ventaja competitiva importante debido a las diversas opciones que tendría para usar el CO₂ una vez capturado para diferentes fines. Destacan la cantidad importante de plantas en zonas cercanas a campos petroleros maduros en donde el CO₂ podría ser un insumo importante con valor económico, tanto para la industria del cemento como para la de los hidrocarburos, aunque definitivamente el EOR no es la única alternativa de uso del CO₂. Existen varias aplicaciones probadas en la industria a nivel comercial y en todo caso habría que elaborar el caso de negocio respectivo para el aprovechamiento del CO₂ de una planta de cemento en particular.

VIII. Referencias

- [1] Deployment of CCS in Cement Industry. IEAGH. Report 2013-19. Supported by The Global CCS Institute.
- [2] <https://www.norcem.no/en/CCS%20at%20Brevik>
- [3] [Atlas Mexicano de Almacenamiento Geológico de CO2. SENER-CFE. 2012](#)
- [4] <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>
- [5] <https://www.forbes.com.mx/el-nuevo-competidor-en-la-industria-mentera/#:~:text=El%20mercado%20mexicano%20consume%20unas,millones%20de%20toneladas%20al%20a%C3%B1o>
- [6] http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362017000100113
- [7] <https://www.globalccsinstitute.com/news-media/insights/worlds-largest-capture-pilot-plant-for-cement-commissionedinchina/#:~:text=The%20cement%20industry%20has%20made,plant%20for%20the%20cement%20sector>
- [8] CCS in the cement industry. John Davison. IEAGHG R&D Programme Project Manager. CCS in industry Workshop. 2014
- [9] CO₂ capture from cement production. CEMCAP. The European Union's Horizon2020. 2018
- [10] <http://tecnologiasruben.weebly.com/cementos.html>
- [11] <https://www.cwgrp.com/cemweeknews/equipment/525133-calix-receives-approval-for-scale-up-of-leilac-technology>
- [12] <https://www.fastcompany.com/1622160/skyonics-texas-carbon-capture-facility-will-turn-co2-baking-soda>



Moisés Dávila Serrano

Cuenta con más de 43 años de experiencia en estudios de ingeniería geológica. Es ingeniero geólogo con maestría en ingeniería y doctorado en ciencias.

Hasta 2013 fue Subgerente de Exploración Geológica en la Comisión Federal de Electricidad, en donde laboró por 33 años y realizó y condujo múltiples estudios con enfoque en la ingeniería geológica aplicada a la construcción.

Es autor de los libros: Geología Aplicada a la Construcción de Infraestructura y Geología Ambiental.

Es socio fundador y secretario de la Fundación Pro Ciencias de la Tierra. En la Academia de Ingeniería es Académico Titular desde 2011, en donde presidió la Comisión de Especialidad de Ingeniería Geológica durante el bienio 2016 -2018.

De 2013 a 2014 fue Líder de la Iniciativa de Almacenamiento Geológico de CO₂ en el Gobierno de México.

Actualmente es catedrático de las asignaturas de Geología Aplicada a la Ingeniería Civil y Proyectos de Ingeniería Geológica en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y Consultor Independiente en Ingeniería Geológica y Almacenamiento Geológico de CO₂.

PLAYA MONTAÑITA, ECUADOR: más que una playa de surfing, un paraíso geológico

Jesús S. Porras M.
porrasjs@yahoo.com

INTRODUCCION

Un viaje fortuito a una región que solo conocía por las referencias turísticas de sus hermosas y atractivas playas, por ser un destino de surf reconocido internacionalmente, especial para el surf durante todo el año, y por la agitada vida nocturna de sus habitantes y visitantes, se convirtió en un reencuentro con la estratigrafía de los afloramientos de Montañita y con una revisión científica y obligatoria de la geología local. Sus acantilados, además de ser geomorfológicamente atractivos, encierran una variedad de estructuras sedimentarias, una litología bien marcada y una riqueza fosilífera y paleontológica única.

En el acantilado de Montañita, han sido reportados recientemente por varios autores, un total de 27 taxones y conjuntos de elasmobranchios, de los cuales diecinueve (19) son nuevos registros fósiles del límite Oligoceno-Mioceno de Ecuador, cuatro (4) de América del Sur y diez

(10) del Pacífico Centro-Oriental; la primera presencia en masa de bivalvos asociada con depósitos de metano del Cenozoico; la primera tortuga fósil del Oligoceno de América del Sur y un nuevo delfín tropical del Oligoceno. El sitio destaca, por lo tanto, por su relevancia geológica, geodiversidad y valor paleontológico.

Este artículo muestra los resultados de una caminata y la documentación fotográfica del afloramiento. Se indican los hallazgos y la ubicación aproximada de los mismos en el acantilado. La importancia geológica del sitio y los hallazgos aquí mencionados siempre están referidos a las investigaciones de varios autores a través de muy breves resúmenes de sus trabajos.

UBICACION

Montañita es un pequeño pueblo costero ubicado en la parroquia de Manglaralto, provincia de Santa Elena, en la región costera de Ecuador, a unas 3 horas y 180 km de Guayaquil. Debido a que cumple con todos los requisitos para el surf profesional, en 2016 fue declarada como "Surf City" por la World Cities Surf.

Montañita, recibe su nombre del pequeño acantilado (Punta Montañita) que la separa de la playa de Olón al norte. Más allá de ser el paraíso perfecto del surf, el



Fig 1. Ubicación de Playa Montañita. En el punto saliente o Punta Montañita se localiza el acantilado.

acantilado encierra un tesoro geológico conocido por pocas personas.

EL AFLORAMIENTO

El afloramiento corresponde a un acantilado erosionado de aproximadamente 800 m de longitud y 5-35 m de

altura, a lo largo de la costa, entre las poblaciones de Montañita y Olón.

Punta Montañita es un acantilado que se proyecta hacia el Océano Pacífico entre Montañita, al sur, y Olón, al norte. El acantilado se encuentra sobre una plataforma de piedra

caliza intra-mareal cubierta por una arenisca homogénea de 1,5 metros de espesor, y otra de unos 10 metros de espesor, con frecuente estratificación cruzada y abundantes vetas de yeso (Kiel, 2021). La plataforma calcárea intra-mareal se extiende por unos 30 metros hacia el oeste desde el extremo sur de los acantilados. Su extensión, norte-sur, y su base no han sido aún determinadas.

ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía de los afloramientos de Montañita-Olón es compleja y complicada, porque varios autores utilizan diferentes nombres estratigráficos para describirla. Los estratos de Montañita-Olón han sido reportados como parte de la Formación Zapotal del Oligoceno; sin embargo, otros autores piensan que pertenecen a la Formación Dos Bocas (Mioceno Inferior) e incluso a la Formación Progreso

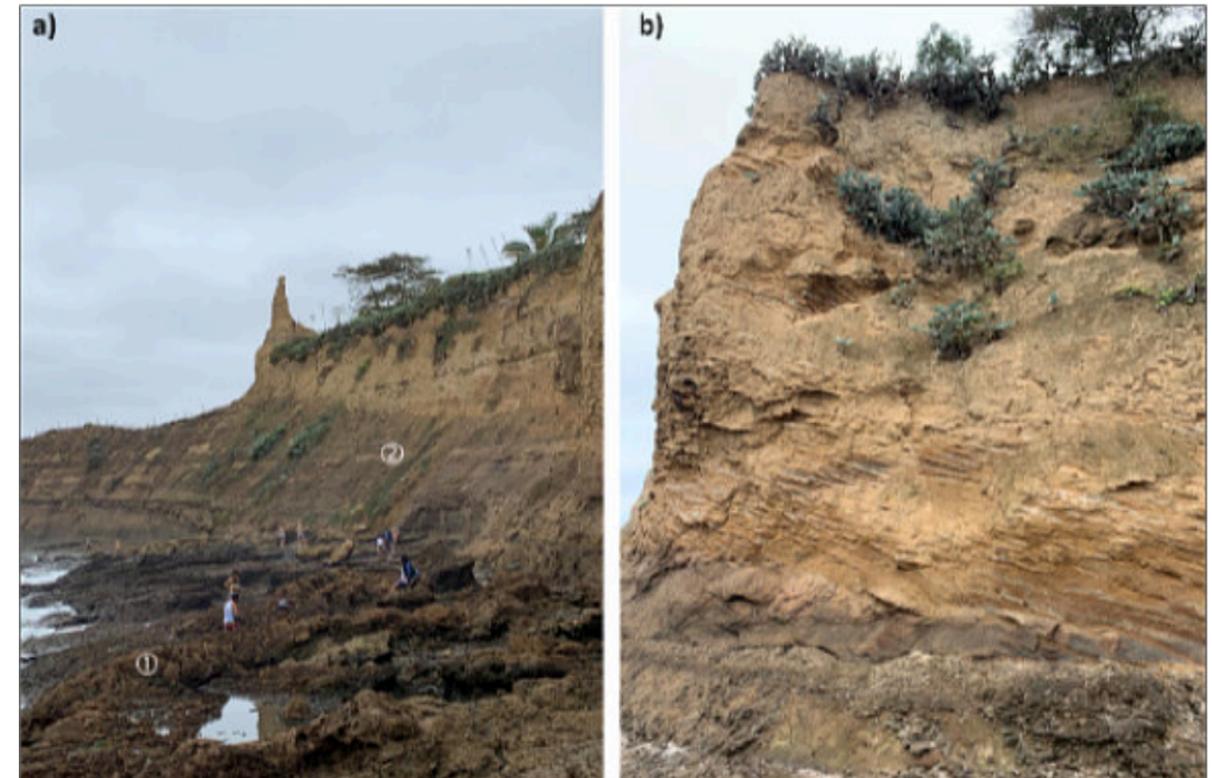


Fig. 2. Afloramiento de Punta Montañita: a) Visita oeste-norte: 1) Calizas de plataforma inter-mareal 2) Capas de areniscas b) Vista sur.

(Mioceno Medio). Algunos autores dan a Zapotal y Dos Bocas categoría de miembros de la Formación Tosagua.

El afloramiento presenta capas decimétricas a métricas de areniscas de grano medio, alternando con limolitas, a veces con nódulos de tamaño variable, constituyendo su sección más consolidada. Son comunes la estratificación cruzada y presencia de venas de yeso y azufre (Núñez del Arco & Dugas, 1986).

La sección estratigráfica está compuesta por una arenisca de grano fino a medio moderadamente escogida con clastos angulares cuarzo-feldespáticos y granos verdes redondeados (probablemente glauconita), con una matriz micrítica y volcanogénica. Las concreciones, muchas de las cuales suelen contener fósiles, son abundantes en la sección, incluso forman capas bien definidas. Una delgada

capa, bien definida, bioturbada, con abundantes dientes fósiles se localiza por debajo de la capa con concreciones. Los sedimentos expuestos en los niveles inferiores del afloramiento son ricos en vertebrados fósiles, principalmente cetáceos y tiburones, mientras que los bivalvos y gasterópodos son más abundantes en los niveles superiores de la sección (Tanaka et al., 2017). Se reconocen venas y capas de yeso las cuales pueden presentarse paralelas y/o subparalelas a la estratificación, oblicuas y transgresivas a ésta, y pueden ser continuas o discontinuas.

TESOROS GEOLOGICOS

El afloramiento ha sido estudiado en detalle en los últimos años. Su contenido paleontológico es realmente excepcional. Del acantilado han surgido varias especies fósiles, donde la mayoría son nuevas especies. Se

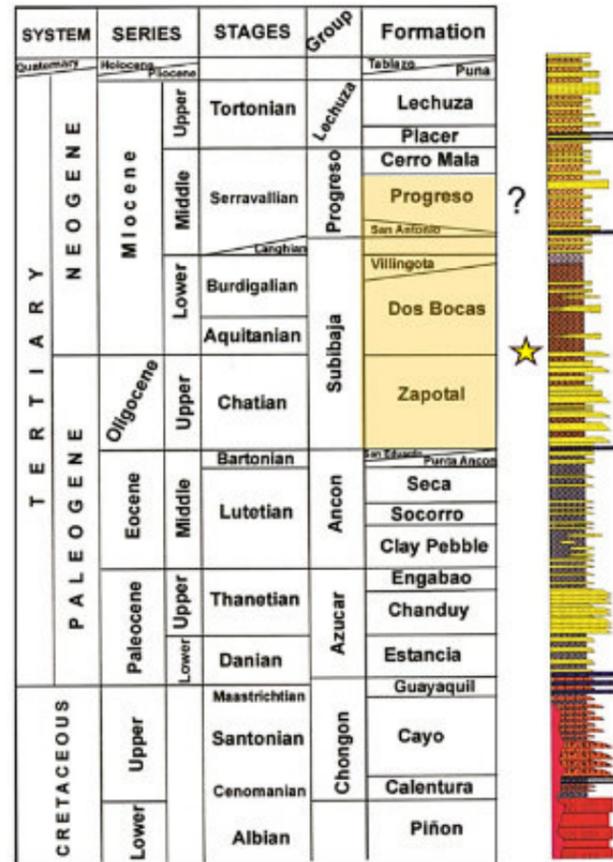


Fig 3. Columna Estratigráfica Local.



Fig. 4. Detalle de la estratificación. Se observan venas de yeso subparalelas, discontinuas y transgresivas dentro de la secuencia arenosa.

distinguen los trabajos de Tanaka et al. (2017); Cadena et al. (2018); Carrillo-Briceño et al. (2020) y Kiel et al. (2021).

Molina et al. (2015), ya habían reportado unos niveles fosilíferos de gran importancia, únicos en Ecuador, en las areniscas del acantilado ubicado entre las comunas de Montañita y Olón. Las areniscas, de edad aproximada 25 millones de años, contenían restos marinos de peces óseos y cartilagosos (tiburones y rayas), tortugas y cetáceos, los últimos de gran importancia debido a que podían ser especies nuevas para la ciencia, similares a los encontrados en el sur de Perú, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Japón y Australia. Los mismos autores destacaron también el hallazgo de restos fósiles de un tiburón gigante posible ancestro del megalodón.

Abella et al., (2016), confirmaron el hallazgo de este prolífico yacimiento paleontológico, e indican que además de los restos de peces cartilagosos y óseos, cetáceos y tortugas, posiblemente se encuentren mamíferos pinnípedos. Mencionan que, del grupo de fósiles, destacan los de los cetáceos, de los que se han recuperado restos de edades Eoceno, Oligoceno y Mioceno. Reportan el hallazgo de cinco (5) cráneos de cetáceos, tres (3) de ellos nuevas especies para la ciencia, similares a los géneros Papahu, Otekaikae y Waipatia encontrados en yacimientos de Nueva Zelanda.

El yacimiento oligoceno de Montañita-Olón (Molina et al., 2015) supera en importancia a todos los demás, ya que se trata de uno de los únicos yacimientos de esta época en el sub-continente Sudamericano y porque aparecen los cráneos en perfecto estado de conservación y asociados a otras partes del esqueleto (Abella et al., 2016). Las particularidades de estos descubrimientos se presentan a continuación, donde se hace referencia a los investigadores. Se hace una breve descripción y se proporcionan detalles relevantes de sus descubrimientos y aportes.

1) Nuevo conjunto de elasmobranquios del límite Oligoceno-Mioceno (Carrillo-Briceño et al., 2020)

El conjunto fósil de elasmobranquios representa el más diverso conocido de Ecuador y para el límite Oligoceno-Mioceno de América Tropical. Se reportaron 27 nuevos taxones de elasmobranquios, varios de ellos nuevos registros fósiles para Ecuador (19), Pacífico Central Oriental (10) y América del Sur (4). La fauna encontrada consistió en 424 elementos craneales (dientes y espinas rostrales) y postcraneales (vertebras y espinas caudales).

El descubrimiento, permitió además reconstruir el paleoambiente para esa transición Oligo-Mioceno. Mediante análisis de abundancia, paleobatimetría y

preferencia de hábitat, determinaron que estos restos fueron depositados en un ambiente marino nerítico externo, de plataforma abierta/plataforma superior (Profundidad promedio agua: 192 metros).

La capa fosilífera, en su base, consiste de arenisca masiva, moderadamente clasificada, de grano fino a medio con clastos angulares de cuarzo-feldespato y granos verdes redondeados, probablemente, de glauconita (Ver afloramiento de la Fig. 5). Abundan las concreciones, llegando a formar capas bien diferenciadas.

2) Nuevo delfín tropical del Oligoceno (Tanaka et al., 2017)

Se descubrieron restos fósiles de un pequeño delfín - probablemente oligoceno- que representa un nuevo género y especie (Urkudelphis chawpipacha). El fósil es uno de los pocos registros de delfines fósiles tropicales del margen del Pacífico Oriental. La edad del fósil es probablemente Oligoceno, Chatiano (24-26 Ma). El nuevo taxón se conoce a partir de un solo cráneo juvenil y huesecillos del oído.

El estrato que contiene los fósiles está compuesto por una arenisca masiva, moderadamente escogida, fina a mediana, con clastos angulares de cuarzo/feldespato y granos verdes redondeados de probablemente glauconita con una matriz micrítica y volcanogénica (Fig. 5).

3) Primera ocurrencia en masa de bivalvos asociada a depósitos en manaderos de metano cenozoicos (Kiel et al., 2021)

Se identificó un depósito asociado a una filtración o manadero (seep) con una ocurrencia masiva casi monoespecífica de un bivalvo tiásirido (*Thyasira montañita*). La *Thyasira* es un género de moluscos bivalvos marinos de la familia *Thyasiridae*. Son pequeñas almejas fácilmente reconocibles por sus conchas más o menos orbiculares y provistas de uno o dos surcos de posición radial en el área posterior.

La capa masiva a nodular de piedra caliza en Punta Montañita se interpreta como un antiguo depósito de un manadero de metano (Fig. 6,7,8). Los depósitos de este tipo, con ocurrencias masivas de bivalvos tiásiridos, hasta ahora solo se habían reportado para el Cretácico. El depósito de Montañita es el primer ejemplo registrado del Cenozoico (Oligoceno-Mioceno).

Se logra observar en el afloramiento el marcado contacto entre la caliza nodular y la arenisca masiva suprayacente. Kiel et al., (2021) señalan que las estructuras tubulares o tubos de gusano reportados anteriormente en este depósito probablemente son fragmentos de crustáceos alargados. Indican que una interpretación anterior los



Fig 5. Vista sur del acantilado mostrando la ubicación estratigráfica aproximada de los restos fósiles del conjunto de elasmobranquios oligomiocénicos y del delfín tropical oligoceno descubiertos en la capa de arenisca. Se diferencian claramente tres zonas: a) superior: areniscas intercaladas con limolitas, b) medio: arenisca homogénea y masiva de grano fino a medio y c) inferior: arenisca con nódulos, fosilífera.

asoció a depósitos de arrecife de parche (reef patch), definición que puede considerarse correcta cuando se aplica solo a las ostras incrustadas en la parte superior del depósito, pero no a todo el depósito.

4) La primera tortuga fósil del Oligoceno en América del Sur (Cadena et al., 2018)

Este es el primer registro oligoceno de tortugas marinas Pan-Cheloniidae para toda América del Sur. El material fósil corresponde a un hueso costal único, aislado y bien conservado (costal derecho 4; 14,5 cm de longitud; 3,8 cm

de ancho). La capa donde fue extraído se muestra en la Fig. 9.

Las comparaciones con otros fósiles representativos del Oligoceno y existentes permiten confirmar que pertenece a una tortuga marina caracterizada por: a) falta de osificación lateral, lo que permite la exposición dorsal del extremo distal de las costillas b) una superficie dorsal del hueso esculpida y c) cambio de una vermiculación densa en la región del escudo vertebral a un patrón anastomosado de surcos en la porción más lateral de las costillas.

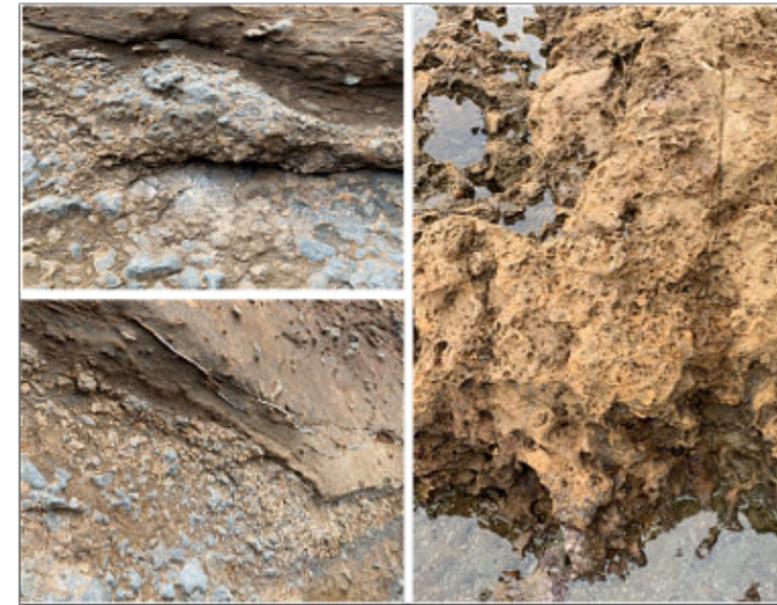


Fig 6. (Izq) Caliza nodular gris verdoso. Se logran distinguir venas discontinuas de yeso. (Der) Rocas pardo-rojizas de la plataforma inter-mareal.

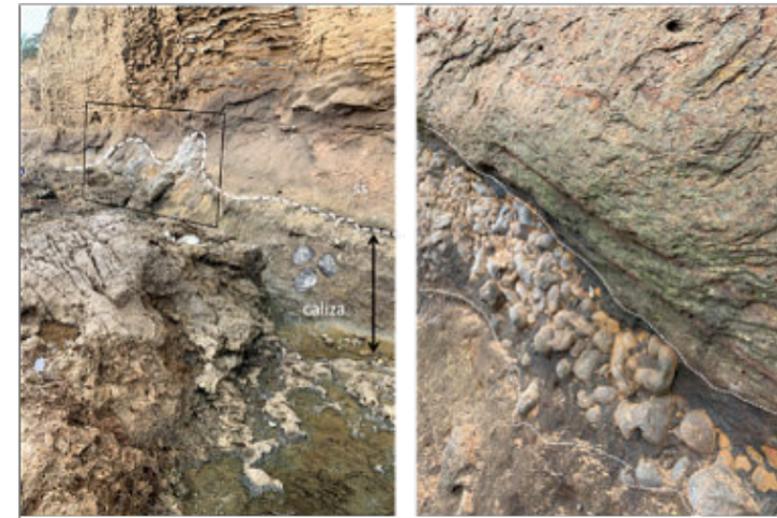


Fig 7. Depósitos característicos del manadero de metano. En el recuadro A, se muestran pequeñas estructuras dómicas, proyectándose hacia la arenisca suprayacente. Se indica también la ubicación de la capa con bivalvos (izq) y el contacto entre la caliza nodular y la arenisca masiva suprayacente (der).



Fig 8 . Estructuras tubulares y "tubos de gusanos" se interpretan actualmente como fragmentos alargados de crustáceos



Fig 9. Vista sur del acantilado mostrando la ubicación aproximada de los restos fósiles de tortuga en el afloramiento.

CONCLUSIONES

El acantilado de Montañita, además de su atractivo turístico, contiene elementos y encierra procesos geológicos que le proporcionan un valor científico relevante y de gran calidad. Los descubrimientos fosilíferos de años recientes así lo confirman.

En el afloramiento, han sido recuperadas nuevas especies de elasmobranchios oligo-miocénicos para Ecuador, Sur América y el Pacífico Este; los primeros registros de bivalvos asociados a depósitos de metano cenozoicos, y de tortugas y delfines oligocénicos en el continente suramericano. Restos de cetáceos de edad Eoceno al Mioceno, en buen estado de conservación, y de

pinnípedos oligo-miocénicos (?), todas nuevas especies, han logrado también ser desenterrados del acantilado.

El yacimiento paleontológico de Montañita-Olón, por la diversidad, valor patrimonial y significación científica es uno de los más importantes en la región y continente. Es un yacimiento único en fauna oligo-miocena marina en el continente Sudamericano. Puede, incluso, superar en importancia los yacimientos de fósiles pleistocenos de la región de Santa Elena en Ecuador.

Nota del autor: Detalles de las investigaciones, descripciones, taxonomía y fotografías de los especímenes recolectados se pueden consultar en cada uno de los trabajos mencionados en las referencias.

REFERENCIAS

Juan Abella J., Molina J., Flores F., Ronquillo I., Oña S., Vera D., Gregori M.D., Lorenzo E., Lindsey E., y Ruiz-Sánchez F.J., 2016, Nuevos hallazgos de cetáceos fósiles del período Eoceno-Mioceno de la península de Santa Elena, Ecuador, Libro de Resúmenes III Congreso Ecuatoriano de Mastozoología y I Simposio Ecuatoriano sobre Paleontología de Mamíferos, p 172.

Cadena E., Abella J., and Gregori M., , 2018, The first Oligocene sea turtle (Pan-Cheloniidae) record of South America. PeerJ 6:e4554; doi 10.7717/peerj.4554

Carrillo-Briceño J.D., Villafaña J.A., De Gracia C., Flores-Alcívar F.F., Kindlimann R., Abella J. , 2020. Mediante análisis de abundancia, paleobatrinita y preferencia de habitata

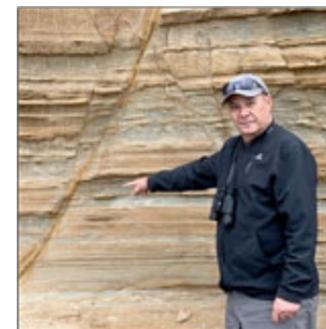
Kiel S. , Birgel D., Lu Y., Wienholz D., Peckmann J., 2021, A thyasirid-dominated methane-seep deposit from Montañita, southwestern Ecuador, from the Oligocene-Miocene boundary, Palaeogeography, Palaeoclimatology,

Palaeoecology 575 (2021) 110477, <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110477>

Tanaka Y, Abella J., Aguirre-Fernández G., Gregori M., Fordyce R.E., 2017, A new tropical Oligocene dolphin from Montañita/Oloán, Santa Elena, Ecuador. PLoS ONE 12(12): e0188380.; <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188380>

Molina-Cordova J.O., Ronquillo I.L., Flores F.F., Vera D., Ruiz-Sánchez F. y Abella J., 2015, Descripción de las primeras faunas fósiles del Oligoceno de Ecuador (Montañita, Santa Elena, Ecuador), Resumen XXXIX Jornadas Nacionales de Biología.

Núñez del Arco E. and Dugas F., 1986, Guía Geológica del Suroeste de la Costa Ecuatoriana, ESPOL, CNUEP and Instituto Francés de Investigaciones Científicas para el Desarrollo en Cooperación, 299 p., https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers14-07/21572.pdf, (Access July 2021).



Jesús S. Porras M. es ingeniero geólogo de la Universidad de Oriente con Maestría en Ciencias Geológicas de la Universidad Central de Venezuela. Posee más de 30 años de experiencia profesional tanto en proyectos de exploración como de desarrollo en reservorios convencionales y no convencionales en Venezuela, Colombia y Argentina.

Comenzó su carrera en 1983 como geólogo de operaciones y de producción para empresas estatales y privadas en diversos campos de la Cuenca Oriental de Venezuela. En 1995, se unió a Pérez Companc (luego Petrobras) donde ocupó varios cargos, desde geólogo senior del campo Oritupano-Leona, hasta Gerente Técnico y de Reservorios del campo La Concepción en la Cuenca Maracaibo.

En 2008 es transferido a Argentina, al Grupo de Operaciones de Geología y Geofísica de Exploración de Petrobras Argentina (luego Pampa Energía) donde trabajó como Technical Advisor por espacio de 10 años, destacando una participación activa en proyectos de no convencionales en la Cuenca Neuquina.

Actualmente se desempeña como Geólogo Consultor Senior liderando grupos de estudios integrados de yacimientos para operadoras nacionales e internacionales.

Su principal interés es la evaluación técnico-económica tanto de áreas exploratorias como de campos maduros, la caracterización de reservorios convencionales y no convencionales, y el monitoreo a proyectos exploratorios, de avanzada y desarrollo.

Es miembro activo de diversas asociaciones profesionales y autor o coautor de más de 40 trabajos presentados en diferentes congresos geológicos nacionales e internacionales.

Foro de discusión

Discussion Forum

A sugerencia de uno de nuestros lectores, a partir de la revista de agosto de 2022, estaremos incluyendo las opiniones y discusiones de nuestros lectores en relación a las Notas Geológicas publicadas, lo que permitirá la participación activa de los interesados. En definitiva, este foro de discusión será de gran valor para mantener el interés en una gran variedad de temas geológicos, y creará un ambiente de colaboración cordial entre nuestras comunidades de Geociencias.

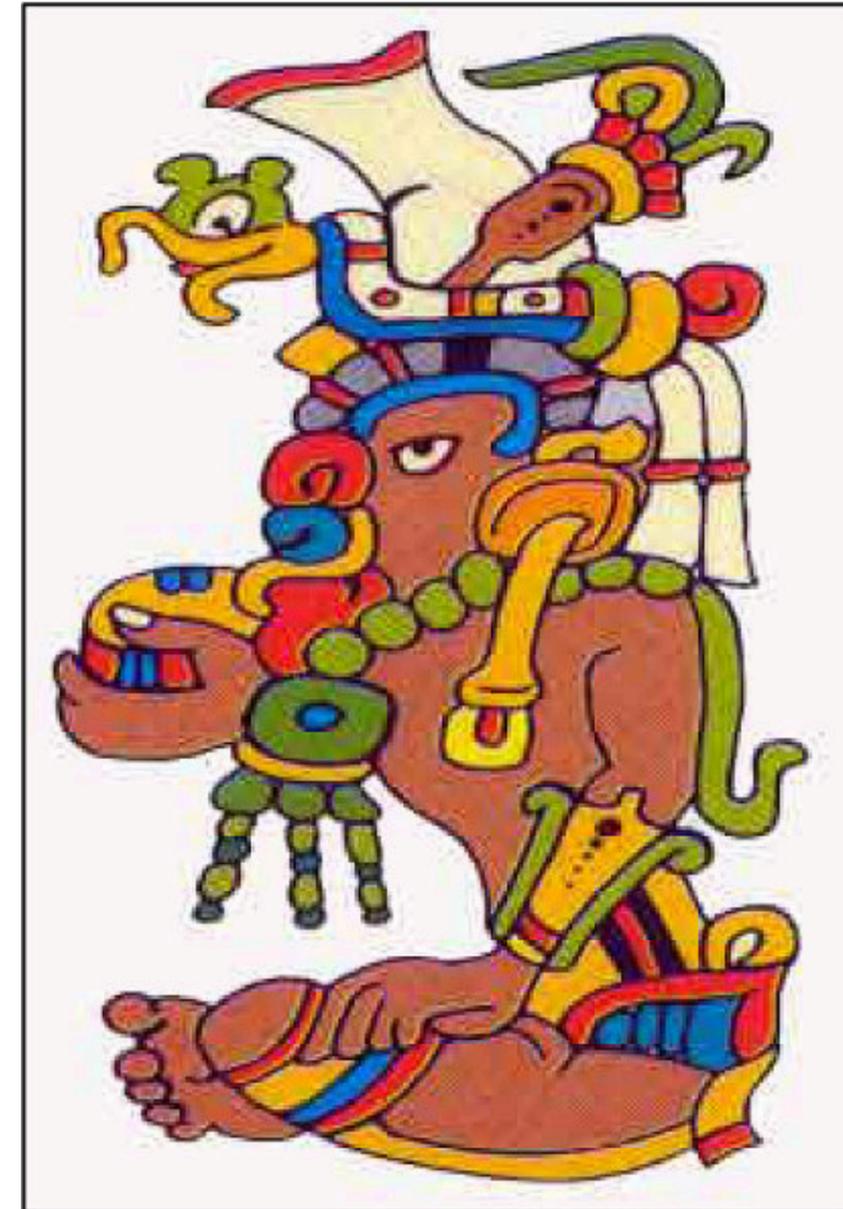
Por favor envíen sus observaciones, comentarios y sugerencias a cualquiera de los Editores de la Revista Maya de Geociencias.

At the suggestion of one of our readers, beginning with this August issue we will be including opinions and discussions from our readers relating to the published geological notes. This will permit active participation by interested parties. This discussion forum will certainly have great value for maintaining interest in a wide variety of geological themes, and will create a cordial, collaborative atmosphere among our geoscience community.

Please send your observations, comments and suggestions to any of the Editors of the Revista Maya de Geosciencias.

MISCELÁNEOS

Xaman Ek, Dios de la Estrella Polar



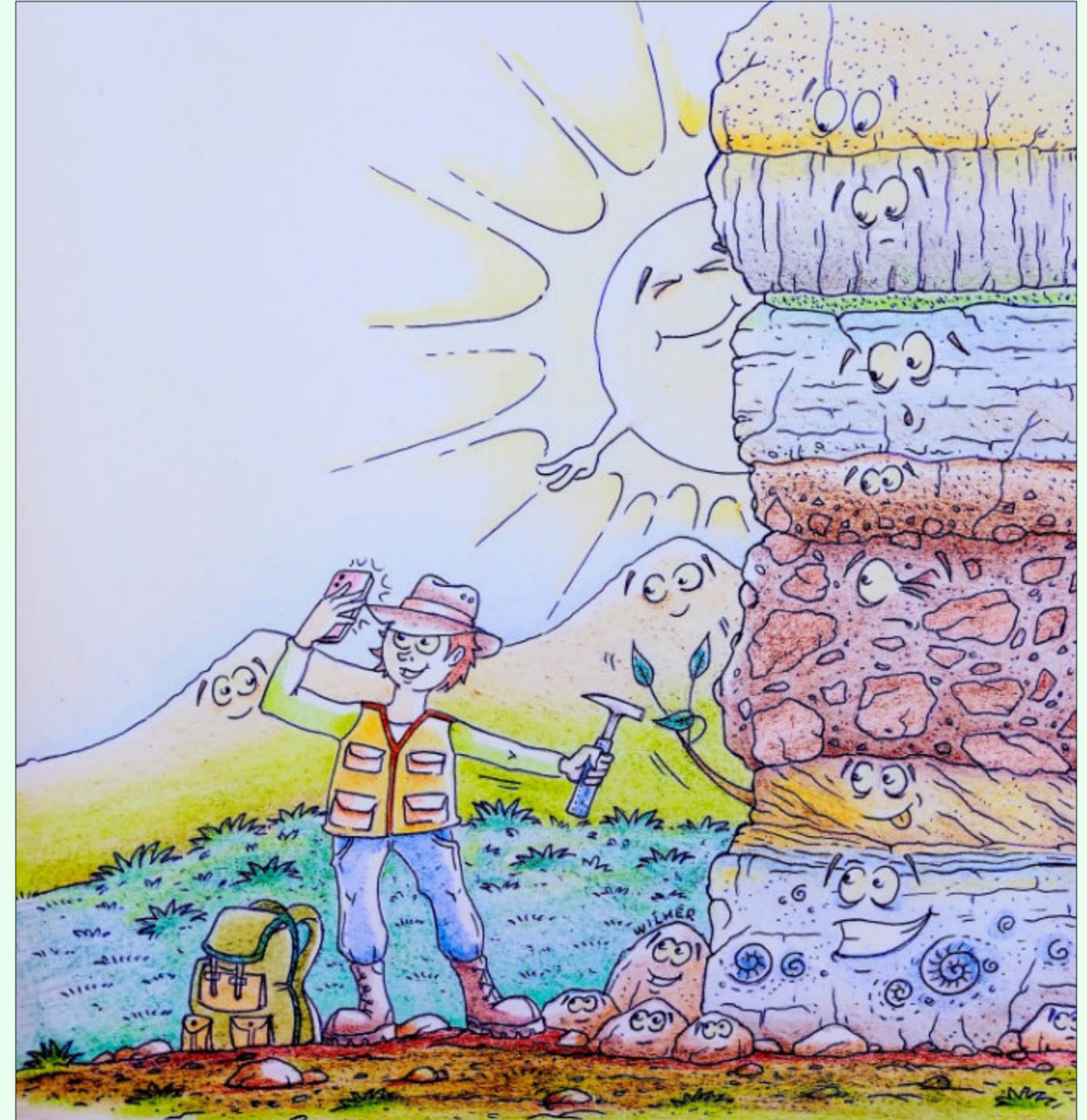
La quinta deidad más común en los códices es Xaman Ek, el dios de la estrella polar, que aparece 61 veces en los tres manuscritos. Se le representa siempre con la cara de nariz roma y pintas negras peculiares en la cabeza. No tiene más que un jeroglífico de su nombre, su propia cabeza, que se ha comparado 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.

The Dinosaur House, Raetihi, New Zeland

Haz click en la imagen



Se informa a la comunidad que se declara desierto el concurso de fotografía geológica por no haber recibido suficientes fotografías para realizar el mismo. Aquellos estudiantes y colegas que nos enviaron una foto para el concurso, los invitamos a someter esa foto (u otras) para la sección de 'fotos de afloramientos' de nuestra revista mensual"



Por Wilmer Pérez Gil (wilmerperezgil5@gmail.com)

GeoLatinas involucra a las/los científicas/cos 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. **Sigue nuestros GeoSeminarios, ya sea en vivo o visitando nuestras redes sociales y viendo las grabaciones:** <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](#).

o envíanos un mensaje en nuestras redes sociales.

(*Esta iniciativa está abierta a todo género, raza, edad, etc.)

GeoLatinas es una organización inclusiva, dirigida por sus miembros. Nuestra misión es acoger, empoderar e inspirar Latinas para que persigan y prosperen en sus carreras de Ciencias de la Tierra y Ciencias Planetarias.

Escaneame!

GeoSeminarios disponibles en:

GeoLatinas: Latinas in Earth and Planetary Sciences

Instagram: @geolatinasinsto
Facebook: GeoLatinas_por_mexico
Twitter: @GeoLatinas

Después de haber concluido los módulos de tronco común: Registros Geofísicos de Pozos y Correlaciones Geológicas, éste es el cuadro de honor del Jaguar Academy, el proyecto de Transferencia tecnológica de Jaguar Exploración y Producción a través del cual, los especialistas de Jaguar y del Instituto Tecnológico del Petróleo y Energía, acercan tanto a estudiantes como recién egresados de universidades mexicanas al conocimiento práctico de la industria en la exploración y producción de hidrocarburos.

Lugar General	Nombre	Institución	Promedio General
1	María Andrea Hernández	Instituto Tecnológico del Petróleo y Energía	97.95
2	José Jesús Carvajal	Instituto Tecnológico del Petróleo y Energía	97.8
3	Henry David Palma	Universidad Politécnica del Golfo de México	96.425
4	Brenda Pamela Juárez	Instituto Politécnico Nacional	96.15
5	Angelo Kevin García	Instituto Politécnico Nacional	94.775
6	Edy Antonio Vicente	Universidad Politécnica del Golfo de México	94.5
7	Anette del Carmen Domínguez	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	94.4
8	Diana Paola González	Universidad Nacional Autónoma de México	94.2
9	Miroslava Villegas	Instituto Politécnico Nacional	94.125
10	Ángel Arí Quepons	Universidad Politécnica del Centro	94.1
11	Jesús Armando Nieves	Instituto Politécnico Nacional	93.975
12	Amaury Alan Rocha	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	93.65
13	José Luis Ramón	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	93.375
14	Katherine Hinojosa	Universidad Nacional Autónoma de México	93.075
15	Montserrat Rasgado	Instituto Politécnico Nacional	92.85
16	Cesar Oswaldo Hernandez	Instituto Politécnico Nacional	92.825
17	Estefani Johana Olvera	Instituto Politécnico Nacional	92.575
18	Amairany Canul	Instituto Tecnológico del Petróleo y Energía	92.45
19	Endrichs Gamaliel Lopez	Instituto Politécnico Nacional	92.15
20	Fátima Hernández	Universidad Politécnica del Centro	92.125

Congreso Nacional de Geoquímica 2023.

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=705424441596481&set=a.495695919236002>



INAGEQ
Instituto Nacional de Geoquímica

"El saber de mis hijos hará mi grandeza"

ACADEMIA DE GEOQUÍMICA
PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA

Congreso Nacional de
GEOQUÍMICA

Más información

NUEVA fecha límite para el envío de Resúmenes

04 SEPTIEMBRE 2023

23:59hrs

<https://www.inageq.com/>

Soy Científica Mexicana



Dra. Nadia Valentina Martínez Villegas
Presidenta del INAGEQ
Investigadora IPICYT
SNI Nivel 2

En el INAGEQ nos estamos renovando y tenemos un compromiso con el alcance de la Igualdad Sustantiva de Género!

Este 11F recordamos que las mujeres y las niñas desempeñan un papel fundamental en las comunidades de ciencia y tecnología, y también que su participación debe fortalecerse.

Nos sumamos a los esfuerzos globales por lograr el acceso a la participación plena de las mujeres y las niñas en la ciencia, así como su empoderamiento, en particular, en lo que compete a las áreas de la geoquímica.

"Igualdad de género hoy para un mañana sostenible"

5 IGUALDAD DE GÉNERO

inageq.com



International Meeting for Applied Geoscience & Energy

28 Aug–1 Sept 2023
Houston, Texas

SEG AAPG

Registration Now Open

CBTH students and researchers presented at IMAGE 2023 on August 28 - September 1, 2023.

Mohamed Abdelfatah - Relationships between Red Sea opening directions, crustal types and thicknesses, evaporite distribution, and hydrocarbon potential (Poster Presentation, Aug. 29 from 11:35 AM to 12:00 PM; Session ID - STUD P6, Session Title - Student Session 6)

Ruth Beltran - Rift and thermal sagging controls on the distribution and thickness of the Barremian-Aptian Lagoa Feia formation which hosts a source-reservoir unit, deepwater Campos basin, Brazil (Poster Presentation, Aug. 29 from 10:20 AM to 10:45 AM; Session ID - STGM P2, Session Title - Extensional Tectonics and Salt-related Systems)

Sharon Cornelius - Southwestward tilting of the Espirito Santo-Campos-Santos salt basin, Brazil, and its implications for source rock potential in the external rift zone (Oral Presentation, Aug. 30 from 2:10 PM to 2:35 PM; Session ID - BMPS 3, Session Title - Petroleum Systems Case Studies 2)

José Miguel Gorosabel Araus - Hydrocarbon prospectivity in the San Pedro offshore basin of the Dominican Republic based on identification of Upper Cretaceous and Lower Cenozoic source rock intervals (Poster Presentation, Aug. 29 from 11:10 AM to 11:35 AM; Session ID - STUD P6, Session Title - Student Session 6)

Juan Pablo Ramos Vargas - Basement architecture and deep-water stratigraphy of the SW Caribbean and its implications for untapped petroleum systems in the Colombian Basin (Poster Presentation, Aug. 29 from 11:10 AM to 11:35 AM; Session ID - STUD P6, Session Title - Student Session 6)

Upal Shahrir - Impact of Jurassic volcanic/non-volcanic margin boundary on HC prospectivity, Northwestern Africa (Poster Presentation, Aug. 29 from 10:45 AM to 11:10 AM; Session ID - STUD P6, Session Title - Student Session 6)

Kenneth Shipper - Control of crustal thickness, type, and burial history on heat flow and petroleum basin modeling of the Guyana-Suriname rifted-passive margin (Poster Presentation, Aug. 29 from 10:20 AM to 10:45 AM; Session ID - STUD P6, Session Title - Student Session 6).



Conjugate Basins, Tectonics, and Hydrocarbons
Phase VI - 2020-2023

UH Dept. of Earth & Atmospheric Sciences | UH Dept. of Energy Resources

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

Caverna del arte

Lengua italiana y literatura: Las expresiones del arte de la palabra

Salvador Ortuño Arzate

Colaborador de la Revista

En la lengua romance italiana, en sus etapas primitivas, los primeros textos escritos en la medianía del siglo X, fueron los denominados “*De Capua*” y “*Teano*” (referidos a las provincias, ciudades, de *Campania* y *Teano de Apulia* y *Teano de Sidicino*). Esta maravillosa lengua italiana es la hija directa del latín vulgar o *fermo vulgaris*, así como de las diferentes lenguas y elementos lingüísticos, pervivientes locales del final del periodo de la cultura clásica romana. A diferencia del *fermo classicus* que utilizaba la élite culta del Lacio, y diferenciado del *fermo plebeyus* o *vulgaris* latinos, éstos fueron los fermentos del italiano y las demás lenguas romances. Finalmente, cuando se unifica el italiano durante el siglo XIX, la lengua literaria de las regiones de Florencia y Toscana, fue el alimento fundamental de la actual lengua de la república italiana. Posteriormente, el italiano, durante su evolución histórica, tuvo influencia germánica, bizantina, árabe, española, francesa, etc.

He aquí, versos populares en perfecto latín y en perfecto italiano, escrito por Mattia Batturini (1752-1817), quizá en el siglo XVIII. Ésta, evidencia clara de la dinámica de evolución entre el latín y la lengua italiana. Las mismas situaciones diéronse en las historias de otras lenguas romances como el español, el portugués, etc., (cf. pág. 165, Prieto).

Salutazione a Venezia

*Te saluto, alma Dea, Dea generosa,
O gloria nostra, o veneta regina!
In procelloso turbine funesto
Tu regnasti serena; mille membra
Intrepida prostrasti in pugna acerba;
Per te miser non fui, per te non gemo,
Vivo in pace per te, Regna, o beata!
Regna in prospera sorte, in pompa augusta,
In perpetuo splendore, in aura sede!
Tu serena, tu placida, tu pia,
Tu benigna, me salva, ama, conserva!¹*

Salve Venecia

*Te saludo, Diosa del alma, Diosa generosa,
¡Oh gloria nuestra, oh reina de Venecia!
En un torbellino mortal
Tú reinaste serenamente; mil miembros
Intrépida te postraste; en amarga batalla;
No fui miserable por ti, no gemí por ti,
¡Vivo en paz a través de ti, oh Reina Bendita!
Reina en suerte próspera, en augusta pompa,
¡En perpetuo esplendor, en trono de aura!
Tú serena, tú tranquila, tú piadosa,
¡Eres amable, sálvame, ámame, protégeme!*

Un documento destacado del protorromance fue *L'Indovinello Veronese*, (La Adivinanza de Verona) del siglo IX; el cual versa como sigue:

*Se pareba Boves,
Alba pratalia araba,
Alba versorio teneba.
Nero semen seminaba.*

*Parecían bueyes,
Araban un campo blanco,
Tenían una carreta blanca,
Sembraban una semilla negra.*

La solución de La Adivinanza de Verona es: “la mano que escribe.” Es decir, los dedos eran los bovinos, que escribían sobre el campo blanco que es el pergamino; la carreta blanca es la pluma de ave y la semilla negra es la escritura. (cf. pág. 168, Prieto.)

Después, en los siglos venideros, acaece la influencia decisiva de la lengua y la literatura florentina – toscana del *trecento* (siglo XIV), conformando la esencia del moderno italiano, y definitorio determinante a través de las gigantescas figuras de Dante Alighieri, Francesco Petrarca, Giovanni Boccaccio, entre los más estelares. Ya, en ese siglo, en *De Vulgari Eloquentia*, el genio de Dante identifica, y analiza, las innumerables lenguas locales como el alma de la naciente, e insigne, lengua italiana.

Así, a través de los siglos, se destaca la influencia de insignes personalidades de las letras italianas como Dante Alighieri (1265-1321), con obras como *La Commedia*, *Los ojos de mi amada*; Francesco d’Assisi (circa 1182-1226), y su *Laude*; Guido Cavalcanti (1259-1300), con la *Bella donna*; Francesco Petrarca (1303-1374), con innumerables obras maestras, *Trionfi*, *Epistolae*, *Il Canzoniere*; Nicolás Maquiavelo (1469-1527); Giacomo Leopardi (1798-1837), y sus *I Canti*; Manzoni (1785-1873), *I promessi sposi*; Carlo Collodi (1826-1890), pseudónimo de Carlo Lorenzini, *Pinocchio*; Edmundo de Amicis (1846-1908), con *Cuore*; Gabriele d’Annunzio (1863-1938), *Canto nuovo*, *La Canzone di Garibaldi*; Benedetto Croce (1866-1953); Salvatore Quasimodo (1901-1968), *Alla notte*; entre los más importantes. Además de la fabulosa obra literaria, Italia también ha sido la cuna de la música barroca, renacentista, e incluso hasta la época moderna.

He aquí algunos fragmentos de grande celebración de la literatura italiana; cítanse los siguientes ejemplos. Primeramente, el *Laude* de Francesco d’Assisi:

Laude

*Altissimo, omnipotente, bon Signore,
Tue so’le laudi, la gloria l’honore
E onne benedictione:*

*Ad te, solo, Altissimo, se confano
et nullu homo ene digno
te mentovare:
...(cf. pág. 56 de Basave).*

Alabanza, Loa

*Altísimo, omnipotente, buen Señor,
Tuya es la alabanza, la gloria y el honor,
Y toda la bendición:*

*A ti solo, Altísimo, convienen,
y ningún hombre es digno
de recordarte:*

Ahora, un soneto de Francesco Petrarca:

Soneto 197

*Laura celeste che ‘n quel verde lauro
spira, ov’ Amor ferí nel fianco Apollo,
et a me pose un dolce giogo al collo,
tal che mia libertà tardi restauro,
pò quello in me, che nel gran vecchio mauro
Medusa quando in selce transformollo;
né posso dal bel nodo ornai dar crollo,
là 've il sol perde, non pur l'ambra o l'auro:
dico le chiome bionde, e 'l crespo laccio,*

Soneto 197

*La aura celeste que ahora está oreando
al laurel donde Amor a Apolo hería,
que un dulce yugo puso al alma mía
del que tarde demás me estoy librando,
puede en mí lo que obró Medusa cuando
al viejo moro en piedra convertía,
pues soltarme del nudo no sabría
que al oro, y aun al sol está humillando:
nombro al cabello rubio, y al rizado*

¹ Mario Pei, 1960, *The Story of Language*. A Mentor Book, Nueva York; p. 281.

*che si soavemente lega et stringe
l'alma, che d'umiltate e non d'altr'armo.
L'ombra sua sola fa 'l mio cor un ghiaccio,
et di bianca paura il viso tinge;
ma li occhi anno vertú di farne un marmo.*

*lazo que me ata tan graciosamente
que armarme de humildad sólo procuro.
A su sombra mi pecho siento helado,
pues de blanco pavor tifie mi frente;
mas sus ojos me vuelven mármol duro.*

Y de Giacomo Leopardi, preséntase este maravilloso poema, en el ensueño metafísico:

L'Infinito
*Sempre caro mi fu quest'eremo colle,
e questa siepe, che da tanta parte
dell'ultimo orizzonte il guardo esclude.
Ma sedendo e mirando, interminati
spazi di là da quella, e sovrumani
silenzi e profondissima quiete
io nel pensier mi fingo; ove per poco
il cor non si spaura. E come il vento
odo stormir tra queste piante, io quello
infinito silenzio a questa voce
vo comparando; e mi sovvien l'eterno,
e le morti stagioni, e la presente
e viva, e il suon di lei. Così tra questa
immensità s'annega il pensier mio:
e il naufragar m'è dolce in questo mare.*
(cf. pág. 78, de Basave).

Infinito
*Siempre me fue querida esta yerma colina,
y este seto que por tan grande parte
impide la vista del lejano horizonte.
Pero sentado y mirando, fijo en mi pensamiento
Ilimitados espacios más allá de aquél,
y sobrehumanos silencios y profundísima quietud
de los que el corazón no siente miedo.
Y como oigo susurrar el viento
entre las plantas, voy comparando
a esta voz el silencio infinito
y acuden a mi memoria la eternidad
y las muertas estaciones y la presente
viva y el son de ella. Y así mi pensamiento
se anega en esta inmensidad, y es dulce
para mi naufragar en este mar.*

En la angustia del sentido de la vida, las palabras de Leopardi:

*Pur, tu soligna, eterna pellegrina,
Che sí pensosa sei, tu forse intendi,
Questo viver terreno,
Il patir nostro, il sospirar,
Che sia questo morir, questo supremo
Scolorar del sembiante,
E periri de la terra, e venir meno
Ad ogno usata, amante compagnia.
E tu certo comprendi
Il perché delle cose, e vedi il frutto
Del mattin, della sera,
Del tacito infinito andar del tempo...*
(cf. pág. 80, de Basave).

*Pero, tú solitaria, eterna peregrina
Que eres pensativa, acaso entiendas,
Esta vida terrenal,
Nuestro padecer y suspirar;
Qué sea este morir, este supremo
Palidecer del semblante,
Y perecer en la tierra y desfallecer
Para toda amante compañía.
Y tú ciertamente entiendes
El porqué de las cosas y el fruto
De la mañana, de la tarde,
Del silente e infinito andar del tiempo...*

Asimismo, de Luigi Pirandello, la contemplación metafísica del natural instante...

*Vivo nel sogno de un'ombra nell'acqua
ombra di rami verdi, di case
già capovolte, e di nuovo nuvole: e tremola
tutto: lo spigolo bianco di un muro
nel cielo azzurro abbagliante, una corda
che l'attraversa, un fanale e il tronco
nero d'un albero, tagliato a mezzo
da un foglio giallo
di carta che galeggia...
Ombra nell'acque -liquida città...
luminoso tremore, vastità
il cielo chiaro, verde verde verde
di foglie - tutto par che vada e sta
e vive e non lo sa,
non lo sa l'acqua, non lo sanno gli alberi,
non lo sa il cielo né le case... Solo
un povero uomo lo sa, che va
lungo l'argine triste
del canale.*
(cf. pág. 84 de Basave).

*Vivo del ensueño de una sobra en el agua
sombra de ramas verdes, de casas
ya entrevesadas, y luego nubes: y tiembla
todo: la arista blanca de un muro
en el límpido cielo azul, una cuerda
que la atraviesa, un farol y el tronco
negro de un árbol, cortado a medias
por una hoja amarilla
de papel que flota...
Sombra en las aguas - ciudad líquida...
luminoso temblor, vastedad
el cielo claro, verde verde verde
de hojas - todo parece que pasa y se queda
y vive y no lo sabe,
no lo sabe el agua, no lo saben los árboles,
no lo sabe el cielo, ni las casas... Sólo
un pobre hombre lo sabe, que va
a lo largo de la orilla triste
del canal.*

Y de Salvatore Quasimodo (1901-1968), citamos este breve canto en la infinitud de la noche, admirado de la visión nocturna del éxtasis contemplativo.

Alla Notte
*Dalla tua matrice
io salgo immemore
e piango.
Camminano angeli muti
Con me, non hanno respiro le cose;
in pietra mutata ogni voce,
silenzio di cieli sepolti.
Il primo tuo uomo
Non sa mia dolora.*

A la noche
*Desde tu matriz
yo subo sin memoria
y lloro.
Caminan los ángeles, mudos
conmigo; las cosas no tienen aliento;
todo se transforma en piedra,
silencio de cielos sepultados.
Tu primer hombre
no conoce mi dolor.*

(cf. pág. 85 de Basave).

Bibliografía sucinta:

Agustín Basabe Fernández del Valle, 2002, *¿Qué es la poesía? Introducción filosófica a la poética*. Ed. Fondo de Cultura Económica, México; 361 p.

Mario Pei, 1960, *The Story of Language*. A Mentor Book, Nueva York; p. 281.

Carlos Prieto, 2005, *Cinco mil años de palabras*. Ed. FCE; 311 p.

Henriette Walter, 1994, *L'Aventure des Langues en Occident; Leur origine, leur histoire, leur géographie*. Ed. Robert Laffont; France; 498 p.



La Fontana di Trevi e Vista della città di Firenze: Fotografie scattate da Felipe D. Ortuño De la O.



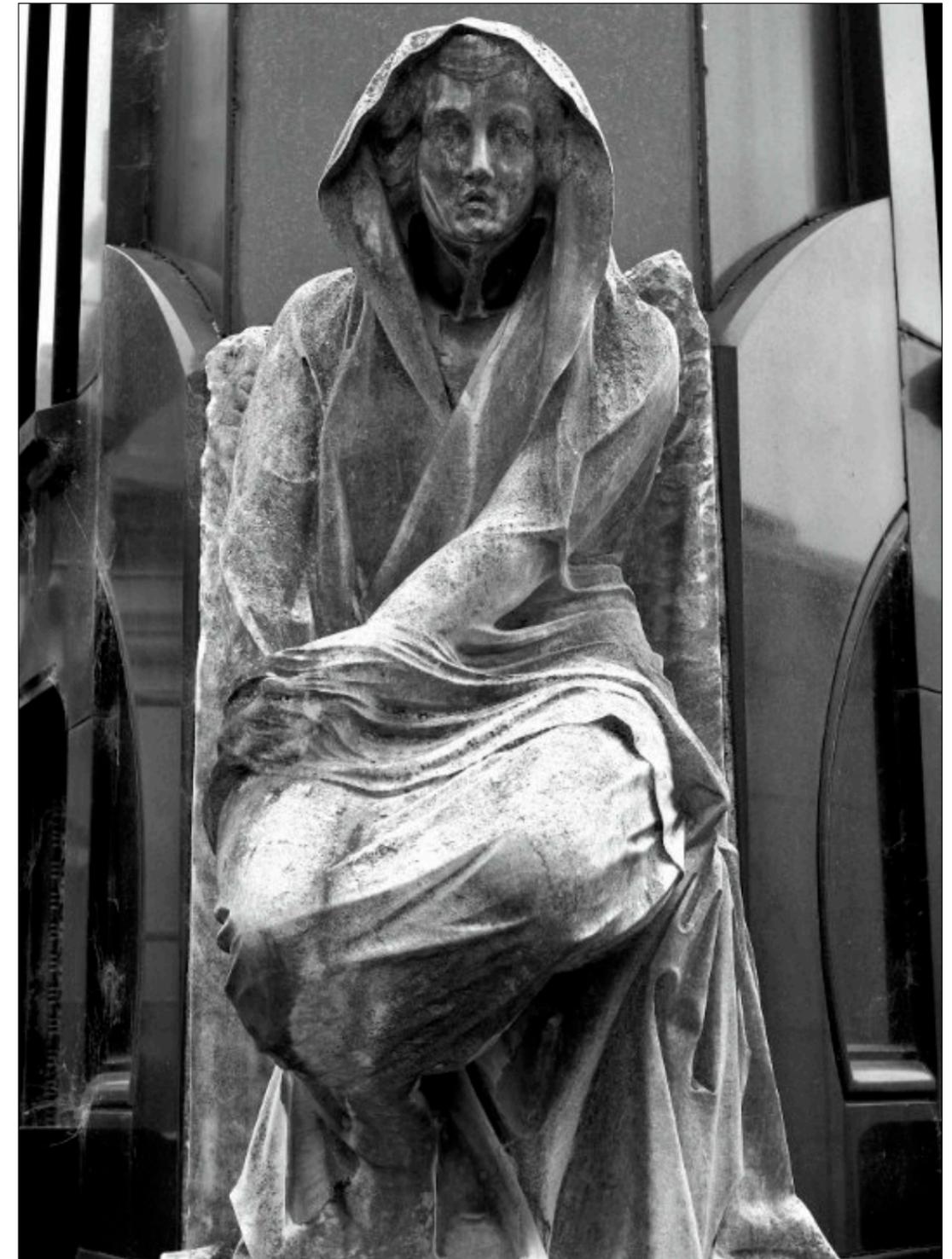
Salvador Ortuño Arzate received his M. Sc. from the National Autonomous University of Mexico (UNAM) and his Ph.D. from the Université de Pau and Pays de l'Adour (UPPA) in France. He has been a researcher at the Instituto Mexicano del Petróleo and the Institut Français du Pétrole, focusing his work on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

Cementerio de la Recoleta, Buenos Aires, 2013.

Fotografía de Claudio Bartolini



Cementerio de la Recoleta, Buenos Aires, 2013.

Fotografía de Claudio Bartolini



Cementerio de la Recoleta, Buenos Aires, 2013.

Fotografía de Claudio Bartolini



Poema A los Cuchumatanes

de Juan Diéguez Olaverri

¡Oh cielo de mi Patria!
¡Oh caros horizontes!
¡Oh azules, altos montes;
oídme desde allí!
La alma mía os saluda,
cumbres de la alta Sierra,
murallas de esa tierra
donde la luz yo vi!

Del sol desfalleciente
a la última vislumbre,
vuestra elevada cumbre
postrer asilo da:
cual débil esperanza
allí se desvanece:
ya más y más fallece,
y ya por fin se va.

En tanto que la sombra
no embargue el firmamento,
hasta el postrer momento
en vos me extasiaré;
que así como esta tarde,
de brumas despejados,
tan limpios y azulados
jamás os contemplé.

¡Cuán dulcemente triste
mi mente se extasía,
oh cara Patria mía,
en tu áspero confin!,
¡cual cruza el ancho espacio,
ay Dios que me separa
de aquella tierra cara,
de América el jardín!

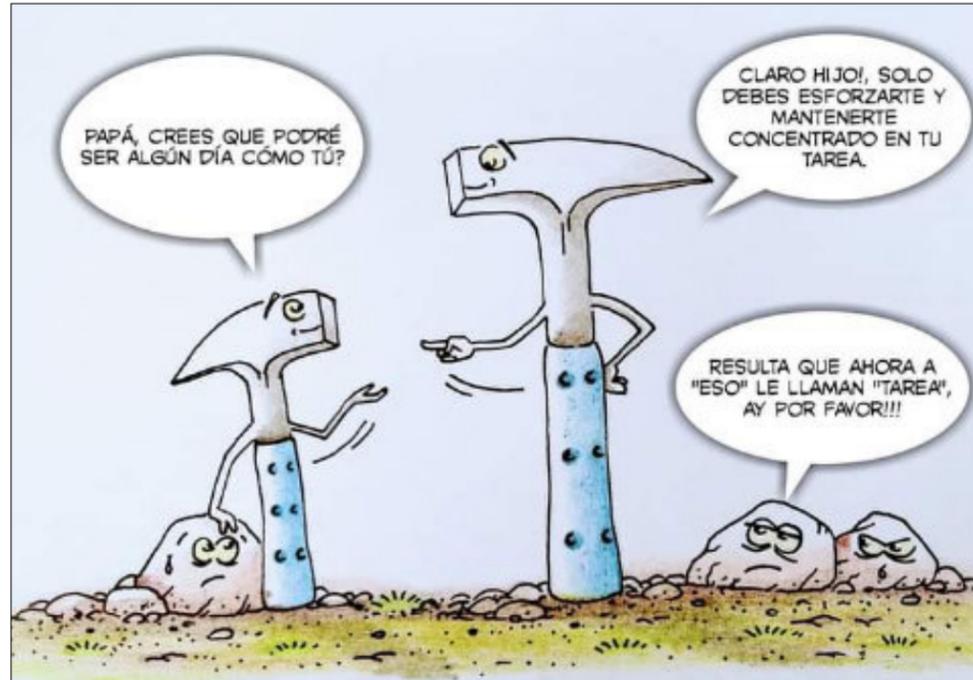
En alas del deseo,
por esa lontananza,
mi corazón se lanza
hasta mi pobre hogar.
¡Oh, dulce madre mía,
con cuanto amor te estrecho
contra el doliente pecho
que destruyó el pesar!

¡Oh, vosotros que al mundo
conmigo habéis venido,
dentro del mismo nido
y por el mismo amor;
y por el mismo seno
nutridos y abrigados,
con los mismos cuidados,
arrullos y calor!

¡Amables compañeros,
a quienes la alma infancia
en su risueña estancia
jugando me enlazó
con lazo tal de flores,
que ni por ser tan bello,
quitárnosle del cuello
la suerte consiguió!

Entro en el nido amante
vuelvo al materno abrigo:
¡Oh cuánto pecho amigo
yo siento palpar,
en el grupo caro,
que en tierno estrecho nudo
llorar tan sólo pudo,
llorar y más llorar.

¡Oh cielo de mi Patria!
¡Oh caros horizontes!
¡Oh ya dormidos montes
la noche ya os cubrió!:
adiós, oh mis amigos,
dormid, dormid en calma,
que las brumas en la alma,
¡ay, ay! las llevo yo.



M.Sc. **Wilmer Pérez Gil** (Pinar del Río, Cuba, 1983) es Ingeniero Geólogo egresado de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Sáiz Montes de Oca" en 2010. A partir de 2012 ejerce como docente en el Dpto. de Geología, perteneciente a la Facultad de Ciencias Técnicas de la referida casa de altos estudios. Imparte asignaturas en pregrado como Geología General, Fotografía y Dibujo Geológico Básico, Rocas y Minerales Industriales, entre otras disciplinas. Desde 2011 se desempeña como responsable de Eventos y Asuntos Editoriales de la Sociedad Cubana de Geología, en la filial de la provincia de Pinar del Río. A inicios de 2021 crea el proyecto "Geocaricaturas", grupo público de Facebook para la promoción del conocimiento de las ciencias de la Tierra, con una perspectiva educativa a través del humor inteligente. Buena parte de las caricaturas de temática geológica que conforman esta iniciativa gráfica se han publicado en secciones de geohumor de revistas como Ciencias de la Tierra (Chile), y Tierra y Tecnología (España). Desde finales del propio 2021 es miembro del LAIGEO o Capítulo Latinoamericano de Educación de las Geociencias (IGEO, por sus siglas en inglés), donde se presenta como responsable del Proyecto "GeoArte en América Latina y el Caribe". Posee varios geopoemas y geocuentos dedicados a la geología, algunos publicados y otros aún inéditos, donde fusiona literatura, ciencia e imaginación. Si deseas comunicarte con el Artista. If you wish to contact the Artist: wilmerperezgil5@gmail.com

The Brazilian Desert and Lagoons.

Lençóis Maranhenses National Park (Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses[a]) is a national park in Maranhão state in northeastern Brazil, just east of the Baía de São José. Protected on June 2, 1981, the 155,000 ha (380,000-acre) park includes 70 km (43 mi) of coastline, and an interior composed of rolling sand dunes. During the rainy season, the valleys among the dunes fill with freshwater lagoons, prevented from draining due to the impermeable rock beneath. The park is home to a range of species, including four listed as endangered, and has become a popular destination for ecotourists.

<https://www.atlasobscura.com/articles/lencois-maranhenses>

<https://www.travelawaits.com/2659716/lencois-maranhenses-national-park-brazil/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Len%C3%A7%C3%B3is_Maranhenses_National_Park

<https://www.travelandleisure.com/trip-ideas/nature-travel/brazilian-dunes-pools>

<https://www.pandotrip.com/incredible-desert-lagoons-1766/>

<https://www.nationalgeographic.com/magazine/article/brazil-dunes>

<https://whc.unesco.org/en/tentativelists/6261/>

<https://www.aventuradobrasil.com/blog/a-desert-in-south-america-we-show-you-this-magical-place/>

<https://www.youtube.com/watch?v=L5rljz8Wbqs>

<https://www.youtube.com/watch?v=Z24rvmd5cT8>

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/>

Instituto Nacional de Geoquímica (México). <https://www.inageq.com/>



Asociación de Geólogos y Geofísicos Españoles del Petróleo

<https://aggep.org/>



Geología Médica

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



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/>

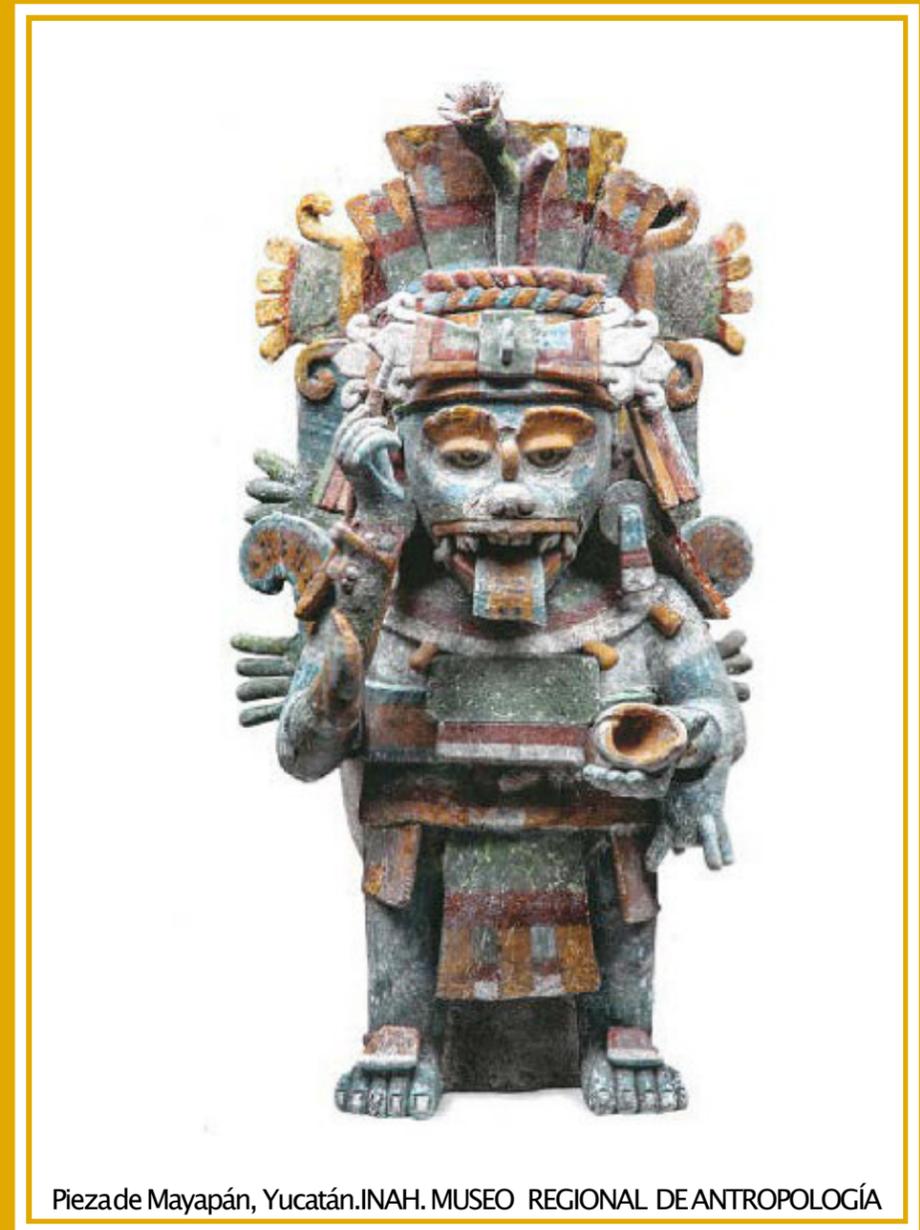


Universidad Tecnológica del Cibao Oriental, República Dominicana

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



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



Piezade Mayapán, Yucatán. INAH. MUSEO REGIONAL DE ANTROPOLOGÍA