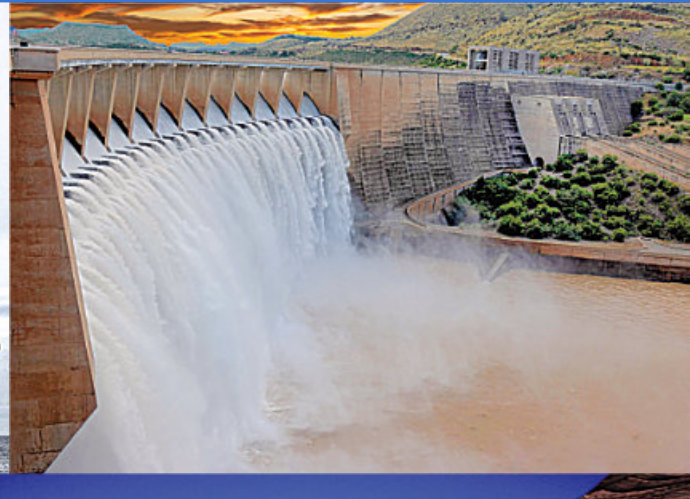


Revista Maya de Geociencias

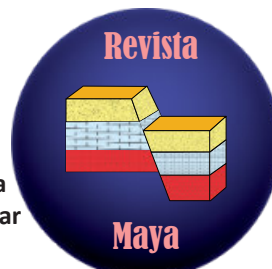


Revista Maya de Geociencias

Revista Maya: Revista de Geociencias que nace a partir 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 es incentivar a profesionales, académicos, e investigadores, a participar activamente en beneficio de nuestra comunidad joven de geociencias.

La Revista tendrá una distribución 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. Si deseas participar o contribuir con algún manuscrito, por favor comunícate con cualquiera de los editores. La revista ni apoya ni rechaza lo escrito por los autores.



Revista Numero 6
Julio 1, 2021



EDITORES DE LA REVISTA



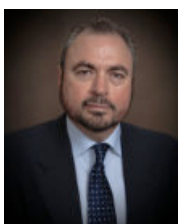
Luis Angel Valencia Flores (M.C.). Ingeniero Geólogo y Maestro en Ciencias en Geología, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura-Unidad Ticomán. Ha trabajado en el IMP, Pemex Activo Integral Litoral de Tabasco, Schlumberger, Paradigm Geophysical, Comisión Nacional de Hidrocarburos, 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 - 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 geo-pasión es la tectónica, así como sus causas y consecuencias. Actualmente, se encuentra terminando su tesis de doctorado relacionada a la evolución tectónica de Nicaragua (Centroamérica) e imparte clases en la Facultad de Ingeniería de la UNAM como profesor de la asignatura de Tectónica. Bernardo publicó recientemente parte de su trabajo de disertación en la revista *Tectonics*, y un segundo manuscrito ha sido aceptado para su publicación en *Tectonophysics*. 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



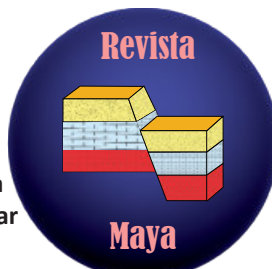
Claudio Bartolini (Ph.D.) is presently a senior exploration advisor at Petroleum Exploration Consultants Americas. He has more than 25 years of experience in both domestic and international mining and petroleum exploration, mainly in the United States and Latin America. Claudio is an associate editor 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. bartolini.claudio@gmail.com

Revista Maya de Geociencias

Revista Maya: Revista de Geociencias que nace a partir 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 es incentivar a profesionales, académicos, e investigadores, a participar activamente en beneficio de nuestra comunidad joven de geociencias.

La Revista tendrá una distribución 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. Si deseas participar o contribuir con algún manuscrito, por favor comunícate con cualquiera de los editores. La revista ni apoya ni rechaza lo escrito por los autores.

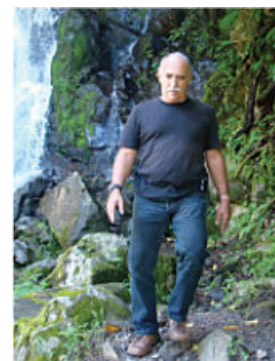


COLABORADORES DE LA REVISTA



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



El ingeniero cubano **Humberto Álvarez Sánchez** culmina 54 años como geólogo. Realizó estudios en la Cordillera de Guaniguanico y en su premontaña y en los macizos metamórficos, volcánicos y ofiolíticos de Cuba central. Autor de 18 formaciones y litodemas de la estratigrafía cubana. Descubridor del único depósito industrial de fosforitas marinas de Cuba. Miembro de la subcomisión Jurásico del primer Léxico Estratigráfico de Cuba. Como Country Manager y Senior Geologist de compañías canadienses, panameñas y de Estados Unidos, dirigió exploraciones en complejos del Paleozoico-Mesozoico en tres Estados de Brasil, en los greenstone belts de Uruguay; Andes de Perú y complejos volcánicos de Honduras y Panamá y otros países. Miembro de la Comisión Ministerial "Ad Honorem" del Plan Maestro de Minería de Panamá, fue Consultor Senior del Banco Interamericano de Desarrollo para el proyecto geocientífico del país. Formely Miembro del Consejo Científico de Geology Without Limits. Formerly Representante para América Central del Servicio Geológico de la Gran Bretaña. Retirado en Panamá, se ocupa de redactar estudios sobre la geología de Cuba.

geodoxo@gmail.com



Ramón López Jiménez es un geólogo con 14 años de experiencia en investigación y en varios sectores de la industria y servicios públicos. Es un especialista en obtención de datos en campo, su análisis y su conversión a diversos productos finales. Ha trabajado en EEUU, Mexico, Colombia, Reino Unido, Turquía y España. Su especialidad es la sedimentología marina de aguas profundas. Actualmente realiza investigación en afloramientos antiguos de aguas someras y profundas de México, Turquía y Marruecos en colaboración con entidades públicas y privadas de esos países. Es instructor de cursos de campo y oficina en arquitectura de yacimientos de aguas profundas y tectónica salina por debajo de la resolución sísmica.

r.lopez.jimenez00@aberdeen.ac.uk

Revista Maya: Revista de Geociencias que nace a partir 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 es incentivar a profesionales, académicos, e investigadores, a participar activamente en beneficio de nuestra comunidad joven de geociencias.

La Revista tendrá una distribución 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. Si deseas participar o contribuir con algún manuscrito, por favor comunícate con cualquiera de los editores. La revista ni apoya ni rechaza lo escrito por los autores.



COLABORADORES DE LA REVISTA



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



Se anuncia la fusión de la Asociación Americana de Geólogos Petroleros (AAPG) y la Sociedad de Ingenieros Petroleros (SPE).

El pasado 25 de mayo, la AAPG y la SPE anunciaron la creación de una nueva organización para explorar oportunidades para los profesionales de la industria, en respuesta a la actual evolución del sector energético global, y los efectos generados en el Mercado por la pandemia del COVID. Durante muchos años, las dos organizaciones han trabajado conjuntamente hombro con hombro en iniciativas y eventos globales, particularmente the Offshore Technology Conference, International Petroleum Technology Conference, Unconventional Resources Technology Conference and the Petroleum Resources Management System. Esta nueva organización reflejará un acercamiento interdisciplinario y abrirá nuevas oportunidades para la educación de sus miembros y la comunidad, que con el compartir conocimientos, que posicionan positivamente y con gran éxito a una organización nueva y unificada. La unión de nuestras fuerzas unificará lo mayor de ambas organizaciones, y proveerá valor adicional a ingenieros, geocientíficos, y en general al sector energético (Rick Fritz, AAPG President).

La AAPG y la SPE reconocen que el petróleo y el gas natural continuarán siendo esenciales para cumplir las necesidades de energía del mundo, y la membresía combinada contribuirá sustancialmente a asegurar con confianza la demanda energética del futuro. Adicionalmente, el conocimiento, la experiencia y las habilidades de la nueva organización tendrán la capacidad de desarrollar nuevas tecnologías, y contribuir igualmente, a las energía emergentes, tales como la captura de carbono, utilización y almacenamiento, energía a partir de hidrogeno, y nuevas soluciones a la geotermia.

Aún más importante, la fusión permitirá a la nueva organización ver hacia al futuro, y preparar a sus miembros para las transformaciones de la industria. Ambas organizaciones consideran que es el momento justo para llevar a cabo tan importante acción, y la profunda evaluación de los beneficios potenciales de seguir adelante. Los comités de ambas organizaciones solicitarán la opinión de los organizadores de la membresía, y presentaran sus recomendaciones a ambos cuerpos gubernamentales en los próximos 6-8 meses. Tomado y traducido de:

<https://www.aapg.org/AAPG-SPE-Merger>



American Association of Petroleum Geologists

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

Society of Petroleum Engineers

<https://www.spe.org/en/>





Semblanza del Dr. Felipe Ortuño Arzate



Neovolcánico de México, mediante estudios de Geología Regional y técnicas de caracterización geoquímica de elementos mayores y elementos traza, enfocando principalmente sus trabajos en áreas prospectivas localizadas en el Estado de México y Michoacán.

En 1981 ingresó al Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), inicialmente como responsable del desarrollo de proyectos de investigación en las especialidades de estratigrafía y sedimentología en las cuencas sedimentarias del norte de México. Participó también en los equipos que diseñaron y pusieron en operación el nuevo sistema de administración por procesos-proyectos en el IMP, específicamente en el proceso denominado *Investigar y Desarrollar Tecnología*. Coordinó diversos proyectos orientados a la caracterización de la contaminación y documentación de propuestas de remediación de diversas áreas afectadas por operaciones petroleras, principalmente las contiguas a las refinerías, así como diversas áreas impactadas por derrames de hidrocarburos en la Planicie Costera del Golfo de México. Posteriormente, como Gerente de Geociencias, coordinó los equipos de trabajo de estudios multidisciplinarios en Análisis de Cuencas, Estratigrafía de Secuencias, Evaluación de Sistemas Petroleros y Plays. Cabe mencionar también la ejecución, de manera sistemática, de estudios de Bioestratigrafía de Alta Resolución de un gran número de pozos exploratorios y su correlación a nivel regional. En este periodo, impulsó la incorporación de métodos, técnicas y protocolos analíticos para la caracterización geoquímica y genética de aceites crudos, gases y análisis de extractos de roca. La mayor parte de los proyectos y estudios antes mencionados fueron realizados como servicios tecnológicos especializados para apoyar la exploración petrolera de Petróleos Mexicanos (PEMEX). Prestó sus servicios en el IMP durante 33 años.

En el año 2013, el Dr. Felipe Ortuño se incorporó a la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), órgano regulador del sector petrolero, que en esa época se

El Dr. Felipe Ortuño Arzate obtuvo en 1981 el título de Ingeniero Geólogo en el Instituto Politécnico Nacional. Posteriormente, durante el periodo 1982-1986 obtuvo los grados de Maestría y Doctorado en la *Université de Pau et des Pays de l'Adour*, Francia, en la especialidad de la Exploración de Recursos Energéticos. En su tesis doctoral desarrolló investigaciones integrales sobre los aspectos geológico-petroleros y geodinámica de la Cuenca Mesozoica de Chihuahua. Asimismo, como investigador del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y comisionado en el marco de una estancia posdoctoral en el Instituto Francés del Petróleo (IFP) (1997-1998), dirigió un proyecto de investigación sobre la generación y migración de los hidrocarburos en las Cuencas del Sureste de México, aplicando métodos y tecnologías de simulación numérica de procesos geológicos, modelado de sistemas petroleros, evolución estructural y balance de masas, para la evaluación y distribución espacio-temporal de los recursos petroleros. Paralelamente, participó en el desarrollo de tecnologías de simulación numérica 3D-4D con aplicaciones piloto en esa región petrolera. En este periodo, perteneció al Sistema Nacional de Investigadores de 1992 a 1996.

En una primera etapa profesional, como Jefe de Proyecto en el entonces Consejo de Recursos Minerales (hoy Servicio Geológico Mexicano), llevó a cabo proyectos de exploración regional de pórfidos cupríferos en el Eje

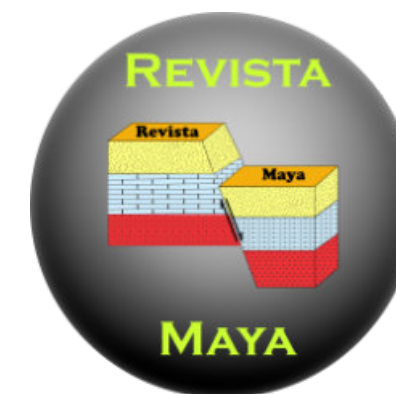
encontraba en proceso de reorganización con el propósito de complementar sus capacidades técnicas, operativas y de gestión para ejercer plenamente sus funciones y atribuciones en materia de regulación de la exploración y extracción de hidrocarburos. Como primer Director General de Evaluación del Potencial Petrolero, condujo los trabajos relacionados al análisis de información técnica para la identificación y documentación de áreas y recursos prospectivos y contingentes asociados, así como la elaboración del primer Plan Quinquenal de áreas susceptibles para desarrollar actividades de exploración de hidrocarburos. Adicionalmente, participó como representante de la CNH en reuniones con funcionarios del Departamento de Estado de los Estados Unidos sobre el tema de la existencia de yacimientos transfronterizos y procedimientos para, eventualmente y en su oportunidad, determinar los procedimientos pertinentes para el intercambio de información geológica petrolera. Coordinó y participó en la elaboración de diversos Atlas de las Cuencas Petroleras de México, actualmente a disposición del público en la página de la CNH. Posteriormente, como primer Director General de Dictámenes de Exploración, contribuyó a establecer las metodologías, criterios y procedimientos para el análisis y evaluación de la

información contenida en los Planes de Exploración presentados por parte de PEMEX y de otros operadores petroleros, para su aprobación por la CNH, en el marco del cumplimiento de las regulaciones vigentes en la materia. Cientos de dictámenes técnicos de Planes de Exploración fueron elaborados y sometidos, por la gestión del Dr. Ortuño, a la consideración y aprobación, en su caso, al Órgano de Gobierno de la CNH.

Además, en el periodo 2018-2019 colaboró como consultor en una reconocida firma de consultores de inteligencia regulatoria en el sector petrolero y energético, en particular en la asesoría para el cumplimiento regulatorio en las etapas de Exploración de recursos prospectivos y evaluación-delimitación de yacimientos.

Finalmente, el Dr. Felipe Ortuño tiene en su haber el liderazgo y participación directa en proyectos de investigación, de desarrollo tecnológico, de servicios tecnológicos especializados y diversas publicaciones en revistas nacionales y extranjeras; asimismo, haber ejercido la gestión y dirección técnica y administrativa como funcionario público, tanto en el Instituto Mexicano del Petróleo como en la Comisión Nacional de Hidrocarburos.

<https://mx.linkedin.com/in/felipeortunoarzate>



Semblanza de la Dra. María Fernanda Campa Uranga (1940 - 2019)



María Fernanda Campa Uranga nació el 22 de marzo de 1940 en la Ciudad de México, hija de Valentín Campa líder de los ferrocarrileros y Consuelo Uranga activista social de izquierda, cursó en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) la Licenciatura en Ingeniería Geológica (1958 - 1962) posteriormente realizó la maestría en 1975 en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y se tituló del Doctorado en 1977 en la Facultad de Ciencias de la UNAM. siendo la primera mujer egresada y titulada de la ESIA en la Licenciatura en Ingeniería Geológica.

Inició su experiencia profesional recién graduada en Petroleros Mexicanos (PEMEX) estuvo cargo de una brigada de exploración, posteriormente realizó su tesis de doctorado estando en ese cargo. Formó parte del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) donde fue fundadora del laboratorio de geología de yacimientos. A lo largo de su vida fue profesora en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) e Instituto Politécnico Nacional (IPN) y durante sus últimos años en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM). Participó en más de 40 proyectos especiales incluidos el mapeo de grietas en la ciudad del México después del sismo del 19 de septiembre de 1985 y del 19 de septiembre de 2017 este último específicamente en la zona Tláhuac e Iztapalapa.

Su trabajo se caracterizó por haber sido precursora en el estudio de la estructura y evolución geológica cenozoica del sur de México a partir de la correlación de petrológica, tectónica y geocronológica en las rocas del basamento premesozoico, proponiendo la existencia del Terreno Guerrero surgiendo por primera vez la idea de los terrenos tectonoestratigráficos, reconociéndose la importancia del estudio de los arcos volcánicos en la evolución geológica de la región del sur de México. Gracias a su contribución a las ciencias de la tierra dio paso a la fundación de la Unidad Académica de Ciencias de la Tierra (UACT) de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) creando la carrera de Ingeniero geólogo en 1985, siendo la primera escuela de este tipo en el sur de México. Los resultados de su trabajo se reflejan en las más de 200 publicaciones en las cuales fue autora y coautora.

Continuó su vida profesional como geóloga y encaró la política energética nacionalista al ser fundadora del grupo de ingenieros PEMEX constitución del 17. Su destacada participación en la cámara de senadores el 3 de junio de 2008 lugar al que acudió como invitada de los partidos del Frente Amplio Progresista al foro "Exploración, Explotación y Restitución de Reservas", quien en su intervención aportó su profundo conocimiento sobre el tema, pero, sobre todo, su firme defensa de PEMEX y del patrimonio de los mexicanos.

Su historia trascendió al romper todos los paradigmas sociales que vivió tanto el ámbito profesional como político, teniendo un gran sentido de pertenencia nacionalista, así como su gran personalidad y espontaneidad que la caracterizó a lo largo de toda su trayectoria.

Lista parcial de publicaciones

Campa-Uranga, M.F., García Hernández, Buitrón-Sánchez, B., Torres de León, R., 2017, Formación Chapolapa: El triásico que no era: Paleontología Mexicana, Vol. 6, Núm. 1.

Campa-Uranga, M.F., Torres de León, R., Iriondo, A., Wayne R., 2012, Caracterización geológica de los ensambles metamórficos de Taxco y Taxco el Viejo, Guerrero, México: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Volumen 64, núm. 3, p. 369-385.

Campa Uranga M.F., and Coney, P., 2011, Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico: Canadian Journal of Earth Sciences 20(6):1040-1051.

Campa-Uranga, M.F., Iriondo A., 2004, Significado de dataciones cretácicas de los arcos volcánicos de Taxco, Taxco el Viejo y Chapolapa, en la evolución de la Plataforma Guerrero Morelos (resumen), en IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra: Juriquilla, Querétaro, Sociedad Geológica Mexicana, 76.

Campa-Uranga, M. F., Fitz-Díaz, E., Martínez-Hernández, E., 2002, Revisión de la edad de la Formación Oapan y su significado en el graben de San Agustín Oapan y el sinclinorio de Zacango, estado de Guerrero, en XII Congreso Nacional de Geoquímica, Resúmenes: Actas INAGEQ, 8, 165.

Campa-Uranga, M. F., García-Díaz, J. L., Bustamante-García, J., Torreblanca-Castro, T. de J., Aguilera-Martínez, M. A., Vergara Martínez, A., 1997, Carta geológico-minera de la hoja Chilpancingo. Escala 1:250.000 (E14-8): Pachuca, Hidalgo, Consejo de Recursos Minerales, 1 mapa.

Campa, M.F., Coney, P.J., 1983, Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico: Canadian Journal of Earth Sciences, 20, 1040-1051.

Campa, M. F., Ramírez, J., 1979, La evolución geológica y la metalogénesis del noroccidente de Guerrero. Plan Piloto Proyecto de Recursos Naturales de Guerrero: Taxco, Universidad Autónoma de Guerrero, Serie Científica Técnica, 1, 100.

Campa Uranga, M.F., 1979, Conjuntos Estratotectónicos de la Sierra Madre del Sur, Universidad Autónoma de Guerrero, Serie Técnico-Científica, No 10, 100 pp.

Campa Uranga M.F., 1976, La Cabalgadura Laramídica del Dominio Volcánico-sedimentario (Arco Alisitos-Teloloapan) sobre el Miogeosinclinal mexicano en los límites de los estados de Guerrero y México, en Memorias del Tercer Congreso Latinoamericano de Geología, Acapulco, México, p. 15.

Campa Uranga M.F., 1975, Las Rocas Ígneas y Metamórficas del Área Taxco-Teloloapan, Guerrero, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de Grado de Maestría en Ciencias, 95 p.

Campa Uranga M.F., 1976, La Cabalgadura Laramídica del Dominio Volcánico-sedimentario (Arco Alisitos-Teloloapan) sobre el Miogeosinclinal mexicano en los límites de los estados de Guerrero y México, en Memorias del Tercer Congreso Latinoamericano de Geología, Acapulco, México, p. 15.

Campa-Uranga, M.F., Campos, M., Flores, R., Oviedo, R., 1974, La secuencia mesozoica volcánico-sedimentaria metamorfizada de Ixtapan de la Sal, Méx. - Teloloapan, Guerrero: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 35, 7-28.



Pioneros de las Geociencias

Guillermo P. Salas

(1912-1990)



Guillermo P. Salas passed away in Mexico City on June 29, 1990, after a year-long illness. He left behind his wife, Doña Josefina Pizá viuda de Salas; three daughters, Cristina, Patricia, and Yolanda; and three sons, Guillermo-Armando (a geologist), Rodolfo, and Alejandro. Guillermo Salas was born in Monterrey, Nuevo León, on October 19, 1912, about two years after the outbreak of the Mexican Revolution. Throughout his life, he was very proud of his “regiomontanas” roots. As was customary for many Mexicans born and raised in northern Mexico, Salas went to the United States to obtain his college training, attending the University of Oklahoma. His subsistence there was provided in part by his parents and in part by campus jobs. During those years, he participated actively in the varsity boxing team. He graduated in 1936, obtaining the B.Sc. degree in geological engineering. After graduation, he secured a computer position with a crew of Seismograph Service Corporation, headquartered in Tulsa, which he held for one year. Between 1937 and 1938, he worked as a subsurface geologist with Carter Oil Company, also in Oklahoma. By 1938, the year of the nationalization of the Mexican petroleum industry, he decided it was time to return to Mexico. On his return, he was contracted by the Mexican Lumber and Transportation Company as geological party chief for work on the Isthmus of Tehuantepec; he held this position until 1939. That same year, he joined Petróleos Mexicanos (PEMEX), serving as a field geologist in Oaxaca, Tabasco, and Veracruz for eight years; between 1947 and 1949 he was Chief geologist. In 1949, he resigned from PEMEX and founded the Rotary Engineering Company of Mexico (ROTENCO) to provide service to PEMEX; at the same time, he started a private practice as a general petroleum consultant. This practice included areas in Guatemala, the Dominican Republic, Costa Rica, Venezuela, and Cuba. In Havana, he opened an office during 1955-1957, and again in 1960-1963. In 1955, he founded another service company, Servicios de Nitrógeno para Pozos Petroleros, S.A., and was its president from 1962 to 1977. He founded a third company in 1960, Trailers Mexicanos, S.A., in which he served as president from 1960 to 1970.

Salas (or, as his close friends called him, “Shorty”—he was 6'1" tall) was an indefatigable person. In addition to the activities and responsibilities just outlined, he was professor of sedimentology (1951-1957) and of economic geology (1952-1957) in the Department of Geological Engineering of the School of Engineering, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). In 1955, he was appointed director of the Instituto de Geología, the geological research institute of UNAM, a position he held until December 1968. During this 13-year period, Salas took up other activities also. In 1956, he was in charge of all field trips of the 20th Session of the International Geological Congress, held in Mexico, and between

1957 and 1959, he acted as chief advisor of Consejo de Recursos Minerales No Renovables, the mining exploration agency of the Mexican government. During the period 1962-1974, he also served as advisor of the Mexican Government's Trust for the Exploration, Exploitation, and Treatment of Non-Metallic Minerals. In 1968, just before ending his appointment as director of Instituto de Geología, he had the responsibility of general chairman of the local committee of the Mexico City Annual Meeting of the Geological Society of America, during which he was supported by the expertise and full collaboration of the general co-chairman, the late Eduardo J. Guzmán. Salas's activities between 1969 and 1983 were centered on mineral exploration and general governmental mineral and mining policies, as director general of Consejo de Recursos Minerales (formerly Consejo de Recursos Naturales No Renovables). In 1983, he retired from government service and resumed his private practice. During this time, he served on the Steering Committee for GSA's Decade of North American Geology (DNAG), and organized the volume Economic Geology of Mexico, first privately printed in Spanish and then translated as volume P-3 of the GSA Centennial set of volumes on the Geology of North America. He was working on the final editing and correction of the English version at the time of his death.

Aside from the activities and posts he held, Salas also devoted a substantial part of his time, and in a very dynamic way, to scientific and professional organizations. To mention a few, he was a member of the American Association of Petroleum Geologists since 1934 (he was later made an honorary member), the American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers since 1934, the Sociedad Geológica Mexicana since 1946 (serving as president from 1964 to 1968), the Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros (founding member) since 1949 (he was president from 1952 to 1953), the Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística since 1950, the Geological Society of America (member from 1960 to 1965; Fellow since 1965; councilor from 1966 to 1968; DNAG coordinator for Mexico); the Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México since 1956, the Sociedad Mexicana de Geofísicos de Exploración since 1958, the Clay Mineral Society since 1962, and the Society of Economic Geologists since 1969 (regional vice-president for North America from 1980 to 1983). Salas also served on the board of directors of Instituto Nacional de Investigación Científica (1962-1964), today the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), and on the executive council of Instituto Mexicano del Petróleo since 1965. He was chief government delegate to the Governmental Conference of Experts for the International Geological Correlation Programme (1971-1973), and member of its executive council (1973-1976). Between 1976 and 1980, he was vice-president of the International Union of Geological Sciences, and since 1972, he had been vice-president and councilor for the northeast quadrant of the Circum-Pacific Map Project.

In recognition of his untiring efforts on behalf of the advancement of geology in Mexico, Salas received Les palmes académiques in 1964 from the government of France; in 1989 he was elected honorary member of Academia Mexicana de Ingeniería. Without much effort, I could probably double the amount of space to enumerate the many other positions and responsibilities Salas had during his life. I would prefer instead to record some personal appreciations of Salas's contributions to the Instituto de Geología of the UNAM, to the Mexican geological profession, and to Mexico's presence at international geological events and organizations. The appointment of Salas in 1955 as director of Instituto de Geología was of dual importance. He was the first formally trained geologist director in the history of the institution. Moreover, his appointment coincided with the start of the modernization of the university, and hence of the Instituto de Geología. Because of his strong and dynamic personality, he was able to persuade the late Dr. Nabor Carrillo, then Rector (President) of the university, of the importance of geology to the university and to the country. As a result, he obtained a very substantial increase in appropriations for the Instituto. This, in turn, permitted expansion of the research staff, the financing of original field work, geologic mapping, stratigraphic and paleontological studies, and even the establishment of a modest geochronometric laboratory. Salas also helped to create the conditions for adequate publication of geologic maps in color and of monographs with good illustrations in the different disciplines of geology. In the early 1960s, Salas was already aware of Mexico's offshore hydrocarbon and mineral potentials, and also of the fact that no scientific personnel were available in the country. He launched a marine geology program in the Instituto de Geología, and established cooperative research projects primarily for on-the-job training of young Mexican geologists. Thanks to those initial and modest efforts, the university today has an Institute of Marine Sciences and Limnology, equipped with two research vessels.



Beginning in 1957, while director of the Instituto de Geología, he also held a position as chief advisor of Consejo de Recursos Naturales No Renovables, where, traditionally, mining engineers carried out the exploration tasks. At the Consejo, Salas immediately reoriented the exploration to geological grounds and hired a great number of geologists and geophysicists to carry out exploration programs. As a result, Mexican mining companies that had only a few or no geologists employed began to establish their own exploration departments and also started to hire geologists; some even hired geophysicists. Salas lost no opportunity to address the public, whether politicians or technical administrators, to explain the importance of geology, both as a basic and applied science, in the future development of Mexico. A strong nationalist, Salas nevertheless openly recognized Mexico's shortcomings in various fields of geology. As a result, he encouraged and even sought international cooperation, primarily to enable young Mexicans to be adequately trained. For that purpose, he succeeded in establishing cooperative programs with various universities in the United States where he sent young Mexican geologists for graduate training. At the same time, he encouraged American graduate students to come to Mexico to do their graduate field research and to offer Mexican undergraduates on-the-job training as field assistants.

Throughout the last three decades of his life, Salas participated in a great number of international geological and mineral resources events, many financed by himself, carrying Mexico's representation with great honor. Largely as a result of his efforts, several international events took place in Mexico, and during these he was a gracious host. We were very fortunate for having been able to collaborate with this extraordinary and dynamic geologist, executive, and friend.

SELECTED BIBLIOGRAPHY

1938, Características de las rocas receptoras de petróleo, principalmente de las areniscas: Ingeniería (México), v. 12, p. 409-410.

-----Algunos datos sobre el problema de estimular la producción: Ingeniería (México), v. 12, p. 462-464.

1949, Geology and development of Poza Rica oil field, Veracruz, Mexico: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 33, p. 1385-1409.

-----El Cretácico de la Cuenca de Macuspana, Tabasco y su correlación: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, v. 14, p. 47-65.

-----Bosquejo geológico de la cuenca sedimentaria de Oaxaca: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 1, p. 79-156.

1951, Levantamiento geológico de San Sebastián, Veracruz: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 3, p. 279-303.

----- (and López-Ramos, Ernesto) Geología y tectónica de la región de Macuspana, Tabasco y parte norte de Chiapas: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 3, p. 3-56.

1953, La geología como base fundamental del progreso universal: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 5, p. 255-283.

1954, Fotogeología y su aplicación a la exploración petrolera: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 6, p. 103-105.

1955, Posibles futuras provincias petrolíferas en México: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 7, p. 81-114.

1958, Control de marco rígido de las cuencas sedimentarias sobre las estructuras existentes dentro de ellas: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 10, p. 579-588.

----- La economía de México depende de la industria petrolera nacional: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 10, p. 621-632.

1959, Los depósitos de bauxita en Haití y Jamaica y posibilidades de que exista bauxita en México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 59, p. 9-42.

1961, Ensayo de evaluación petrolífera de la parte norte central de México: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 13, p. 207-253.

1962, Estudio general fotogeológico de la parte noroeste del Departamento de Petén, República de Guatemala: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 14, p. 183-202.

1964, El problema de los desiertos de México: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 16, p. 251-262.

----- Tierras fuller: Minería y Metalurgia (México), no. 31, p. 17-58.

1965, (and Ayala-Castañares, Agustín) Status of marine geology studies in Mexico, in Oceanography from Space: Woods Hole Oceanographic Institution Publication 65-10, p. 435-454.

1966, Informe sobre el Seminario Internacional de la Aplicación de los Métodos Geoquímicos en la Exploración Minera: Minería y Metalurgia (México), no. 39, p. 91-109.

1967, Petróleo y azufre del sureste de México: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 19, p. 9-32.

1968, Petroleum evaluation of north-central Mexico: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 52, p. 665-674.

1969, Geología, reservas y petrografía de los carbones mexicanos para la siderurgia: Consejo de Recursos Naturales No Renovables (México) Boletín 70,22 p.

1971, Geología in Alvarez, J. R., ed., Enciclopedia de México: México, D.F., Cía. Editora de Enciclopedia de México, S.A., v. 5, p. 655-701.

1974, Los recursos naturales no renovables de México: Consejo de Recursos Naturales No Renovables (México) Boletín 73,117 p.

----- (and Córdoba, D. A., and López-Avila, Javier) General aspects of batholiths and intrusive rocks of western Mexico: Pacific Geology, v. 8, p. 67-72

----- Metallogenetic chart of Mexico—Summary: American Association of Petroleum Geologists Memoir 25, p. 515-518.

1975, Carta y provincias Metalogenéticas de la República Mexicana: Consejo de Recursos Minerales (México) Publicación 21-E, 242 p.

1976, Recursos no renovables, in Tamayo, J. L., et al., eds., Recursos naturales de la Cuenca de Papaloapan, Volume 1: México, D.F., p. 225-250.

----- Contribution of Mexico to the Metallogenetic Chart of North America: Geological Society of America Map and Chart MC-13, scale 1:2,000,000.

1977, Relationship of mineral resources to linear features in Mexico, as determined from Landsat data: U.S. Geological Survey Professional Paper 1015, p. 61-74.

1979, Preliminary study of mineral resources of Latin America, in Whitmore, F. C., Jr. et al., eds., Resources for the twenty-first century: U.S. Geological Survey Professional Paper 1193, p. 183-191.

1980, Estudio preliminar de los recursos minerales en Latinoamérica: Consejo de Recursos Minerales (México) Publicación 24-E, 34 p.

1982, Recent mineral development in the Pacific metallogenetic provinces of Mexico: Honolulu, Transactions of the Circum-Pacific Energy and Mineral Resources Conference, p. 325-338.

1988, (editor and convener) Geología Económica de México: México, D.F., Fondo de Cultura

Económica, 544 p.

1991, (editor and convener) Economic geology of Mexico: Boulder, Colorado, Geological Society of America, The Geology of North America, v. P-3,438 p.

*Compiled by Margarita Lugo-Hubp, Instituto de Geología, Universidad Autónoma de México.

Source: De Cserna, Z., 1991, Memorial to Guillermo Pedro Salas: Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México & Geological Society of America.



Semblanza del Ing. Teodoro Díaz González (1917-2008)



Por: Ing. Armando García Reynoso

Teodoro Díaz González nació en Cerralvo, Nuevo León el 9 de noviembre de 1917. La Universidad de Texas en Austin (USA) le otorgó el título de Bachelor of Science in Geology en 1940. En Petróleos Mexicanos desempeñó los cargos de: Geólogo Ayudante (1940-1942), Jefe de Brigada de Geología (1942-1950), Jefe de Geólogos de la Superintendencia. Zona Noroeste (1950-1966), Superintendente de Geología del Subsuelo de la Gerencia de Exploración Central (1966-1967), Asesor en Geología del Gerente General de Exploración (1967-hasta su jubilación en 1973). Posterior a su jubilación fue Asesor en Geología de diversas empresas de la Iniciativa Privada, Comisión Federal de Electricidad y de Petróleos Mexicanos.

Fue también miembro activo de las siguientes Sociedades Científicas: Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros (**AMGP**), American Association of Petroleum Geologists (**AAPG**), The Geological Society of America (**GSA**), Sociedad Geológica Mexicana (**SGM**) y del Colegio de Ingenieros Geólogos de México (**CIGM**).

Recibió las siguientes Distinciones Científicas:

Miembro del Comité del Simposio sobre el Sistema Cretácico en el Hemisferio Occidental y su correlación Mundial; Congreso Geológico Internacional XX Sesión; México, D. F., 1956.

Guía de las excursiones de campo A-13, A-14, C-5 y C-6 durante la XX Sesión del Congreso Geológico Internacional, celebrado en México en 1956.

Miembro del comité que elaboró: Basement Map of North America: Amer. Assoc. Petrol. Geol. & U. S. Geol. Survey, 1967.

Miembro (1966-1969) del comité de American Commission on Stratigraphic Nomenclature.

La Presea **Martillo de Plata** otorgada por el Colegio de Ingenieros Geólogos de México y la Sociedad Geológica Mexicana; Palacio de Minería, D. F., 1997.

Sustentó diversas conferencias tanto en el ámbito nacional como en el extranjero destacando entre ellas:



- Posibilidades petrolíferas de la región de San José de las Rusias a Sabino Gordo, Tamps. Primera Convención Técnica Petrolera Mexicana; México, D. F., 1950.
- The Geology of Northeastern Mexico: Newsletter of Department of Geology, The University of Texas (Austin, Tex. U.S.A.); No. 8, julio 1959, pp. 6 y 7.
- Litología y correlación estratigráfica del Paleozoico Superior en la región de Palomas, Chihuahua, México: Primera Convención Nacional de Ingenieros Técnicos de Exploración y Explotación de Petróleo, México, D. F., noviembre de 1961, y Cuarta Junta Anual de S. Federation of Geol. Societies of AAPG, El Paso Texas, noviembre de 1961.
- Exploration & Production Results of Offshore; Extension of Mexican Cretaceous Golden Lane: XLIII Convención Anual de Amer. Assoc. Petrol. Geol., Dallas Texas, abril de 1969.

De entre sus numerosas publicaciones se pueden citar las siguientes:

- Posibilidades petrolíferas de la región de San José de las Rusias-Sabino Gordo, Tamaulipas: Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, Boletín, V. 3, Nos. 11-12, pp. 323-346, noviembre-diciembre de 1951.
- Geología estructural del anticlinal Peyotes: Asoc. Mex. Geólogos Petroleros. Boletín, V. 4, Nos. 3-4, pp. 117-147, marzo-abril de 1952.
- Geologic Compilation and reconnaissance Bordering the Monterrey, N. L., Saltillo, Coah., Highway : Included in guide Book of S. Texas Geological Society's Field Trip, diciembre de 1954.
- Generalidades sobre la geología del Norte de México e itinerarios de las excursiones: **A-13** (Cd. Juarez-Cd. de Chihuahua; Cd. de Chihuahua-Parral, Chih.), **A-14** (Cd. de Monterrey-Cañón de la Huasteca-Grutas de García), **C-6** (Cd. de Monterrey, N. L.-Cd. Victoria, Tamps.-Cañón La Peregrina, Tamps.) y **C-5** (Cd. de Monterrey, N. L.-Saltillo, Coah. y Saltillo Coah.-Monclova, Coah): impresas en los libretos guía de las excursiones celebradas durante la vigésima sesión del Congreso Geológico Internacional, agosto y septiembre de 1956.
- Sección y corte geológico de la Sierra Madre Oriental, entre Linares y Galeana, N. L.; Mesozoic Stratigraphy & Structure Saltillo-Galeana Areas, Plate IV: South Texas Geological Society, Field Trip; diciembre de 1959.
- Litología y correlación estratigráfica del Paleozoico Superior en la región de Palomas, Chih. (con la colaboración del Ing. Arsenio Navarro): Asoc. Mex. Geólogos Petroleros; Boletín, V. 10, Nos. 5 y 6, p. 107 y 120, mayo y junio de 1964.

Como coautor figuró en los siguientes trabajos:

- Stratigraphic relations of certain Jurassic formations in Eastern Mexico; Imlay, R. W.; Cepeda, E.; Álvarez, M. and Díaz, G. T.: Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol. V. 32, pp. 1750-1761, septiembre de 1948.
- Correlation of the Mesozoic Strata of northeast Mexico. Correlation chart; Humphrey, W. E. and Díaz, G. T., Guidebook of the Corpus Chirste: Geol. Soc. Am. Field Trip, mayo de 1956.
- Problems of Paleozoic Tectonics in North Central and northeastern Mexico; Flawn, P. T. and Díaz, G. T. : Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 43, p. 224-230, 1959.
- Age and correlations of Huizachal Group (Mesozoic), State of Tamaulipas; Mixon, R. B.; Murray, G. E.; and Díaz, G. T.: Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol. V. 43, pp. 757-771, abril de 1959.
- Geologic occurrence of intrusive, gypsum and its effect on structural forms in the Coahuila Marginal Folded Province of northeastern Mexico; Wall, J. R.; Murray, G. E. and Díaz, G. T.: Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 45, No. 9, 1961.
- Geology of the Monterrey Area, Nuevo León, México; Wall, J. R.; Murray, G. E. and Díaz, G. T.: Gulf Coast Assoc. Geol. Societies, Vol. 11, pp. 57-71, octubre de 1961.
- Jurassic Data from wells in Northeastern Mexico, Pérez, F. R. and Díaz, G. T.: Gulf Coast Assoc. Geol. Societies; (abstract), Vol. 14, p. 231, octubre de 1964.

Y en forma inédita obran en poder del Archivo Técnico de **PEMEX** los siguientes informes geológicos (1942-1972): NE-M-143, G. R. 469, G. R. 474, I. G. Z. N. 482, NE-M-158, NE-M-358, NE-M-366, NE-M-578, I. G. 481, NE-M-679, NE-M-668, NE-M-894, NE-M-901, NE-M-1225, I. G. 532, I. G. Z. C. 115, I. V. Noreste No. 873, y I. Z. C. 127.



Con el Ing. Eduardo J. Guzmán en el Norte de México (ca. 1947).



Sierra del Rosario en el municipio de Mapimí, Dgo. en el año de 1977 y de I. a D. Armando García Reynoso, Gustavo Lesser Illades, Juan Martínez Ríos y Teodoro Díaz González.



Con el Ing. Eduardo J. Guzmán y otros colegas.



Palacio de Minería Teodoro es el segundo de derecha a izquierda de la primera fila de los sentados.



James Lee Wilson, Sr. (1920-2008)



Dr. James Lee Wilson, Sr., 87, Professor Emeritus of Geological Sciences, and an internationally recognized expert on the geology of carbonate sedimentary rocks, passed away on February 13, 2008 at his home in New Braunfels, Texas.

Dr. Wilson was born in Waxahachie, Texas on December 1, 1920, and was raised in San Antonio and Houston, Texas. After graduating high school in Houston, he attended Rice University and then the University of Texas – Austin, where he earned B.A. (1942) and M.A. (1944) degrees in Geology. While doing field work in Montana in 1944, he met and fell in love with Della Moore, and they were married shortly thereafter. After serving in Italy at the end of WWII, Professor Wilson returned home, and he, his wife and new baby boy moved to New Haven, Connecticut, where in 1949 he received his Ph.D. in Paleontology from Yale University.

Dr. Wilson's early geologic field studies for the Carter and Shell Oil companies made him a recognized authority on carbonate petrology, and later academic research at University of Texas – Austin, Rice University, and University of Michigan brought him international acclaim. Dr. Wilson served as an associate professor at the University of Texas, Austin from 1949 to 1952. From 1952 to 1966 he was a research geologist for The Shell Development Company in Houston. During this time he worked in The Hague, Netherlands doing a research assignment in the Middle East. In 1966 he returned to the occupation he loved most, teaching. He accepted a Professorship of Geology at Rice University, and while on the faculty there, held the Harry Carothers Weiss Chair of Geology and served as Chairman of the Geology Department, along with teaching and mentoring many graduate students. His 1975 book "Carbonate Facies in Geologic History" has remained one of the standard texts on stratigraphy of carbonate rocks, and has been translated into several languages, including Chinese and Russian.

In 1979 Dr. Wilson left Rice to join the faculty in the Department of Geological Sciences at the University of Michigan, where he served with distinction until his retirement in 1986 having become a Distinguished Professor. Although "retired," Dr. Wilson stayed very active, doing extensive consulting geology in both the US and Mexico. During his 21-year residence in New Braunfels, he and his wife took great pride and joy in helping the homeowners association on Patio Dr. caring for the beauty of their street.

Dr. Wilson belonged to many geological societies, including the Geological Society of America, American Association of Petroleum Geology, SEPM – the Society for Sedimentary Geology, International Association of Sedimentology, Gulf Coast Association of Geological Societies, the Paleontological Society, and the South Texas Geological Society. He won high awards from several of these societies, including the prestigious Sidney Powers Award presented by the American Association of Petroleum Geologists.

We mourn the loss of our colleague, and extend our heartfelt condolences to Della Moore Wilson – his wife of 64 years, his children James Lee Wilson Jr. (and wife Carolyn Ann Wilson), and Burney Grant Wilson, his brother Phil Wilson, grandchildren Kimberly Wilson Broesche, Robert M. Wilson, Amanda Wilson Loggins, Jason Wilson, James Burney Wilson II, Holly Wilson, and Hayley Wilson, and 4 great grandchildren, numerous grand nieces, nephews, cousins and all the students he taught over the years.

*Source: Samuel B. Mukasa, Chair, Department of Geological Sciences, University of Michigan

SELECTED PUBLICATIONS

Wilson, J. L., 1969, Microfacies and sedimentary structures in "deeper water" lime mudstones, in G. M. Friedman, ed., Depositional environments in carbonate rocks: Society for Sedimentary Geology (SEPM) Special Publication no. 14, p. 4–17.

Wilson, J. L., 1975, Carbonate facies in geologic history: Springer-Verlag, New York, 471 p. Wilson, J. L., 1981, Lower Cretaceous stratigraphy in the Monterrey Saltillo area, in C. I. Smith, ed., Lower Cretaceous stratigraphy and structure, northern Mexico: West Texas Geological Society Publication 81-74, p. 78–84.

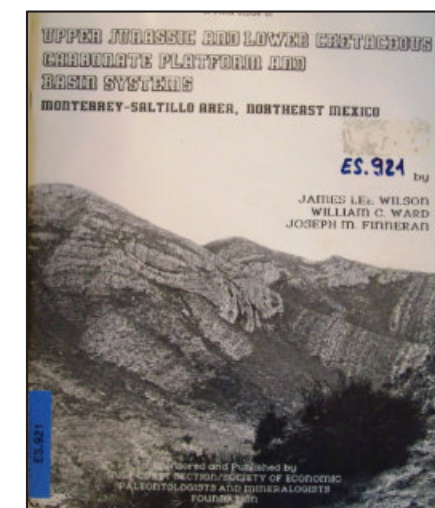
Wilson, J. L., 1990, Basement structural controls on Mesozoic carbonate facies in northeastern Mexico: A review, in M. Tucker et al., eds., Carbonate platforms, facies, sequences and evolution: International Association of Sedimentologists Special Publication no. 9, p. 235–255.

Wilson, J. L., and G. Pialli, 1977, A Lower Cretaceous shelf margin in northern Mexico, in D. G. Bebout and R. G. Loucks, eds., Cretaceous carbonates of Texas and Mexico: University of Texas Bureau of Economic Geology Report of Investigations no. 89, p. 286–294.

Wilson, J. L., and D. B. Selvius, 1984, Early Cretaceous in the Monterrey-Salttillo area of northern Mexico, in J. L. Wilson, W. C. Ward, and J. Finneran, eds., A field guide to Upper Jurassic and Lower Cretaceous carbonate platform and basin systems, Monterrey-Salttillo area, northeast Mexico: Gulf Coast Section, Society for Sedimentary Geology (SEPM), 76 p.

Wilson, J. L., and W. C. Ward, 1993, Early Cretaceous carbonate platforms of northeastern and east-central Mexico, in J. A. T. Simo, R. W. Scott, J.-P. Masse, eds., Cretaceous Carbonate platforms: AAPG Memoir 56, p. 35–50. Wilson, J. L., W. C. Ward, and J. Finneran, eds., 1984, A field guide to Upper Jurassic and Lower Cretaceous carbonate platform and basin systems, Monterrey-Salttillo area, northeast Mexico: Gulf Coast Section, Society for Sedimentary Geology (SEPM), 76 p.

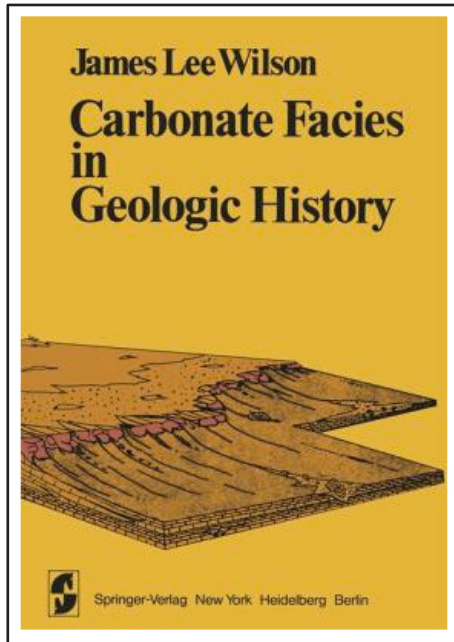
Wilson, J.L., 1984, A field guide to upper Jurassic and lower Cretaceous carbonate platform and basin systems Monterrey-Salttillo area, northwest Mexico Paperback.





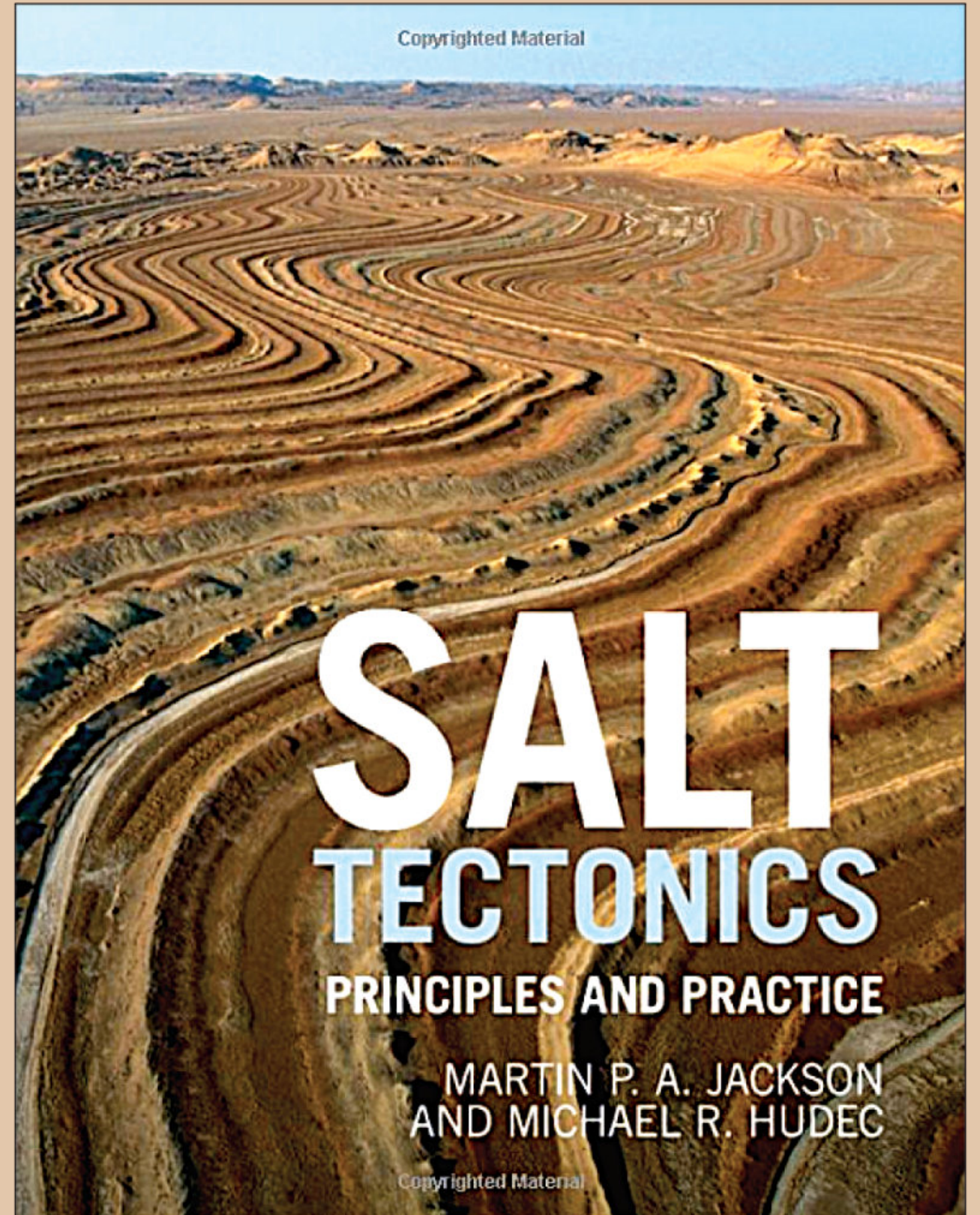
Carbonate Facies in Geologic History

Since 1950 geologists have learned more about the origin and lithification of carbonate sediments than in all the previous years of the history of science. This is true in all the diverse fields of carbonate geology: the study of Recent environments, marine zoology and botany, organic geochemistry, trace element and isotope geochemistry, mineralogy, microfossils of depositional environments, and trace-fossil and sedimentary structure investigation. A synthesis of this new knowledge is just beginning to be formulated. The purpose of this volume is to introduce the advanced student and petroleum explorationist principally to one important aspect of this study: to some of the principles of carbonate geology which may serve to interpret the depositional environments of ancient strata and to better define their sequences and patterns. Chapter I is a brief review of principles of carbonate sedimentation. (For a full discussion of the mineralogy, geochemistry, and diagenesis of carbonates along with a review of Holocene sediments, one may refer to Bathurst's (1971) and Milliman's (1974) texts.) Chapter II reviews stratigraphic and paleotectonic concepts and discusses a general model for carbonate deposition. Chapter III offers an outline of carbonate petrography, concentrating on lithologic description for the purposes of environmental interpretation. For a further review of this subject and excellent photomicrographs, Horowitz and Potter (1971) and Majewske (1969) may be used.



El libro recomendado

<https://www.cambridge.org/core/books/salt-tectonics/446C8E30E32056FC371BEE9A807D9792>



Copyrighted Material

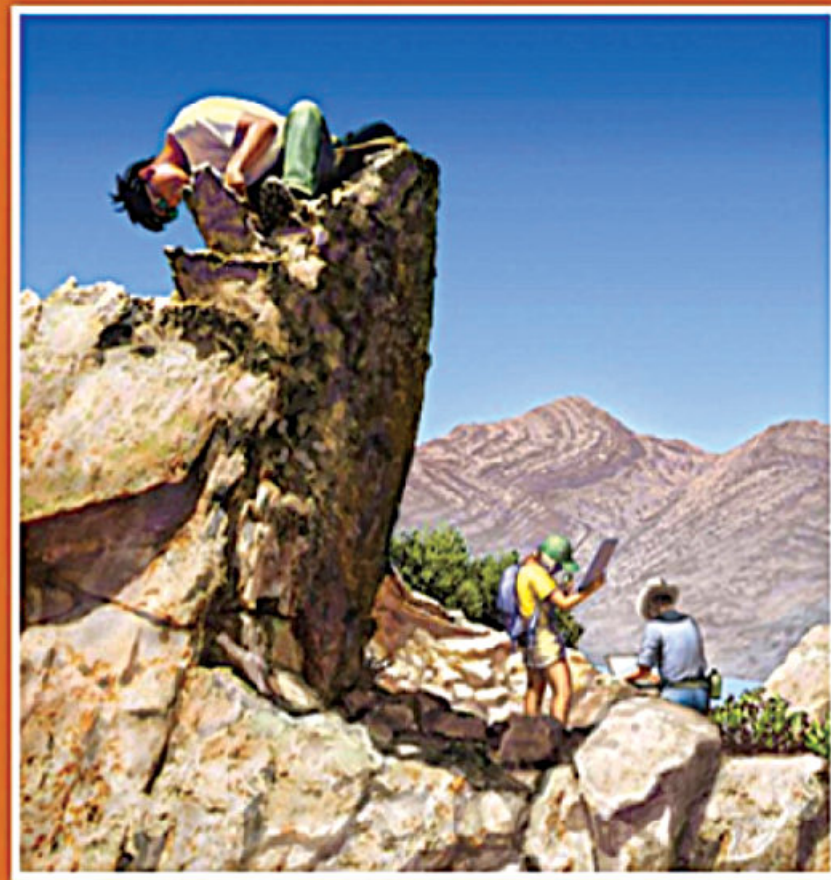
El libro recomendado

<https://www.wiley.com/en-us/Structural+Geology+of+Rocks+and+Regions%2C+3rd+Edition-p-9780471152316>

THIRD EDITION

STRUCTURAL GEOLOGY

OF ROCKS AND REGIONS



George H. Davis • Stephen J. Reynolds
Charles F. Kluth

TESIS SELECTA PRESENTADA DURANTE EL 2021

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA (CICSE)

El basamento metamórfico de la parte alta del complejo del macizo de Chiapas entre Custepec y Monterrey (Municipio de La Concordia) - geología, petrografía y métodos isotópicos

Ponente: Elí Nathanael Rivera Moreno

Asesor: Bodo Weber

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

Resumen

El Complejo Macizo de Chiapas (CMC), ubicado en el sur del Bloque Maya es un basamento cristalino compuesto principalmente por rocas ígneas y metaígneas permo-triásicas. Además de estas rocas afloran diversas unidades litodémicas en el CMC: al noroeste se encuentra la Unidad La Sepultura compuesta principalmente por metapsamitas y metagrauvas; La Unidad Custepec en el centro, compuesta por anfibolitas, gneises, mármoles, rocas calcisilicatadas y cuarcitas; y en el sureste, el Complejo el Triunfo conformado por la Unidad Candelaria constituida por anfibolitas, gneises y migmatitas, las anortositas masivas y rocas asociadas de Soconusco-Mariscal y la Unidad Jocote de origen metasedimentario. El Complejo el Triunfo se distingue además por un evento metamórfico ordovícico y una suite magmática de la misma edad. En el presente estudio se amplía el conocimiento del basamento metamórfico en el centro del CMC. A través de edades Sm-Nd (granate – roca total) se corroboró el metamorfismo pérmico en la parte alta de la sierra y se determinó por primera vez una edad triásica tardía para un evento de anatexis en una muestra al sur del área cartografiada. Edades de Rb-Sr (mica blanca – roca total) del Jurásico inferior reflejan el enfriamiento posterior a la fusión parcial en la misma zona. Este evento mesozoico posiblemente esté asociado a la extensión durante el inicio de la ruptura de Pangea. La cartografía geológica arrojó como resultado el descubrimiento de la nueva Unidad Catarina, compuesta principalmente por gneises hornbléndicos intercalados con anfibolitas que en ocasiones presentan evidencia de anatexis, misma que está intrusada por granitoides. La Unidad Catarina se caracterizó en este estudio también a través de isótopos de Sm-Nd en roca total, arrojando las edades modelo TDM más antiguas del CMC entre 1.76-2.21 Ga. Dichas edades modelo paleoproterozoicas, que no tienen precedente en el Bloque Maya, indican que la Unidad Catarina proviene de una fuente cortical más antigua de origen cratónico (Báltica o Amazonia), diferente al resto de las rocas del sur México conocidas hasta el momento.

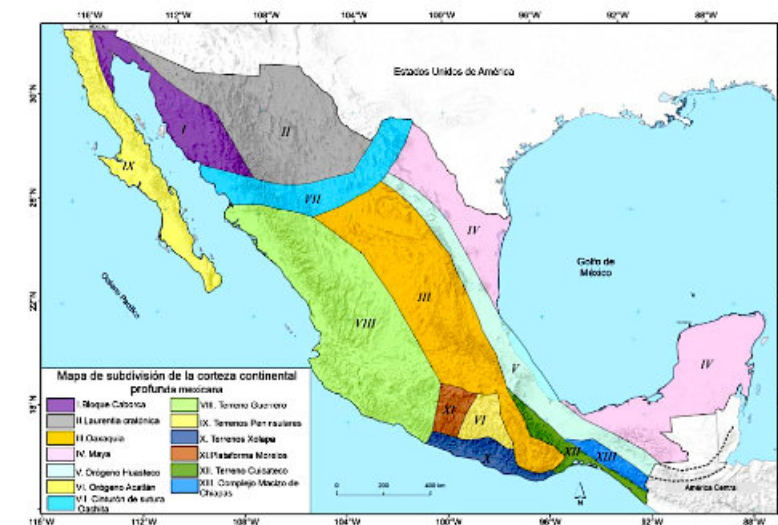


Figura 1. Mapa de subdivisión de la corteza continental mexicana en 13 dominios litotectónicos de acuerdo a la composición y la edad de su basamento cristalino expuesto o inferido. Modificado de Ortega-Gutiérrez et al. (2018).



TESIS SELECTA PRESENTADA DURANTE EL 2021

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA (CICESE)

Acumulación de cizalla cosísmica en el segmento sur de la falla Cañada David durante los últimos 20 000 años, Baja California, México

Ponente: Fernando Rodrigo Díaz Jaramillo

Asesores: Dr. John Mackrain Fletcher y M.C. Alejandro Hinojosa Corona

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

Resumen

El presente estudio es un análisis geomorfológico, estructural y paleosísmico del segmento sur de la falla maestra de bajo ángulo Detachment Cañada David (CDD). La falla CDD y la falla Laguna Salada (LS) controlan la subsidencia de la cuenca Laguna Salada y el levantamiento de las Sierras El Mayor y Cucapah, respectivamente. La falla CDD se extiende al margen oeste de la Sierra El Mayor a lo largo de ~60 km con dos pares de mega-mulliones antiformes y sinformes, buzando con un ángulo que varía entre ~10° y ~20°. Ambas fallas se caracterizan por extensos conjuntos de escarpes cosísmicos que cortan una secuencia de abanicos aluviales Cuaternarios a lo largo del margen oriental de la cuenca Laguna Salada. En el segmento sur de la falla CDD, los escarpes cosísmicos cortan abanicos de edad Pleistoceno–Holoceno, y presentan cambios en orientación, geometría y distancia respecto a la traza de la falla maestra. El análisis de las relaciones cortantes entre escarpes y abanicos, así como, las mediciones sistemáticas de desplazamiento vertical y alturas relativas entre unidades aluviales, se realizó a partir de modelos digitales de superficie (MDS) y ortomosaicos de alta resolución, obtenidos en estudios previos con vuelos dron. La relación espacio-temporal de los escarpes sugiere una migración de la deformación hacia la cuenca, consistente con el modelo de fallamiento de bajo ángulo “Rolling-Hinge”. Se identificaron siete eventos sísmicos en el segmento sur de la falla CDD con magnitudes dentro del rango de Mw= 7.4-7.6, con un intervalo de recurrencia de ~3 ka. Los periodos de recurrencia de grandes sismos, sugieren que las fallas normales de bajo ángulo severamente mal orientadas tienen un comportamiento mecánico muy similar a las fallas con orientaciones más óptimas, lo que indica que los sismos en este tipo de fallas son más comunes de lo que se cree en la actualidad. En este estudio, también se utilizaron imágenes multispectrales del satélite Sentinel 2 con atributos extendidos de índice de vegetación (NDVI), elevación del terreno, pendiente y rugosidad para llevar a cabo una "Clasificación no Supervisada" de los abanicos aluviales ubicados a lo largo del segmento sur del CDD. Mediante una reclasificación se obtuvieron ocho clases y estas se asemejan fuertemente a la cartografía preexistente en el área de estudio, lo que permite utilizar esta técnica para caracterizar abanicos aluviales que no han sido mapeados en otras áreas desérticas de Baja California.

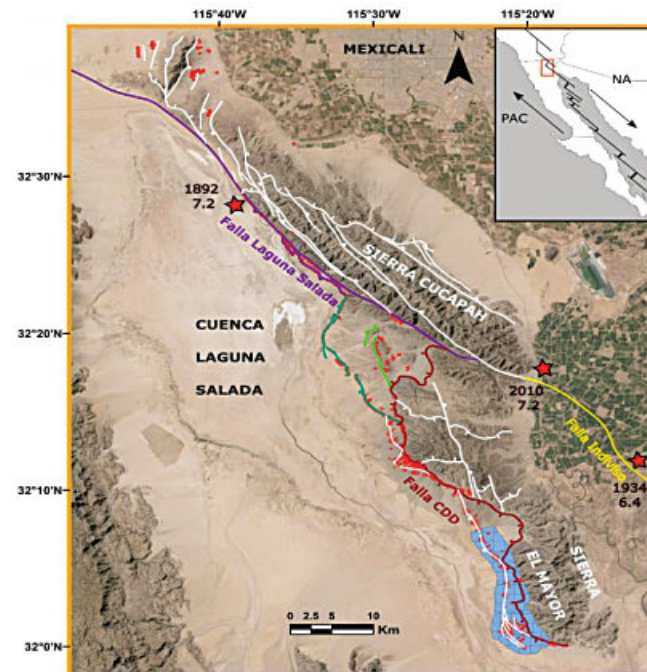


Figura 1. Mapa de la zona de estudio mostrando las principales fallas geológicas. La envolvente en color azul enmarca el área de estudio de esta tesis y las líneas de colores representan los diferentes sistemas de fallas: Cañada David (CDD, guinda), Laguna Salada (LS, morada), Cañón Rojo-Chupamirtos y Cerro Colorado (CR-CH y CC, verde), Indiviso (IND, amarillo) y otras fallas (blanco). Las líneas rojas representan escarpes cosísmicos cortando abanicos aluviales del Cuaternario. Las estrellas de color rojo indican los epicentros de sismos históricos de gran magnitud.



TESIS SELECTA PRESENTADA DURANTE EL 2020

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Movilidad del manganeso, hierro y arsénico en el agua subterránea del distrito del Amparo y alrededores, Los Chiles, Alajuela, Costa Rica.

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado de Geología para optar al grado y título de Maestría Académica en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos

Marcos Alberto Araya Oviedo

Resumen

Algunos sectores del país exhiben altas concentraciones de arsénico, hierro y manganeso de origen natural en el agua subterránea, lo cual genera un impacto social importante. Este estudio se enfoca en esta problemática en los distritos de El Amparo, Los Chiles y San Jorge, en el cantón de los Chiles, provincia de Alajuela, abarcando un área de 223 km². El objetivo de la investigación es identificar las características hidrogeoquímicas mediante muestreo y análisis de agua, roca y sedimentos, para entender los procesos de movilización del manganeso, hierro y arsénico en el agua subterránea de la zona de estudio. En la zona se definen dos unidades geomorfológicas, la cuales son: llanura aluvial y laderas denudacionales de pendiente baja. Geológicamente se definen tres unidades: la formación Venado que consiste de una secuencia de tobas y brechas; la formación Buena Vista, que consiste de lahares; y por último los depósitos aluviales y coluviales del cuaternario. Con los análisis geoquímicos se define una zona donde todos los componentes elementales de la roca presentan comportamientos anómalos. Esto se asocia a una falla inferida que es registrada mediante sondeos eléctricos verticales, y evidencia que los componentes tectónicos de la zona son el origen de la movilización de las especies en análisis. Hidrogeológicamente se define una sola unidad hidrogeológica, que abarca las brechas y tobas de la formación Venado y parte de los lahares de la formación Buena Vista. El flujo del agua subterránea es en dirección norte con un gradiente hidráulico $2,57 \times 10^{-3}$ a $9,09 \times 10^{-3}$. Se logra definir una influencia climática en las concentraciones de arsénico, siendo mayores en época seca en comparación con la época lluviosa. Además, se define que las concentraciones de iones, especies elementales y parámetros medidos en campo presentan variaciones con el flujo, tendiendo a cambiar conforme el flujo avanza al sur y el tiempo de tránsito es superior, esto evidencia que el contacto con la roca es la principal fuente de las especies químicas en el agua subterránea.

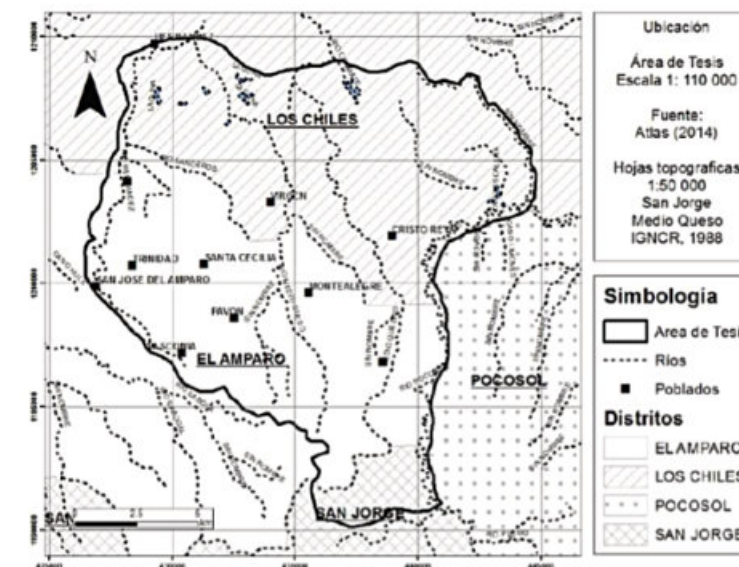


Figura 3. Sector de estudio en el cantón de Los Chiles y los distritos que abarca.

TESIS SELECTA PRESENTADA DURANTE EL 2021
 INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Interpretación sismo estructural como base para la construcción de una sección estructural balanceada en la región de Comalcalco.

Tesis de Licenciatura, Ing. Geológica,

Emmanuel Cardoza Alcudia

Resumen

En el presente estudio se realiza la construcción de una sección estructural balanceada que se define a partir de la interpretación sismo-estructural de un área delimitada en la región de Comalcalco. Con base en los resultados, se define un modelo evolutivo que permite explicar la ocurrencia de los campos petroleros que se encuentran dentro del área, al mismo tiempo que se define un área que podría ser de interés exploratorio.

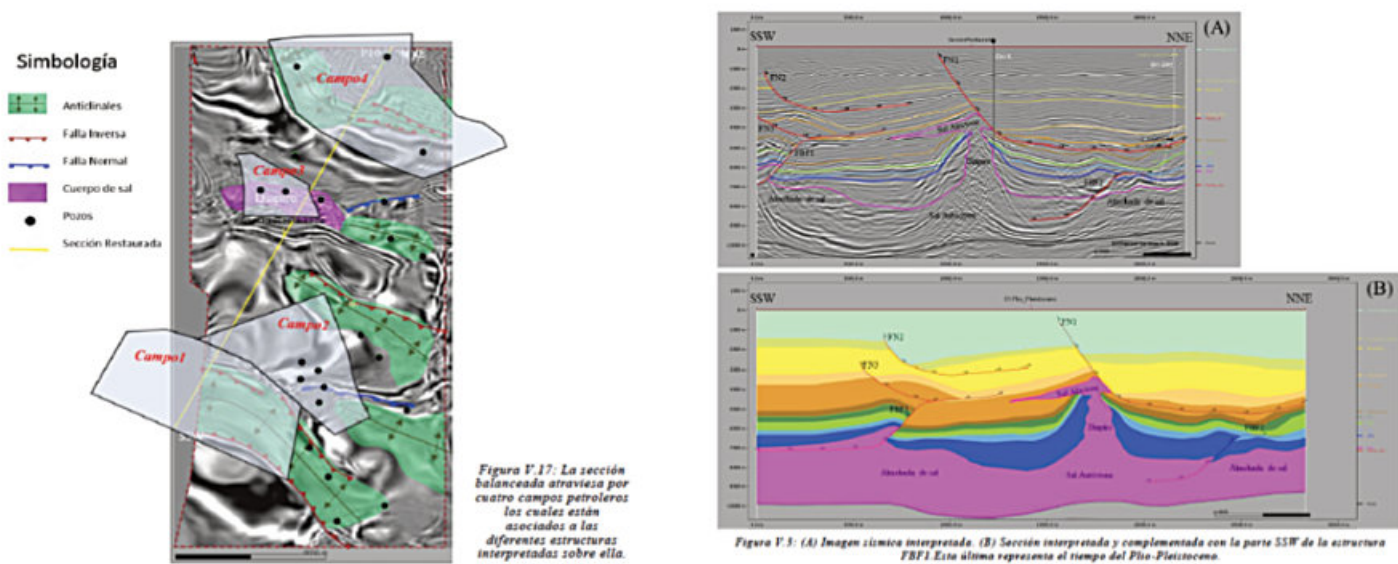
El área de estudio se localiza hacia la parte occidental del Estado de Tabasco, aproximadamente a 45 km al noroeste de la Ciudad de Villahermosa, dentro de los límites entre la Cuenca de Comalcalco y el Pilar Reforma-Akal.

Dentro del área de estudio se trabajaron un conjunto de líneas sísmicas sobre las cuales se interpretaron las principales estructuras que caracterizan la zona, junto con 11 unidades asociadas a las cimas estratigráficas proporcionadas por los pozos del área. Cabe resaltar que dicha interpretación se realizó bajo los principios que rigen la técnica de construcción de secciones balanceadas.

A partir de la interpretación resultante fue posible identificar tres estilos estructurales que definen al área: Faja de pliegues y cabalgaduras, fallas normales de despegue y tectónica salina.

Con base en un enfoque petrolero, se analizó una sección estructural con dos características principales: 1) que su orientación esté dada de manera perpendicular a las estructuras asociadas al estilo estructural de faja de pliegues y cabalgaduras; 2) que pase por la parte más alta de una estructura salina que se define dentro del área.

Esta sección es restaurada, dando como resultado un modelo evolutivo que permite visualizar la sincronía que existe entre los elementos del sistema petrolero ayudando, a comprender el potencial de los campos petroleros dentro del área, además de identificar un área que podría ser de interés dentro de la exploración.



Subsurface basement, structure, stratigraphy, and timing of regional tectonic events affecting the Guajira margin of northern Colombia

Eleine Vence¹ and Paul Mann²

<http://dx.doi.org/10.1190/INT-2020-0016.1>

Abstract

We have combined previous data from Mesozoic–Cenozoic outcrops in the Guajira Peninsula of northern Colombia with regional gravity, bathymetric, and seismic interpretations to demonstrate the existence of a 280 km long western extension of the Great Arc of the Caribbean (GAC) along the continental margin of Colombia. Seismic data reveal an 80–100 km wide domal-shaped basement high that exhibits internal chaotic seismic facies. This elongate and domal-shaped structure extends 1800 km from the Aves Ridge in the Caribbean Sea to the study area in offshore Colombia. The western extension of the GAC in Colombia and western Venezuela is buried by 700–3000 m of continental margin sedimentary rocks as a result of the GAC colliding earlier with the Colombian margin (Cretaceous–early Paleogene collision) than its subaerially exposed eastern extension along the Leeward Antilles ridge (late Paleogene–Neogene). Our compilation of geologic information from the entire GAC reveals that GAC magmatism occurred from 128 to 74 Ma with magmatism ages progressively younger toward the east. Six upper Eocene to recent marine seismic sequences overlying the domal basement high of the GAC have been mapped by our analysis of 2400 km of seismic lines and 12 well logs. Based on subsurface mapping correlated with well-log information and onland geology in the Guajira Peninsula, these six sequences record four major deformational events: (1) late Eocene rifting in an east–west direction produced half-grabens in the northern part of the area, (2) Oligocene transtension in the southern part of the area expressed by right-lateral Oligocene strike-slip faulting and extensional basin formation, (3) early–middle Miocene transtension, and (4) late Miocene–early Pliocene Andean uplift accompanied by rapid erosion and clastic infilling of offshore basins by the Magdalena delta and deep-sea fan. The significance of this basin framework is discussed for known and inferred hydrocarbon systems.

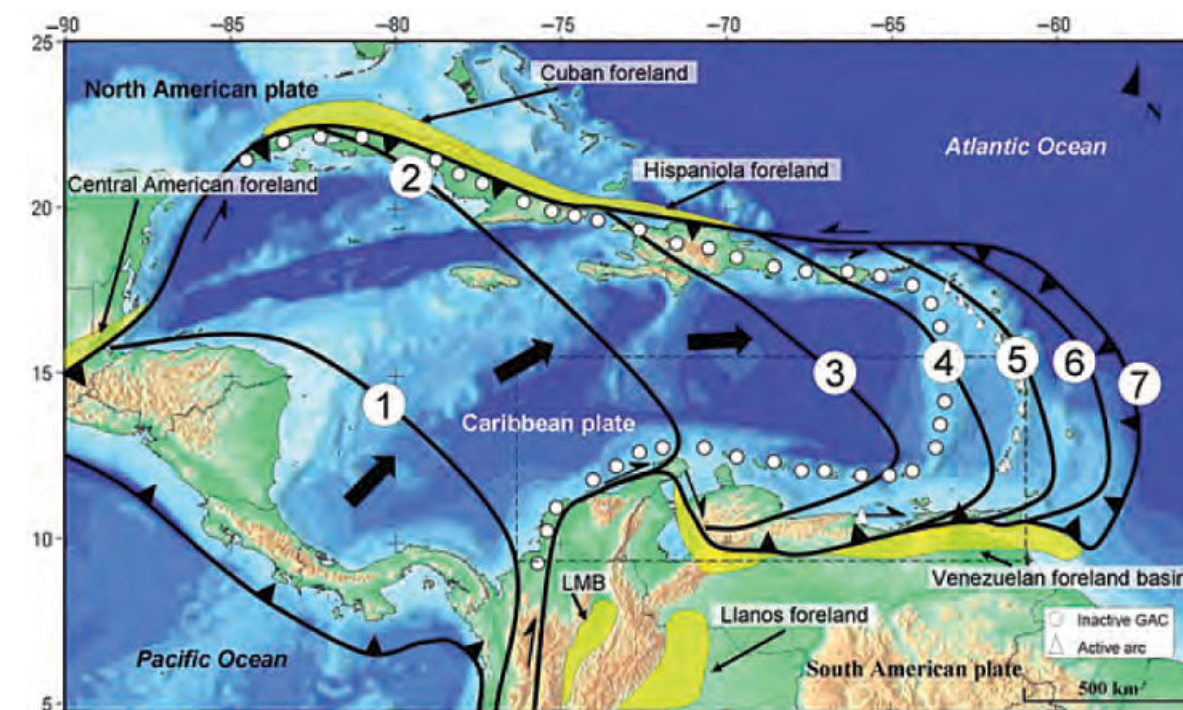


Figure 1. Inferred position of the leading edge of the GAC from the Late Cretaceous (1), to Paleocene (2), to Eocene (3), to Oligocene (4), to Miocene (5), to Pliocene (6), and to recent (7). The map is modified from Lugo and Mann (1995). The yellow-shaded areas are foreland basins formed during the collision of the Great Arc with continental areas of North and South America.

¹ConocoPhillips, 925 North Eldridge Parkway, Houston, Texas 77079, USA. E-mail: Eleine.M.Vence@conocophillips.com.

²University of Houston, Department of Earth and Atmospheric Sciences, Houston, Texas 77204, USA. E-mail: pmann@uh.edu.

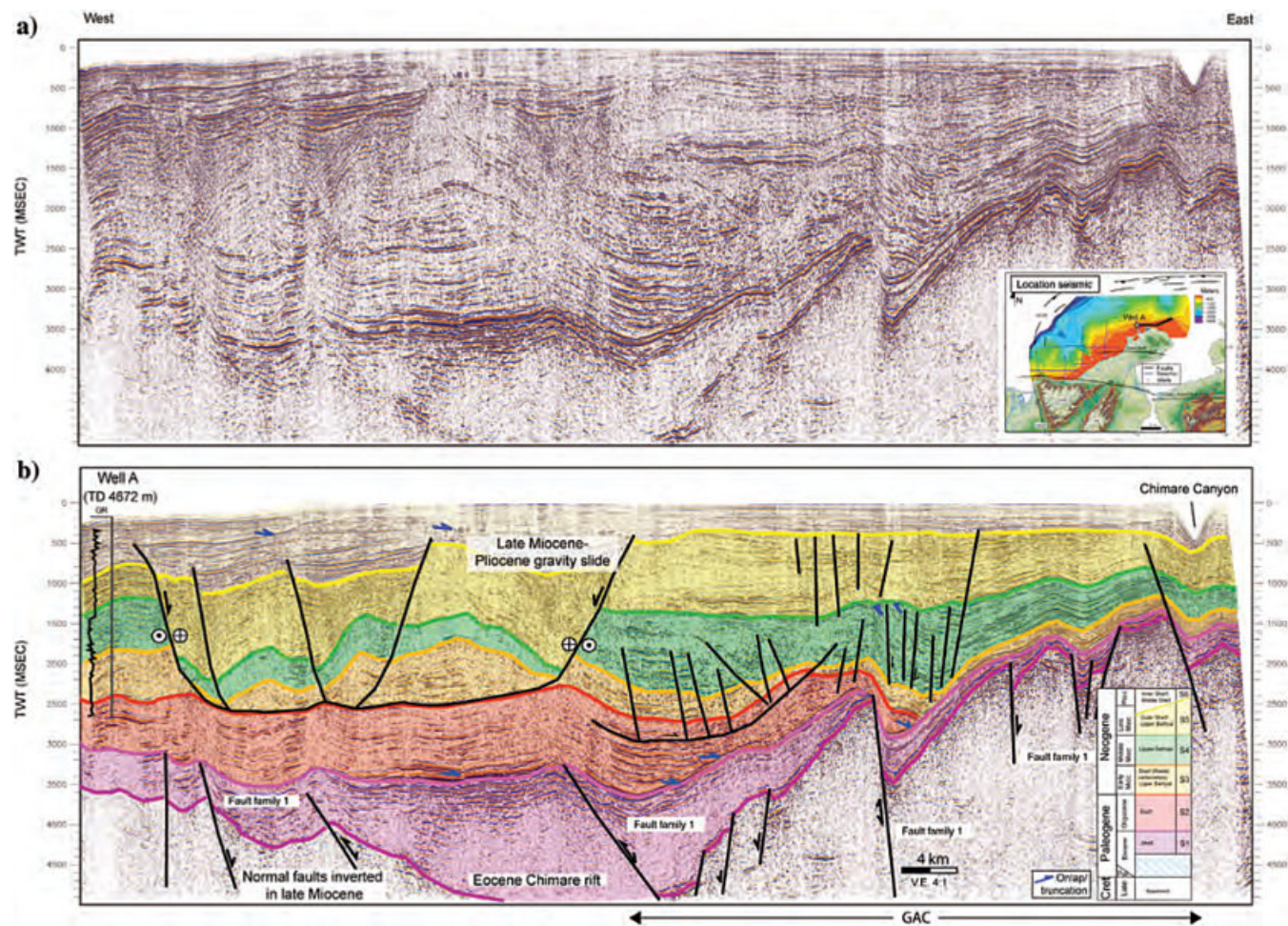


Figure 8. (a) Uninterpreted, east-west-striking seismic section across the southern part of the Eocene Rancheria rift basin and the overlying continental margin sedimentary section (the line location is shown by the heavy line in the inset map). (b) Interpreted seismic section with the inset stratigraphic column showing a color-coded key that identifies the mapped seismic sequences and their ages. Well A is shown with its GR log.

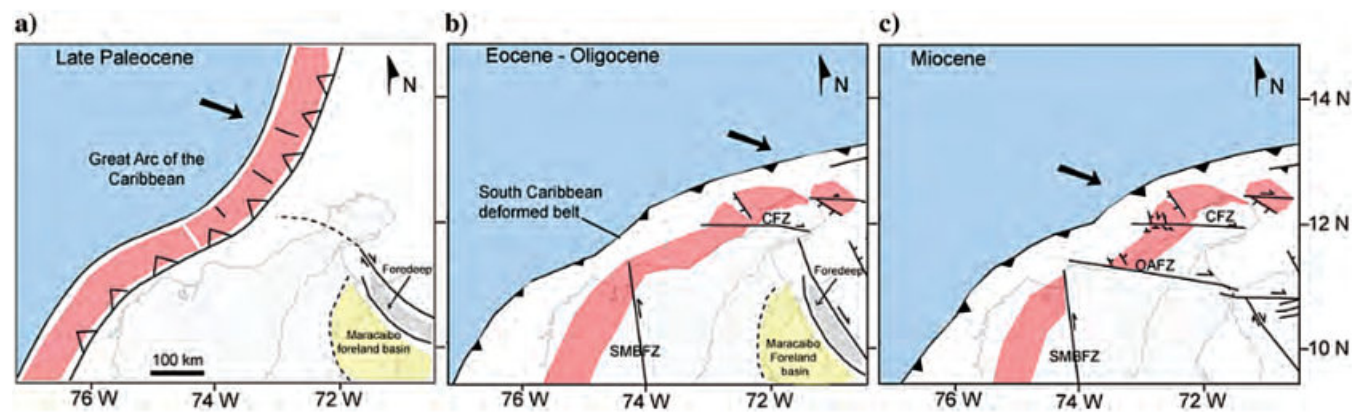


Figure 21. Schematic tectonic reconstructions of the offshore Colombian segment with three main tectonic phases affecting the GAC in offshore Colombia: (a) Late Paleocene collision and foreland basin formation (in yellow) between the GAC and the continental margin of South America, (b) Late Eocene-Oligocene rifting and extension and large-scale clockwise rotation of the GAC against the continental margin of South America and back thrusting along the SCDB, and (c) Miocene right-lateral strike-slip offsets of the GAC by the Cuisa (CFZ), Oca-Ancon (OAFZ), and Santa Marta-Bucaramanga (SMBFZ). The Maracaibo foreland position in panels (a) and (b) is from Contreras et al. (2008).

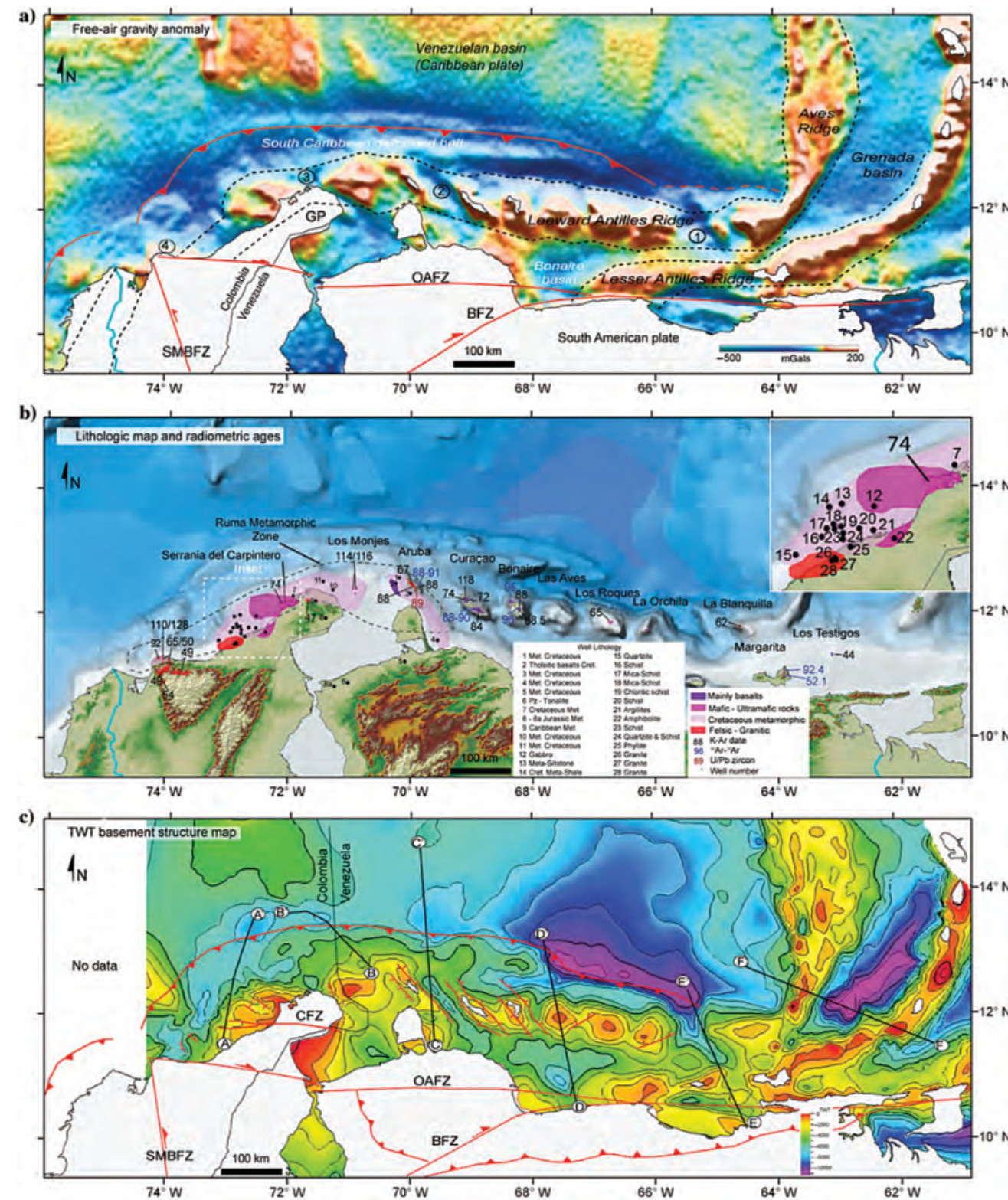


Figure 4. (a) Satellite free-air gravity map from Sandwell and Smith (1997) showing the inferred extent of the GAC composed of the AR and Leeward Antilles ridge. SMBFZ, Santa Marta-Bucaramanga fault zone; GP, Guajira Peninsula; OAFZ, Oca-Ancon fault zone; and BFZ, Boconó fault zone. (b) Compilation of basement rock types and radiometric ages (Table 1) for the Leeward Antilles ridge and Colombian offshore area displayed on bathymetry from Sandwell and Smith (1997). The underlined ages are from plutonic rocks. The inset map is magnified of offshore Colombia with basement rock types compiled from outcrop studies and industry well logs used in this study; the numbers correspond to the rock types shown in Table 1. (c) Two-way-time structural map at the top of the acoustic basement of the GAC and associated areas from Escalona and Mann (2011). The red lines represent major faults; the black lines indicate the location of regional seismic reflection profiles shown in Figure 5.



Susana Alicia Alaniz Álvarez

alaniz@geociencias.unam.mx

Ext. 128

Investigador Titular C , SNI III

Geología Estructural

Estudios teóricos sobre la deformación frágil de la corteza.



El Centro de Geociencias
de la Universidad Nacional Autónoma
de México



CONVOCA

a egresados de una licenciatura en Ciencias de la Tierra, maestros
de educación básica y media, y a personas interesadas

en la divulgación de la ciencia

a participar en el



**Diplomado en Enseñanza
de Ciencias de la Tierra**



Inscripciones: 01 de mayo al 30 de junio del 2021

Duración: 125 h, inicia el 1 agosto del 2021

Costo único: MX \$ 5000.00, US\$ 250.00

Formulario de inscripción:

<https://forms.gle/cmFCpDjgc8PxQGPD7>

Informes:

Correo electrónico: diplomadoCT@geociencias.unam.mx

Página web: <https://sites.google.com/view/diplomado-en-ensenanza-de-ct>



Glosario de términos geológicos

Compilado por:

Saúl Humberto Ricardez Medina

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

Estratigrafía de secuencias: Es una rama de la geología la cual consiste en el reconocimiento, correlación e interpretación de los cambios en las tendencias deposicionales en las rocas sedimentarias. Estos cambios, originados por el apilamiento de los estratos y las variaciones del nivel del mar, pueden ser determinados por criterios sedimentarios. De manera particular, los cambios en la tendencia deposicional son usados para definir y delinear tipos específicos de superficies de secuencias estratigráficas. Además, corresponden a la variación del acomodo y aporte de sedimentos a través del tiempo, que se podrían explicar las relaciones geométricas y la arquitectura de los estratos.

Terminaciones estratigráficas: Es la relación geométrica entre los estratos y las superficies estratigráficas donde terminan, son observables en grandes escalas particularmente en líneas sísmicas 2D y en afloramientos.

Toplap: Terminación de estratos inclinados (clinoformas) contra una superficie de ángulo inferior suprayacente, principalmente como resultado de la no deposición (derivación de sedimento), \pm erosión menor. Los estratos salen en dirección hacia el continente en la parte superior de la unidad, pero las terminaciones sucesivas se encuentran progresivamente hacia la zona marina. La superficie superior representa el límite de depósito proximal de la unidad sedimentaria (fig. 1).

Onlap: terminación de estratos de ángulo bajo contra una superficie estratigráfica más empinada. La superposición también se puede denominar lapout y marca la terminación lateral de una unidad sedimentaria en su límite de depósito.

Downlap: terminación de estratos inclinados contra una superficie de ángulo inferior. Downlap también puede denominarse baselap y marca la base de una unidad sedimentaria en su límite de depósito. El downlap se ve comúnmente en la base de clinoformas progradantes, ya sea en ambientes de aguas poco profundas o marinas, por lo tanto, representa un cambio de la deposición de pendiente marina (o lacustre) a la condensación o no deposición marina (o lacustre) (fig. 1).

Truncation: terminación de estratos contra una superficie erosiva suprayacente. El toplap puede convertirse en truncamiento, pero el truncamiento es más extremo que el toplap e implica el desarrollo de alivio erosivo o el desarrollo de una disconformidad angular (fig. 1).

Offlap: el desplazamiento progresivo en alta mar de las terminaciones ascendentes de las unidades sedimentarias dentro de una secuencia conformable de rocas en las que cada unidad sucesivamente más joven deja expuesta una porción de la unidad más antigua en la que yace. Offlap es el producto de la caída del nivel base, por lo que es diagnóstico de regresiones forzadas (fig. 1).

Discordancia subaérea: es una superficie de erosión o no deposición creada generalmente durante la caída del nivel base por procesos subaéreos como la incisión fluvial, degradación del viento, derivación de sedimentos o pedogénesis.

Conformidad Correlativa: se forma dentro del entorno marino al final de la caída de nivel base en la costa. Esta superficie se aproxima al paleo-piso marino al final de la regresión forzada, que es la clinoforma más joven asociado con la superposición, y se correlaciona con la terminación hacia el mar de la "Subaerial Unconformity". La conformidad correlativa separa depósitos regresivos forzados debajo de depósitos regresivos normales arriba, y, como con cualquier clinoforma, delimita la sucesión subyacente.



Se decide mantener el uso del idioma inglés debido a que no hay una traducción apropiada correcta para gran parte de los conceptos en esta compilación.

Aportación: Saul Humberto Ricardez Medina, Pasante de Ingeniería geológica del IPN, ESIA Ticoman.

Catuneanu, O. (2006) Principles of sequence stratigraphy. Edmonton, Alberta, Canada: ELSEIVER

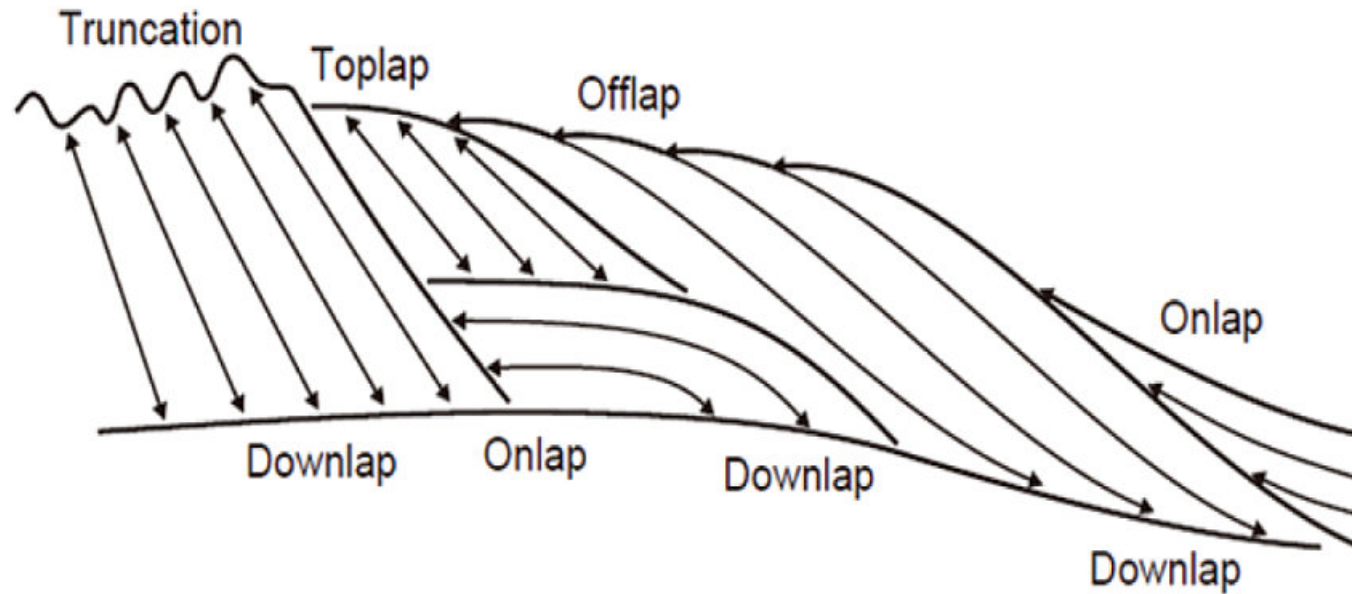
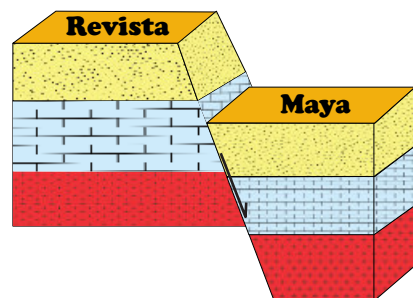
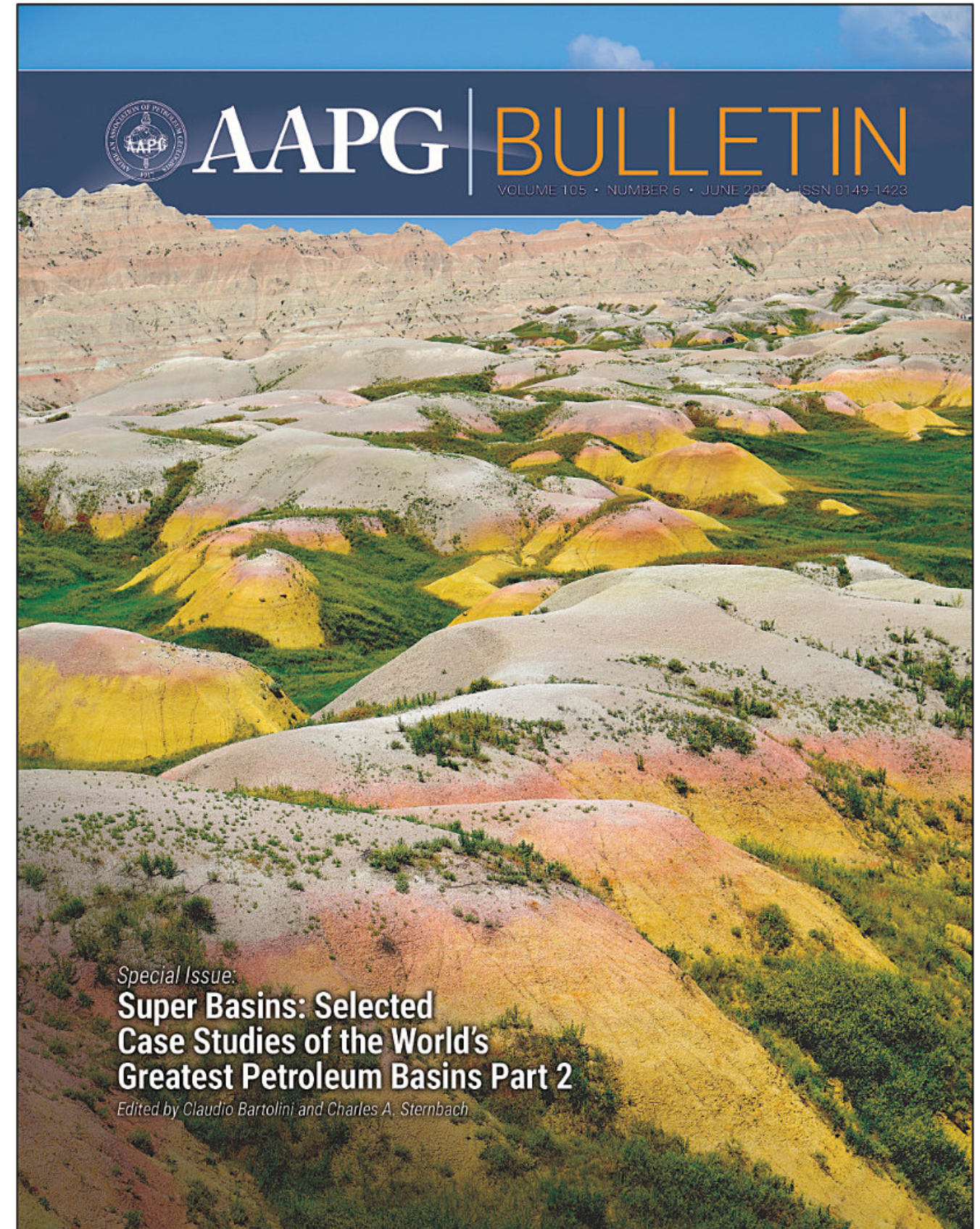


Figura 1: Tipos de terminaciones estratigráficas Tomado de: (Catuneanu, 2006).



Publicación reciente de la AAPG: Edición Especial del Boletín (Parte 2) Sobre Cuencas Gigantes del Mundo
Editores: Claudio Bartolini y Charles Sternbach





Your June 2021 AAPG Bulletin is available online now.

Articles for this issue are listed below. To view an article abstract, click the title. A login is required to view the entire article. Locate the login options under "Welcome Guest" in the top right corner of the abstract viewing screen.



To order a print issue, visit the **AAPG store** or email **CECInbox@aapg.org**.

SPECIAL ISSUE ARTICLES

- **Introduction to Special Issue: Super basins: Selected case studies of the world's greatest petroleum basins**
Charles A. Sternbach and Claudio Bartolini
- **Ultimate expellable potentials of source rocks from selected super basins: What does "world class" look like?**
Andrew Pepper and Elizabeth Roller
- **West Texas (Permian) Super Basin, United States: Tectonics, structural development, sedimentation, petroleum systems, and hydrocarbon reserves**
Bill Fairhurst, Tom Ewing, and Bob Lindsay
- **Paleozoic sequence stratigraphy, depositional systems, and hydrocarbon habitats across the Arabian plate**
Abdulrahman S. Alsharhan and Christopher G. St. C. Kendall
- **The Anadarko "Super" Basin: 10 key characteristics to understand its productivity**
Richard D. Fritz and John R. Mitchell
- **North Alaska Super Basin: Petroleum systems of the central Alaskan North Slope, United States**
W. Dallam Masterson and Albert G. Holba

The James Webb Space Telescope

The **James Webb Space Telescope** will be a giant leap forward in our quest to understand the Universe and our origins. Webb will examine every phase of cosmic history; from the first luminous glows after the Big Bang to the formation of galaxies, stars, and planets to the evolution of our own solar system.

The telescope will be launched this year from French Guiana out to a Lagrange point 1.6 million kms from the Earth where it will be unaffected by gravity and be able to see in nearly all directions, in contrast to the Hubble telescope which is close to the Earth where much of its field of vision is blocked.

Webb's unprecedented infrared sensitivity will allow astronomers to compare the faintest, earliest galaxies to today's grand spirals and ellipticals, helping us to understand how galaxies are assembled over billions of years. Webb will be able to see through massive clouds of dust that are opaque to visible-light observatories like the Hubble, where stars and planetary systems are being born.

Webb will also tell us more about the atmospheres of extrasolar planets, and perhaps even find the building blocks of life elsewhere in the universe. In addition to other planetary systems, Webb will also study objects within our own Solar System.

<https://www.jwst.nasa.gov/content/science/index.html>





Life And Planetary Systems

The first planet outside our solar system was discovered in 1992. Since then, we have discovered a multitude of planets around other stars and have come to the realization that planets are in fact quite common. The ultimate objective of the search is to find planets orbiting in the habitable zone of their star where it is possible for liquid water, and perhaps even life to exist.

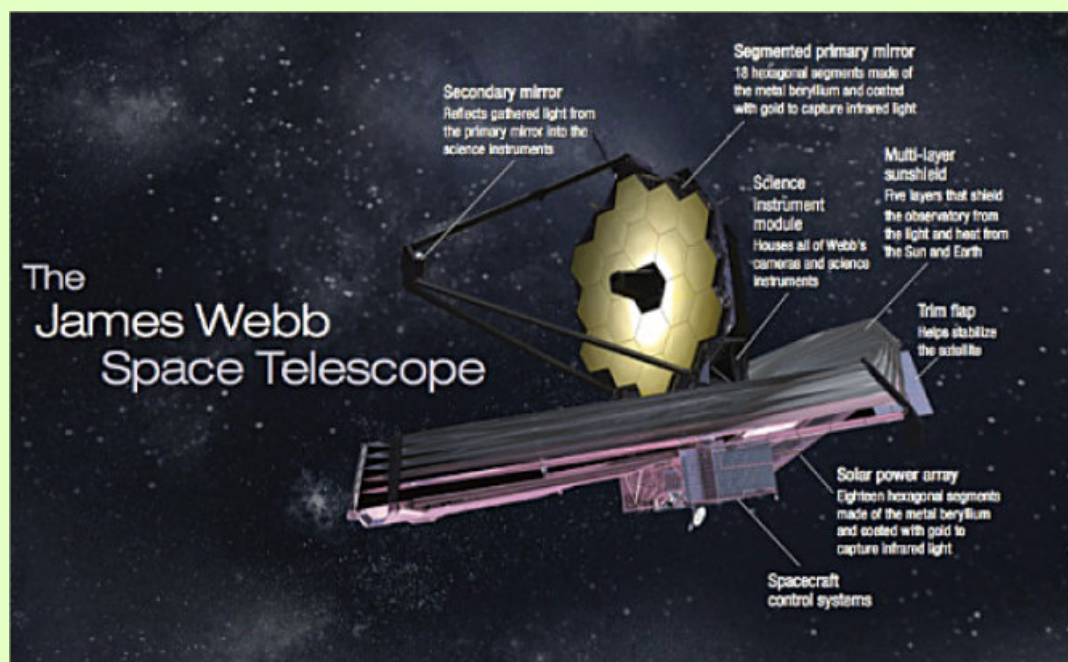
To trace the origins of the Earth and life in the Universe, scientists need to study planet formation and evolution, including the material around stars where planets form. A key issue is to understand how the building blocks of planets are assembled. Scientists do not know if all planets in a planetary system form in place or travel inwards after forming in the outer reaches of the system. It is also not known how planets reach their ultimate orbits, or how large planets affect the smaller ones in solar systems like our own.

The icy bodies and dust in the outer reaches of our Solar System are evidence of the conditions when our Solar System was very young. Scientists hope to directly compare those conditions to those of objects and dust observed around other stars. The sensitive instruments on the James Webb Space Telescope will obtain infrared images of giant planets and planetary systems and characterize their ages and masses by measuring their spectra. Webb will also be able to measure the spectra of disks around other stars to determine the constituents of such disks that are precursors to planetary systems.

Our Solar System

Numerous investigations in our own solar system will also be enabled with Webb. The near- and mid-infrared spectral coverage and sensitivity afforded by Webb complements NASA's other Solar System missions, including spacecraft and rovers, as well as ground-based observatories.

Webb will contribute to the overarching objective of planetary science which is to understand planetary formation, evolution, and the suitability of planets as habitats. The suite of Solar System observations, of its planets, moons, and other small bodies, such as asteroids and comets, will be enabled by Webb and will advance our understanding of our own planetary system.



DRONES PARA LAS GEOCIENCIAS

Sitios de interés

https://geoinfo.nmt.edu/publications/periodicals/earthmatters/18/n1/em_v18_n1.pdf

<https://www.longdom.org/open-access/from-dronebased-remote-sensing-to-digital-outcrop-modelingintegrated-workflow-for-quantitative-outcrop-interpretation-2469-4134-1000237.pdf>

<https://www.commercialuavnews.com/energy/usgs-making-drones-work-scientific-research/>

<https://www.geosociety.org/gsatoday/archive/25/7/article/i1052-5173-25-7-50.htm>

<https://eos.org/features/drones-in-geoscience-research-the-sky-is-the-only-limit>

<https://www.bgs.ac.uk/geology-projects/geodesy/drone-research/>

<https://eitrawmaterials.eu/game-of-drones-unmanned-aerial-vehicles-in-mineral-exploration-and-geological-mapping/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7014457/>

<http://www.geologyin.com/2014/08/drones-for-geology.html>

<https://www.queensu.ca/geol/two-uavs-join-geology>





Visítanos en Facebook y hazte miembro: Mexico Petroleum Geology

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

Necesitas la Tabla del tiempo geológico?

https://www.geosociety.org/GSA/Education_Careers/Geologic_Time_Scale/GSA/timescale/home.aspx

Asociaciones de Geología y Geofísica

AMGP: <https://www.amgp.org/>

AAPG: <https://www.aapg.org/>

AMGE: <https://amge.mx/>

SEG: <https://seg.org/>

UGM: <https://ugm.org.mex>

Gaceta Geológica de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros

<https://www.amgp.org/publicaciones/gacetas/nacional>

Sequence Stratigraphy: Methodology and Nomenclature

Octavian Catuneanu, William E. Galloway, Christopher G. St. C. Kendall, Andrew D. Miall, Henry W. Posamentier, André Strasser, and Maurice E. Tucker

https://pdfs.semanticscholar.org/011f/5297d-b5d4661d42f5b7148e87d07677e0f63.pdf?_ga=2.234966403.38414444.1612560076-1551899140.1612560076

El Código de Nomenclatura Estratigráfica está disponible en el siguiente sitio en la red:

https://www.researchgate.net/publication/330409455_North_American_Stratigraphic_Code

Aquí puedes bajar la Tabla Cronoestratigráfica Internacional:

<https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2018-07.pdf>

Clasificación de las rocas sedimentarias: <http://www.kgs.ku.edu/General/Class/sedimentary.html>

Escala Granulométrica: <https://www.britannica.com/science/grain-size-scale>

Glosario de Geología (España)

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, y Naturales

https://www.ugr.es/~agcasco/personal/rac_geologia/rac.htm

English-Spanish and Spanish-English Glossary of Geoscience Terms

Gary L. Prost

<https://garyprostgeology.com/publications>

FOUNDERS OF MODERN GEOLOGY

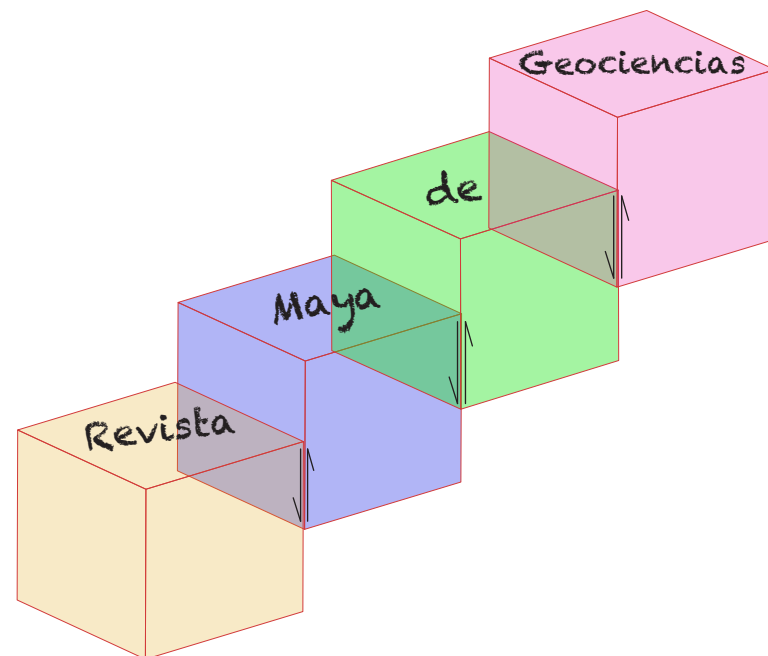
**Abraham Werner
(1750 – 1817)**



Father of German geology, born in Upper Lusatia, Saxony, on the 25th of September 1750. The family to which he belonged had been engaged for several hundred years in mining pursuits. His father was inspector of Count Solm's iron-works at Wehrau and Lorzendorf, and from young Werner's infancy cultivated in him a taste for minerals and rocks. The boy showed early promise of distinction. He began to collect specimens of stones, and one of his favorite employments was to pore over the pages of a dictionary of mining. At the age of nine he was sent to school at Bunzlau in Silesia, where he remained until 1764 when he joined his father at Wehrau with the idea of ultimately succeeding him in the post of inspector. When nineteen years of age (1769) he journeyed to Freiberg, where he attracted the notice of the officials, who invited him to attend the mining school established two years previously. This was the turning point in Werner's career. He soon distinguished himself by his industry and by the large amount of practical knowledge of mineralogy which he acquired. In 1771 he repaired to the university of Leipzig and went through the usual curriculum of study, paying attention at first chiefly to the subject of law, but continuing to devote himself with great ardor to mineralogical pursuits. While still a student he wrote his first work on the external characters of minerals, *Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien* (1774), which at once gave him a name among the mineralogists of the day. In 1775 he was appointed inspector in the mining school and teacher of mineralogy at Freiberg. To the development of that school and to the cultivation of mineralogy and geognosy he from that point, for about forty years, devoted the whole of his active and indefatigable industry. From a mere provincial institution the Freiberg academy under his care rose to be one of the great centers of scientific light in Europe, to which students from all parts of the world flocked to listen to his eloquent teaching. He wrote but little, and though he elaborated a complete system of geognosy and mineralogy he never could be induced to publish it. From the notes of his pupils, however, the general purport of his teaching was well known, and it widely influenced the science of his time. He died at Freiberg on the 30th of June 1817.



One of the distinguishing features of Werner's teaching was the care with which he taught lithology and the succession of geological formation; a subject to which he applied the name geognosy. His views on a definite geological succession were inspired by the works of J. G. Lehmann and G. C. Fuchsel (1722-1773). He showed that the rocks of the earth are not disposed at random, but follow each other in a certain definite order. Unfortunately he had never enlarged his experience by travel, and the sequence of rock-masses which he had recognized in Saxony was believed by him to be of universal application (see his Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten, 1787). He taught that the rocks were the precipitates of a primeval ocean, and followed each other in successive deposits of worldwide extent. Volcanoes were regarded by him as abnormal phenomena, probably due to the combustion of subterranean beds of coal. Basalt and similar rocks, which even then were recognized by other observers as of igneous origin, were believed by him to be water-formed accumulations of the same ancient ocean. Hence arose one of the great historical controversies of geology. Werner's followers preached the doctrine of the aqueous origin of rocks, and were known as Neptunists; their opponents, who recognized the important part taken in the construction of the earth's crust by subterranean heat, were styled Vulcanists. R. Jameson, the most distinguished of his British pupils, was for many years an ardent teacher of the Wernerian doctrines. Though much of Werner's theoretical work was erroneous, science is indebted to him for so clearly demonstrating the chronological succession of rocks, for the enthusiastic zeal which he infused into his pupils, and for the impulse which he thereby gave to the study of geology.



Consortios de Investigación

En varias universidades de Estados Unidos se han establecido numerosos consorcios para atender la demanda de especialidades geológicas de la industria del petróleo. Esto ha permitido que los grupos de investigación y académicos en dichas universidades, perciban ingresos económicos que utilizan para el desarrollo de proyectos de investigación, y la financiación de equipos y materiales.

A continuación listamos algunos de esos consorcios, para que tengamos una noción de cómo se se organizan sus capacidades en relación con la industria petrolera.

Consortio Interdisciplinario de Carbonatos de Kansas: <https://carbonates.ku.edu/>

Consortio de Cuencas Conjugadas, Tectónica, e Hidrocarburos: <http://cbth.uh.edu/>

Programa de Bases de Datos de Análogos Sedimentarios: <https://geology.mines.edu/research/sand/>

Consortio para Modelado Electromagnético e Inversión: <http://www.cemi.utah.edu/>

Consortio de Investigación de Interacción Sal-Sedimento: <https://www.utep.edu/science/its/>

Consortio de Laboratorio de Geodinámica Aplicada: <https://www.beg.utexas.edu/agl>

Proyecto de Síntesis Depositional: Golfo de México: <https://ig.utexas.edu/energy/gbds/>

Consortio de Investigación de Fracturas y su Aplicación: <https://www.beg.utexas.edu/frac>

Consortio para la Energía Avanzada: <https://www.beg.utexas.edu/aec>

Laboratorio de Sedimentología Cuantitativa: <http://www.qsc.uh.edu/>

Consortio: Análisis Tectónico: <https://www.tectonicalysis.com/#top-bar>

Investigación por Hidrocarburos (EGI): <https://egi.utah.edu/research/hydrocarbon/>

Procesado Sísmico e Interpretación Atributos: <http://mcee.ou.edu/aaspi/>

Laboratorio de Registros de Pozo: https://www.spwla.org/SPWLA/Technical/Software/WELL_LOGGING_LABORATORY.aspx

Temas de interés

¿Qué es la geotermia?

La geotermia es el campo de la ciencia dedicado al estudio del calor existente debajo de la superficie de la Tierra. También se conoce con el mismo nombre al proceso por el cual se extrae la energía geotérmica para su posterior uso como energía eléctrica, principalmente. La energía geotérmica se encuentra almacenada bajo la superficie terrestre en forma de calor y ligada a volcanes, aguas termales, fumarolas y géiseres. Proviene del calor interno de la Tierra, un calor que se alimenta, por un lado, de la desintegración de isótopos radiactivos, y por otro, de movimientos diferenciales entre las distintas capas que constituyen la Tierra, así como del calor latente de la cristalización del núcleo externo. Es, en su más amplio sentido, la energía calorífica que la tierra transmite desde sus capas internas hacia la parte más externa de la corteza terrestre.

Se denomina recurso geotérmico a la porción de calor desprendido desde el interior de la Tierra que puede ser aprovechado por el hombre en condiciones técnicas y económicas. Es decir, tan sólo la fracción de calor del globo, que las técnicas que en cada momento estén disponibles permitan un aprovechamiento en condiciones económicas adecuadas, se considera como recurso geotérmico. Cuando se dan las circunstancias adecuadas para que unos materiales permeables llenos de agua intercepten el flujo de calor desde el interior del globo, y a su vez estos materiales se encuentren suficientemente "sellados" en su parte inferior y superior por materiales impermeables, se dan las condiciones favorables para la existencia de un yacimiento geotérmico. De este modo, las condiciones clásicas para la existencia de un yacimiento geotérmico son la presencia de:

- Un foco de calor activo.
- Un material permeable con su base impermeable (el almacén geotérmico) por el que circula un fluido (en general agua de origen meteórico, en fase líquida o vapor).
- Una cobertura o sello que impida (o al menos limite) el escape del fluido.

Se conoce, así como yacimiento geotérmico el espacio de la corteza terrestre en el que se localizan materiales permeables que albergan un recurso geotérmico susceptible de ser aprovechado por el hombre.

Los yacimientos geotérmicos convencionales se clasifican de acuerdo con los niveles energéticos de los recursos que albergan, es decir, de los fluidos en ellos contenidos.

Por lo tanto, se pueden clasificar en:

- Yacimientos de alta entalpía en los que se cumplen las condiciones clásicas de existencia de un yacimiento y el foco de calor permite que el fluido se encuentre en condiciones de presión y alta temperatura (superior al menos a los 150°C). Las características termodinámicas del fluido permiten su aprovechamiento para producción de electricidad.
- Yacimientos de media entalpía en los que los fluidos se encuentran a temperaturas situadas entre los 100 y los 150°C, lo que permite su uso para producción de electricidad mediante ciclos binarios que, en general, tienen rendimientos algo inferiores.
- Yacimientos de baja entalpía, cuando la temperatura del fluido es inferior a los 100°C y su aplicación son los usos directos del calor (calefacción, procesos industriales y usos en balneoterapia).

El proceso básico inicia con la perforación, se hace un pozo hasta llegar al yacimiento y mediante una red de tuberías se dirigen los fluidos con alta temperatura y presión hacia la planta. Ahí se separa el agua del vapor, éste se limpia y se hace pasar por una turbina que está conectada a un generador eléctrico, de forma tal que, al girar la turbina, y gracias a las leyes del electromagnetismo, se genera electricidad. El vapor se condensa y, al igual que el agua separada inicialmente, se reinyectan al subsuelo para mantener en equilibrio el yacimiento (Figura 1).

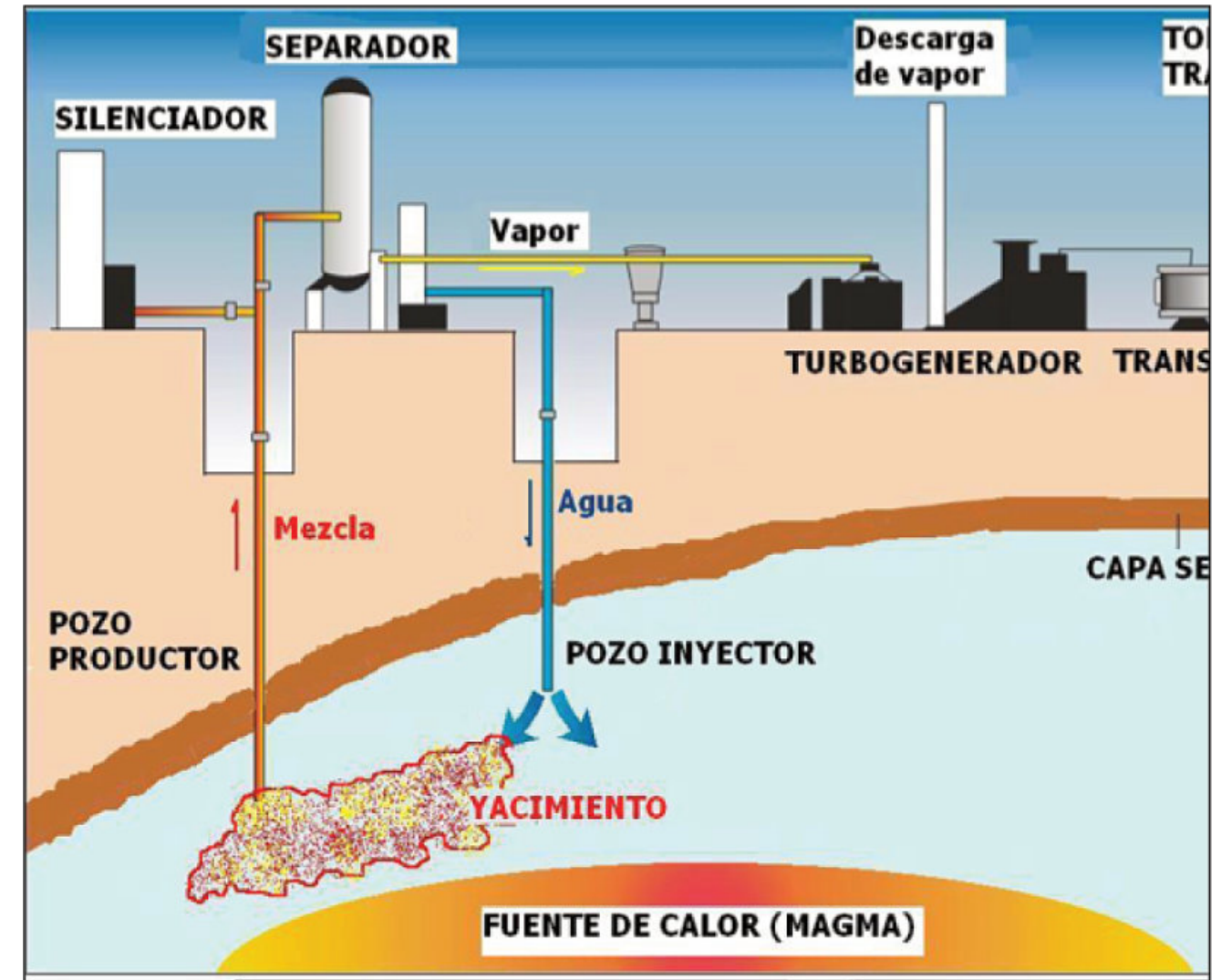


Figura 1: Modelo esquemático de un yacimiento geotérmico Tomado de: (Maya, R & Gutiérrez, L. diciembre 10, 2007)

En México hay 5 plantas geotérmicas:

Cerro Prieto en Baja California, que es un campo de tipo sedimentario, en el cual los fluidos geotérmicos están alojados en areniscas, la fuente de calor es debido a una anomalía térmica formada por el adelgazamiento de la corteza que ocurre en la cuenca transtensional en la que se formó el yacimiento, asociado a la prolongación sur del sistema de fallas activas de San Andrés. Su capacidad actual instalada de 520MW siendo la más grande de México, además, es la tercera planta más grande a nivel mundial.

Los Azufres en Michoacán, es un campo en un complejo volcánico a 2,800 m de altitud. A diferencia de Cerro Prieto, Los Azufres es un campo de tipo volcánico cuyos fluidos geotérmicos están contenidos en rocas de tipo andesítico, La Comisión Federal de Electricidad (CFE) opera una capacidad total de 248MW.

Los Humeros en Puebla, Es otro campo volcánico ubicado en la parte oriental de la Faja volcánica transmexicana en los límites de los estados de Puebla y Veracruz, en el interior de una caldera volcánica cuaternaria cuyas últimas erupciones ocurrieron hace 20 mil años. El campo está a unos 2,600 m sobre el nivel del mar, las rocas que almacenan los fluidos geotérmicos son andesíticas y estos fluidos tienen temperaturas medidas del orden de hasta los 400°C.

Las Tres Vírgenes en Baja California Sur, es un campo volcánico, pero ubicado en la parte media de la Península de Baja California. El campo está dentro de un complejo de tres volcanes cuaternarios alineados de norte a sur, y la fuente de calor parece estar relacionada con la cámara magmática del volcán más reciente llamado La Virgen.

Domo San Pedro en Nayarit, el campo se ubica en el sector más occidental de la faja volcánica transmexicana y más particularmente en el graben Tepic-Chapala con presencia de dacitas y riolitas siendo así la fuente de calor principal el gran número de cámaras magmáticas a su alrededor producto del vulcanismo. Con una producción en conjunto total de 981 MW, México se encuentra en el sexto puesto a nivel mundial. Sin embargo, la energía generada en esas plantas representa únicamente el 1.84% de la energía eléctrica total del país.

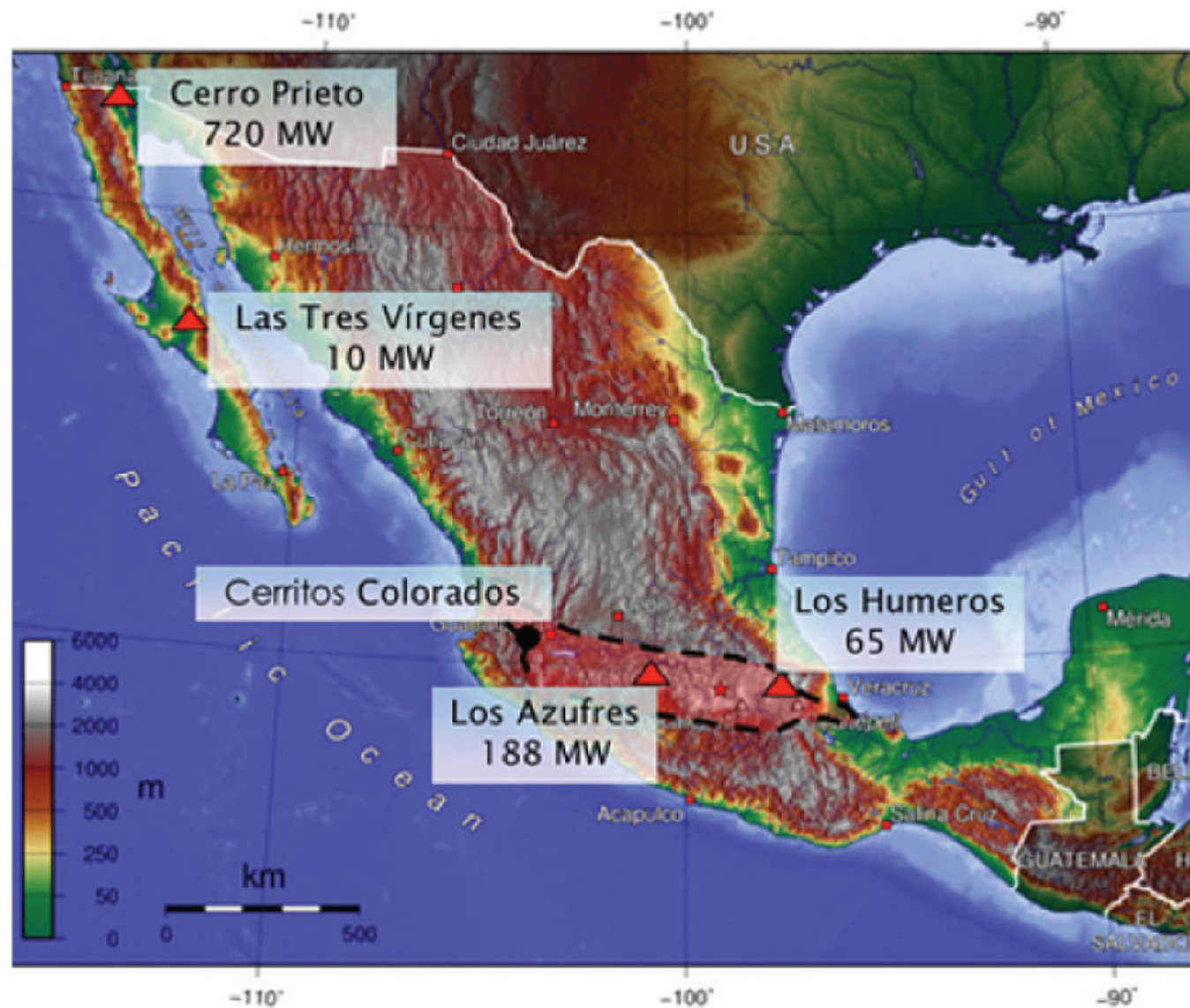


Figura 2: Mapa de los campos geotérmicos en México. Modificado de Suarez (2017).

Bibliografía consultada

Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) & Instituto Geológico y Minero de España (IGME). (junio, 2008). Manual de geotermia. Junio 13, 2021, de Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) Sitio web: https://www.igme.es/Geotermia/Ficheros%20PDF/Manual_Geotermia_2,5.pdf

IEA Geothermal. (Julio, 2020). 2019 Annual Report. Junio 13, 2021, de IEA Geothermal Sitio web: <http://iea-gia.org/publications-2/annual-reports/>

Ingeoexpert. (junio 8, 2018). Geotermia: qué es y cómo funciona la energía geotérmica. Junio 13, 2021, de Ingeoexpert Sitio web: <https://ingeoexpert.com/2018/06/08/que-es-la-geotermia/>

Maya, R & Gutiérrez, L. (diciembre 10, 2007). Recursos geotérmicos para generar electricidad en México. Junio 13, 2021, de Revista Digital Universitaria Sitio web: http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art91/dic_art91.pdf

Montiel, A & Romo, J. (2019). Conociendo el interior de nuestro planeta: energía electromagnética y geotermia. México.: división de Ciencias de la Tierra, CICESE.

PIENSA EN GEOTERMIA. (S/N). Geotermia. Junio 13, 2021, de PIENSA EN GEOTERMIA Sitio web: <https://www.piensageotermia.com/geotermia/>

Servicio Geológico Mexicano (SGM). (marzo 27, 2017). Geotermia. Junio 13, 2021, de Servicio Geológico Mexicano Sitio web: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Geotermia.html

Suarez, M. (2017). ¿Es cierto que México tiene mucho potencial para la generación de energía geotérmica? Junio 13, 2021, de Quora Sitio web: <https://es.quora.com/Es-cierto-que-M%C3%A9xico-tiene-mucho-potencial-para-la-generaci%C3%B3n-de-energ%C3%ADa-geot%C3%A9rmica/answer/Mario-C%C3%A9sar-Su%C3%A1rez-Arriaga>

Reporte compilado por
 Saul Humberto Ricardez Medina
 Colaborador de la revista



Mi Afloramiento Favorito



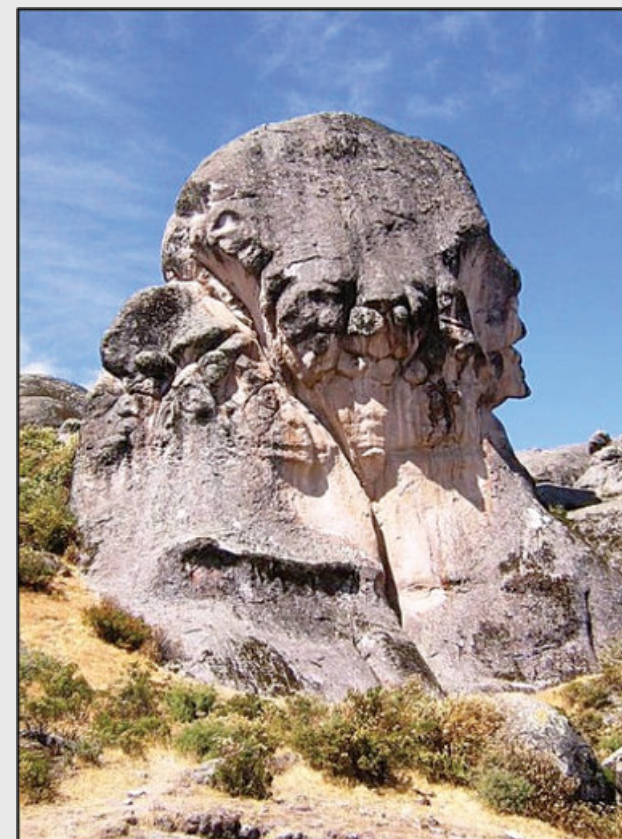
Fotografías proporcionadas por Humberto Álvarez Sánchez

Estructura de corte y relleno. Conglomerado fluvial en matriz de arena que rellena un canal excavado en arena y conglomerado litoral. Sedimentos del Plioceno. Localidad: Carretera Panamericana, en las cercanías de San Carlos. Panamá.



Comparase con esta foto: Whipple Mountains, San Bernardino County, California. Conglomerate filled channel in sandstone Pliocene-Quaternary. Photographer: Jon Spencer

Fotografías enviadas por estudiantes de geología



Aportaciones: **ALEXANDRA PAMELA BUSTOS LOSTAUNAU** – Estudiante Pasante de INGENIERIA GEOLOGICA-UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS (UNMSM) Lima, Perú.

MONUMENTO DE LA HUMANIDAD
Geositio principal en MARCAHUASI
San Pedro de Casta-Huarochiri-Lima-Perú

Es una meseta volcánica de tobas (flujos piroclásticos de pómez, cenizas y fragmentos líticos del Mioceno 2-5 millones de años) a 4000 msnm. La meteorización esferoidal, erosión glaciaria y eólica en las rocas, han originado un paisaje singular con lagunas y geoformas pétreas que cubren un área de 2.8 km², además de chullpas y otras manifestaciones culturales en la meseta.



HUELLAS FOSILIZADAS DE DINOSAURIOS
ANCASH-PERÚ

Este yacimiento de huellas de dinosaurios, es el más alto del planeta ya que se ubica a una altitud de 4600msnm. Se encuentran en la Formación Carhuaz de edad Jurásico Superior. Consiste principalmente de tamaño de grano de limo-arcilla de color gris-verdoso, aunque pueden presentarse capas de areniscas cuarcíferas en la parte central de coloración rojizas con potencia aproximadamente de 600 metros y se le asigna una edad Hauteriviana-Barremiano. Manadas de dinosaurios habrían cruzado una playa lodosa, a orillas de un mar hoy desaparecido, dejando las huellas de sus pisadas, que fueron rápidamente secadas y endurecidas por un sol tropical, para después ser cubiertas por arena y más lodo, con lo que se preservaron a través del tiempo geológico. Destacan las huellas de saurios del suborden Terópodo y huellas más pequeñas pertenecientes a herbívoros. Por ser del Jurásico, las huellas pertenecerían a un *Carcharodontosaurus* que habitó Sudamérica.



PLIEGUE SINCLINAL
Hualal-Perú

Pliegue simétrico en la Formación Jumasha de edad Cretácico Medio.

La Formación Jumasha presenta estratos regularmente maciza con calizas fosilíferas, brechoides, de colores amarillo grisáceos en estratos de 1 a 2 m, en algunos se presentan una secuencia lajosa de calizas por el alto grado de tectonismo. Este plegamiento se debe a esfuerzos compresivos.

PLIEGUE ANTICLINAL-CHEVRON
San Luis-Ancash-Perú

Afloramiento de la Formación Chimú de edad Cretácico Inferior, consiste principalmente de estratos de areniscas sacaroideas y macizas en capas de 1 a 3 m de espesor, el grosor puede variar entre 600 y 100m. Se puede observar pliegues de tipo Chevron al lado derecho y simétrico al lado izquierdo. Estos pliegues son causados por la tectónica andina.



Microfotografía bajo el objetivo 4x, NII. Al centro se observa el corte transversal de la concha espiralada de un gasterópodo, asociado a cristales de óxido de hierro. Además, se encuentra rodeado por otros bioclastos. A la izquierda, hay una vetilla rellena de calcita asociada a los mismos minerales opacos. Dentro de la clasificación de Dunham pertenece a *Wackestone*, en Folk a una biomicrita. Muestra recolectada en la Formación La Casita, aflorando en el noreste de México. Sección delgada perteneciente a la colección de Corporación Ambiental de México S.A. de C.V.

Aportación de: **Yadira Zulema Antonio Durán**, pasante de Ingeniero Geólogo, FCT, UANL. @lageoloca



A) Huellas de impacto de piroclastos de proyección aérea, B) bombas volcánicas fusiformes, deformando estratos de la superficie. Hasta el 2019 este afloramiento se identificó en la periferia de la Laguna Alchichica, en Puebla, México.

Aportación de: **Yadira Zulema Antonio Durán**, pasante de Ingeniero Geólogo, FCT, UANL. @lageoloca





Formación Cuesta del Cura. Porción central del cerro de La Silla, Nuevo León, México.

(Albiano Superior-Cenomaniano)

Afloramiento en un talud de la Formación Cuesta del Cura, donde se aprecia una secuencia monótona de sedimentos carbonatados de caliza de espesores medianos a gruesos (10 a 50cm); se distingue una estratificación ondulante, típica de esta unidad.

En la parte inferior izquierda de la imagen, se presenta una banda de pedernal de 8 cm de espesor, interestratificada paralelamente en una caliza micrítica ondulada, la cual se encuentra cercana al contacto superior transicional con la Formación Agua Nueva. La parte inferior derecha indica estilolíticas rectangulares dentadas de tipo diagenético, siendo paralela al rumbo de la capa de caliza micrítica.

Aportación de: Luis Eduardo Arista Cázares, pasante de Ingeniería Geológica, de Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL; y becario de Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.

Las fotografías fueron provistas por:

Dr. Jorge Cobiella Reguero

Universidad de Pinar del Rio, Cuba



Formación San Cayetano (Ji-Jm): Afloramiento al sur del poblado Mantua, en las Alturas de Pizarras del Norte, Cordillera de Guaniguanico, Areniscas gruesas a gravelitas con estratificación cruzada de dimensiones métricas, posiblemente de origen fluvial.



Formación San Cayetano (Ji-Jm): corte en Alturas de Pizarras del Norte en Cordillera de Guaniguanico, al oeste del poblado de La Palma. Turbiditas (areniscas y limolitas en capas centimétricas), Pliegue con vergencia al norte. El norte esta hacia la derecha de la foto.

Las fotomicrografías en las páginas 52 y 53 fueron provistas por:

Dr. Jordi Tritlla Cambra

Geólogo Consultor

<https://bit.ly/gemix-earth>

Llançà, Prov. de Girona, Catalunya, (España)

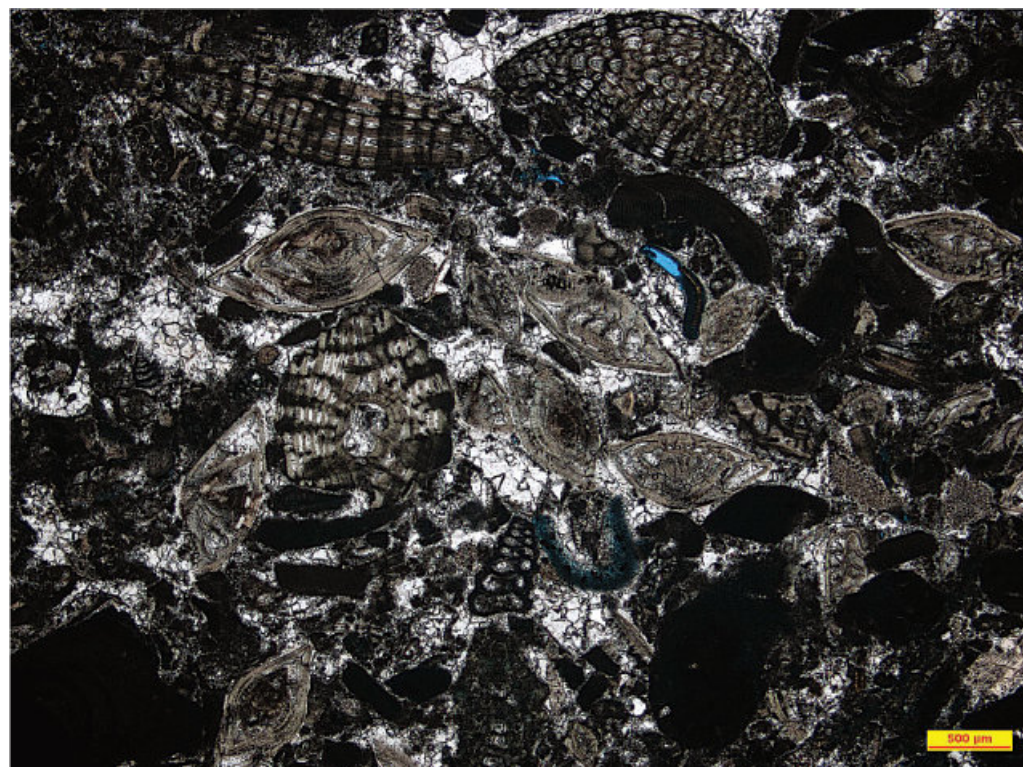


(1)

Fotomicrografías 1 y 2. Packstone mal clasificado y pobre en fango con abundantes fragmentos de macroforaminíferos, algas rodofíceas incrustantes y articuladas, y escasos detritus de moluscos y equinodermos. Ausencia de porosidad debido a cementación esparítica inter-intragranular (excepto trazas de microporosidad). Representan una parte derampa media.

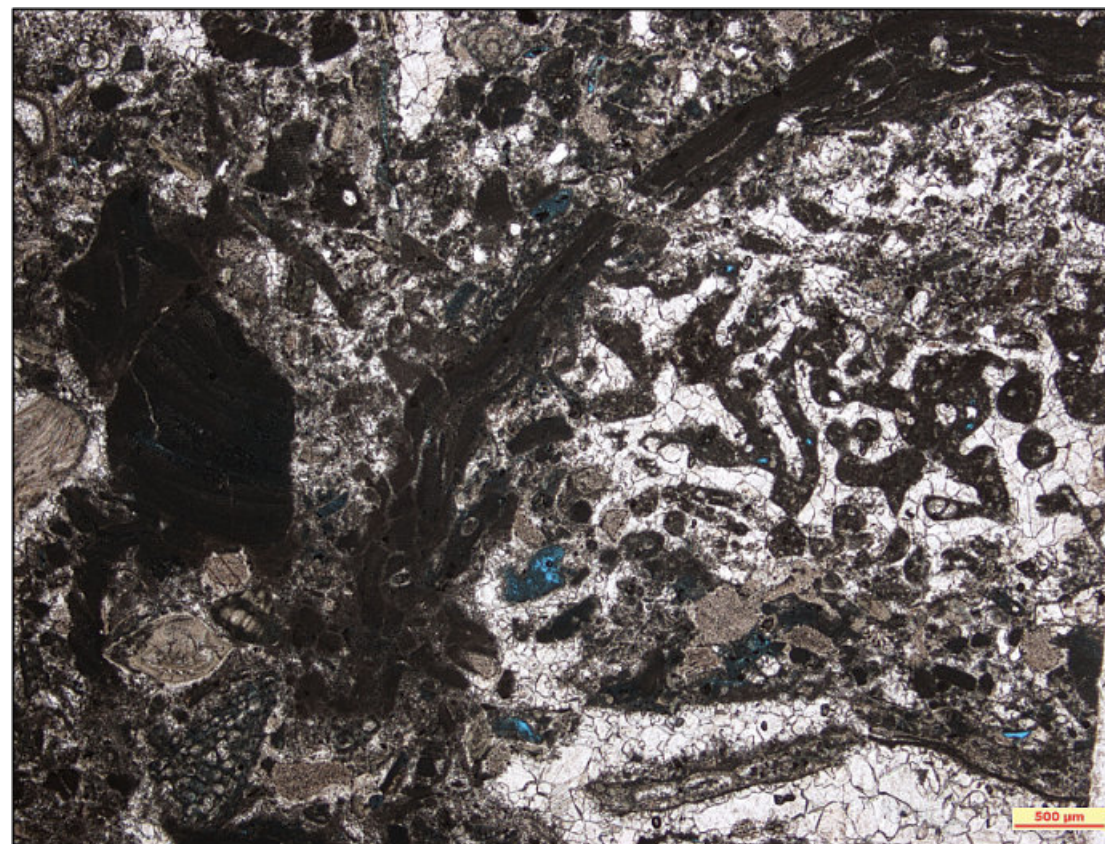
Del Oligoceno-Mioceno de Venezuela.

La descripción de todas las laminas delgadas fueron realizadas por el Dr. Mateu Esteban.

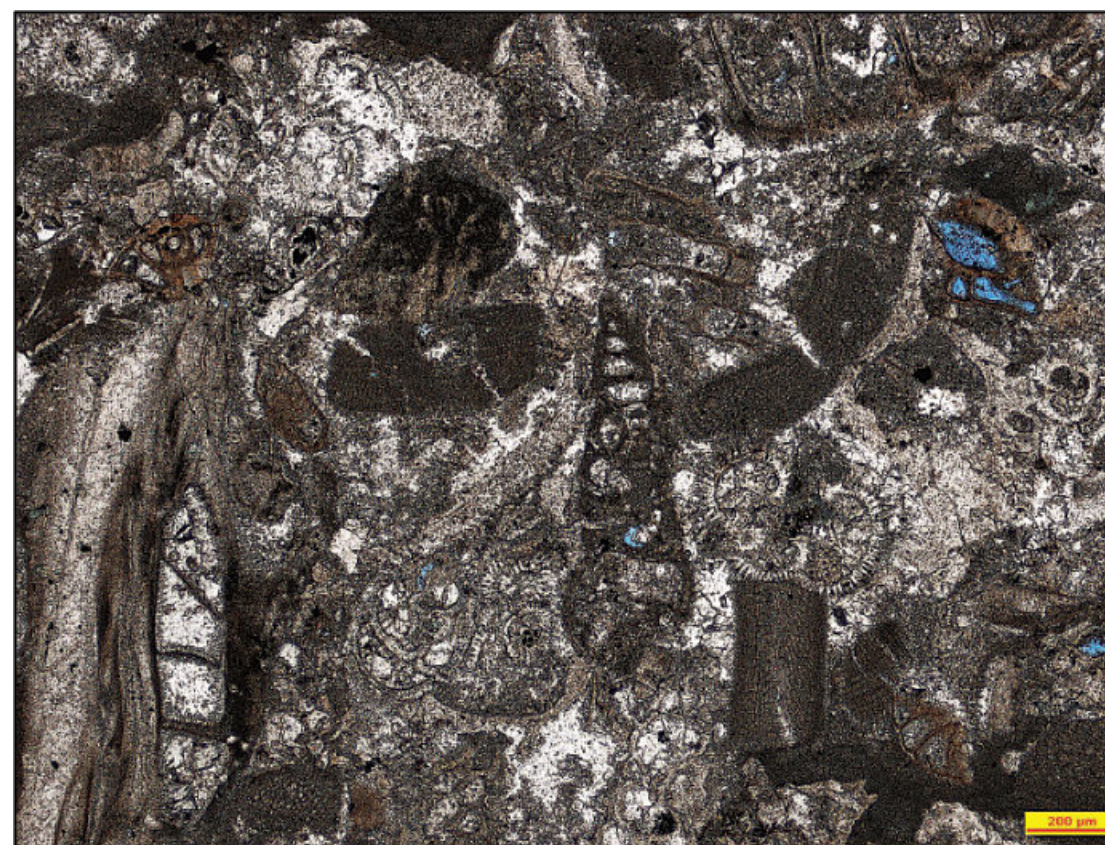


(2)

(3)



Fotomicrografía 3. Rudstone-grainstone mal clasificado con un gran fragmento de coral incrustado por algas rodofíceas en una matriz de abundantes detritus de algas rojas, foraminíferos béticos, equinodermos y moluscos. Ausencia de porosidad debido a intensa cementación esparítica posterior a la compactación mecánica. Esta facies representa la parte interna de rampa (menos profunda, y más proximal que las anteriores). Del Oligoceno-Mioceno de Venezuela.



(4)

Fotomicrografía 4. Packstone mal clasificado y pobre en fango con abundantes fragmentos de microfaminíferos planctónicos, moluscos, algas rodofíceas articuladas, microfaminíferos béticos y trazas de detritus de equinodermos. Evidencias de compactación mecánica previa a una pervasiva cementación de la porosidad inter-intragranular. La foto 4 representa una parte más profunda o distal en una rampa que las fotos 1,2 y 3 (rampa media). Del Oligoceno-Mioceno de Venezuela.



Comentarios de los lectores

UN ENFOQUE TERMODINÁMICO DE LA ESTRUCTURA TECTÓNICA DE LA TIERRA

Ing. Humberto Álvarez Sánchez

geodoxo@gmail.com

Miramar Mining Corporation

República de Panamá



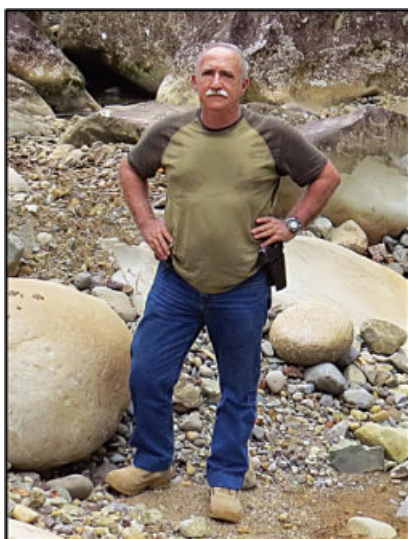
La aplicación de la ciencia termodinámica a la descripción cuantitativa de varios procesos geológicos, cuenta con varias conquistas en los campos del metamorfismo y la petrología ígnea. Pero carece de aplicaciones más generales a las situaciones de interacciones entre grandes sistemas abiertos y de enorme complejidad como son los procesos de construcción de la estructura de la corteza terrestre tomados en conjunto. Entre ellos los mecanismos de transmisión de energía del interior de planeta hacia la constitución de los sistemas tectónicos. Como ejemplo los complejos de acreción, considerados desde un punto de vista termodinámico; se pueden entender como estados de agregación y representan un movimiento geológico de la materia hacia la construcción de un sistema tectónico, por ejemplo, una cordillera montañosa como forma de un sistema ordenado a través de una trayectoria entrópicamente ascendente. La energía es suministrada por “el motor Tierra”. La finalidad del proceso es la creación del “cristal tectónico”, estable bajo las condiciones de suministro positivo de energía al sistema. En cuanto las condiciones de suministro ascendente de energía cesan y se revierten, el cristal tectónico comienza a ceder energía de regreso al medio y transita hacia su propia destrucción. Es decir, hacia un estado metaestable expresado por la conversión de la cordillera en una plataforma consolidada que representa los restos del cristal tectónico.

La combinación de las leyes de la termodinámica, la mecánica estadística y la reología y la fusión armónica de sus aparatos matemáticos, puede dar lugar a un nuevo enfoque de la física en el estudio de las cordilleras montañosas, la historia geológica de su formación y las causas de su destrucción.

Si deseas descargar las publicaciones del

Ing. Humberto Álvarez Sánchez

<https://independent.academia.edu/HumbertoFlores%20AlvarezS%20A1nchez>



Museo Nacional de Antropología Ciudad de México

Haz click en la imagen





Notas Geológicas

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.

El papel de las geociencias en la solución a la crisis del cambio climático

Moisés Dávila S.

Facultad de Ingeniería, UNAM

Los profesionistas en geociencias tenemos una posición privilegiada respecto del entendimiento de la decadencia ambiental en que tenemos al planeta. La naturaleza de nuestra formación nos permite comprender la interrelación que existe entre los diferentes sistemas globales animados e inanimados que lo componen.

Los contenidos curriculares de nuestras respectivas universidades nos enseñaron que el carbono tiene un apetito importante por el oxígeno diatómico, y lo reclama para sí, aferrándose con un enlace covalente difícil de romper si no es a costa de una inversión importante de energía. Esto sucede desde que el mencionado oxígeno diatómico comenzó a producirse en el planeta, primigeniamente por las cianobacterias y poco después por la fotosíntesis de los organismos vegetales, lo cual ha acontecido a lo largo de la segunda mitad de su historia,

El bióxido de carbono forma un papel muy importante en el ciclo del carbono, elemento imprescindible para la vida orgánica en la Tierra. El carbono se recicla de dos formas; de manera lenta conocida como ciclo lento del carbono o geológico y otro más rápido o biológico. En el primero deben darse tiempos de escala geológica pues el elemento carbono se integra a ciclos de formación, acumulación y destrucción de rocas y de manera muy en particular de los combustibles fósiles. Mientras que en la parte del ciclo biológico o rápido, intervienen de manera fundamental la respiración de los animales y la fotosíntesis en las plantas.

El bióxido de carbono en particular se ha convertido en un elemento mediático estelar de la vida moderna, desafortunadamente no para bien. Los geocientíficos y especialistas del cambio climático pueden entender con bases, que el anhídrido carbónico, ha pasado a ser un villano en los temas medioambientales por una causa conceptualmente simple: hemos intervenido y alterado críticamente sus ciclos tanto el rápido como el lento, intercambiando sus roles. Extraemos carbón e hidrocarburos que fueron secuestrados mediante procesos lentos de forma segura geológicamente y ahora los desenterramos, los quemamos en exceso y sus gases de combustión que se integran a la atmósfera, deben ser procesados por los procesos biológicos o rápidos. El problema es que el ritmo de emisión que hemos alcanzado es muy superior al que tienen los sistemas naturales – bosques, selvas y océanos – para reciclarlos.

En abono al bióxido de carbono, al cual hemos dado el carácter de villano injustamente, no podemos dejar de mencionar que es gracias a él, al igual que otros gases de efecto invernadero, que la temperatura del planeta es tal, que ha permitido la existencia de seres vivos en la Tierra. Sin los gases de efecto invernadero el planeta sería un enorme globo helado de

menos quince grados centígrados en promedio en donde la vida difícilmente hubiera florecido. Los gases de efecto invernadero deben, en su justa proporción, ser vistos como el escudo que blinda el planeta de la radiación solar y constituye el delgado y delicado aislamiento térmico que nos permite habitarlo.

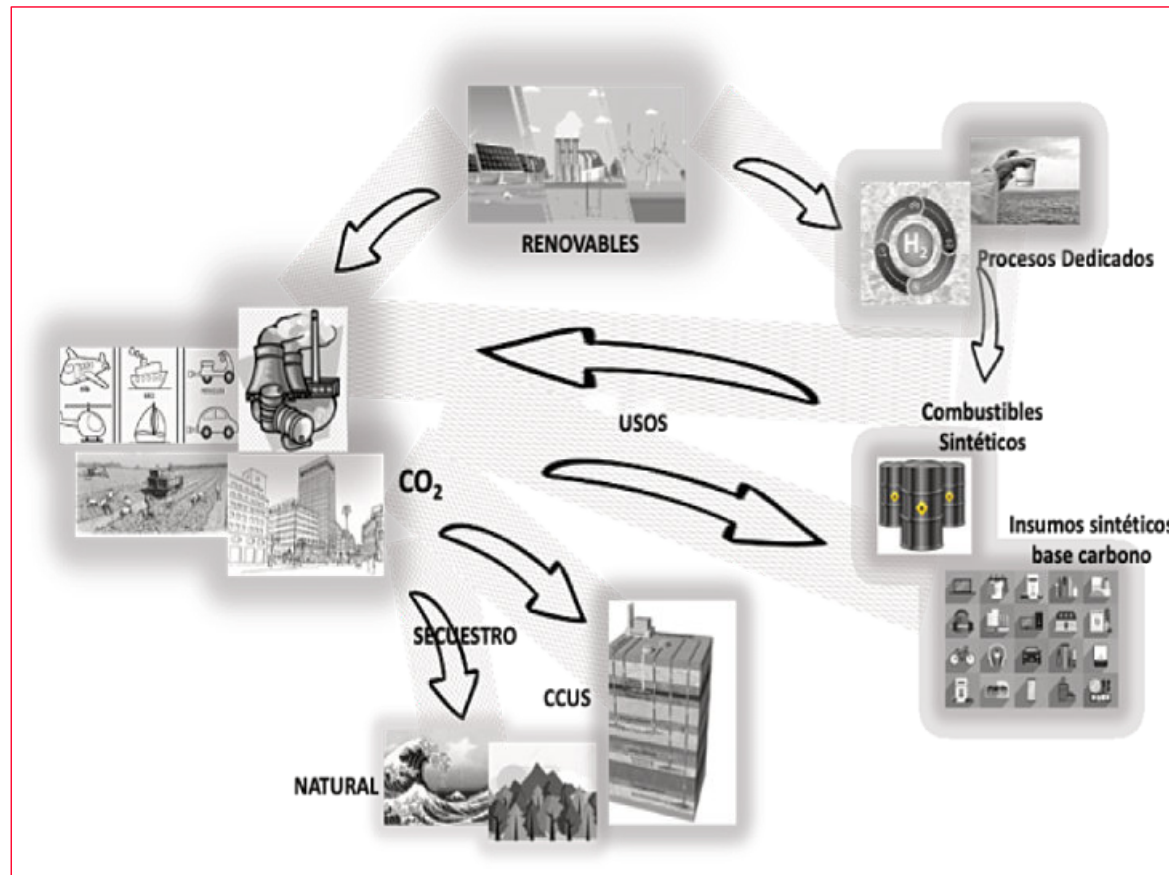
Impedir la sexta gran extinción global, demanda que los geocientíficos tomemos un papel menos pasivo y aceptemos éticamente hacer uso del entendimiento que tenemos de la dinámica global, ayudando a que la sociedad comprenda y conozca qué partes son positivas y cuales no de los gases de efecto invernadero. El bióxido de carbono en sí mismo no es culpable del cambio climático, sino la especie humana que ha alterado sus ciclos y ritmos naturales bajo los cuales todo sería diferente, para bien. Pero no todo está perdido, de hecho, la solución es conceptualmente sencilla: transitar de una Economía del Carbono a una de Economía Circular del Carbono.

En términos muy simples esta transición consiste en abandonar lo antes posible el consumo indiscriminado de bienes y servicios de un solo uso, sobre todo, de aquellos productos elaborados de carbono o de los servicios cuya prestación demande consumos energéticos basados en combustibles fósiles. Posteriormente, habremos de comprometer a la sociedad en asumir el compromiso que obligue un cambio tecnológico temporal, durante tres o cuatro generaciones en el que se abandone el uso de bienes que ahora provienen de la petroquímica y por lo tanto de los hidrocarburos, y se adopte la nueva cultura de fabricarlos de CO₂ antropogénico.

No hay que olvidar que las cadenas orgánicas de la mayor parte de los compuestos que son básicos en la industria, y que nacen de la petroquímica, requieren también de hidrógeno, tal es el caso de los plásticos, los medicamentos y los fertilizantes por mencionar sólo algunos. Al ser el hidrogeno un elemento que requiere de energía para su síntesis a partir del agua o del metano, sobre todo, resulta oportuno pensar en el uso de las energías renovables para salvar tal aspecto. Aunque las energías renovables, sobre todo la eólica y a fotovoltaica están llamadas a sostener gran parte del abasto energético del futuro, al menos hasta antes del apogeo del hidrógeno, por ahora siguen teniendo el inconveniente de la intermitencia. Pero si se les piensa integradas a sistemas dedicados a la producción de insumos clave como el hidrógeno, podrían soportar al menos transicionalmente el paso de sustituir la petroquímica convencional a una de uso masivo de hidrógeno y CO₂ antropogénico.

Por anticipado queda que el CO₂ antropogénico seguiría siendo emitido a un ritmo superior al que podría ser utilizado como materia prima del carbono, hasta ahora proveniente de los hidrocarburos, por lo que continuaría habiendo un superávit de CO₂. En ese caso, se cuenta con la tecnología probada y segura de la Captura y Almacenamiento Geológico de CO₂, que en términos coloquiales toma el CO₂ de las fuentes industriales como producto de la quema de combustibles fósiles y la guarda en el espacio poroso de formaciones geológicas en donde paulatinamente se irá integrando el ciclo lento del carbono y no volverá a la biósfera en tiempos humanos.

La propuesta que se ha tratado de describir en los párrafos anteriores se conoce como Economía Circular del Carbono y se postula conceptualmente como una posible estrategia integral para regresarle viabilidad a la vida futura en el planeta. La figura siguiente trata de esquematizarla de forma muy sencilla.



Esquema simplificado del Concepto de Economía Circular del Carbono.

Modificado de "Es necesario hacer las paces con el CO₂". Observatorio Ciudadano de la Energía. Junio 2021.

Dr. Moisés Dávila Serrano



Cuenta con más de 40 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 biénio 2016 -2018.

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

Es catedrático de la asignatura de Geología Aplicada a la Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Actualmente es Consultor Independiente en Ingeniería Geológica y Almacenamiento Geológico de CO₂.

[linkedin.com/in/mois-es-davila-6155b8a3](https://www.linkedin.com/in/mois-es-davila-6155b8a3)

<https://www.issmge.org/uploads/publications/84/85/14-06-mois-es-davila-serrano.pdf>

Subaerial Erosion of the Florida and Yucatan Carbonate Margins of the Gulf of Mexico at the Paleocene/Eocene Boundary

Joshua H. Rosenfeld

Independent Geologist
7302 Ravenswood Road, Granbury, Texas 76049

ABSTRACT

High resolution multibeam bathymetry along the carbonate-dominated passive margins of the Florida and Yucatan platforms in the eastern Gulf of Mexico (the Gulf) reveals steep-walled canyons, sinkholes and wave cut benches in present day water depths of more than 500 m. Subaqueous marine processes are inadequate to explain these features that are typical of subaerial erosion. Subaerial erosion as the cause for these features became a possibility with the idea that the Gulf was isolated from the Atlantic Ocean by collision of the Cuban Arc with the Florida/Bahamas block near the Paleocene-Eocene boundary. The isolation may have lasted on the order of one million years. Evaporation caused the level of the Gulf to fall. Isolation was enhanced by isostatic rebound of the basin and its margins as the water level descended. At its climax, the Gulf's water level dropped by about 2000 m to become a landlocked basin containing a residual body of water.

During drawdown the subaerially exposed carbonate platforms of Yucatan and Florida became extensive karst surfaces, and down-stepping wave cut benches formed along the platforms' outer fringes as the water level dropped. Meteoric water migrated along the platform surfaces and through extensive caverns, excavating steep-walled canyons down the escarpments, while surf in the climax drawdown water body eroded the escarpments' base.

The low stand ended when the barrier separating the Gulf from the Atlantic Ocean was breached. Water from the Atlantic poured through the Florida Straits and Bahamas Channel cutting a deep canyon into the suture zone between Cuba and Florida/Bahamas, and basinal Paleocene and Cretaceous carbonates west of the suture zone.

The drawdown is an unrecognized, yet essential factor in many petroleum plays throughout the Gulf related to

paleocanyons and porosity enhancement, while general acceptance of the theory will generate new plays related to deep basin paleokarst and cavernous porosity on the Yucatan and Florida Platforms.

INTRODUCTION

The southeastern Gulf of Mexico (the Gulf) has received only pelagic and hemipelagic sedimentation since the Late Jurassic, except for the narrow straits between Cuba and the Florida/Bahamas block where terrigenous material has been shed from Cuba. The present-day bathymetry, therefore, largely conserves the post-Cretaceous aspect of the ramps and escarpments of both Florida and Yucatan. Examination of this bathymetry reveals that the continental slopes of western Florida and northern Yucatan have very similar physiographies (Fig. 1) that are, moreover, unique among the Earth's continental margins. As these unique terranes are both in the same basin, this suggests that they share an unusual geologic history.

The major similarities of the Florida and Yucatan terranes are:

- they are underlain by continental crust covered by thick, sub-horizontal Mesozoic and Tertiary shallow water platform carbonates;
- their low relief carbonate surfaces do not contribute significant sedimentation to the offshore;
- the offshore parts of both platforms comprise 200 to 300 km-wide low relief ramps that gently slope into water depths of 500 to 1000 m;
- they have sinkholes in water more than 500 m deep;
- the ramps terminate at steep escarpments that descend to the abyssal plain;
- the escarpments are purely erosional, with no marginal reef tracts nor deepwater strata;
- flat terraces on their outer ramps step down toward the basin;
- the lower escarpments are cut by numerous steep-walled canyons.



- the base of the escarpments and lower canyons are buried by post-erosion sediments.

Previous studies of the Florida and Yucatan escarpments and the Straits of Florida by Deep Sea Drilling Project Legs 10 and 77, and traverses of the Florida escarpment in the Alvin manned submersible yielded some unexpected findings. Notable among them were recognition of the erosional origin of both the Florida escarpment (Paull et al., 1990a; Paull et al., 1990b) and that of Yucatan (Paull et al., 2014); sinkholes were documented on the outer Florida ramp (Land and Paull, 2000); the fresh water diagenesis of *in situ* carbonates from the lower Yucatan escarpment was recognized (Halley, Pierson and Schlager, 1984); and a partially buried paleocanyon was found in the western Straits of Florida (Denny, Austin and Buffler, 1994).

At the time that most of this work was done, subaerial exposure and erosion was not considered for features found at present day water depths between 500 and 3500 m. Paull (1990a) proposed that the Florida escarpment canyons were caused by hypersaline water sapping; Land and Paull (2000) interpreted deep water sinkholes to be the result of brine and fresh water mixing; Halley et al. (1984) postulated that

fresh water diagenesis of carbonates near the base of the Campeche escarpment was also due to brine-fresh water mixing; and Denny et al. (1994) ascribed excavation of the Straits of Florida paleocanyon to oceanic currents. These explanations are incompatible with a) the low energy in the deep marine environment, and b) the difficulty of fresh water aquifers reaching the deep ocean without having a nearby elevated area to generate a hydraulic head.

The discovery of thick "Wilcox" sandstones in the western Gulf hundreds of km beyond the contemporaneous shelf break induced Rosenfeld and Pindell (2003) to propose that the Gulf basin experienced a major Paleocene-Eocene evaporative drawdown. They related this drawdown to closure of the 200 km wide gap between Yucatan and Florida by the Cuba/Florida-Bahamas collision (Fig. 2), and the isostatic uplift of the suture zone as the subducted proto-Caribbean oceanic slab detached and sank into the mantle. This drawdown idea provides a significant possibility for re-interpreting the abovementioned phenomena.

METHODOLOGY

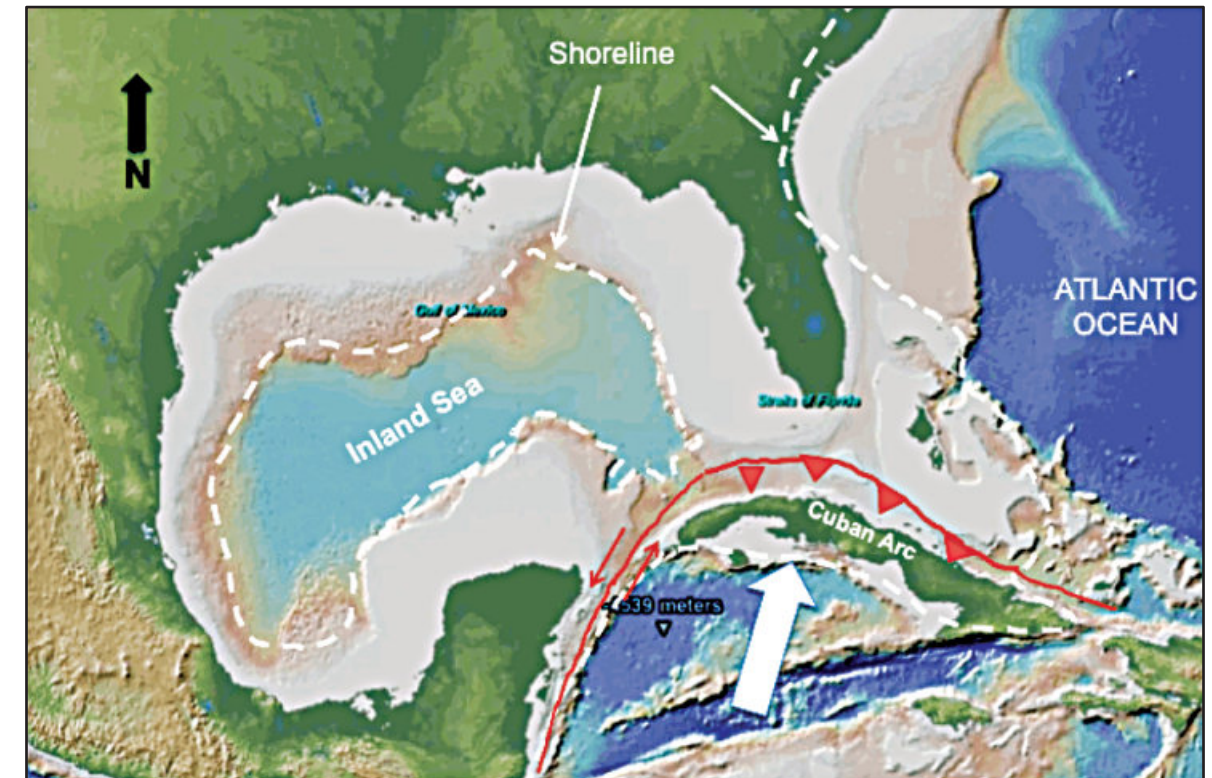


Figure 2. Configuration of the Gulf of Mexico and surrounding areas at the climax of the Paleocene-Eocene drawdown showing the Cuba-Florida/Bahamas suture zone, and the land bridge connecting Florida, Yucatan, Cuba and the Bahamas. From Cossey, et al., 2016.

Detailed bathymetric imagery available on the Google Earth app and Columbia University's Polar Express open source website is interpreted herein applying basic principles of geomorphology and hydrology. Representative images from the Polar Express site are annotated as figures in this report and subsea elevations are derived from Google Earth. Data and interpretations from the existing literature have been evaluated for congruence with well understood erosional processes in both submarine and subaerial environments.

WEST FLORIDA CARBONATE RAMP AND ESCARPMENT

Multibeam bathymetry of the Florida escarpment reveals many steep-walled canyons (Figs. 3 and 4). The upper canyons are steep, and cliffs hundreds of meters high are common (Fig. 5). A similar subaerial configuration would be classified as youthful topography. Based on the absence of an outer reef tract or forereef facies, Paull et al., (1990a) surmised that the original outer shelf escarpment has eroded shoreward a minimum of 5 km. Another unusual feature of the outer ramp are the irregular horizontal terraces that step down towards the basin (Fig. 4). The relief from one terrace to the next is on the order of 100 m. These

terraces are interpreted as wave cut benches that formed during still-stands as the water level in the Gulf fell during the drawdown.

Florida Canyon is the largest and best studied of the escarpment canyons (Figs. 5 and 6). It is about 5 km wide and 36 km long from the point where several low relief tributaries meet part way down the escarpment and ends on the abyssal plain. The upper canyon is "V" shaped, while the lower canyon has a flat bottom at the abyssal plain level. The upper canyon ends at a 3 km wide 750 m high semicircular cliff with a 30 m deep circular depression at its base. In a subaerial environment, this depression would be recognized as a plunge pool beneath a waterfall, but was interpreted by Paull et al. (1990b) as a solution pit.

After considering some of the possible alternatives (with the notable exception of subaerial erosion) Paull et al. (1990a, 1990b) attribute the canyons to sapping by hypersaline ground water. This low energy process cannot explain the complete removal of the amount of rock required to produce Florida Canyon nor can it explain erosional retreat

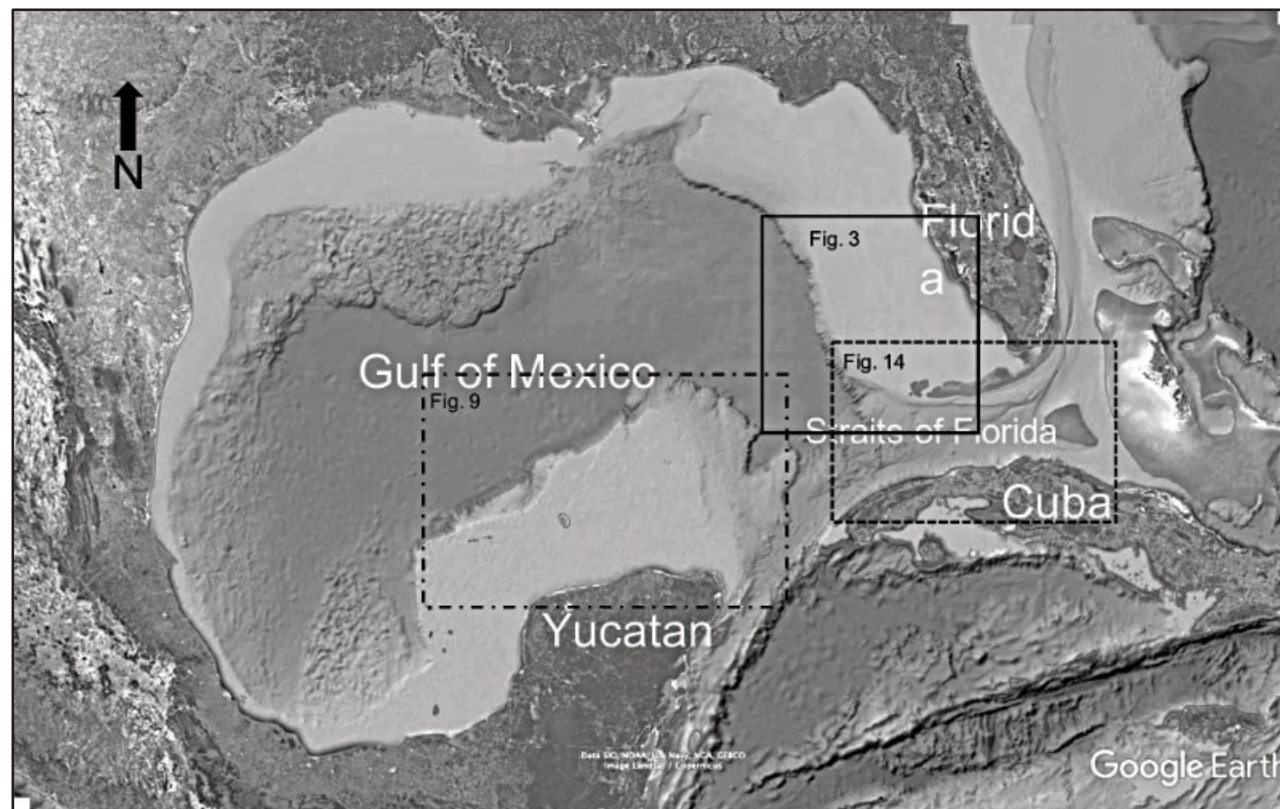


Figure 1. Map of study area. Rectangles designate areas covered by Figures 3, 9 and 12. Image from Google Earth.

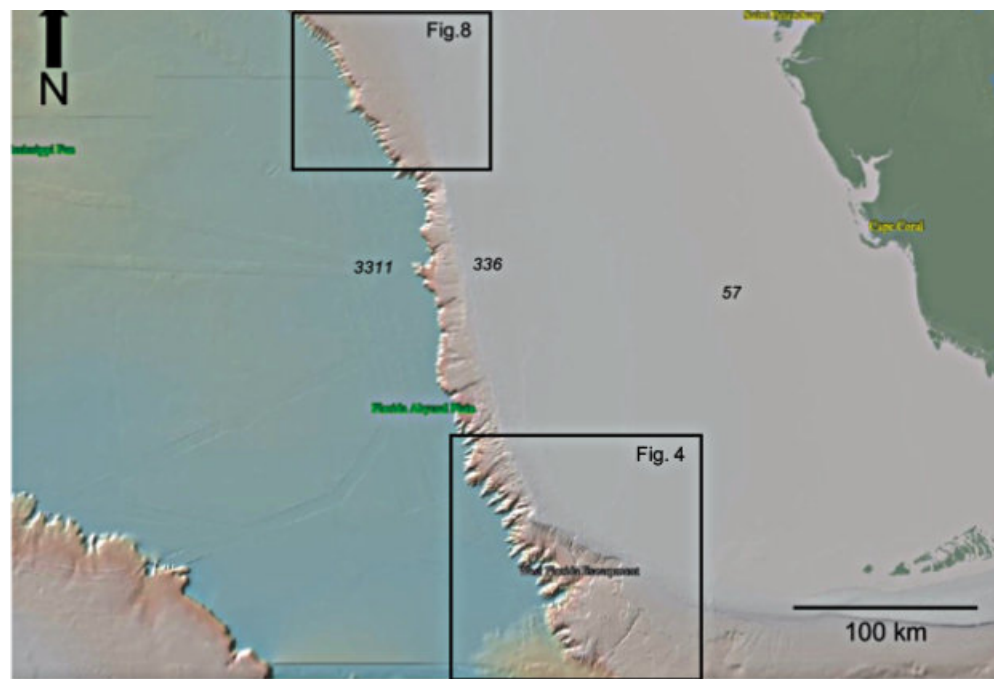


Figure 3. Bathymetry of the west Florida ramp, escarpment and abyssal plain. Location of the area is shown in Figure 1. Rectangles designate locations of Figures 4 and 8. Numbers in italics are water depths in meters. Image from <http://www.polar-explorer.org/index.html>.

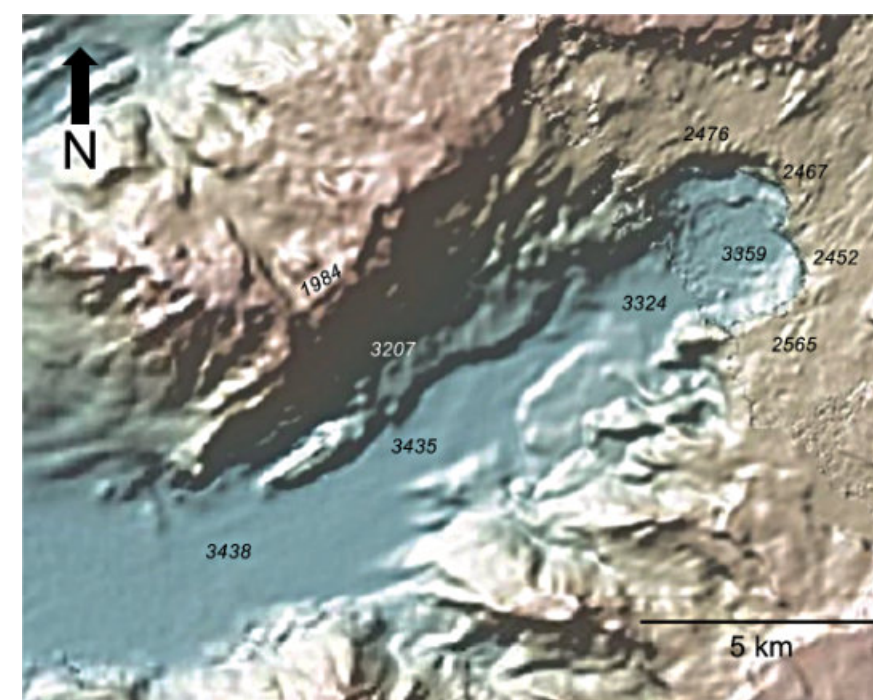


Figure 5. Bathymetry of the Florida Canyon showing the 750 m high semicircular cliff that separates the lower and upper canyon, and a 30 meter deep depression at the base of the cliff proposed to be a plunge pool below a waterfall. Numbers in italics are water depths in meters. Image location is shown in Figure 4. Image from <http://www.polar-explorer.org/index.html>.

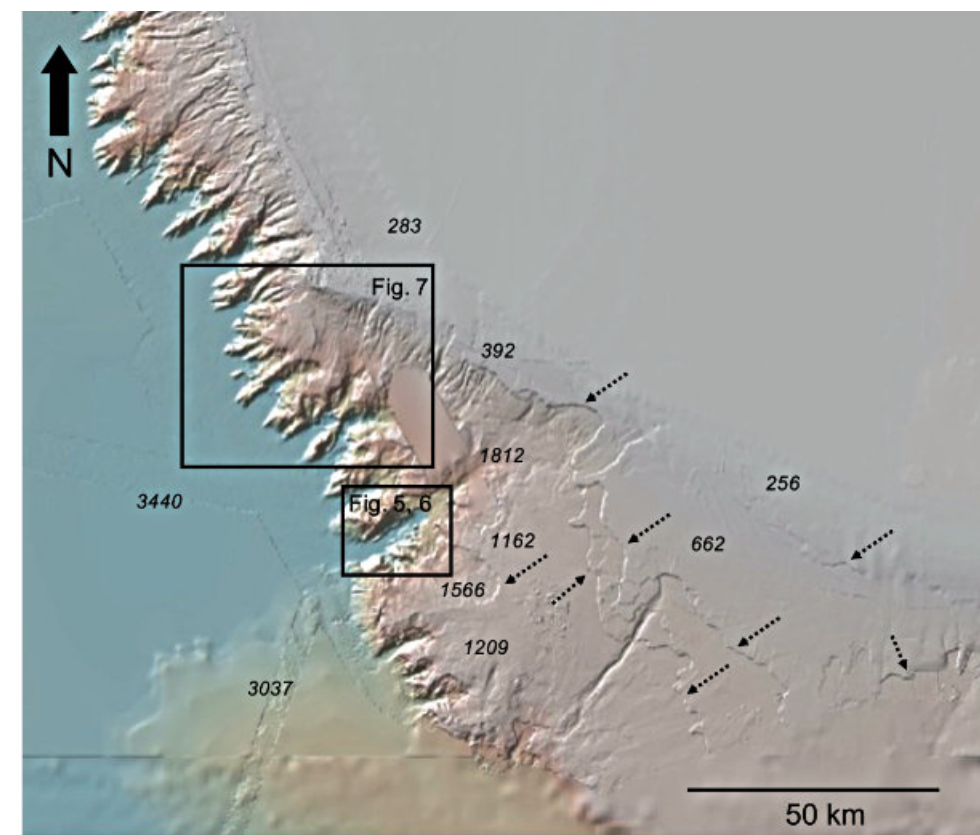


Figure 4. Bathymetry of the southwestern Florida escarpment. Image location is shown in Figure 3. Rectangles designate the locations of Figures 5, 6 and 7. Numbers in italics are water depths in meters. Dashed arrows indicate possible wave cut terraces. Image from <http://www.polar-explorer.org/index.html>.

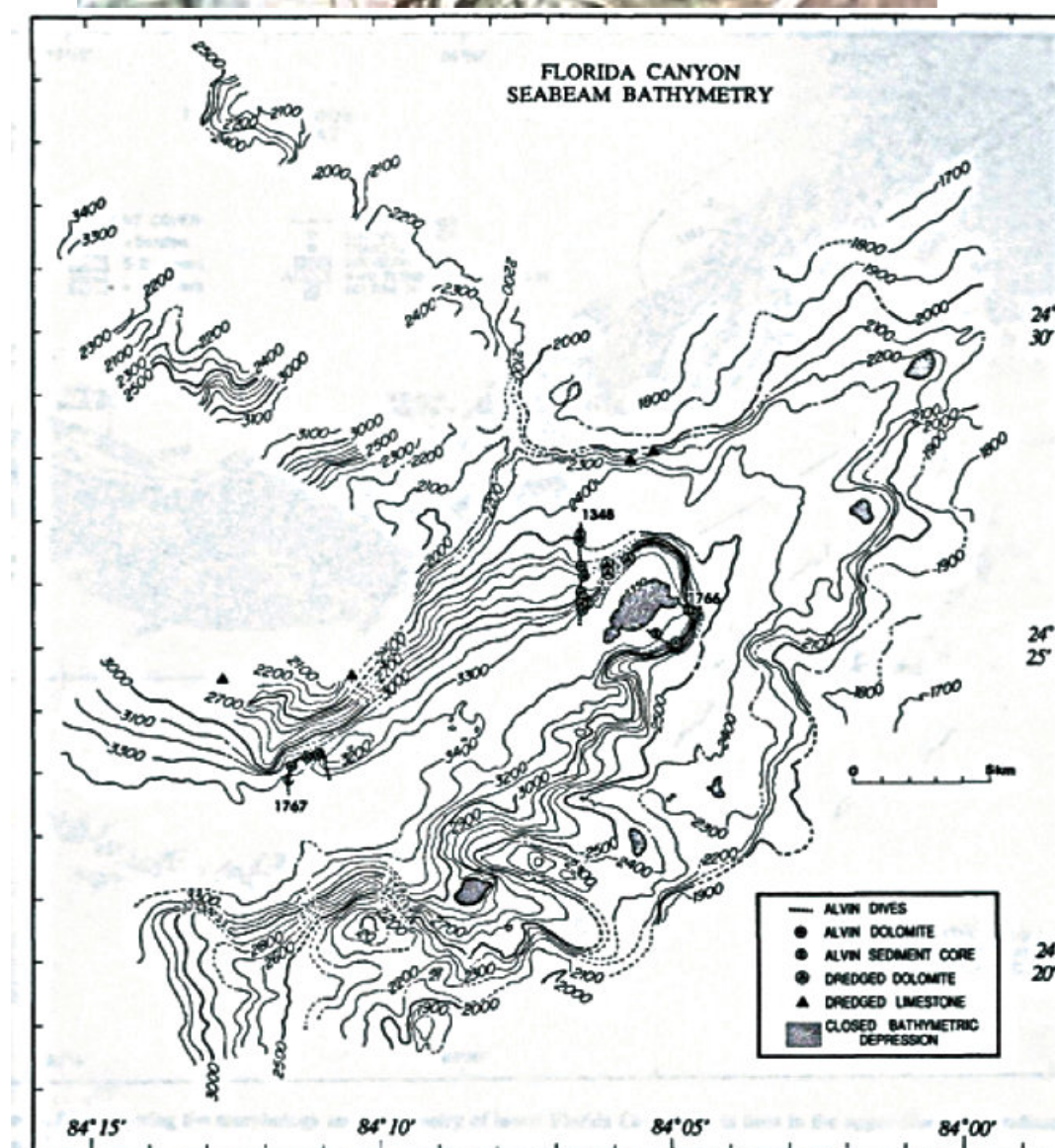


Figure 6. Bathymetric map of Florida Canyon showing the depression under the 750 m cliff in the main canyon, and more depressions in tributary canyons. The image location is shown in Figure 4. Modified from Land and Paull, 1990.

of the entire escarpment. In the subaerial interpretation the canyons are due to fluvial erosion, and the escarpment retreat is the result of undercutting by wave action in the lowstand water body.

The energy to excavate these canyons was provided by surface and subsurface rivers draining the wide karst platform. Evidence for extensive Paleocene-Eocene karst across much of Florida is the cavernous "Boulder bed" zone

widely utilized for urban wastewater injection (Winston, 1995). The karsting is also represented by sinkholes in present day water deeper than the 130 m Pleistocene lowstand (Land and Paull, 2000). Recent bathymetry reveals many sinkholes on the outer ramp in water 500 to 1000 m deep (Fig. 8).

YUCATAN CARBONATE RAMP AND ESCARPMENT

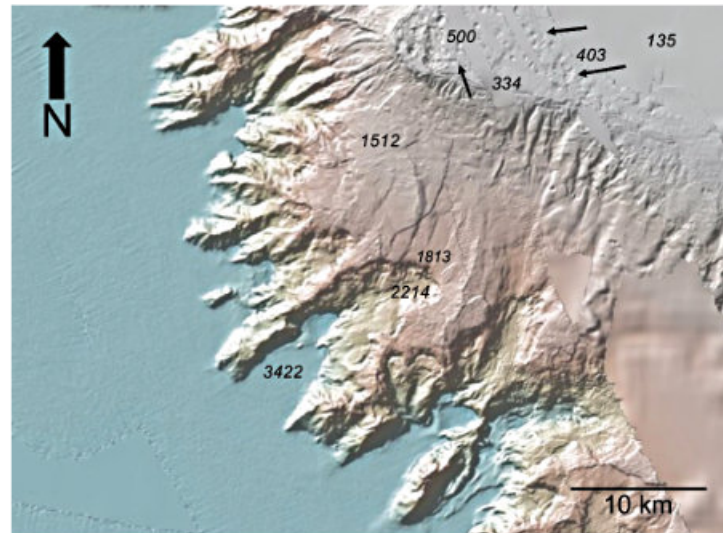


Figure 7. Bathymetry along the Florida escarpment. Image location shown in Figure 4. Numbers in italics are water depth in meters. Solid black arrows indicate areas with sinkholes. Image from <http://www.polar-explorer.org/index.html>.

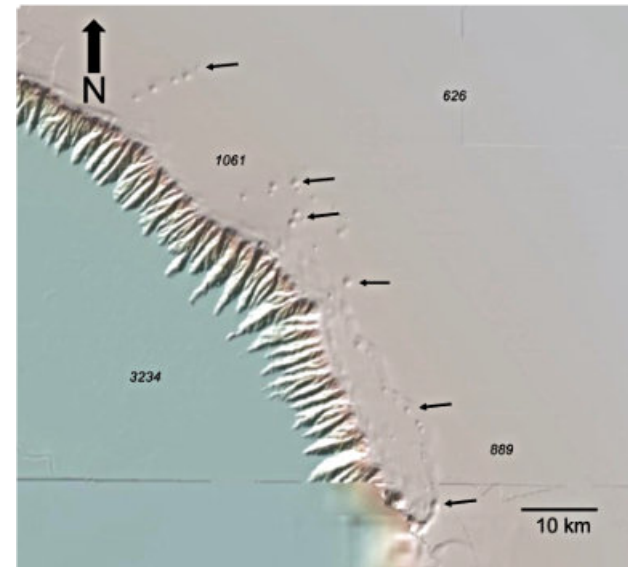


Figure 8. Bathymetry of the northern Florida escarpment. Image location shown in Figure 3. Numbers in italics are water depth in meters. Solid black arrows indicate sinkholes. Image from <http://www.polar-explorer.org/index.html>.

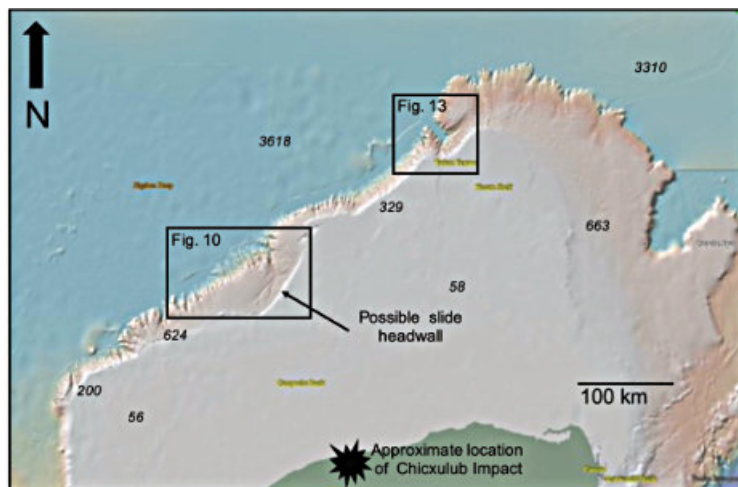


Figure 9. Bathymetry of the Yucatan ramp, escarpment and abyssal plain. The location of the area is shown in Figure 1. The approximate site of the Chicxulub bolide impact, and the possible headwall scarp of an impact-induced slide are indicated. Rectangles designate the locations of Figures 10 and 13. Numbers in italics are water depth in meters. Image from <http://www.polar-explorer.org/index.html>.

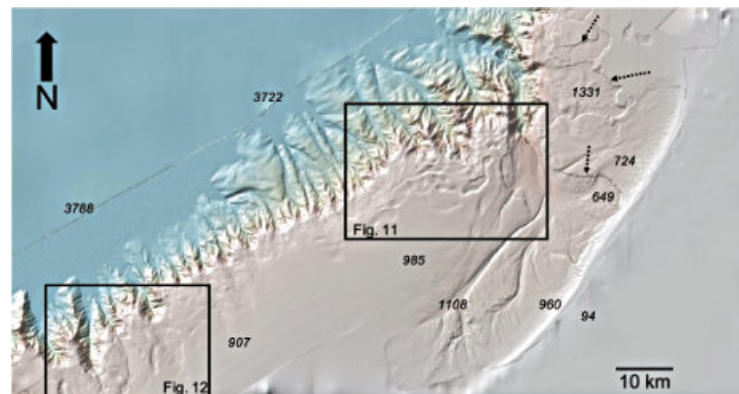


Figure 10. Bathymetry of the Yucatan escarpment. Image location is shown in Figure 9. Rectangles designate the locations of Figures 11 and 12. Numbers in italics are water depth in meters. Dashed black arrows indicate possible wave cut benches. Image from <http://www.polar-explorer.org/index.html>.

The similarities of Yucatan's outer ramp and escarpment to those of Florida are apparent in Fig. 9. An important

difference is that the Yucatan margin was modified by extreme seismicity from the K-Pg Chicxulub bolide impact

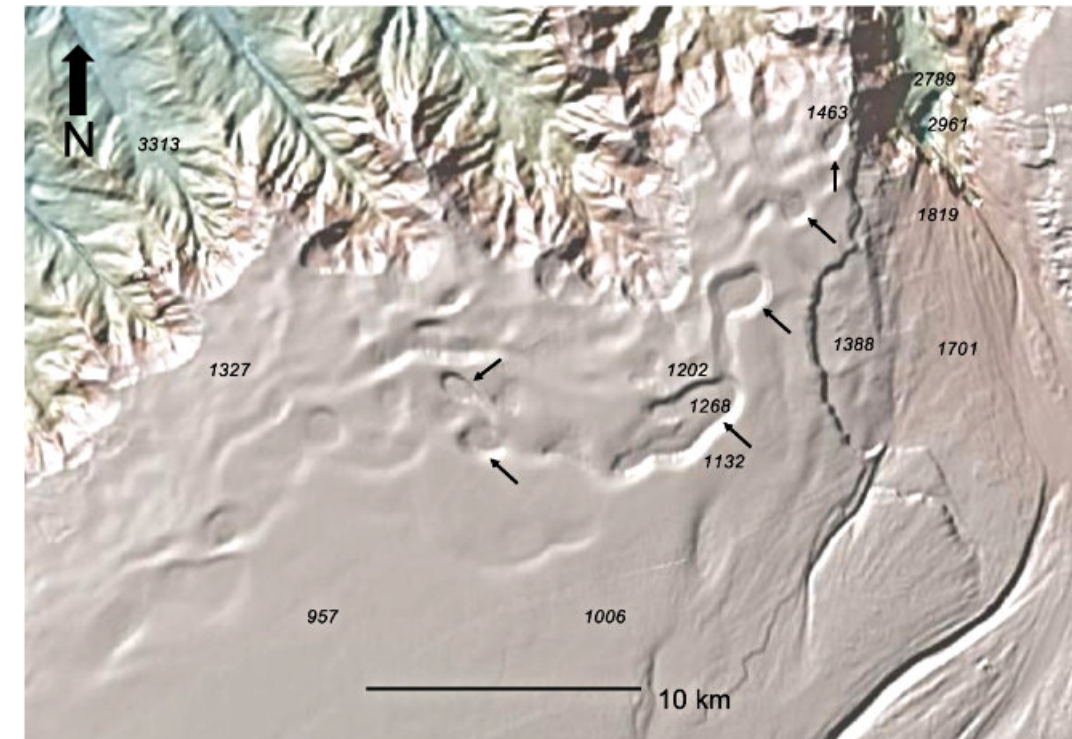


Figure 11. Bathymetry of the Yucatan escarpment. Image location is shown in Figure 10. Numbers in italics are water depth in meters. Solid black arrows indicate sinkholes. A 150 m deep depression marked by the large arrow is a proposed plunge pool below a 1100 m cliff in the main canyon. Image from <http://www.polar-explorer.org/index.html>.

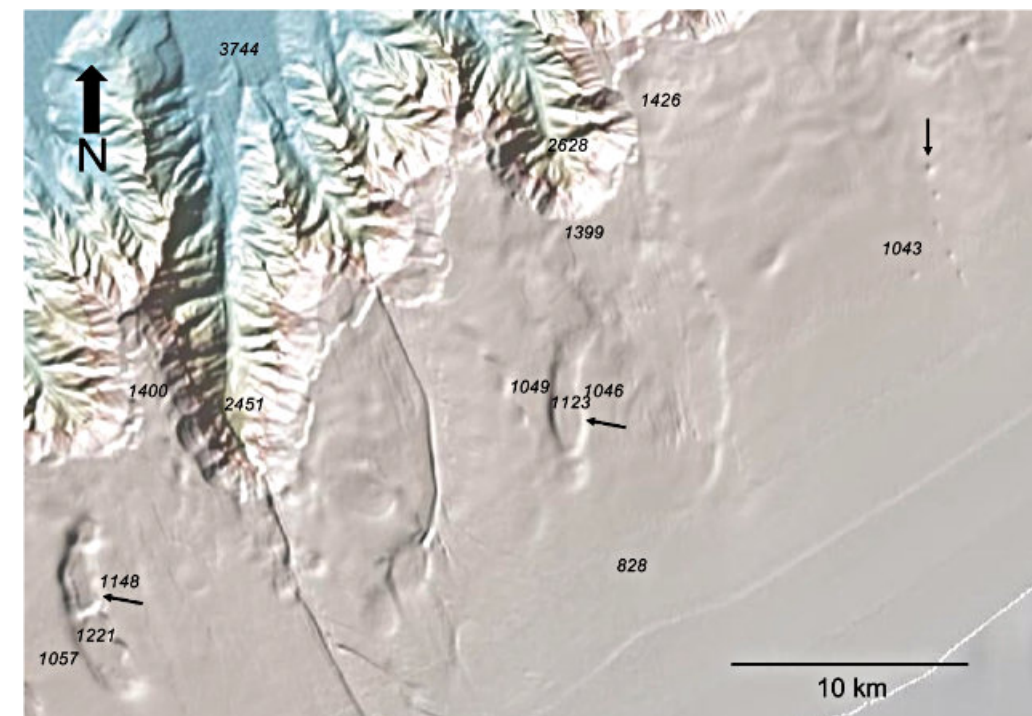


Figure 12. Bathymetry of the Yucatan escarpment. Image location is shown in Figure 10. Numbers in italics are water depth in meters. Solid black arrows indicate sinkholes. Image from <http://www.polar-explorer.org/index.html>.

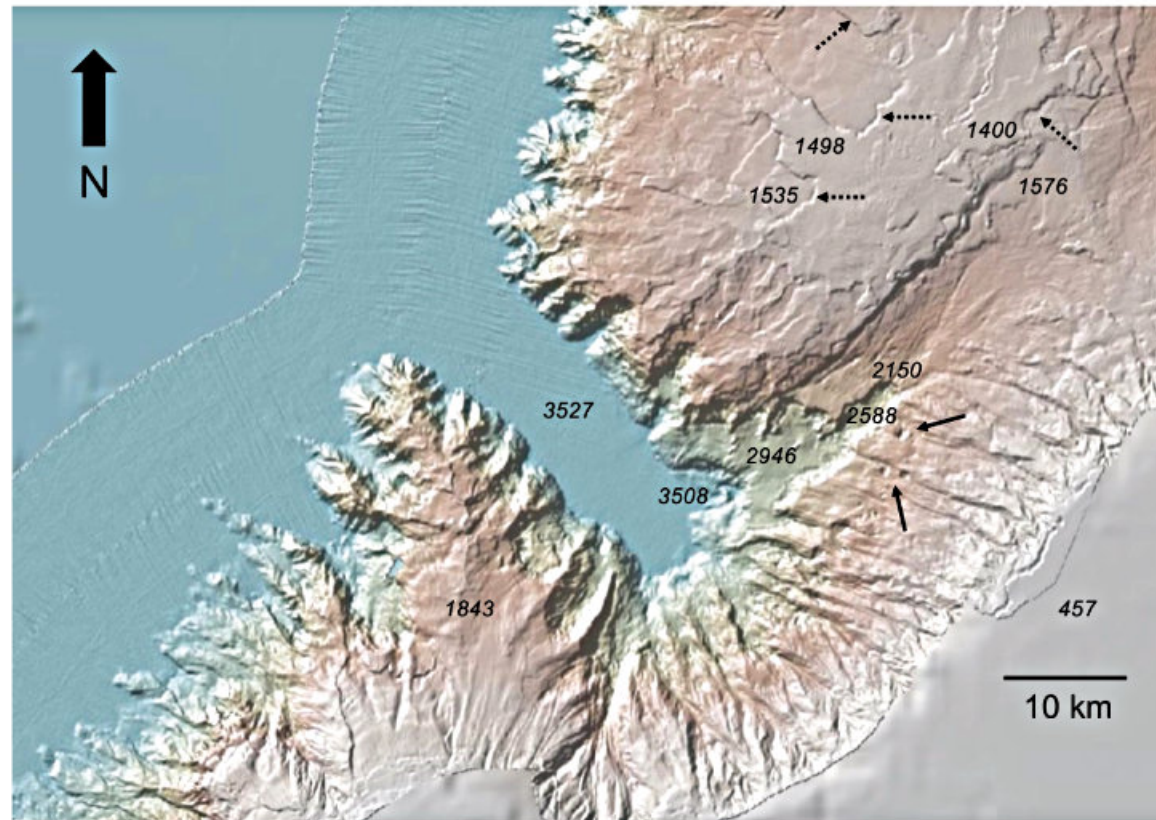


Figure 13. Bathymetry of the Yucatan escarpment. Image location is shown in Figure 9. Numbers in italics are water depths in meters. Solid black arrows indicate sinkholes. Dashed black arrows indicate possible wave cut benches. Image from <http://www.polar-explorer.org/index.html>.

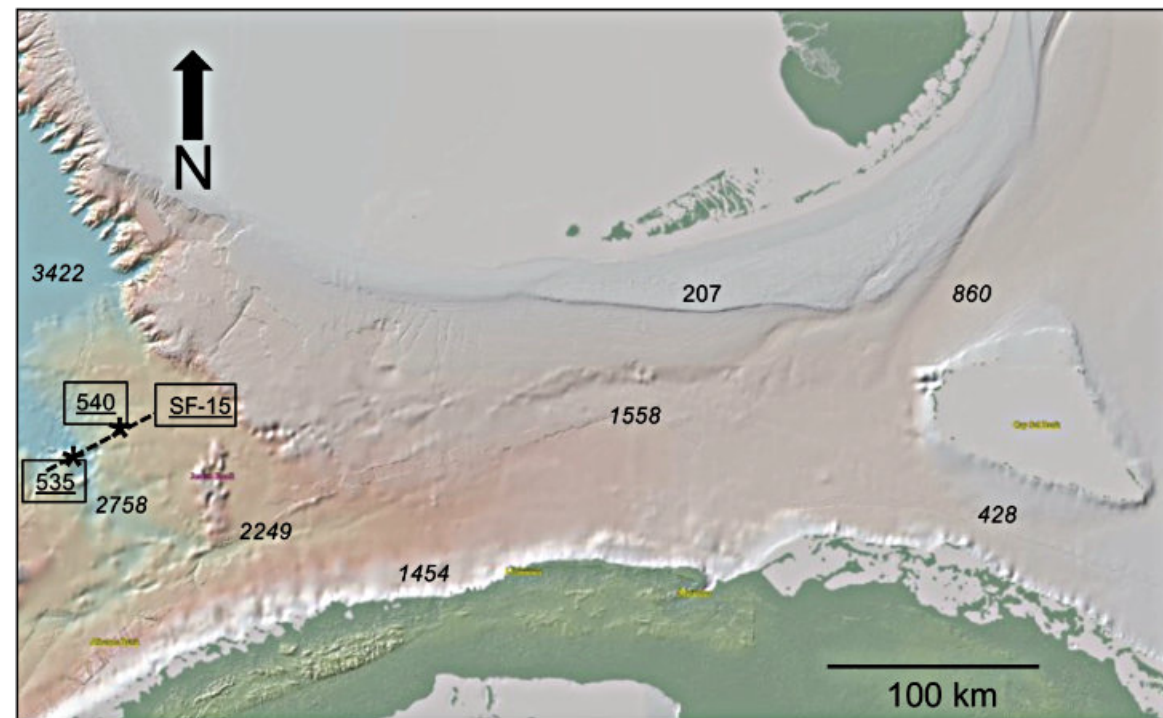


Figure 14. Bathymetry of the Florida Straits. Image location is shown in Figure 1. Numbers in italics are water depth in meters. Stars with numbers 535 and 540 are DSDP drill sites. Dashed line numbered SF-15 is the seismic line shown in Figure 15. Image from <http://www.polar-explorer.org/index.html>.

(Fig 9) that caused parts of the platform margin to collapse as debris flows and coherent slide blocks (Grajales-Nishimura et al, 2000; Paull et al., 2014). The arcuate indentation on the outer Yucatan ramp in Figure 9 may be the headwall scarp of an impact-induced landslide.

Since the bolide impacted 10 million years before the Paleocene-Eocene drawdown, post-impact erosion has been superimposed on the remobilized material. The bowl-shaped basin north of the proposed headwall scarp contains a major drainage network (Figs. 10 and 11). A 150 m deep plunge pool occurs below the point where major tributaries of this drainage converge as the main channel descends over a 1000 m cliff (Fig. 11).

Wave cut benches similar to those of the outer Florida ramp are present offshore Yucatan (Fig. 13). The outer Yucatan

ramp is also replete with sinkholes. The cirque-like headwalls of several lower slope canyons appear to be sinkholes consumed by the headward erosion of the canyons (Figs. 11 and 12). This erosional process ended when the Gulf returned to world sea level.

FLORIDA STRAITS PALEOCANYON

The isolation and drawdown theory must account for reconnection of the Gulf and world ocean. The 2000 m of relief between the lowstand Gulf and the Atlantic Ocean implies a voluminous water flow when the intervening barrier was breached. Evidence for this event is the paleocanyon in the Straits of Florida eroded 800 m through Paleocene and Cretaceous strata west of the Cuba-Florida/Bahamas suture zone (Figs. 14 and 15). This partially buried paleocanyon appears to be the principal route through which Atlantic water re-entered the Gulf.

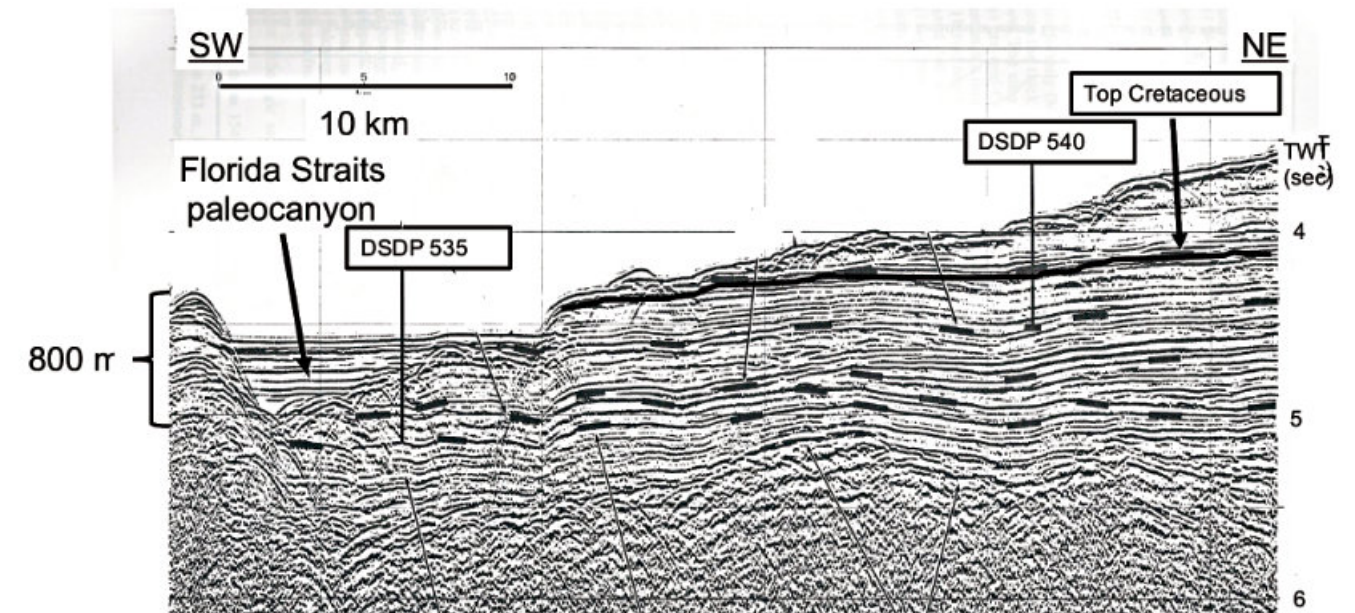


Figure 15. Seismic line over the Florida Straits paleocanyon. Location of the line is shown in Figure 14. The paleocanyon is partially filled with Cenozoic sediments. Modified from Denny et al., 1994

Drilling at DSDP site 535 in the Florida Straits paleocanyon penetrated Pleistocene pelagic sediments overlying Cretaceous deepwater carbonates. The drill site is not in the canyon's deepest channel where the earliest sedimentation following reconnection of the Gulf and Atlantic should be found (Fig. 15). At DSDP site 540 north of this deep paleocanyon, a 56 m thick gravity flow deposit overlies Cenomanian to Albian deep water carbonates and

underlying Late Paleocene to Eocene pelagic strata. This mass flow deposit, containing a mixture of mid-Cenomanian to Late Paleocene clasts (Shipboard Scientific Party, 1984), may be a high energy flood deposit.

The Florida Straits paleocanyon has been attributed to the action of deep ocean currents (Denny et al., 1994). Ocean currents, however, have insufficient energy to dislodge and



remove the many cubic km of lithified carbonates that were in place before the canyon formed.

DISCUSSION

The scale of erosion on the Florida and Yucatan escarpments is difficult to visualize since there is no comparable terrane in existence today. The marginal reefs that formed the original escarpment margins have been extensively eroded and are now underlain by backreef platform facies. At the Gulf's lowstand, 2000 m high escarpments separated wide karst tablelands of the exposed Yucatan and Florida platforms from an inland sea in the deep basin. As the water level first began to fall, wave cut benches developed on the outer platform ramps, and at lowstand wave action led to erosional retreat of the original outer reef tracts. Copious meteoric water collected by rivers on the platforms excavated the deep canyons as it flowed over the escarpments. In a final cataclysm, water from the Atlantic rushed through the Florida Straits, eroding a deep canyon through the deformed Cuba-Florida/Bahamas suture zone and into the basinal carbonates at the mouth of the Gulf.

The detailed bathymetric images in this paper should provide sufficient evidence to provoke re-examination the proposed submarine origins for the canyons, plunge pools, wave cut benches, sinkholes, escarpment retreat and fresh water diagenesis of the Florida and Yucatan platform margins. Further bathymetric coverage and more submersible exploration would provide a more complete picture for evaluating the events referred to herein.

ACKNOWLEDGMENTS

I wish to thank Art Berman, Steve Cossey, Jim Pindell, Jon Blickwede, Don Van Nieuwenhuse and Lou Chaboudy, colleagues and friends, for their time and ideas about this subject.

REFERENCES CITED

Cossey, S. P. J., D. Van Nieuwenhuse, J. Davis, J. H. Rosenfeld and J. Pindell, 2016, Compelling evidence from eastern Mexico for a Late Paleocene/Early Eocene isolation, drawdown, and refill of the Gulf of Mexico: Interpretation, February, p. 63-80.

Denny III, W. M., J. A. Austin Jr., and R. T. Buffler, 1994, Seismic stratigraphy and geologic history of middle Cretaceous through Cenozoic rocks, southern Straits of Florida: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 78, p. 461-487.

Grajales-Nishimura, J. M., E. Cedillo-Pardo, M. C. Rosales-Dominguez, D. J. Moran-Centeno, W. Alvarez, P. Claeys, J. Ruiz-Morales, J. Garcia-Hernandez, P. Padilla-Avila, and A. Sanchez-Rios, 2000, Chicxulub impact: The origin of reservoir and seal facies in the southeastern Mexico oil fields: Geology, v. 28, p. 307-310.

Halley, R. B., B. J. Pierson and W. Schlager, 1984, Alternative diagenetic models for Cretaceous talus deposits, Deep Sea Drilling site 536, Gulf of Mexico: Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, v. 77, p. 377-397.

Land, L. A., and C. K. Paull, 2000, Submarine karst belt rimming the continental slope in the Straits of Florida: Geo-Marine Letters, v. 20, p. 123-132.

Paull, C. K., R. Freeman-Lynde, T. J. Bralower, J. M. Gardemal, A. C. Neumann, B. D'Argenio, and E. Marsella, 1990a, Geology of the strata exposed on the Florida Escarpment: Marine Geology, v. 91, p. 177-194.

Paull, C. K., F. N. Spiess, J. R. Curray, and D. C. Twichell, 1990b, Origin of Florida Canyon and the role of spring sapping on the formation of submarine box canyons: Geological Society of America Bulletin, v.102, p. 502-515.

Paull, C. K., D. W. Caress, R. Gwiazda, J. Urrutia-Fucugauchi, M. Rebolledo-Vieyra, E. Lundsten, K. Anderson, and E. J. Sumner, 2014, Cretaceous-Paleogene boundary exposed: Campeche Escarpment, Gulf of Mexico: Marine Geology, v. 357, p. 392-400.

Rosenfeld, J. H. and J. Pindell, 2003, Early Paleocene isolation of the Gulf of Mexico from the world's ocean. Implications for hydrocarbon exploration and eustasy: in Bartolini, C., R.T. Buffler, and J. Blickwede, eds., The circum-Gulf of Mexico and the Caribbean, hydrocarbon habitats, basin formation and plate tectonics, American Association of Petroleum Geologists Memoir 79, p. 89-103.

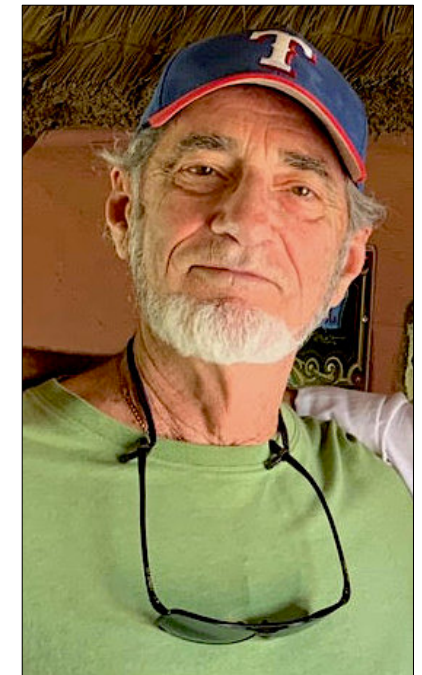
Shipboard Scientific Party, 1984: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, v. 77, 746 pp.

Winston, G. O., 1995, The Boulder Zone dolomites of Florida: Miami Geological Society, p. 1-70

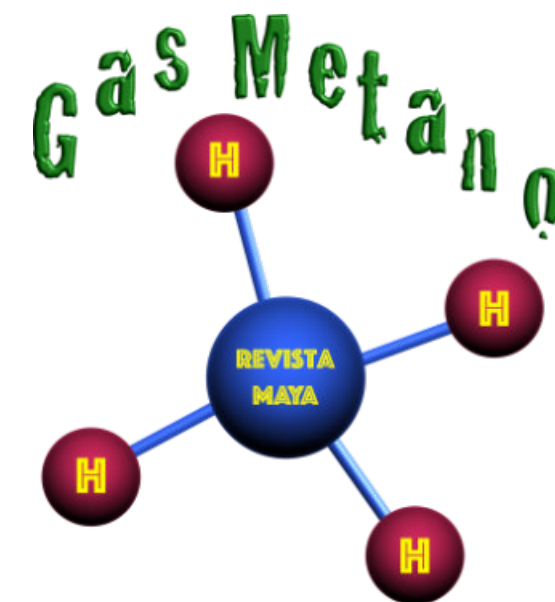
Dr. Joshua H. Rosenfeld

Independent Geologist, 7302 Ravenswood Rd., Granbury, Texas 76049

Josh Rosenfeld received his B.S. in Geology in 1960 from the City College of New York. He served from 1963 to 1966 in the US Army on active duty in Guatemala. Upon discharge from military service he returned to Guatemala as both a mining and petroleum geologist, becoming the Chief Geologist of the government's mining department. 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.



<https://www.researchgate.net/profile/Joshua-Rosenfeld>



SINTESIS GEOTECTÓNICA DE CUBA

Manuel A. Iturralde-Vinent
 Academia de Ciencias de Cuba
 Sociedad Cubana de Geología

RESUMEN

En este ensayo se presenta una visión sintética y renovada de la composición y estructura geológicas de Cuba, con énfasis en el diseño geotectónico del territorio, donde se sustenta la división en dos grandes niveles estructurales: el *orógeno* integrado por una serie de unidades tectónicas del Jurásico y Cretácico cubiertas por las cuencas sinorogénicas del Paleoceno temprano - Eoceno tardío, y el *neoaútótono* integrado por rocas sedimentarias poco deformadas del Eoceno Superior tardío al Holoceno. Cada una de las unidades que componen estos niveles son caracterizados brevemente, a la par que se proponen algunos conceptos nuevos sobre su nomenclatura y posición geológica.

ABSTRACT

In this essay a synthetic and renewed vision of the geological composition and structure of Cuba is presented, with emphasis on the geotectonic design of the territory, where the division into two large structural levels is sustained: the *orogen* integrated by a series of Jurassic and Cretaceous tectonic units covered by early Paleocene-late Eocene synorogenic basins, and the *neo-autochthonous* composed of late upper Eocene to Holocene slightly deformed sedimentary rocks. Each of the tectonic units that make up these levels are briefly characterized, at the same time that some new concepts are proposed about their nomenclature and geological position.

INTRODUCCIÓN

En este ensayo se ofrece una visión sintética y renovada de la composición y estructura geológicas de Cuba, con énfasis en el diseño geotectónico del territorio. Aquí se sustenta la división en dos grandes niveles estructurales, a saber: el *orógeno* integrado por una serie de unidades tectónicas del

Jurásico y Cretácico, cubiertas por las cuencas sinorogénicas del Paleoceno temprano - Eoceno tardío, que formaron parte de las placas Caribe (CARIB) y Norteamericana (NOAM). Estas rocas, plegadas y falladas, están amalgamadas y adosadas al sur de Las Bahamas, y se cubren en discordancia por el *neoaútótono*, integrado por rocas sedimentarias poco deformadas del Eoceno Superior tardío al Holoceno. De hecho se trata de una actualización del modelo presentado por Iturralde-Vinent et al (2016), donde se exponen las nuevas concepciones que se exponen en detalle en Iturralde-Vinent (en preparación, 2021) Estas unidades se caracterizan a continuación (Fig. 1). Para más información sobre los temas tratados visite la biblioteca digital cubana de geociencias (redciencia.cu/geobiblio/inicio.html).

EL ORÓGENO

En Cuba está representado por las rocas y estructuras formadas antes del Eoceno Superior tardío, e incluye componentes de las placas Norteamericana (NOAM) y Caribe (CARIB) (Fig. 1). Su litoestratigrafía es muy variada, en correspondencia con la diversidad de origen y la evolución de sus componentes (Fig. 2), e incluye rocas mayormente del Jurásico al Holoceno, aunque se encuentran elementos de mayor antigüedad, tanto metamorfitas (Complejo Socorro) como minerales y detritos redepositados que datan del Arcaico, el Neoproterozoico y el Paleozoico.

Otro rasgo distintivo del orógeno es que incluye unidades tectónicas de las márgenes de Laurasia y la cuenca protocaribeña, propias de la NOAM, así como componentes que se formaron en el océano Pacífico y se incorporaron al dominio caribeño con la placa CARIB. Esta historia quedó reflejada en la estratigrafía y la estructura del

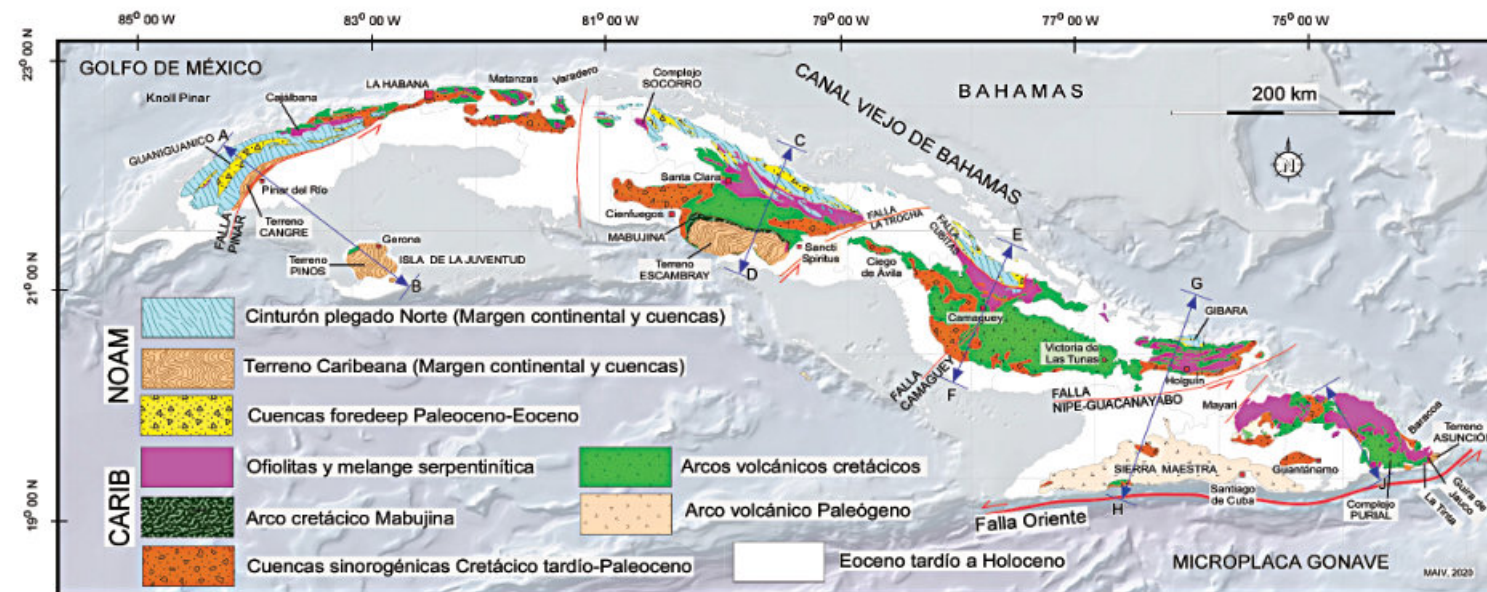


Fig. 1. Esquema geológico-tectónico de Cuba.

orógeno, donde se observan elementos yuxtapuestos de NOAM y CARIB (Fig. 2).

MARGEN DE BAHAMAS

Cinturón plegado Norte

A lo largo de la mitad septentrional de Cuba, incluyendo su plataforma insular, se encuentra un cinturón de rocas distintamente deformadas, de rumbo NW-SE, de edad Jurásico a Eoceno, mayormente sedimentarias, que constituyen el cinturón plegado del Norte de Cuba (Figs. 1 y 2). Se extiende desde La Habana hasta Holguín, y se ha subdividido en cuatro fajas principales, de acuerdo a su estratigrafía, denominadas de NE a SW: Cayo Coco, Remedios, Camajuaní y Placetas (Fig. 3). Cayo Coco y Remedios se consideran parte de la paleoplataforma Florida-Bahamas, en tanto que Camajuaní y Placetas los depósitos del ProtoCaribe.

Presenta localmente un basamento siálico Neoproterozoico atravesado por un dique de granitos del Jurásico Medio (Complejo Socorro). Este cinturón presenta deformaciones que se incrementan en dirección al frente de la colisión, donde yace bajo los mantos de ofiolitas, melange y arco volcánico. Como se observa en la figura 4 (perfil G-H) esta faja descansa sobre las capas poco deformadas del Canal

Viejo de Bahamas, donde se han detectado algunas inflexiones braquianticlinales postorogénicas.

MARGEN DE YUCATAN

Unidad tectónica Guaniguanico

La cordillera de Guaniguanico en su mayor parte está constituida por rocas sedimentarias y en mucho menor grado, ígneas y metamórficas, cuya edad abarca desde el Jurásico hasta el Eoceno Medio. Las rocas del Mesozoico constituyen los antiguos ambientes del margen del continente norteamericano y los fondos oceánicos del ProtoCaribe, en tanto que las calizas, flysch y olistostromas del Paleoceno al Eoceno Medio componen una cuenca sinorogénica de foredeep. En la composición litoestratigráfica de Guaniguanico se han separado una serie de secuencias denominadas Los Órganos, Rosario Sur, Rosario Norte y Quiñones-Guajaibón (Fig. 2), que reflejan en su contenido el tránsito desde Pangea al ProtoCaribe. La estructura de Guaniguanico es compleja, pues consiste de un conjunto de napas escamados emplazados hacia el N-NW, posteriormente plegados como una braquiestructura antiformal cuyo eje se hunde al NE (Fig. 1). En esta pila tectónica Los Órganos representa la unidad inferior, paraúctona, en tanto que sucesivamente Rosario Sur, Rosario Norte y Quiñones-Guajaibón son cada vez más

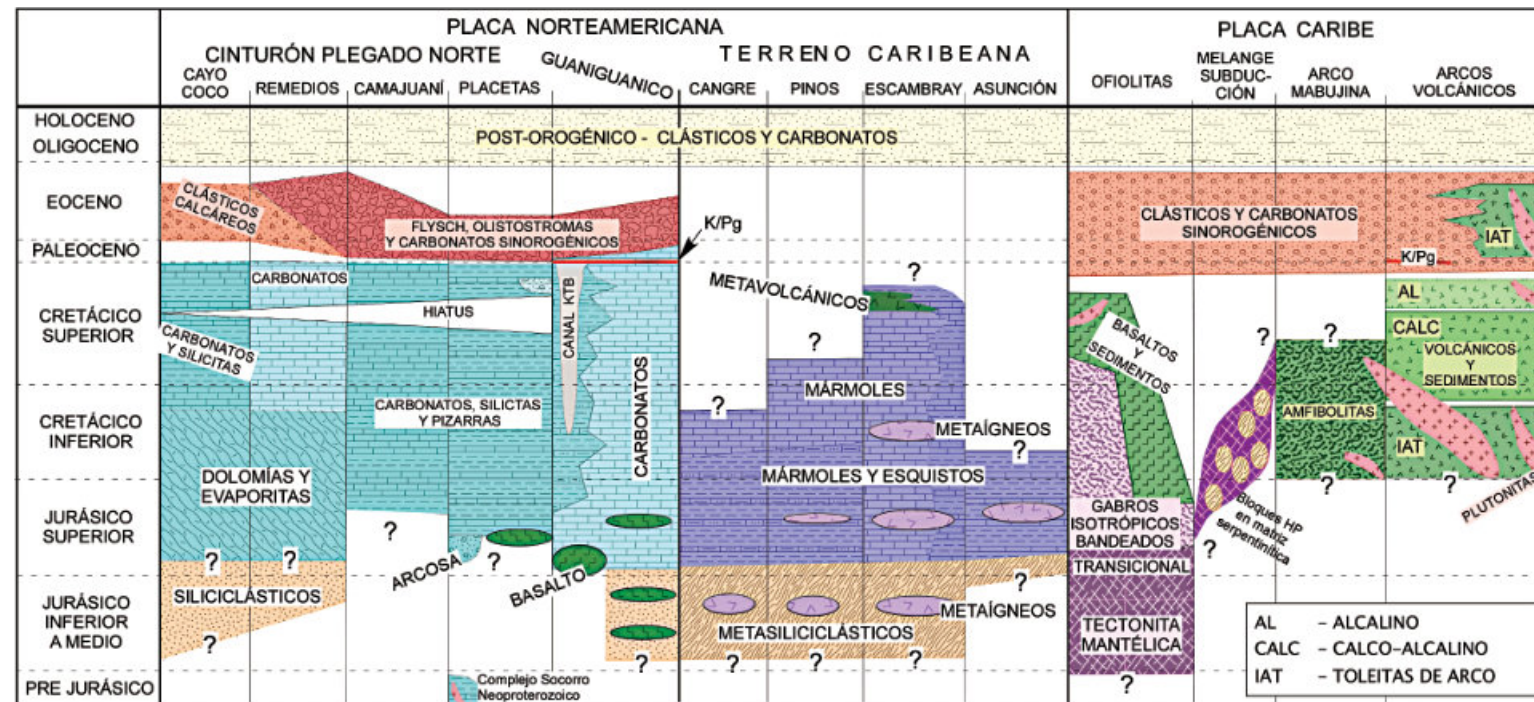


Fig. 2. Columnas litoestratigráficas generalizadas de Cuba.

alóctonas (Fig.3). La figura 4 (perfil A-B) ilustra como la faja plegada yace sobre la sección del Golfo de México y se cubre por mantos alóctonos de ofiolitas y vulcanitas del arco cretácico, tanto por el sur como sobre su flanco septentrional, donde forma un enorme manto subhorizontal sin raíces (alóctono Bahía Honda), que se prolonga desde Cajálbana hacia el E-SE (Fig. 1). Es de destacar que por el sur, Guaniguanico no está limitada por la Falla Pinar, sino que continúa debajo de la Cuenca Los Palacios, de acuerdo al registro del pozo profundo Candelaria 1. Se asume que su límite meridional coincide con una antigua falla profunda de rumbo SW-NE.

Terrenos metamórficos

En distintas localidades de Cuba se encuentran asociaciones de rocas metamórficas de alta presión, que se interpretan como representantes de un dominio paleogeográfico denominado Caribeana integrado por los terrenos Cangre, Pinos, Escambray y Asunción. Estos como parte del ProtoCaribe se originaron en una prolongación al sudeste del Bloque Maya. Los protolitos de edad Jurásico y Cretácico, están integrados por secciones sedimentarias y vulcano-sedimentaria del margen continental de Yucatán y

cuenca oceánica, cuya estratigrafía mesozoica es comparable con la de Guaniguanico (Fig. 2). Estos terrenos se metamorizaron al ser introducidos a la zona de subducción al final del Cretácico, por eso no presentan rocas del Cenozoico.

Ofiolitas

Son muy comunes en Cuba, donde afloran en distintos contextos geológicos y forman un cinturón que se extiende a todo lo largo de la isla denominado "Ofiolitas Septentrionales" (Fig. 1). Las texturas más comunes son la macrobrecha, la trituracional y la foliar. A menudo se emplazaron como varios mantos superpuestos, donde los cuerpos de melange serpentinitica ocupan la posición inferior de la pila tectónica (Fig. 4 perfiles C-D, E-F, I-J). En algunas localidades los cuerpos de ofiolitas están imbricados con mantos y escamas tectónicas del arco cretácico y de los cinturones plegados Norte y Guaniguanico. En general su edad abarca casi todo el mesozoico y en su composición se han identificado tectonitas, cúmulos máficos y gabros bandeados, raros diques paralelos, así como basaltos, hialoclastitas y silicitas del Tithoniano al Santoniano o algo

más jóvenes. Entre estas ofiolitas hay variedades metamorizadas, tales como Iguará-Perea, Guira de Jauco, Pelo Malo, Yayabo, así como en localidades dentro de los terrenos Pinos y Escambray (Fig. 1).

En Cuba Oriental las ofiolitas presentan un perfil bastante completo, pero su edad es Cretácico Superior, y forman parte de mantos tectónicos subhorizontales emplazados desde el sur, que yacen sobre las vulcanitas del arco cretácico. Es necesario resaltar que en el perfil I-J (Fig. 4) se dibujó un manto profundo de ofiolitas, el cual responde a una posible interpretación del campo geofísico regional.

Melanges de subducción

Las melange se encuentran mezclados tectónicamente con ofiolitas y vulcanitas de arco, desde Pinar del Río hasta

Guantánamo, pero también aparecen formando olistolitos y material detrítico en los olistostromas de edad Paleoceno temprano - Eoceno tardío. Está constituida por serpentinitas foliadas y trituradas que engloban bloques métricos hasta hectométricos de rocas levemente recrystalizadas y metamorfitas de alta presión cuyo pico se ha fechado hasta los 120 Ma. Afloran bien al SE de Cajálbana, Norte de Villa Clara, Sierra Alta de Agabama, La Corea, Bernardo, Sierra de Convento y La Tinta (Fig. 1). Algunos lentes de serpentinitas embebidas entre los mantos de metamorfitas del Escambray, pudieran corresponder a este tipo de melanges. Las deformaciones de la melange quedaron grabadas en las inclusiones de metamorfitas de alta presión, donde se obtuvieron fechados tan antiguos como Cretácico Inferior (~ 120 Ma),



Fig. 3. Posición hipotética de las secuencias litoestratigráficas de Bahamas y ProtoCaribe.

aunque es válido especular que el proceso de subducción (y metamorfismo) comenzó con antelación, pues el vulcanismo de suprasubducción (arco) alcanza los ~ 135 Ma.

Arcos de islas volcánicas

Están representados por dos grandes asociaciones de rocas vulcano-plutónicas de edad Hauteriviano a Campaniano medio y Paleoceno a Eoceno temprano respectivamente, que abarcan grandes extensiones en toda la isla de Cuba e Isla de la Juventud, aunque el arco paleogénico se manifiesta mejor en la región más oriental de Cuba (Figura 1). Incluyen rocas vulcanógeno-sedimentarias, cuerpos subvolcánicos, plutonitas, así como rocas metasomáticas y metamórficas de alta temperatura. De acuerdo a su composición, los arcos del Cretácico presentan un quimismo que evoluciona desde IAT hasta calcoalcalino y alcalino, en tanto que el arco paleogénico es IAT. Este factor complica el modelo de que todos estos arcos conforman una serie asociada a la misma zona de Benioff-Wadati, y favorece la interpretación de que los arcos cretácicos y el paleogénico se formaron a partir de diferentes zonas de subducción, la primera desde el norte inclinada al S-SW y la segunda probablemente desde el Sur inclinada al N-NE.

Los arcos del cretácico representan tres etapas o ciclos de evolución, que se distinguen como intervalos de actividad magmática interrumpidos por eventos tectónicos durante el Albiano medio y el Santoniano-Campaniano temprano, cuando se interrumpió temporalmente el magmatismo, el arco emergió y sufrió erosión, y en la siguiente etapa hubo cambios en el quimismo (Fig. 2). El final de estos ciclos cretácicos tuvo lugar durante el Campaniano tardío, cuando terminó la actividad magmática y el conjunto emergió, sufriendo una profunda erosión. Las rocas de estos arcos presentan distintas deformaciones, desde amplios pliegues anticlinales y sinclinales, algunas fallas inversas, y un cizallamiento intenso en el entorno de los frentes de colisión CARIB-NOAM (Figs. 1 y 4).

Dos macizos de rocas de arco volcánico presentan metamorfismo regional: Mabujina y Purial (Fig. 1). El complejo anfibolítico Mabujina constituye un arco volcánico

del Cretácico Inferior y Superior que colapsó en el Turoniano, al insertarse en la zona de subducción. Está multideformado y registra un evento de colisión fechado del Cretácico Superior (~ 93 Ma). Aflora alrededor del terreno Escambray (Figs. 1 y 4 perfil C-D). El complejo metavolcánico Purial incluye rocas del Albiano al Campaniano, con facies de esquistos azules hasta sectores apenas recrystalizados, cuyo origen es dudoso, pero se ha explicado como una escama de antearco asimilada dentro de la zona de subducción al final del Cretácico (¿Campaniano?) y exhumada en un plazo muy corto. Esta posibilidad se apoya en la posición tectónica del complejo Purial, emparedado entre las melange de La Tinta y Sierra de Convento por arriba y las vulcanitas cretácicas no metamorfizadas por debajo (Fig. 4, perfil I-J)

En discordancia estructural sobre los restos erosionados del conjunto de arcos cretácicos se formó el arco del Paleoceno al Eoceno Inferior tardío, de tipo IAT, cuyo eje corta al menos con 45 grados el rumbo del eje del arco anterior. Su zona axial aflora en la Sierra Maestra y hacia el norte predominan tobas, tufitas areniscas y raros sills basálticos en un ambiente considerado de retroarco. En el resto del territorio el vulcanismo está representado por finas intercalaciones de tufitas entre las secciones sedimentarias isócronas (Fig. 2). En la mitad septentrional de Cuba oriental estas rocas cubren en discordancia y sin deformaciones considerables los conjuntos pre-Daniano, representando como un sello de las deformaciones previas. En la Sierra Maestra, por el contrario, se desarrollaron deformaciones más intensas, con pliegues localmente compactos, algunos recumbentes, así como fallas lítricas e inversas asociadas a la actividad transcurrente de la falla Oriente. Se asume la posibilidad de que este arco tuviera una zona Benioff-Wadati inclinada al N-NE.

Cuenca sinorogénicas

A partir de la subducción de Caribeana, la extinción del magmatismo cretácico y la primera colisión CARIB-NOAM ocurre una reestructuración general del entramado tectónico y este nuevo ambiente geodinámico se refleja en un cambio brusco en la sedimentología. Un evento de

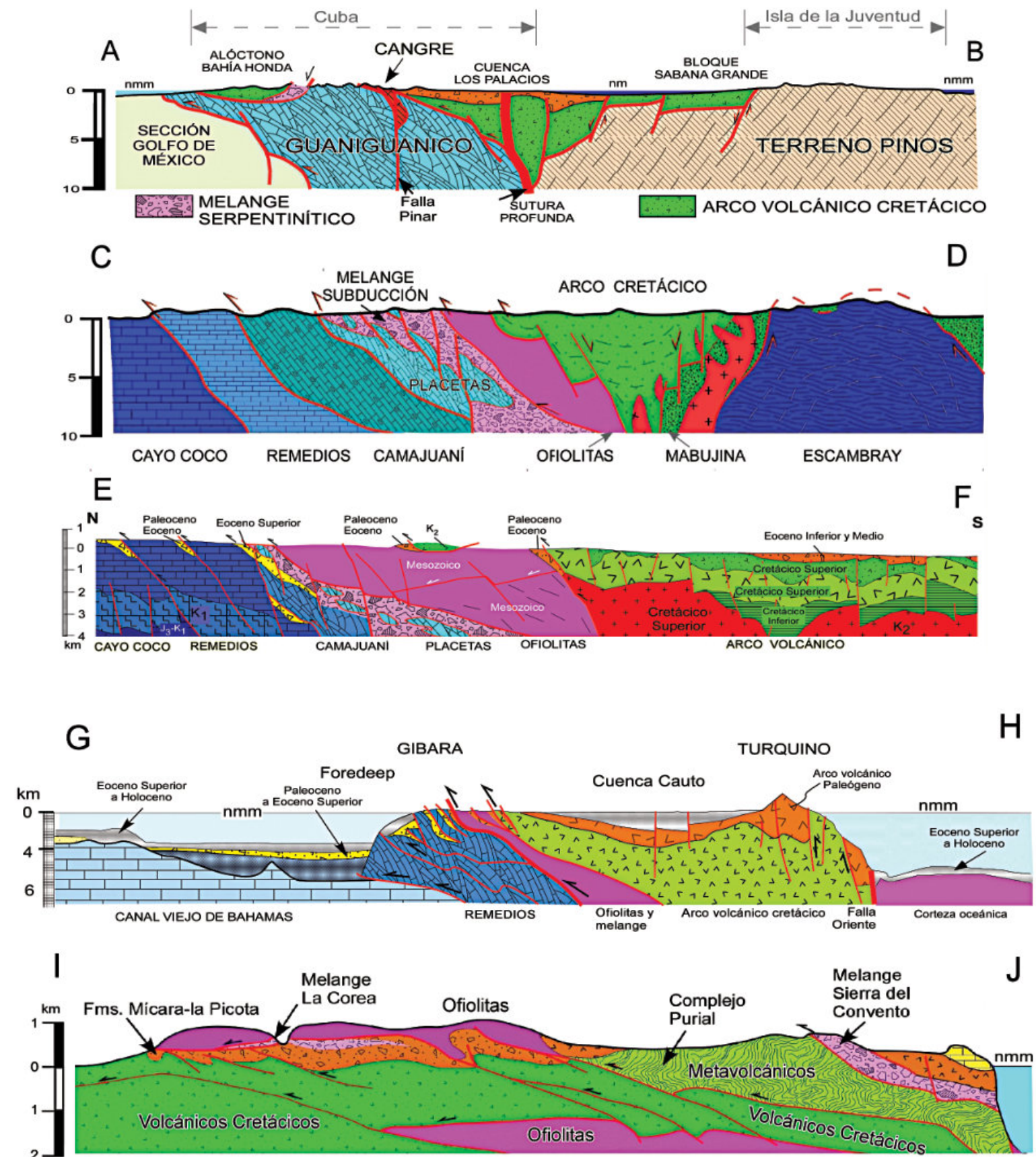


Fig. 4. Perfiles estructurales simplificados a través del orógeno cubano.

levantamiento acelerado provocó una erosión profunda del orógeno, el cual en el Campaniano expone a la superficie los plutones del arco y en el Eoceno Inferior los macizos metamórficos de Caribeana. Sobre este fundamento comienza la subsidencia que permite el desarrollo de un conjunto de cuencas sinorogénicas de tipo a cuestras (piggy back) en la placa CARIB, desde el final del Cretácico (Campaniano tardío a Maastrichtiano a Eoceno Superior temprano), y una gran cuenca de foredeep en la placa NOAM, desde el Daniano hasta el Eoceno Superior temprano (Figs. 1, 2).

Las cuencas sinorogénicas a cuestras se desarrollan sobre un substrato deformado integrado por las ofiolitas, las melanges y las rocas de arco volcánico del Cretácico. En la evolución de estas cuencas se distinguen dos ciclos, uno del Campaniano tardío al Maastrichtiano-Daniano

temprano, y otro del Daniano al Eoceno Superior temprano. Entre ambos ciclos ocurre a menudo una reorientación de los ejes de las cuencas, que se refleja en sus contornos, como ilustra la figura 4. Cada ciclo comienza con una transgresión acompañada de sedimentos terrestres (conglomerados y suelos) que transicionan hacia arriba en flysch y grauvacas con detritos de la erosión del substrato ígneo. Este ciclo culmina con la acumulación de calizas. Las rocas de estas cuencas están relativamente poco deformadas, a excepción del entorno de los frentes de colisión, como se denota en los perfiles de la figura 4. Estas cuencas se tipifican como a cuestras pues evolucionaron durante el avance del frente de colisión de la placa CARIB hacia el N-NE, sobre la placa NOAM.

En el ejemplo de Cuba oriental la situación geodinámica es distinta, pues al este de la falla Nipe-Guacanayabo (Fig. 1)

no se registran deformaciones en los depósitos del finicretácico y Paleógeno. Durante Campaniano tardío y Maastrichtiano se acumulan conglomerados y areniscas propios de las cuencas a cuestras, pero desde el Daniano se modificó drásticamente, dando lugar, hasta el Eoceno Medio, al desarrollo de un arco volcánico, que como se expresó anteriormente, probablemente tenía su zona Benioff-Wadati situada al S-SW inclinada al N-NE, probablemente con una componente de desplazamiento siniestro.

Sobre la corteza de NOAM, representada por el cinturón plegados Norte y Guaniguanico la situación fue muy distinta, pues evolucionó una cuenca de foredeep. En la sección más meridional de Guaniguanico, cercanas al frente de colisión en las secuencias de Rosario Norte y Quiñones-Guajabón se depositaron clastitas finas del Campaniano tardío y Maastrichtiano (Formación Moreno) que contienen los primeros detritos de arco volcánico redepositados en el lecho del ProtoCaribe. Esta situación fue interrumpida por

una sedimentación caótica durante el breve evento del K-Pg, y a partir del Daniano se acumularon calizas y argilitas que hacia arriba transicionaron en clastitas finas, flysch y olistostromas en ese orden, con abundante detrito alóctono procedente del frente de la placa CARIB. Esta transición refleja el avance progresivo del frente de colisión sobre la corteza del ProtoCaribe.

Más al este, la sucesión Placetas (Fig. 3), que ocupaba la posición más cercana al frente de colisión con la placa CARIB (Fig. 3), ocurre un cambio de sedimentación desde el Daniano, cuando se depositaron olistostromas y flysch, con clastos procedentes del alóctono CARIB. Sin embargo, el desarrollo de una inflexión tipo forebulge en el margen de las Bahamas, determinó la afluencia de clastos calcáreos del Cretácico que se mezclaron con los de arco y las ofiolitas. Estos aportes incluyeron olistolitos de la melange serpentinitica y de la secuencia de Placetas, confirmando esta mezcla de dos fuentes de aportes de sedimentos (Fig. 5).

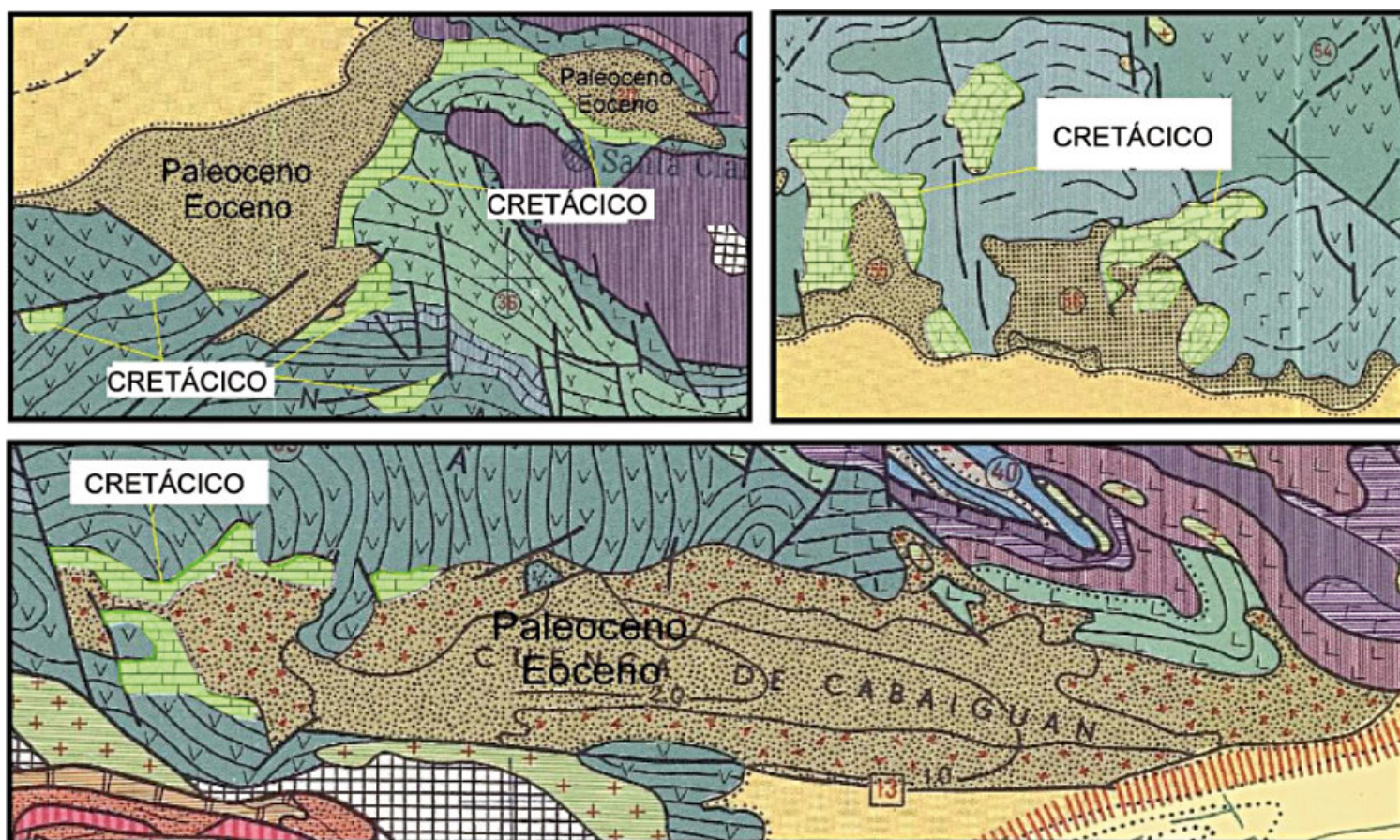


Fig. 5. Ejemplo del desarrollo de las cuencas del primer ciclo (verde: Maastrichtiano-Daniano) y las del segundo ciclo (carmelita: Paleoceno-Eoceno). Nótese que el contorno de las cuencas difiere.

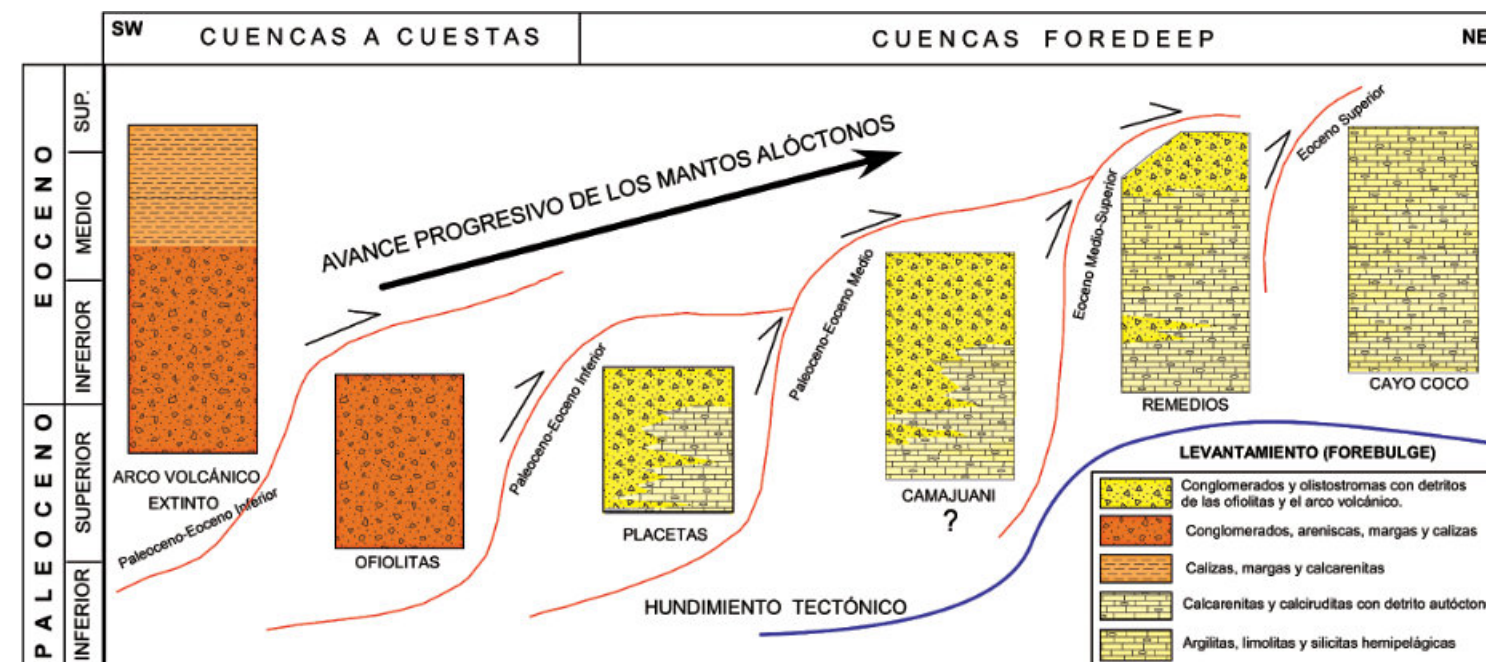


Fig. 6. Caracterización de la sedimentación sinorogénica en la sección central de la cuenca de foredeep, al sur de Bahamas. Debe notarse la existencia de un hiato en el Paleoceno, que se hace más conspicuo hacia el NE, determinado por el desarrollo del levantamiento forebulge. Nótese también como los olistostromas con detritos del arco volcánico y ofiolita son más abundantes en dirección al frente de colisión, en tanto que las calciruditas con clastos del substrato cretácico de Bahamas-ProtoCaribe son más abundantes de SW a NE.

Durante el avance de CARIB sobre NOAM en el Paleógeno, una parte de la cuenca foredeep fue arrastrada dentro de la zona de subducción inclinada al W-SW y su extensión se redujo desde unos 1200 km hasta menos de un centenar, cuando el prisma sedimentario deformado se apiló contra Las Bahamas. Esto explica las deformaciones de los cinturones plegados y la evidente superposición estructural de los terrenos (Figs. 1, 2 y 3 perfiles E-F y G-H). Es notable que esta subducción en el segmento occidental del Caribe no estuvo acompañada de un vulcanismo activo en el frente de placas al oeste de la falla Motagua-Oriente, lo cual se ha explicado como resultado de una subducción horizontal (infracorrimento no magmático) de la placa NOAM bajo la placa CARIB entre el Maastrichtiano y el Eoceno Superior temprano.

La consolidación del orógeno está asociada al final del proceso de colisión y amalgamiento de sus componentes en el Eoceno Superior temprano, cuando pasa a formar parte de la placa Norteamericana.

NEOAUTÓCTONO

Al final del Eoceno ocurrió una reestructuración tectónica que abarcó toda la región del Caribe, ocurrió un levantamiento casi general acompañado y una transgresión que dio inicio a nuevos ciclos sedimentarios. Se formaron una serie de bloques elevados y deprimidos de diversas magnitudes, desde miles hasta decenas de kilómetros cuadrados de extensión, delimitados por fallas normales y lístricas, algunas con un componente de desplazamiento por el rumbo. También surgieron nuevas cuencas donde los ejes de subsidencia máxima se establecieron de acuerdo a los patrones neoestructurales, de manera tal que los depósitos rellenaron el relieve deprimido cubriendo en discordancia, con raras excepciones, los estratos anteriormente formados. Estos depósitos consisten de sedimentos terrestres y marinos, donde se observa un ciclo de predominio de rocas terrígenas en el Eoceno tardío-Oligoceno, dominio de carbonatos en el Mioceno y de sedimentos terrestres en el Plioceno y Holoceno. Esto es un reflejo de la tendencia al levantamiento tectónico general del territorio, atemperado por las oscilaciones del nivel del mar. Las deformaciones de

estas rocas consisten en pliegues amplios, a menudo monoclinales, con pocos grados de inclinación. En el entorno de algunas fallas se encuentran pequeñas cúpulas braquianticlinales de poco radio y algunas flexuras alargadas. Esta nueva etapa del desarrollo geológico del territorio cubano tuvo lugar entre los límites de la Placa Norteamericana después que se consolidó el orógeno, donde incluso hubo una limitadísima actividad magmática e hidrotermal durante el Eoceno Superior, en el entorno del límite transformante entre CARIB Y NOAM.

En esta etapa se consolidó el proceso de levantamiento de una serie de estructuras cupulares que caracterizan el relieve cubano. Entre las más conspicuas están Guaniguanico, Pinos, Escambray, Mayarí-Baracoa, Purial y Sierra Maestra, y otras menores como los braquianticlinales La Habana, Matanzas, Bejucal-Madruga-Limonar, donde las rocas pre-oligocénicas están rodeadas por rocas más jóvenes, como se puede observar en los perfiles de la figura 4. Sin embargo, el relieve de Cuba actual se postula que es el resultado de un vigoroso proceso de elevación del terreno comenzado en el Plioceno y de las oscilaciones del nivel del mar que desde hace unos 7 000 años provocaron una inundación, aun en curso, que conformó los límites dinámicos del archipiélago cubano. En el presente, con la continuidad de estos procesos y la aceleración del incremento climático del nivel medio del mar, la delimitación de las áreas emergidas continúa cambiando con una tendencia hacia la reducción del paisaje terrestre, cuyas consecuencias para la sociedad ya son obvias.

BIBLIOGRAFÍA

Iturralde-Vinent, M., García-Casco, A., Rojas-Agramonte, Y., Proenza-Fernández, J.A., Murphy, J.B., y Stern, R.J., 2016. The geology of Cuba: A brief overview and synthesis. *GSA Today*, 26 (10): 4-10, doi: 10.1130/GSATG296A.1.

Iturralde-Vinent, M.A. (editor), 2021. *Geología de Cuba y del Caribe*, Tercera edición mejorada, Multimedia, Editorial CITMATEL, La Habana.

Dr. Manuel Antonio Iturralde Vinent

Cienfuegos, Cuba 10 de julio de 1946. Vive en La Habana, Cuba.

Académico de Mérito de la Academia de Ciencias de Cuba, ha recibido numerosos galardones por sus contribuciones a las ciencias de la Tierra, a la promoción del conocimiento y a la reducción del riesgo de desastres. Ha dirigido varios proyectos científicos internacionales patrocinados por la UNESCO, la IUGS, la NGS y otras organizaciones; y organizado convenciones, congresos y otros eventos científicos. Es autor y editor de cientos de publicaciones, documentales, spots, multimedia, apk y juegos digitales (redciencia.cu/geobiblio/inicio.html). Ha participado como ponente y conferencista invitado en numerosos eventos en todo el mundo. Es árbitro internacional de proyectos y para diversas revistas. Actualmente ofrece servicios de asesoría.

Sus contribuciones científicas abarcan el origen y evolución de Cuba en un marco caribeño, una teoría sobre el origen de las biotas antillanas, el fechado del ámbar dominicano, descubrimiento de numerosas especies nuevas y caracterización de distintas biotas fósiles caribeñas, así como distintas obras sobre la naturaleza antillana, desastres naturales y su prevención.

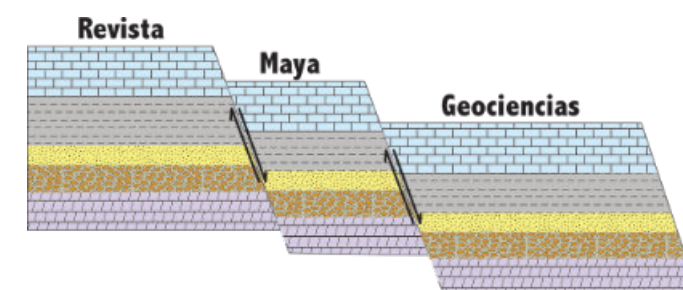
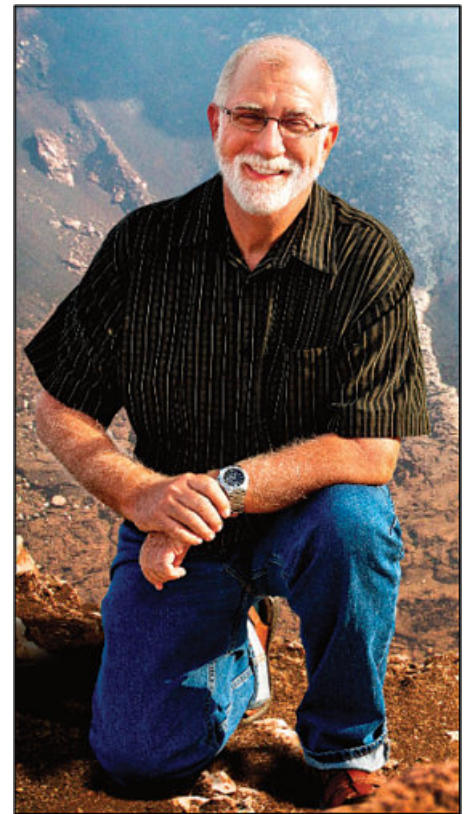
www.redciencia.cu/geobiblio/inicio.html

https://en.wikipedia.org/wiki/Manuel_Iturralde-Vinent

<https://www.researchgate.net/profile/Manuel-Iturralde-Vinent/2>

<https://orcid.org/0000-0002-4960-8848>

www.facebook.com/iturraldevinent





Rodingitas y Listwanitas. Procesos metasomáticos típicos de las rocas ultramáficas.

Humberto Álvarez Sánchez (1) y Luís R. Bernal (2).

1. Miramar Mining Corp. Panamá. 2. Instituto de Geología y Paleontología de Cuba.

Introducción.

En la literatura de la geología de Cuba los productos líticos generados por la metasomatosis de las rocas ofiolíticas; copiosos en el territorio de la Isla, no son objeto de muchos estudios y son poco conocidos, tanto como su nomenclatura y bases de su definición. La mayoría de la literatura dedicada al tema, muy espaciada en el tiempo, se concentra en casos de procesos metasomáticos desarrollados en el cinturón ultramáfico de Cuba. Entre los trabajos orientados a esta materia de contenido sustancial al respecto cabe mencionar los trabajos de Vuagnat, 1959 (*ined.*); Ducloz y Vuagnat, 1962; Cabrera *et al.*, 1986; Corona-Rodríguez *et al.*, 2014. No obstante, las menciones ocasionales o colaterales también se encuentran (Knipper y Cabrera; 1974; Fonseca, 1988; Álvarez-Sánchez *et al.*, 1991). En el Escambray, un territorio rico en manifestaciones metasomáticas en sus complejos ígneos metamorfizados y en particular en las rocas ultramáficas; solo un caso contiene registros detallados provenientes del estudio de los esquistos metasomáticos en la localidad de La Sabina (Álvarez-Sánchez y Zamashikov, 1981 (*ined.*) y en Dublan y Álvarez-Sánchez *et al.*, 1986 (*ined.*).

Generalidades de la distribución mundial, origen y productos.

La metasomatosis de rocas ultramáficas-máficas ocurre en ambientes de intercambio de sustancia en regiones de expansión oceánica (*v. et.* Boschi *et al.*, 2006); fajas ultramáficas de las cordilleras; contactos magmáticos ricos en fluidos y gases y en cinturones de mélanges serpentiniticos (*v. et.* Moore, 1986). En la transformación participan tanto las ofiolitas como sus contactos, inclusive las sedimentitas. El metamorfismo y el metasomatismo pueden ocurrir por separado o de forma simultánea; bajo una facies metamórfica común o diferente separadas en el tiempo y los productos pueden metamorfizarse o diaforizarse, después de formados.

V. A. Zharikov (Zharikov *et al.* 2007); enfatizaron las dificultades₁ en el estudio de los productos del metasomatismo; definido como: "un proceso metamórfico por el cual la composición química de una roca que permanece en estado sólido durante el proceso, se altera de manera generalizada, que involucra la introducción y/o remoción de componentes químicos como resultado de la interacción de la roca con fluidos acuosos (soluciones)". Esta definición fue recomendada por la Subcomisión de Sistemática de Rocas Metamórficas (SSMR) de la IUGS y suele glosarse en trabajos posteriores (*v. et.* Harlov and Austrheim, 2013).

Para Coleman (1967) la generación de rocas calcosilicatadas₂ ocurre durante el emplazamiento de las ultramafitas en la corteza, simultáneo con la serpentización. Designadas con diversos nombres; según Coleman debían llamarse con un término más general como "zonas de reacción". Precisamente, en estas zonas de reacción, se originan rocas híbridas "de composición completamente nueva sin equivalencia en las rocas ígneas o sedimentarias" (Miller *et al.*, 2009; Barnes *et al.*, 2014). Tales productos, con asociaciones minerales propias; adquiridas bajo ciertas condiciones P-T, dependen de la litología inicial; de la composición de las soluciones activas y de la tectónica (Moore, 1986; Bebout & Barton, 2002; Boschi *et al.*, 2006; Barnes *et al.*, 2014).

Un grupo de estas rocas peculiares de alteración se denominaron por Chidester (1962) "de pared negra" (blackwall); caracterizadas por la formación en las serpentinitas de una capa de cloritolita-cuarzo-sericita y tremolita, donde suelen conservarse serpentinitas, envueltas en bandas de talco-carbonato. Los productos son rocas extrañas, monominerales hasta más de 90% de una misma composición; convertidas en talquitas, cloritolitas, epidotas, tremolititas, actinolitas y crisotilolitas (Barnes *et al.*, 2014). Según Barnes *ibid.*; Boschi *et al.*, 2006; las rocas "híbridas" (metasomatitas de diverso tipo) son comunes en las emersiones al fondo marino de complejos de subducción y con frecuencia sin que sea

posible determinar si el metasomatismo es un rasgo relicto del fondo marino o si se formó durante la subducción o la emersión. Las rocas metasomáticas, generadas en zonas de reacción, tanto producto de metamorfismo oceánico como de alteración en ambientes orogénicos, son denominadas a partir de su composición mineral y componentes litológicos finales. Entre los nombres más comunes en la practica se encuentran: oficalcitas (Brongniart, 1821); rodingitas (Marshall, 1911₃ en Bell *et al.*, 1911); ofisférites (Vuagnat 1953₄); listwaenitas (Korzchinski, 1953₅); rocas calcosilicatadas granatíferas (Coleman, 1967); ofimagnesitas y otras denominaciones.

Rodingitas.

El término fue creado por Marshall₆ (1911) para diques alterados en el Río Roding en Nueva Zelanda (Bilgrami & Howie, 1960; Bassaget *et al.*, 1967; Ortiz-Hernández, 1999). Según SSMR₇ la rodingitización afecta a basitas, inclusive vulcanitas y anfibolitas encerradas en serpentinitas. En el contacto ocurre la conversión en rocas de granate, vesuvianita, piroxenos cálcicos, epidota, escapolita (Tabla 5) y accesorios de hierro (Karkalis, 2018); a través de la difusión de fluidos en el contacto (Miller *et al.*, 2009), probablemente durante la serpentización (*v.* Hernández y Barra, 1997).

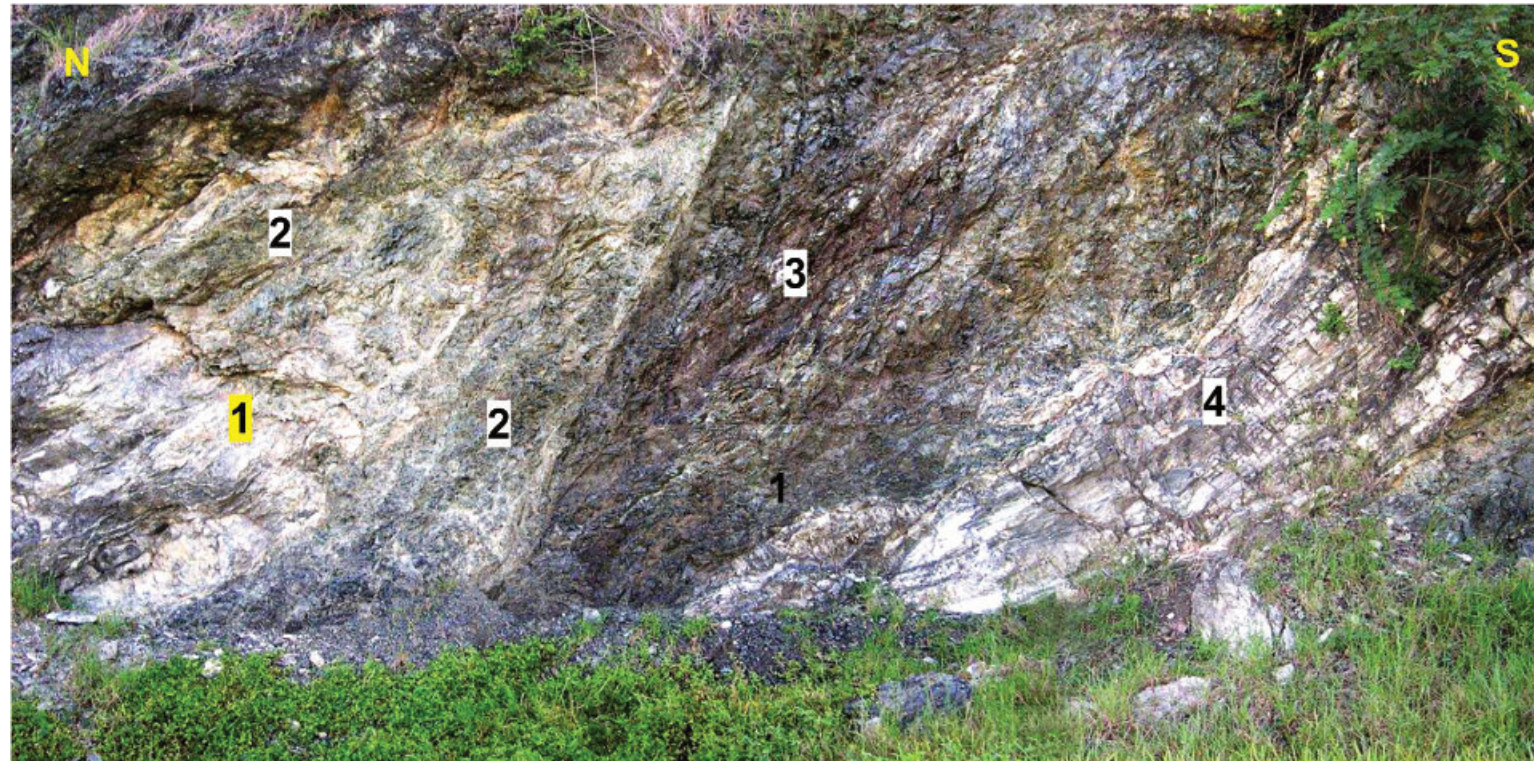
En Othris (Grecia) se describen rodingitas, diferenciadas por el contenido de prehnita (Koutsovitis *et al.*, 2013); un mineral frecuente en rodingitas (*v. et.* Bilgrami & Howie, 1960). Una variedad con granate y vesuvianita muestra un retrogresión formando asociaciones de clorita ± pumpellyita (Koutsovitis, *ibid.*). Las rodingitas de Hindubagh en Pakistan resultaron de la introducción de CO₂ y agua y la eliminación de sodio y potasio (Bilgrami & Howie, 1960). Moore (1986) describe rodingitas por diabasas en matriz de antigorititas en el Mélange de Puerto Nuevo (Baja California). Las diabasas exhiben una facies de pumpellyita-actinolita. Algunos bloques se alteraron a rodingitas antes de su incorporación al mélange, en tanto que otros experimentaron metasomatismo de magnesio, con anfíbol tremolítico + clorita + fuchsita; después de la incorporación a la mezcla. Las rodingitas son conocidas en la Cabaña, IX región, Chile (Hernández y Barra, 1997). En la Sierra de Guanajato (México), se originaron en dos etapas; durante la serpentización de ultrabasitas cumulativas, vía metamorfismo hidrotermal oceánico y emplazamiento bajo facies de esquistos verdes (Ortiz-Hernández, 1999). También se conocen en la Faja del Río de las Tunas (Argentina) como resultado de la reacción carbonática entre ultramafitas y su roca de caja (Gargiulo, 2011).

Tabla. 1. Minerales requeridos para la clasificación de las rodingitas ₈.

Minerales esenciales requeridos	Minerales no esenciales (no siempre presentes)
Serie de la Andradita-Grosularia	Epidota
Piroxenos cálcicos. (clinopiroxenos)	Escapolita; Vesuvianita

Listwanitas.

Las listwanitas resultan de la difusión de carbonato en ultramafitas. En condiciones isoquímicas las rocas ultramáficas reaccionan con CO₂ para formar listwanita, bajo la acción de fluidos canalizados (Hansen & Dipple, 2005). La fuchsita es una mica común, junto a cuarzo y carbonato, en ultramáficas ofiolíticas metasomatizadas (Martyn & Johnson, 1986; Halls & Zhao, 1995; Azer, 2013). Por esto, en la formación de tales peculiares rocas, además del carbonato se requiere afluencia de potasio, causa de la lixiviación del cromo para formar fuchsita (Hansen & Dipple; 2005; Karkalis, 2018). En los esquistos Haast de Nueva Zelanda, Cooper (1995) describe gabros de facies actinolita-pumpellyita, metasomatizados por carbonato, en parte reemplazados por capas de fuchsita-tremolita y nefrita. Grosch *et al.*, 2012 en Barberton (Sudáfrica) describe una zona de 150 m de potencia de rocas de fuchsita-carbonato-clorita-cuarzo, pertenecientes al campo de las listwanitas de fuchsita-carbonato-cuarzo. En diversidad de litologías ultramáficas la fuchsita es una indicación segura de metasomatismo potásico; tanto en rocas arcaicas como recientes; incluso en los fondos marinos modernos (Martyn & Johnson, 1986; Boschi *et al.*, 2006).



0 1 2 m

Un interesante ejemplo de los procesos metasomáticos en el macizo de serpentinitas de Cuba central en la Provincia de Villa Clara. **1, 2**-Las serpentinitas bajo el influjo probable de soluciones hidrotermales de baja temperatura. se han convertido en un enclave de rocas talcosas, con halos de esquistos clorito-tremolíticos (2), con vetillas de cuarzo-carbonato, formando una masa deformada de tipo blackwall (Chidester, 1961). **3**-Serpentinita intensamente foliada (waxy serpentinites; de Wassall y Pardo 1954) con innumerables superficies de fluencia de aspecto brillante (reflejo grasiento según Rutten, 1938). **4**-Roca rodingítica derivada de gabros bandeados. El afloramiento pertenece al Mélange Descanso (Álvarez-Sánchez y Bernal, 2015) que carece de bloques de rocas exóticas de alta presión, lejos del contacto con el Mélange Santa Clara, saturado de metamorfitas de alta presión.

1"La clasificación de las rocas metasomáticas es un problema mucho más difícil que el de las rocas magmáticas. El conocimiento de la composición química y mineral, así como las características estructurales, es insuficiente para determinar el tipo de proceso metasomático, porque la composición de una roca metasomática depende no solo de T, P y la composición de la roca reemplazada, sino también del tipo y etapa del proceso metasomático y la composición del fluido o solución".

2 Roca calcosilicata: Roca metamórfica que, además de 0-50% de carbonatos, está compuesta principalmente por silicatos de Ca como epidota, zoisita, vesuvianita, diópsido-hedenbergita, Ca-granate (andradita grosular), wollastonita, anortita, escapolita y Ca-anfibol. (Bucher & Grapes; 2011).

3 Bell, J. M., Clarke, K. G., Marshall, P., 1911, The Geology of the Dun Mountain subdivision. New-Zealand Geol. Survey, 12.

4 Pudimos destacar, siempre en la zona de contacto tectónico entre lavas y peridotitas, marcada por una intensa serpentinización, facies particulares de aspecto esferoidal que pueden asimilarse, según sus características macroscópicas. y sus condiciones de depósito, a las ofisferitas descubiertas por Vuagnat [1954] en Montgenèvre (Hautes-Alpes) y a las del Col des Gets (Haute-Savoie) descritas por Jaffé [1955]. (en Bassaget et al., 1967).

5 También listvenita, listvanita, o listwanita. El nombre listwanita, parece ser un termino creado en la Rusia soviética (Korzchinski, 1953; Volfson 1962; fide Cabrera et al., 1986).

6 Bell, J. M., Clarke, K. G., Marshall, P., 1911, The Geology of the Dun Mountain subdivision. New-Zealand Geol. Survey, 12.

7 Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks.

Las listwanitas son comunes asociados con metales preciosos (Au, Ag) y mercurio y antimonio (Martyn & Johnson, 1986; Hansen & Dipple, 2005; Azer, 2013). En las serpentinitas de la sutura Allaqi-Heiani-Gerf (Egipto y Sudán), se desarrollaron listwanitas ricas en sílice y otras en carbonato (Azer, 2013). Según Azer (*ibid.*) la variedad silícica contiene fuchsita y se consideran listwanitas típicas; mientras que la falta de fuchsita en las carbonáticas indica un producto similar a listwanita. En las listwanitas silícicas el contenido de oro aumenta con el contenido de SiO₂, hasta 1000 veces más que las rocas ultramáficas originales y la interacción con los sistemas hidrotermales asociados con las intrusiones de granito puede concentrar aún más el oro. Una característica de estos depósitos de Au en listwanitas es la presencia de mercurio en asociación con el oro (oro nativo y electrum ricos en mercurio) (López-Kramer et al., 1998).

Rodingitas y listwanitas en Cuba.

El primer reporte de rodingitas en Cuba se debe a Vuagnat (1959) y Ducloz y Vuagnat (1962) en el Cinturón Ultramáfico de Cuba Central. Fonseca (1988), reporta observaciones de diques de rodingitas cortando dunitas en el Macizo Ultramáfico de Cajalbana; en Cuba occidental. Álvarez-Sánchez et al., 1991, las reportaron en el Mélange Ultramáfico de Cuba Central y Álvarez-Sánchez y Bernal (2015) en el Complejo de Mélange de Villa Clara. Se describen en el Macizo Moa-Baracoa (Cuba oriental) en uno de los raros trabajos sobre este tema en gabros alterados con clinocloro, tremolita actinolita, zoisita, epidota y clorita. Allí las rodingitas se asocian a un metasomatismo cálcico, coetáneo con la serpentinización y una etapa posterior durante un metamorfismo regresivo en facies de esquistos verdes (Corona-Rodríguez et al., 2014). Productos de metasomatismo cálcico de características rodingíticas y rocas de alteración de pared negra, se describieron en la región de La Sabina (Álvarez-Sánchez y Zamachikov, 1981) y en la región de La Sierrita al occidente del macizo (Álvarez-Sánchez y Bernal, 2015b).

Los primeros reportes de listwanitas en Cuba se deben a Cabrera et al., 1986, en el yacimiento Descanso; del Complejo de Mélange de Villa Clara (Álvarez-Sánchez y Bernal, 2015). Según Cabrera (*ibid.*) las listwanitas se originaron por la acción de hidrotermas de baja temperatura controladas por fallas. Por carbonatización de serpentinitas y gabros olivínicos se formaron listwanitas magnesio-ankeríticas y variedades con breunnerita, granate, idocrasa, cuarzo, metálicos y mica blanca. Se separaron listwanitas carbonáticas predominantes y otras con cuarzo-epidota ± prehnita y carbonato. Datos históricos confirman que el oro nativo en estado libre alcanzó leyes hasta 280 g/t.

Referencias

Álvarez-Sánchez, H. F. y Zamashicov, V, 1981, Sobre la búsqueda orientativa y detallada de talco en el sector de La Sabina. Cúpula occidental del macizo metamórfico de Guamuahaya. 65 pags. *Empresa de Geología de Santa Clara (inédito)*.

Álvarez-Sánchez, H., Millán-Trujillo, G., Mainegra, V., Bernal-Rodríguez, L.R., Andó, J., 1991, Significado geotectónico de las rocas eclogíticas de Cuba central. *Abstract. Décimo tercera Conferencia Geológica del Caribe, Pinar del Río, Cuba, Sociedad Cubana de Geología, 28-29*.

Álvarez-Sánchez, H. y Bernal, L. R., 2015, Los mélanges Santa Clara y Descanso del cinturón ofiolítico de Cuba central. *Memorias VI Convención. Geociencias 2015*. La Habana. Cuba.

Azer, M. K., 2013, Evolution and economic significance of listwaenites associated with Neoproterozoic ophiolites in South Eastern Desert, Egypt. *Geologica Acta. Vol. 11, No.1. March 2013, 113-128*.

Barnes, J. D., Beltrando, M., Lee, A., Cin-Ty., Cisneros, M., Loewy, S., Chin, E., 2014, Geochemistry of Alpine serpentinites from rifting to subduction: A view across paleogeographic domains and metamorphic grade. *Chemical Geology 389 (2014) 29-47*.

Bassaget, J-P., Michel, R., et Richard, F., 1967, Les rodingites et les ophisphérites du massif ultrabasique de la province de Mugla (Taurus occidental, Turquie). Comparaison avec des analyses chimiques récentes de rodingites des Alpes. *Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 43, 1967*.

Bebout, G. E., and Barton, M. D., 2002, Tectonic and metasomatic mixing in a high-T, subduction-zone mélange—insights into the geochemical evolution of the slab–mantle interface. *Chemical Geology 187 (2002) 79– 106*.



Bell, J. M., Clarke, K. G., Marshall, P., 1911, The Geology of the Dun Mountain subdivision. *New-Zealand Geol. Survey*, 12.

Bilgrami, S. A. and Howie, R. A., 1960, The mineralogy and petrology of a rodingite dike, Hindubagh, Pakistan. *The Amer. Mineral.*, vol.45, July-August, 1960.

Boschi, Ch., Früh-Green, G. L., and Escartín, J., 2006, Occurrence and significance of serpentinite-hosted, talc-and amphibole-rich fault rocks in modern oceanic settings and ophiolite complexes: an overview. *Ophioliti*, 2006, 31 (2), 129-140.

Brongniart, A., 1821, Sur le gisement ou position relative des ophiolites, euphotides, jaspes, etc. dans quelques parties des Apennins, *Ann. Mines recueil Mem. Exploit. Mines* 6 (1821) 177-238.

Cabrera, R., Kramer, J. L., Dobrovolskaya, M., Catá, A., 1986, La formación menífera auro-listvenítica del yacimiento Descanso en Villa Clara (Cuba). *Ciencias de La Tierra y el Espacio*. 11/86. *Acad. de Cienc. de Cuba*.

Coleman, R., 1967, Low-Temperature Reaction Zones and Alpine Ultramafic Rocks of California, Oregon and Washington. *Geological Survey Bulletin* 1247.

Corona-Rodríguez, A., Orosco-Melgar, G., y Rodríguez-Vega, A., 2014, Presencia de rodingitas en las rocas de dique asociadas a gabros de la zona de Yaguaneque, Moa, Holguín. *Minería y Geología / v.30 n. 2 /abril-junio / 2014 / p. 1-18 ISSN 1993 8012*.

Cooper, A. F., 1995, Nephrite and metagabbro in the Haast Schist at Muddy Creek, northwest Otago, New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 38:3, p. 325-332, DOI: 10.1080/00288306.1995.9514660.

Chidester, A. H., 1961, Petrology and geochemistry of selected talc-bearing ultramafic rocks and adjacent country rocks in north-central Vermont. *United States Geological Survey professional paper* 345.

Ducloz, Ch et Vuagnat, M., 1962, À propos de l'âge des serpentinites de Cuba. *Archives des Sciences. Soc. Phys. et d' Histoire Naturelle. Gênéve* Vol. 15, Fasc. 2. 309-332.

Dublan, L., Álvarez-Sánchez, H. (Editores): Dublan, L.; Álvarez-Sánchez, H.; Mlcoch, B.; Mañour, J.; Soucek, J.; Lledíaz, J., P.; Molak, B.; Vázquez, C.; Snopkova, P.; De los Santos, E.; Pérez, M.; Mihailova, A.; Bernal, L.; Zoubek, J.; Ordoñez, M.; Morousek, J.; Svetska, J.; Marshall, W.; Pérez-Conde, R.; González, E.; Rodríguez, R., 1986, Informe Final del levantamiento geológico y evaluación de los minerales útiles en escala 1:50,000 del Polígono CAME-I, Zona Centro. *Centro Nacional del Fondo Geológico. La Habana*. 1,402 Págs. 250 mapas. (Inédito).

Fonseca, E., 1988, Geoquímica de la Asociación Ofiolítica de la Provincia de Pinar del Río. *Rev. Tecnológica*. Vol. XIII, No. 4, 1988.

Gargiulo, F., Bjerg, E., Mogessie, A., 2011, Caracterización y evolución metamórfica de las rocas ultramáficas de la Faja del Río de las Tunas, Cordillera frontal de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 68 (4): 571 - 593 (2011).

Grosch, E. G., Vidal, O., Abu-Alam, T., and McLoughlin, N., 2012, P-T Constraints on the Metamorphic Evolution of the Paleoproterozoic Kromberg Type-Section, Barberton Greenstone Belt, South Africa. *Jour. of Petrol.* Vol. 53. Num.3. pp. 513-545.

Halls, C., and Zhao, R., 1995, Listvenite and related rocks: perspectives on terminology and mineralogy with reference to an occurrence at Cregganbaun, Co. Mayo, Republic of Ireland. *Mineralium Deposita* 30, 303-313.

Hansen, L. D., and Dipple, G. M., 2005, Carbonated serpentinite (listwanite) at Atlin, British Columbia: A geological analogue to carbon dioxide sequestration. *The Canadian Mineralogist*. Vol. 43, pp. 225-239 (2005).

Harlov, D. E., and Austrheim, H., 2013, Metasomatism and Chemical transformation of Rock. *The Role of Fluids in Terrestrial and Extraterrestrial Processes. Lecture Notes in Earth System Sciences. Springer-Verlag Berlin Heidelberg* 2013. DOI 10.1007/978-3-642-28394_4.

Hernández, L. B. y Barra, F. P., 1997, Hidrogrosularia-Uvarovita, Vesuvianita y Perovskita: Productos de rodingitización de rocas ultramáficas del área de La Cabaña, IX Región, Chile. *VIII Congreso Geológico Chileno. Actas Vol. II. Secc. Temática*, p. 1309-1313.

Karkalis, Ch., 2018, Serpentinization and Metasomatism. (MSc Thesis). *National and Kapodistrian University of Athens. Faculty of Geology and Geoenvironment. Department of Mineralogy and Petrology*.

Knipper, A. L. y Cabrera, R., 1974, Tectónica y geología histórica de la zona de articulación entre el mio y eugeosinclinal del cinturón hiperbásico de Cuba. *Public. Especial n. 2. Contribución a la geología de Cuba Instituto de Geol. Acad. de Ciencias de Cuba*. 15-77.

Koutsovitis, P., Magganas, A., Pomonis, P., Ntaflos, Th., 2013, Subduction-related rodingites from East Othris, Greece: Mineral reactions and physicochemical conditions of formation. *Lithos* 172-173 (2013) 139-157.

López Kramer, J., Moreira, J., Pantaleón, G. J., Lavandero, R. M., Montano, J., Cruz - Martín, J., 1998. Tipos mineralógicos de algunos yacimientos auríferos de Cuba. *III Congreso Cubano de Geología y Minería (GEOMIN 98). Geología y Minería 98, La Habana*, 371-374.

Martyn, E. & Johnson, G. L., 1986, Corrigendum: Geological setting and origin of fuchsite-bearing rocks near Menzies, Western Australia. *Australian Journal of Earth Sciences*, 33:3, 373-390.

Miller, D. P., Marschall, H. R., Schumacher, J. C., 2009, Metasomatic formation and petrology of blueschist-facies hybrid rocks from Syros (Greece): implications for reactions at the slab-mantle interface. *Lithos* 107, 53-67.

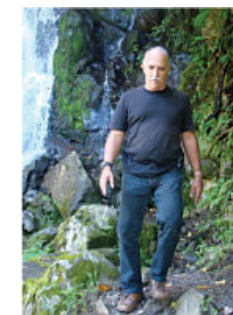
Moore, T. E., 1986, Petrology and tectonic implication of the blueschist bearing Puerto Nuevo melange complex; Viscaíno Peninsula, Baja California Sur, Mexico. *In Blueschists and Eclogites. The Geol. Soc. of Am. Memoir* 164.

Ortiz-Hernández, E., 1999, Petrogénesis de la rodingita del Cretácico Inferior de la Sierra de Guanajato, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. Vol. 16. No. 2. pp. 147-154.

Zharikov, V. A., Pertsev, N. N., Rusinov, V. L., Callegari, E. & Fettes, D. J., 2007, Metasomatism and metasomatic rocks. In: Fettes, D. & Desmons, J. (eds.): *Metamorphic Rocks: A Classification and Glossary of Terms*. New York, Cambridge University Press, 58-69.

Vuagnat, M., 1953, Sur un phénomène de métasomatisme dans les roches vertes du Montgenèvre (Hautes Alpes). *Bull. Soc. franc. Min. Crist.*, 76, p. 438 450.

Vuagnat, M., 1959, Preliminary Report on the investigation of ultramafic rocks in Cuba. *Comisión de Fomento Nacional para el mapa geológico de Cuba. La Habana. (Edit. for private circulation). Inst. Cubano de Cartografía y Geodesia. La Habana*. 35 pags.



Técnico geólogo a los 16 años, el ingeniero cubano **Humberto Álvarez Sánchez** culmina 54 años de profesión. Por años realizó estudios de la Cordillera de Guaniguanico y en los macizos metamórficos y ofiolíticos de Cuba central. Autor de 18 formaciones y litodemas de la estratigrafía cubana. Miembro de la subcomisión del Jurásico del primer Léxico Estratigráfico de Cuba. Descubridor del mayor depósito de fosforitas marinas de Cuba. Country Manager y Senior Geologist de Juniors canadienses, panameñas y de Estados Unidos; exploró en los greenstone belts de Uruguay; en terrenos Paleozoico-Mesozoicos en Paraná, Santa Catarina y Mato Grosso do Norte en Brasil; en los Andes de Perú y en Honduras, en Panamá y otros países. Miembro de la Comisión Ministerial "Ad Honorem" del Plan Maestro de Minería de Panamá. Nombrado por el Banco Interamericano de Desarrollo Consultor Senior para el proyecto geocientífico de minería de Panamá y miembro de la Misión Especial del Banco para entregarlo al Gobierno del país. Consultor del BID para la descentralización de la Autoridad Nacional del Ambiente panameña. Formerly Miembro del Consejo Científico de Geology Without Limits. Formerly Representante para América Central del Servicio Geológico de la Gran Bretaña. Director de Miramar Mining Panamá se dedica a redactar obras sobre geología de Cuba.

<https://independent.academia.edu/HumbertoFlores%C3%81lvarezS%C3%A1nchez>



COMO PARTE DE LAS ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN DE NUESTRA REVISTA DE GEOCIENCIAS, TENEMOS UNA RELACIÓN DE BUENA FE Y AMISTAD CON LAS SOCIEDADES Y ASOCIACIONES GEOLÓGICAS EN OTROS PAÍSES DEL MUNDO.

Asociación de Geólogos y Geofísicos

Espanoles del Petróleo

<https://aggep.org/>



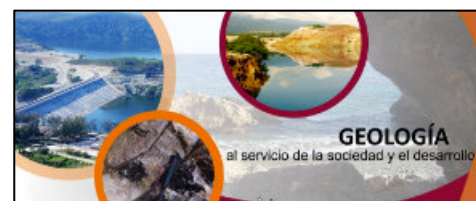
Sociedad Geológica de España

<https://sociedadgeologica.org/>



Sociedad Cubana de Geología

<http://www.scg.cu/>



Cross-bedded Jurassic Navajo Sandstone, Page, Arizona. Photo by Claudio Bartolini.

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.

Curiosidades de ciencias y cultura...

EL REINO DE LOS HONGOS

No son plantas ni animales. El reino Fungi, el de los hongos, engloba los mohos, las levaduras y los hongos con grandes cuerpos fructíferos, las familiares setas. Este es un mundo aparte constituido por una miríada de organismos esenciales para la vida en el planeta. Ellos son los grandes recicladores de la naturaleza porque, a diferencia de las plantas, no pueden sintetizar sus propios alimentos.

Son especialistas en descomponer los residuos orgánicos para liberar los elementos que albergan en su interior, como el carbono o el nitrógeno, que son aprovechados por otras muchas especies.

Lo que popularmente conocemos como seta, es en realidad la parte externa –el fruto– de un tipo de hongos. Pero estos organismos son mucho más que un preciado manjar o un bello ornamento forestal.

Suculentas, carnosas, vistosas y fragantes, las setas adoptan morfologías tan sorprendentes para atraer a un sinfín de animales que, al ingerirlas, diseminan sus esporas a través de las heces. Sin embargo, es la parte menos visible del hongo, el micelio o cuerpo vegetativo, la que resulta más asombrosa. Compuesto por un conjunto de filamentos llamados hifas que desarrollan funciones alimentarias, respiratorias y reproductivas, el micelio es una enmarañada red que se extiende sobre y bajo la superficie terrestre, entretejiéndose hasta formar organismos de dimensiones colosales: en las Blue Mountains de Oregón, en el noroeste de Estados Unidos, existe una finísima alfombra de micelio de la especie *Armillaria ostoyae* que, con un grosor unicelular y 965 hectáreas de extensión, lleva más de 2,200 años perdurando. Esta estera biológica, considerada el organismo terrestre más grande que existe, inspiró al microbiólogo Paul Stamets a afirmar que el micelio es algo así como el internet natural de la Tierra. Para Stamets, el micelio es un símil de una red neurológica por la que la comunidad de hongos canaliza nutrientes e información.

¿Sabían que los hongos fueron los primeros organismos en colonizar tierra firme? Sucedió hace 1,300 millones de años, cientos de millones de años antes de que lo lograran las plantas superiores. Supieron conquistar un hábitat exento de oxígeno y contribuyeron a la ingente tarea de hacerlo habitable para otros organismos menos adaptables.

Imágenes de cultivo de setas blancas y rosadas para consumo humano



Fuente:
 Texto: National Geographic
 Imágenes: Luis Valencia



Invitamos cordialmente a todos los colegas de geociencias de cualquier país del mundo, para que participen activamente en esta nueva revista.

REVISTA MAYA DE GEOCIENCIAS

TODO TIPO DE INFORMACIÓN ES BIENVENIDA

Manuscritos para la sección de notas geológicas

Fotografías de afloramientos

Semblanzas y Memorandas

Congresos y eventos de geología

Información sobre becas

Recomendación de libros

Tesis y disertaciones recientes

Tecnología y software geológico

Cursos, especialidades

Viajes de campo

EDITORES

Luis Angel Valencia Flores

luis.valencia.11@outlook.com

Bernardo García-Amador

bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu

Josh Rosenfeld

jhrosenfeld@gmail.com

Claudio Bartolini

bartolini.claudio@gmail.com

TAMBIÉN ESTAS INVITADO A SER PARTE DE NUESTRO GRUPO

DE FACEBOOK: MEXICO PETROLEUM GEOSCIENCE

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