



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y
ESTUDIOS AVANZADOS CHICXULUB

Gaceta CHICXULUB

Foto: Melissa Pérez Barzaga

2022

Volumen 5-5

Secretaría de Investigación, Innovación
y Educación Superior

Calle 8, No. 347, San Esteban, 97149,
Mérida, Yucatán, México
<https://siies.yucatan.gob.mx/>

Instituto de Investigación Científica y
Estudios Avanzados Chicxulub

Parque Científico y Tecnológico de Yucatán
Carretera Mérida-Sierra Papacal
km 5, C.P. 97302, Mérida, Yucatán, México
<http://www.craterchicxulub.com.mx/en/>
<http://pcty.com.mx/>



Editorial

Los avances en ciencia y tecnología han transformado a las sociedades, con la computación, telecomunicaciones, información digital, telefonía móvil, redes satelitales de observación terrestre, telecomunicaciones, posicionamiento global, robótica, inteligencia artificial, edición de genes y redes sociales, que han producido cambios en la economía, globalización, relaciones multi y bilaterales, economía digital y formas de interacción virtual en las sociedades.

No obstante, la magnitud e impacto de los avances, la relevancia y el papel de la ciencia no son apreciados en las sociedades y gobiernos. La falta de entendimiento se refleja en la desconfianza y rechazo a la ciencia. Las políticas públicas y toma de decisiones en general no están sustentadas en información y análisis. Secretarías y ministerios de ciencia y órganos autónomos de asesoría científica se tienen en un bajo número de naciones. ¿Qué papel tiene la investigación científica en la sociedad, es parte de los gastos o la inversión al futuro? ¿Qué ciencia requieren los países en desarrollo, es una actividad de los países industrializados?

La investigación científica y educación superior no forman parte de las prioridades en muchas naciones, en la cuales problemas urgentes de desnutrición, pobreza extrema, conflictos, etc afectan a la población. En estos contextos de bajos niveles educativos, baja capacidad de análisis e innovación y generación de conocimientos, la dependencia de insumos del exterior se incrementa, con poca o nula capacidad de generar soluciones.

Una sociedad educada está en mejores condiciones para enfrentar con éxito los problemas y elevar los niveles de bienestar. Bajo estas consideraciones, las organizaciones internacionales, academias de ciencia, redes de academias, sociedades científicas, universidades y centros de investigación proporcionan y promueven programas de asesoría en ciencia y tecnología. Bajo estas consideraciones la Asamblea General de las Naciones Unidas decretó el Año Internacional de Ciencias Básicas en Desarrollo Sostenible (IYBSSD).

La Fundación UNAM y el Consorcio de Universidades por la Ciencia, en el que el IICEAC participa, tienen la representación nacional en el comité científico internacional del IYBSSD. Entre las actividades realizadas en el marco

del año internacional destacan los ciclos de conferencias Universidades por la Ciencia y el ciclo de documentales de divulgación científica Jueves de Ciencia. Los temas abordados en los ciclos cubren un rango amplio, reflejando la diversidad e interrelaciones en la investigación científica, propiciando colaboraciones en las fronteras entre disciplinas. En los ciclos participan investigadores de las diferentes instituciones del Consorcio, dentro de los planes de colaboración internacional.

Los objetivos del IYBSSD incluyen las actividades de difusión de la importancia de la ciencia para el bienestar de las sociedades y en particular en alcanzar las metas del Milenio y la Agenda 2030. A los programas del IYBSSD se han sumado en los pasados meses varias actividades internacionales dirigidas a apoyar y difundir el papel de las ciencias básicas. Entre ellos se realizaron las reuniones de las Academias de Ciencias, Medicina e Ingeniería de Estados Unidos, la Cumbre de Ciencia (UNGA77 Science Summit), organizada por las Naciones Unidas y la Reunión Triannual del Inter Academy Partnership (IAP) que agrupa las academias de ciencias y medicina de los diferentes países. La Cumbre de Ciencia estuvo conformada por seminarios, mesas de discusión y análisis en un amplio rango de temas y desarrollos recientes de investigación.

La colaboración académica se sustenta en la discusión y el libre intercambio, elementos esenciales para el desarrollo de la ciencia, la innovación y desarrollo tecnológico. La investigación está basada en la universalidad del conocimiento. La generación y consolidación de las capacidades de investigación e innovación, fundamentadas en sistemas educativos de calidad, son objetivos compartidos por las academias de ciencia, los organismos internacionales, las sociedades científicas, las universidades y los centros de investigación.

Los temas centrales de la Cumbre de Ciencia son los objetivos de desarrollo sostenible de Naciones Unidas a través de generar las colaboraciones en un contexto global. Los objetivos particulares incluyen los programas de generación de capacidades, redes de colaboración, promover la inclusión y diversidad de participantes y generar los conocimientos y asesoría de alto nivel para avanzar en los objetivos de desarrollo sostenible. Du-

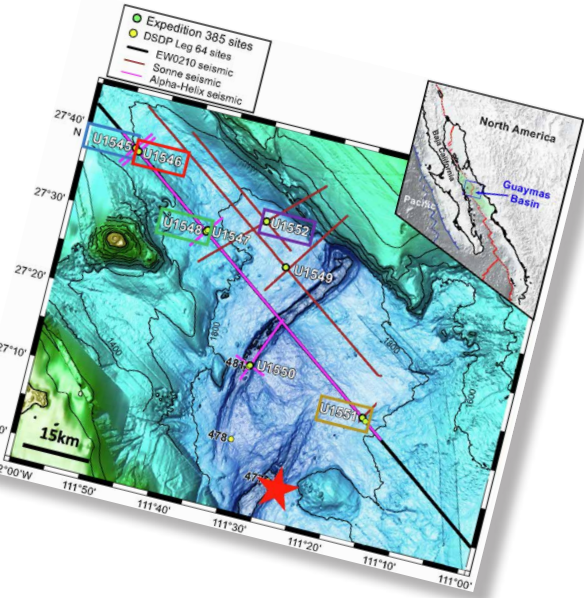
rante los próximos meses se construirán los proyectos y acuerdos para la siguiente reunión plenaria de la Cumbre del Futuro, a celebrarse en septiembre de 2023.

La investigación en ciencia básica es una de las prioridades en el IICEAC, con énfasis en generación de procesado de datos, modelados y sistemas de adquisición de datos en geociencias. El carácter inter- y multidisciplinario de las investigaciones del cráter Chicxulub, impacto, efectos en los sistemas terrestres, extinción masiva de organismos y evolución proporcionan las condiciones para la generación de interrogantes y búsqueda de respuestas, características de la ciencia básica. Las publicaciones en revistas y el programa de seminarios muestran parte de los estudios en desarrollo. El complejo de investigación Chicxulub cuenta con programas de divulgación científica y el Museo de Ciencias. Las actividades de difusión y educativas, que incluyen la colaboración con el Consorcio de Universidades por la Ciencia, forman parte de las acciones de apropiación social del conocimiento. Las aplicaciones de métodos y técnicas de procesado y modelado son parte de los proyectos en el IICEAC, con estudios sobre riesgos geofísicos-geológicos, colapsos, procesos costeros, estructura y estratigrafía de la península y plataforma marina, aguas subterráneas y proyectos de infraestructura.

En este número de la Gaceta, se incluyen notas sobre los proyectos en marcha como los de geofísica marina con sismología y batimetría en la plataforma carbonatada, desarrollo de métodos de adquisición de sísmica, artículos y los ciclos de conferencias y documentales de divulgación científica.

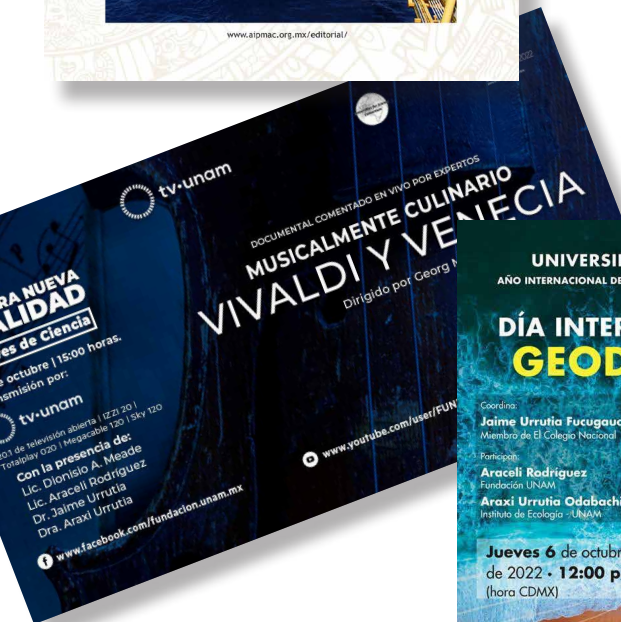
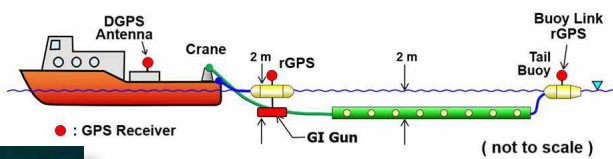
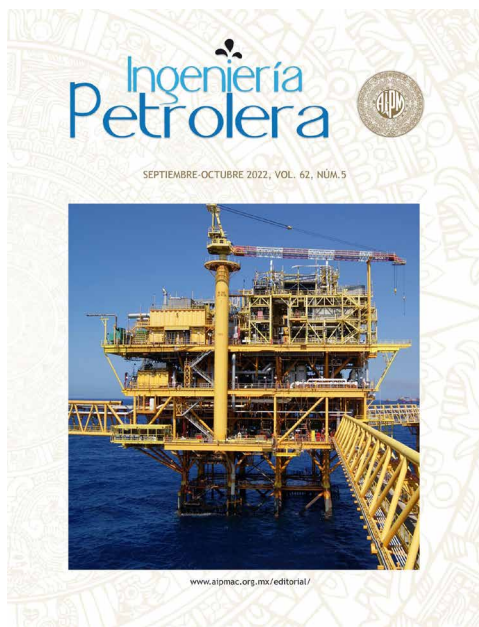
Los programas, proyectos y actividades, en las que el IICEAC participa, enfatizan la importancia de las ciencias y el papel de las organizaciones de ciencia en la construcción de la sociedad del conocimiento.

● Jaime Urrutia Fucugauchi



Contenido

- 2 EDITORIAL
- 4 CONTENIDO
- ARTÍCULOS
- 5 Sísmica marina 3-D de alta resolución - Exploración geofísica de la plataforma marina y cráter Chicxulub
- PUBLICACIONES
- 9 "Biological Sulfate Reduction in Deep Subseafloor Sediment of Guaymas Basin"
- SEMINARIOS
- 10 Seminarios de Investigación Chicxulub 2022
- 11 Programación de ondas en medios bifásicos sólido-fluido: esquema pseudo espectral y diferencias finitas
- NOTICIAS
- 12 Revista Ingeniería Petrolera
- 13 Consorcio Universidades por la Ciencia
- 14 Universidades por la Ciencia, conferencias
- 16 Universidades por la Ciencia, documentales
- 18 Día internacional de la geodiversidad



CICLO UNIVERSIDADES POR LA CIENCIA
AÑO INTERNACIONAL DE CIENCIAS BÁSICAS EN DESARROLLO SOSTENIBLE

DÍA INTERNACIONAL DE LA GEODIVERSIDAD

Coordina:
Jaime Urrutia Fucugauchi
Miembro de El Colegio Nacional

Participan:
Araçeli Rodríguez
Fundación UNAM
Araçeli Urrutia Odabachian
Instituto de Ecología - UNAM

Presenta:
INTRODUCCIÓN
Dionisio Meade
Fundación UNAM

GEODIVERSIDAD
Iain Stewart
British Academy & Jordan's Royal Scientific Society

GEODIVERSIDAD: OCEANOS
Ligia Pérez Cruz
Instituto de Geofísica UNAM
AGU International Secretary

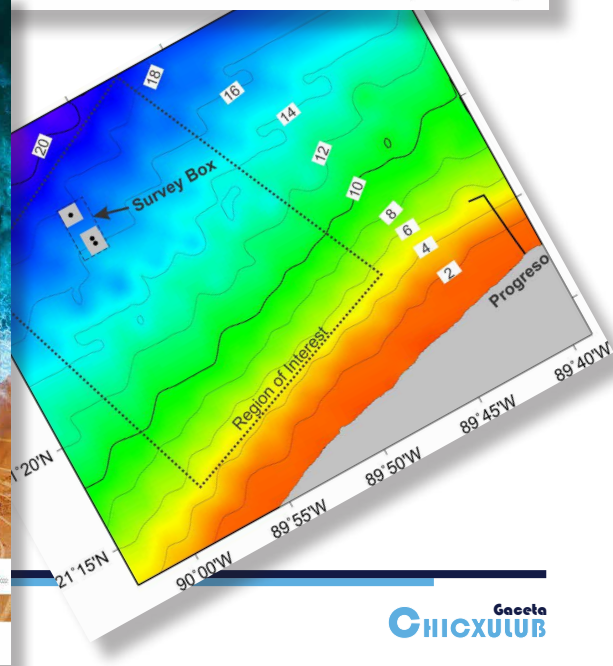
GEODIVERSIDAD: CONTINENTES
Jaime Urrutia Fucugauchi

Jueves 6 de octubre de 2022 - 12:00 p. m.
(hora CDMX)

ACTIVIDAD VIRTUAL GRATUITA
Transmisión en línea colnati.mx

UNAM IICEAC

EL COLEGIO NACIONAL



Sísmica marina 3-D de alta resolución - Exploración geofísica de la plataforma marina y cráter Chicxulub

LIGIA PÉREZ CRUZ
JAIME URRUTIA FUCUGAUCHI

SEAN P. S GULICK
TIM MECKEL

En el proyecto de colaboración de Geofísica Marina Chicxulub - Análisis tridimensional de los sitios de perforación, sistema hidrotermal y recuperación de la vida (Chicxulub Marine Geophysics - 3D drill sites imaging and seeking new insights into the impact hydrothermal system and recovery of life) se implementó un sistema sísmico 3D de alta resolución a bordo del R/V Justo Sierra. El proyecto se realizó entre la Universidad de Texas en Austin, la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto de Investigaciones Oceanográficas Scripps y el Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Chicxulub. En el levantamiento sísmico se adquirieron dos volúmenes 3D como parte del estudio del cráter Chicxulub y plataforma de Yucatán. Las áreas investigadas incluyen el sitio M0077A de perforación de la Expedición IODP-ICDP 364 y los sectores de acceso a Puerto Progreso.

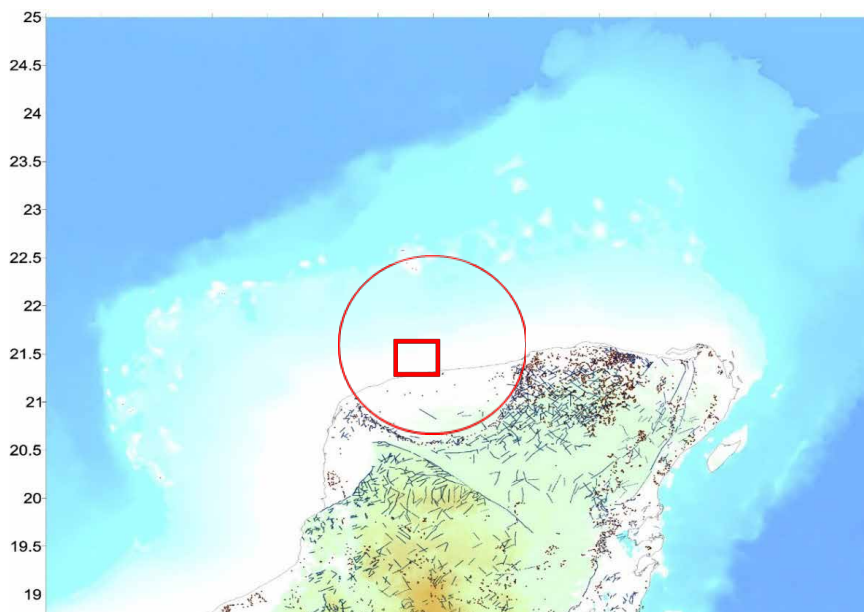
Para el estudio, se analizaron las hipótesis relacionadas a las estructuras en 3D de la sección superior del basamento granítico del anillo del pico, parte superior de la roca de fusión y parte superior de las brechas de impacto o suevitas. En las imágenes sísmicas del anillo de pico se tienen resoluciones a profundidad del orden de ~ 20 m. La capa de baja velocidad consiste en brechas o suevitas de impacto y la zona difusa 100 metros más abajo están los granitos del anillo del pico elevado.

El sitio M0077 se perforó en una pendiente dentro de la topografía 3D del anillo del pico, que podría relacionarse con observaciones de desplome dentro de la secuencia de suevitas. La topografía 3D de los granitos del anillo del pico registra el proceso de emplazamiento del anillo de pico durante las etapas finales de la formación del cráter en el que las rocas recuperan cohesión y empezando a fallar plásticamente. La topografía 3D podría estar cubierta con roca fundida, que no se reflejan en la topografía. A medida que la temperatura decreció cesó el flujo dúctil

en la formación del cráter, con suevitas emplazadas que reflejan esta topografía. Otros objetivos son localizar fallas dentro de los granitos del anillo del pico y/o capas dentro del impacto roca de fusión y brechas que se pueden utilizar como parámetros para

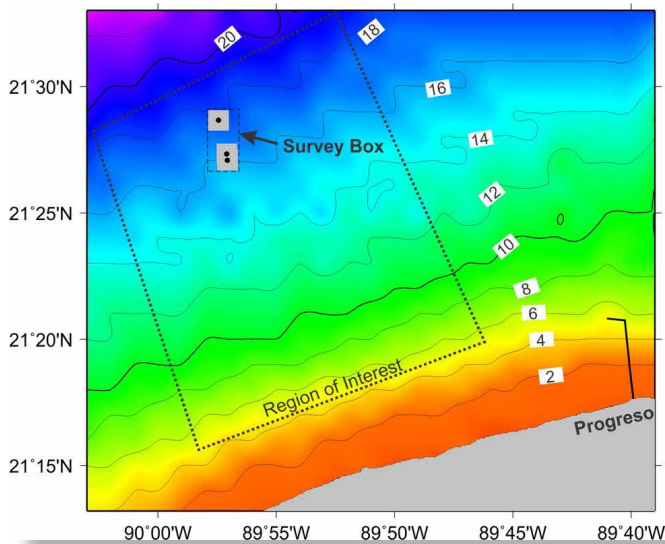
modelos de flujo hidrotermal y analizar las litologías de cráter con resolución vertical esperada de 1-3 m. Para la campaña se incluyen especialistas en geofísica marina, ambientes de plataforma y monitoreo de mamíferos marinos.

En el experimento de geofísica marina se analizaron la estructura, estratigrafía y batimetría de la plataforma empleando sistemas multihaz y sísmica 3D de ultra



● Fig. 1. Cráter Chicxulub y zona de estudio en la plataforma marina de Yucatán

alta resolución. Se investigan dos áreas del estudio del cráter sobre el perfil sísmico R10, a aproximadamente 30 km al norte de la línea de costa. En el estudio se conjugan los desarrollos metodológicos e instrumentales dirigidos a la sismica de ultra alta resolución y la exploración geofísica en el cráter Chicxulub. En la campaña participan especialistas en sismica marina, paleoambientes, y observadores de mamíferos marinos.



● Fig. 2. Zonas de interés estudiadas en el proyecto de geofísica marina

Los objetivos incluyen analizar las estructuras en 3-D del sector superior de la sección del basamento, con las rocas graníticas y diques del anillo del pico del cráter, la parte superior de la roca de fusión y la parte superior de las brechas de impacto o suevitas. En estudios previos, la imagen sísmica 2D del anillo de pico tiene una resolución vertical de ~ 20 m. La capa de baja velocidad consiste en suevitas y la zona difusa 100 metros más abajo están los granitos del anillo del pico elevado. El pozo MO077 se perforó en una pendiente de la estructura del anillo de picos, que podría relacionarse con observaciones de desplome dentro de la secuencia de brechas.

El estudio permite localizar fallas dentro de los granitos del anillo del pico y/o capas dentro de las rocas de fusión del impacto del impacto roca de fusión y de las brechas, que se pueden utilizar como parámetros para modelos de flujo hidrotermal y analizar las litologías de cráter con resolución vertical esperada de 1-3 m. La topografía 3D de los granitos del anillo registra el proceso de emplazamiento durante las etapas finales de la formación del cráter, en el que las rocas recuperan cohesión y em-

piezan a fallar plásticamente. Esta topografía 3D podría estar cubierta con roca fundida que no refleja la topografía. A medida que la temperatura decreció cesó el flujo dúctil en la formación del cráter, con suevitas emplazadas que reflejan esta topografía.

Exploración sísmica con arreglos fuente-receptor de baja energía

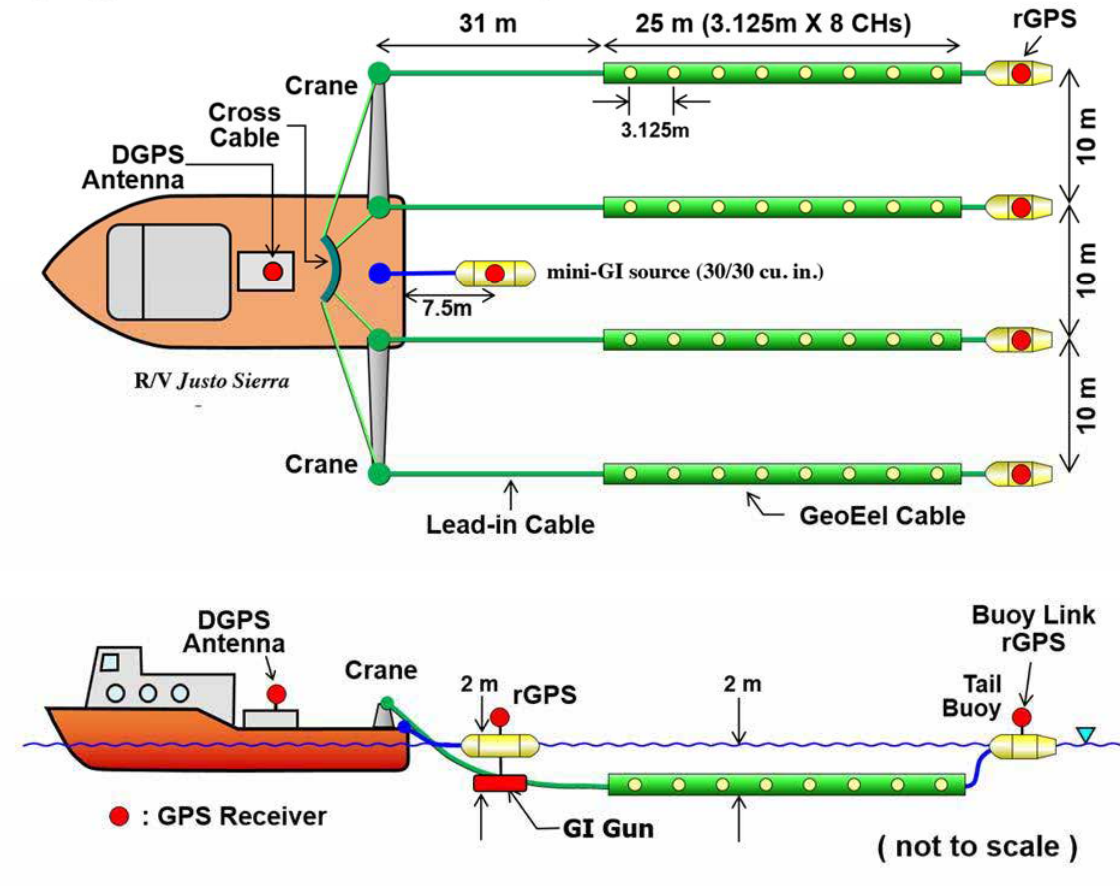
Los métodos sísmicos de reflexión, intensamente empleados en los estudios de estructura y estratigrafía de los fondos oceánicos, han incrementado su resolución y alcances con los avances en procesado y modelado. En las décadas pasadas los sistemas sísmicos aumentaron su tamaño y capacidades con la inclusión de buques y arreglos sísmicos multicanal de grandes dimensiones. Los sistemas de fuentes y receptores con longitudes de varios kilómetros, múltiples fuentes y arreglos activos de multicanal conforman el estándar en la industria, aunado al empleo de varias plataformas en exploraciones de amplio azimut.

Los métodos sísmicos convencionales presentan limitaciones en zonas protegidas, reservas naturales, de batimetría somera o acceso restringido. Adicionalmente, algunos estudios requieren diseños de fuente-receptor de alta densidad, resolución y menores dimensiones. Para ello se requiere de nuevos diseños e infraestructura que parecen ir en dirección opuesta a los avances en la industria, con arreglos de fuente-receptor de mayor tamaño, fuentes de alta energía, así como buques de mayor calado y capacidades de navegación.

El proyecto sumó a las capacidades del B/O "Justo Sierra la adquisición de sismica marina 3D, utilizando un sistema de ultra alta resolución (UHR3D), experimento que se llevó a cabo en el cráter Chicxulub. El arreglo general fue de: 4 streamers, un sistema de grabación, y la fuente con dos compresores, que operaron como una batería de aire del sistema de alta resolución. Se requirieron diseño e instalación de estructuras adicionales (botavaras, conexiones, sistemas de posicionamiento) y remolcar cuatro cables del sistema de adquisición, instalados en la parte externa del buque a ambos lados. Los dos cables sísmicos exteriores se remolcaron a un ancho de barco (-10 m) a cada lado. El equipo técnico operó las fuentes acústicas y el aire a alta presión, así como la grabación de los datos sísmicos y GPS's en tiempo real durante la navegación.

En la exploración sísmica generalmente se emplean arreglos de fuente-receptor con longitudes de

varios kilómetros (6-10 km) y sistemas de múltiples fuentes. En este experimento se empleó un sistema con cuatro arreglos de 25 m de longitud, 32 receptores y una fuente. Estos sistemas compactos proveen una alta resolución vertical en zonas de distintas características geológicas.



● Fig. 3. Diagrama esquemático del arreglo fuente-receptor empleado en el experimento. Arreglo consiste de 32 receptores distribuidos en cuatro tendidos y de una fuente.

Geofísica Marina Chicxulub

El Buque Oceanográfico “Justo Sierra” es una plataforma utilizada por 4 décadas para realizar, conducir y apoyar las investigaciones en ciencias del mar, estudiando los procesos y características físicas, químicas, biológicas, geológicas y geofísicas del océano.

Los grupos de investigación en el buque utilizan instrumentos y equipos del buque y de sus instituciones, que les permiten estudiar los parámetros físico-químicos de la columna de agua, la velocidad y dirección de las corrientes marinas, condiciones meteorológicas, coleccionar especímenes biológicos y sedimentos del piso marino; obtener datos batimétricos y perfiles del subsuelo, medir el campo magnético, entre otros.

En el estudio se investigaron dos áreas previamente analizadas con sismica multicanal con arreglos largos. Estas fueron seleccionadas para contar con datos base de comparación y analizar las ventajas de los arreglos de ultra alta resolución. La profundidad es somera y se cruza una zona central del cráter sobre el anillo de picos, con rocas



● Fig. 4. Vista del buque B/O Justo Sierra en el muelle de Puerto Progreso

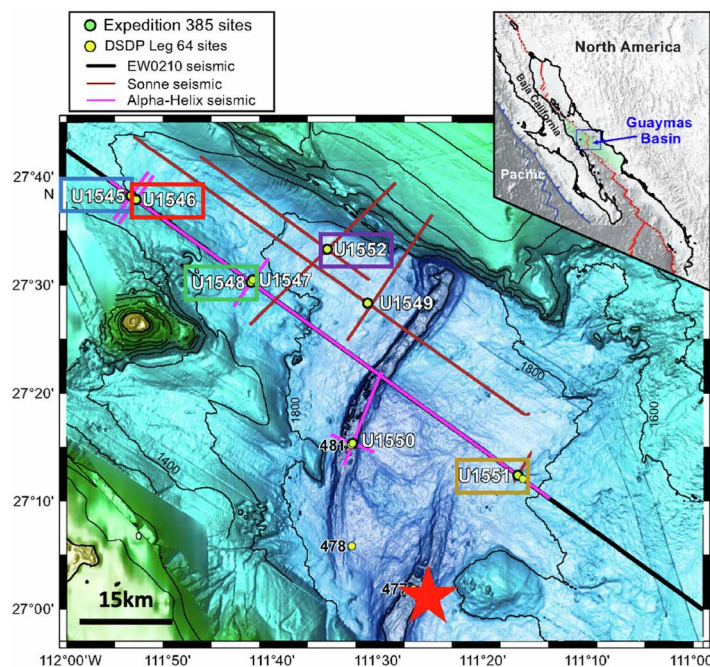
del basamento, unidades de brechas y roca fundida y la secuencia carbonatada post-impacto. Una de las áreas cuenta además con datos de pozo, registros geofísicos y datos de petrofísica en núcleos con recuperación continua.

El proyecto contribuye a los estudios de la estructura, estratigrafía y características del cráter Chicxulub y a cartografiar la plataforma de Yucatán. Resultados adicionales a los modelos de estructura y estratigrafía en la plataforma son los modelos batimétricos de detalle de la zona.

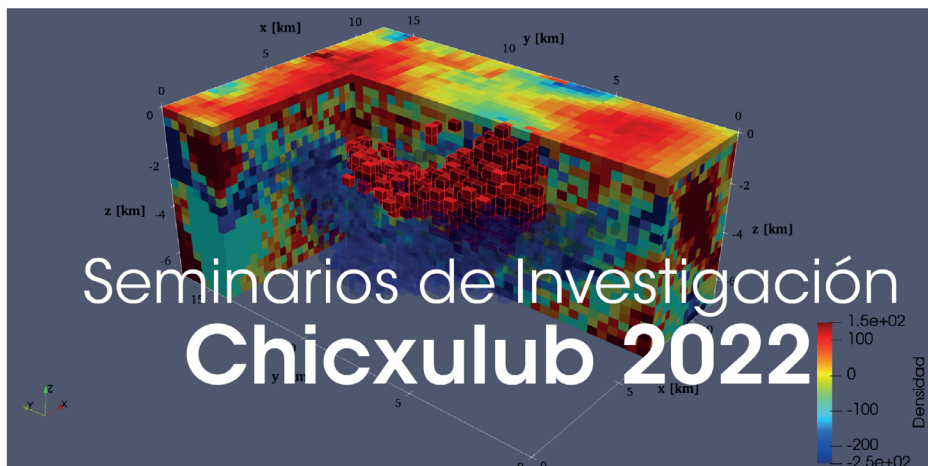
Biological Sulfate Reduction in Deep Subseafloor Sediment of Guaymas Basin

Sulfate reduction is the quantitatively most important process to degrade organic matter in anoxic marine sediment and has been studied intensively in a variety of settings. Guaymas Basin, a young marginal ocean basin, offers the unique opportunity to study sulfate reduction in an environment characterized by organic-rich sediment, high sedimentation rates, and high geothermal gradients (100–958°C km⁻¹). We measured sulfate reduction rates (SRR) in samples taken during the International Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 385 using incubation experiments with radiolabeled ³⁵S₂O₄²⁻ carried out at in situ pressure and temperature. The highest SRR (387 nmol cm⁻³ d⁻¹) was recorded in near-surface sediments from Site U1548C, which had the steepest geothermal gradient (958°C km⁻¹). At this site, SRR were gene-

rally over an order of magnitude higher than at similar depths at other sites (e.g., 387–157 nmol cm⁻³ d⁻¹ at 1.9 mbsf from Site U1548C vs. 46–1.0 nmol cm⁻³ d⁻¹ at 2.1 mbsf from Site U1552B). Site U1546D is characterized by a sill intrusion, but it had already reached thermal equilibrium and SRR were in the same range as nearby Site U1545C, which is minimally affected by sills. The wide temperature range observed at each drill site suggests major shifts in microbial community composition with very different temperature optima but awaits confirmation by molecular biological analyses. At the transition between the mesophilic and thermophilic range around 40°C–60°C, sulfate-reducing activity appears to be decreased, particularly in more oligotrophic settings, but shows a slight recovery at higher temperatures.



Nagakura T, Schubert F, Wagner D, Kallmeyer J, IODP Exp. 385 Shipboard Scientific Party 2023. Biological Sulfate Reduction in Deep Subseafloor Sediment of Guaymas Basin: *Frontiers in Microbiology*, 13: 845250, doi: 10.3389/fmicb.2022.845250



1/junio

Inversión por recristalización simulada del campo vectorial-tensorial gravitacional para la exploración de yacimientos subsalinos.

Rodrigo Negrete Juárez

15/junio

Deconvolución de Euler y Espectro radial: exploración de soluciones por ventanas y criterios de selección de fuentes.

Nohemí Elbeth Pérez Hernández

22/junio

Detección de riesgos someros estructurales en el Complejo Cantarell con atributos sísmicos.

Karina Daffné Piña González

27/julio

Análisis de núcleos de la secuencia carbonatada Cretácica, pozo Yaxcopoil-1, Chicxulub.

Pablo Sánchez Solís

10/agosto

Inversión de perfiles gravimétricos: algoritmo de Talwani y algoritmos genéticos.

Carlos Alfonso Rosales Armendáriz

24/agosto

Inversión 3D del campo gravimétrico: operadores de realce de bordes como función de costo vs inversión tensorial.

Axel Xavier Lara Omaña

7/septiembre

Corrección NMO para eventos hiperbólicos y no hiperbólicos libre de efecto stretch.

Alberto Rivera Magaña

21/septiembre

Interpretación de datos sísmicos: lógica, difusa y técnicas de procesamiento de imágenes.

Elisa López Cruz

5/octubre

Análisis espectral del campo magnético y gravimétrico para la estimación de profundidades a partir del espectro radial y la deconvolución de Euler.

Leonel Gerardo Velázquez García

19/octubre

Propagación de ondas en medios bifásicos sólido- fluido: esquema pseudo espectral y diferencias finitas.

Omar Alejandro Aguilar Sánchez

9/noviembre

Caracterización y comparación de propiedades magnéticas de rocas del magmatismo intraplaca Pliocuaternario entre los campos volcánicos: Moctezuma, Camargo y Las Esperanzas-Las Coloradas- Ocampo, Norte de México.

Leonardo de Santiago de León Figueroa

23/noviembre

Inversión gravimétrica-magnética por recristalización simulada del volcán Xico.

Yosal Amilania Correa López

7/diciembre

IICEAC Chicxulub - Nuevos métodos, proyectos y perspectivas.

Jaime Urrutia Fucugachi



12:00 h




<https://cuaiweed-unam.zoom.us/j/86784567366?pwd=MUQ0WVY2V1VxeGtqWFNMR3dFYnYvUT09>

ID de reunión: 867 8456 7366 Código de acceso: 673609

Seminarios de Investigación Chicxulub 2022

Seminarios


INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y ESTUDIOS AVANZADOS CHICXULUB

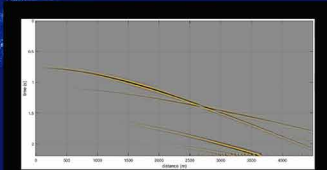
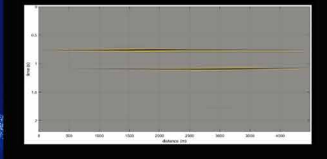
SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN
CHICXULUB 2022

Corrección NMO para eventos hiperbólicos y no hiperbólicos libre de efecto stretch

La corrección Normal Moveout (NMO) es un proceso esencial en el flujo de procesamiento de datos sísmicos de reflexión previo a realizar el apilamiento, su objetivo es llevar los eventos de reflexión del CMP gather a un hipotético offset cero a partir de una función de velocidades.

Esta corrección es de tipo dinámica, ya que es aplicado un distinto time shift a cada evento de reflexión, teniendo time shifts mayores en offsets lejanos y eventos someros. Esto da lugar al efecto de stretch, que, como su nombre lo dice, estira al evento una vez aplicada la corrección NMO.

En este trabajo se propone un algoritmo el cual conceptualiza a la velocidad NMO de forma distinta trayendo como principal ventaja la eliminación del efecto de stretch en offsets lejanos.






Imparte:
Alberto Rivera Magaña


7 septiembre/2022
12:00 h

Transmisión en vivo

<https://cuaiieed-unam.zoom.us/j/85123871600?pwd=c1d3ZUYandSSIFOUVpooEhVblidsQT09>
ID de reunión: 851 2387 1600 Código de acceso: 701260


Parque Científico y Tecnológico de Yucatán
 Carretera Sierra Papacal km. 5
 CP 97302 Sierra Papacal, Mérida, Yucatán
<https://pcty.com.mx/>
<https://www.caterchicxulub.com.mx/>


SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN SUPERIOR 2018 - 2024


Chicxulub
 SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN SUPERIOR 2018 - 2024


INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y ESTUDIOS AVANZADOS CHICXULUB

SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN
CHICXULUB 2022

Propagación de ondas en medios bifásicos sólido-fluido: esquema pseudo espectral y diferencias finitas

El estudio y análisis de la propagación de las ondas en un medio bifásico (sólido-fluido) es de gran importancia en la industria petrolera e ingenieril, ya que, con base a los registros que se obtienen de la respuesta de la propagación de las ondas en un medio elástico, es posible investigar muchas de las propiedades de la formación.

Con el modelado es posible crear diferentes escenarios para después compararlos con el registro observado, lo que permite al analista deducir las principales características del medio.

El método pseudo espectral que se emplea utiliza un esquema central de diferencias finitas de primer orden (enfoque poderoso y muy popular para modelar estos problemas) pero las derivadas con respecto al tiempo.

El esquema es óptimo gracias al uso de la malla escalonada, además, en la formulación las ecuaciones gobernantes están en términos de velocidades y tensiones.




Imparte:
Omar Alejandro Aguilar Sánchez

19 octubre/2022
12:00 h

Transmisión en vivo

<https://cuaiieed-unam.zoom.us/j/85123871600?pwd=c1d3ZUYandSSIFOUVpooEhVblidsQT09>
ID de reunión: 851 2387 1600 Código de acceso: 701260


Parque Científico y Tecnológico de Yucatán
 Carretera Sierra Papacal km. 5
 CP 97302 Sierra Papacal, Mérida, Yucatán
<https://pcty.com.mx/>
<https://www.caterchicxulub.com.mx/>


SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN SUPERIOR 2018 - 2024


Chicxulub
 SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN SUPERIOR 2018 - 2024

Imagen: USGS

Revista Ingeniería Petrolera

<https://www.aipmac.org.mx/>

<https://www.aipmac.org.mx/editorial/revista-ingenieria-petrolera/ediciones-2022/>



Asociación de Ingenieros
Petroleros de México, A. C.

REVISTA INGENIERÍA PETROLERA 2022, 62(5)
septiembre-octubre

Ingeniería
Petrolera



SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2022, VOL. 62, NÚM. 5



www.aipmac.org.mx/editorial/

268-284

Mejores prácticas en la aplicación de productos oxidantes de polímero

Ángel Salazar Munive, Everardo Hernández del Ángel, Omar Villaseñor Chávez, Gustavo Ulises Cruz Paz

285-299

Metodología para la identificación de “sweet spots” y jerarquización de oportunidades de explotación en yacimientos maduros de baja permeabilidad

Oscar Pérez Velázquez, Fernando Samaniego Verduzco, Agustín P. Galindo Nava, Oscar Candia Gutiérrez, Oscar Osorio Peralta

300-318

Hacia una predicción mejorada de la permeabilidad I. Generalización de los modelos porosos Kozeny-Carman-Civan

Luis Ahindel Castellanos Bassoult, Daniel Alejandro Pineda Flores, Rubén Charles Fiorenzani

319-337

Perforación no convencional para pozo esbelto en formaciones de alto gradiente

Juan Manuel Ham Macosay, Jorge Enrique Paredes Enciso

Consortio Universidades por por la Ciencia



Universidades por la Ciencia conferencias



Noticias

CICLO DE CONFERENCIAS | CONSORCIO UNIVERSIDADES POR LA CIENCIA
AÑO INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE

SISTEMA SOLAR
ANDES
 1. UNAM
 2. Urrutia y Dra. Araxi Urrutia
MARTES 27 DE SEPTIEMBRE DE 2022, 12 H CENTRAL TIME MEXICO
www.youtube.com/user/FUNDUNAM www.funam.mx

CICLO DE CONFERENCIAS | CONSORCIO UNIVERSIDADES POR LA CIENCIA
AÑO INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE

LA INCREÍBLE DIVERSIDAD DE LOS INSECTOS
DR. ALEJANDRO CÓRDOBA AGUILAR
 Instituto de Ecología, UNAM
 Coordinan: Lic. Dionisio A. Meade, Dr. Jaime Urrutia y Dra. Araxi Urrutia
MARTES 13 DE SEPTIEMBRE DE 2022, 12:00 HORAS, TIEMPO CENTRO DE MEXICO
www.facebook.com/fundacion.unam.mx www.youtube.com/user/FUNDUNAM www.funam.mx

CICLO DE CONFERENCIAS | CONSORCIO UNIVERSIDADES POR LA CIENCIA
AÑO INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE

EL ENTORNO MUNDIAL Y DESARROLLO DE LA MEDICINA DURANTE 50 AÑOS
DR. JUAN W. ZINSER
 Instituto Nacional de Cancerología
 Coordinan: Lic. Dionisio A. Meade, Dr. Jaime Urrutia y Dra. Araxi Urrutia
MARTES 20 DE SEPTIEMBRE DE 2022, 12 H CENTRAL TIME MEXICO
www.facebook.com/fundacion.unam.mx www.youtube.com/user/FUNDUNAM www.funam.mx

CICLO DE CONFERENCIAS | CONSORCIO UNIVERSIDADES POR LA CIENCIA
AÑO INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE

NEW COSMIC MESSENGERS AND THEIR MESSAGES
PROFESSOR ANGELA V. OLINTO
 University of Chicago
 Coordinate: Lic. Dionisio A. Meade, Dr. Jaime Urrutia and Dra. Araxi Urrutia
WEDNESDAY SEPTEMBER 27, 2022, 12 H CENTRAL TIME MEXICO
www.youtube.com/user/FUNDUNAM www.funam.mx

Universidades por la Ciencia conferencias



Noticias

CICLO DE CONFERENCIAS | CONSORCIO UNIVERSIDADES POR LA CIENCIA

AÑO INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE

HACKEO DE RECUERDOS: NEUROBIOLOGÍA DE ACTUALIZACIÓN DE LA MEMORIA

DR. FEDERICO BERMÚDEZ RATTONI
 Instituto de Fisiología Celular, UNAM

Coordinan: Lic. Dionisio A. Meade, Dr. Jaime Urrutia y Dra. Araxi Urrutia

MARTES 25 DE OCTUBRE DE 2022, 12:00 HORAS TIEMPO CENTRO DE MÉXICO

Transmisión en línea: www.facebook.com/fundacion.unam.mx www.youtube.com/user/FUNDUNAM www.funam.mx

CICLO DE CONFERENCIAS | CONSORCIO UNIVERSIDADES POR LA CIENCIA

AÑO INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE

NO TODO ES POR EL BIEN COMÚN: CÓMO EL CONFLICTO HA INFLUIDO LA EVOLUCIÓN DE LA VIVIPARIDAD

DR. CONSTANTINO MACÍAS
 Instituto de Ecología, UNAM y Sede UNAM Canadá

Coordinan: Lic. Dionisio A. Meade, Dr. Jaime Urrutia y Dra. Araxi Urrutia

MARTES 25 DE OCTUBRE DE 2022, 12:00 HORAS TIEMPO CENTRO DE MÉXICO

Transmisión por: www.facebook.com/fundacion.unam.mx www.youtube.com/user/FUNDUNAM www.funam.mx

CICLO UNIVERSIDADES POR LA CIENCIA

AÑO INTERNACIONAL DE CIENCIAS BÁSICAS EN DESARROLLO SOSTENIBLE

DÍA INTERNACIONAL DE LA GEODIVERSIDAD

Coordina:
Jaime Urrutia Fucugauchi
 Miembro de El Colegio Nacional

Participan:
Araceli Rodríguez
 Fundación UNAM
Araxi Urrutia Odabachian
 Instituto de Ecología - UNAM

Participan:
INTRODUCCIÓN
Dionisio Meade
 Fundación UNAM

GEODIVERSIDAD
Iain Stewart
 British Academy & Jordan's Royal Scientific Society

GEODIVERSIDAD: OCEANOS
Ligia Pérez Cruz
 Instituto de Geofísica-UNAM
 AGU International Secretary

GEODIVERSIDAD: CONTINENTES
Jaime Urrutia Fucugauchi

Jueves 6 de octubre de 2022 • 12:00 p. m. (hora CDMX)

ACTIVIDAD VIRTUAL GRATUITA
 Transmisión en línea coln.mx

CollegioNacional.mx | [ecolegionacional.mx](https://www.ecolegionacional.mx) | @ColegioNal_mx | [ecolegionacional](https://www.ecolegionacional.org)

EL COLEGIO NACIONAL

CICLO DE CONFERENCIAS | CONSORCIO UNIVERSIDADES POR LA CIENCIA

INTERNATIONAL YEAR OF BASIC SCIENCE IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ADVANCES IN TECHNOLOGY AND DIGITIZATION FOR THE DEVELOPMENT OF PHARMACEUTICALS

PROFESSOR BERNARDO CASTRO DOMINGUEZ
 University of Bath, UK

Coordinate: Lic. Dionisio A. Meade, Dr. Jaime Urrutia and Dra. Araxi Urrutia

TUESDAY OCTOBER 18, 2022, 12 H CENTRAL TIME MEXICO

Live streaming: www.facebook.com/fundacion.unam.mx www.youtube.com/user/FUNDUNAM www.funam.mx





El Colegio Nacional



Universidades por la Ciencia documentales

Noticias

UNAM **tv-unam**

NUESTRA NUEVA REALIDAD
Jueves de Ciencia

29 de septiembre | 15:00 horas.
Transmisión por:

tv-unam
201 de televisión abierta | IZZI 20 |
Totalplay 020 | Megacable 120 | Sky 120

Con la presencia de:
Lic. Dionisio A. Meade
Lic. Araceli Rodríguez
Dr. Jaime Urrutia
Dra. Araxi Urrutia

LA GENIALIDAD DE LA NATURALEZA
SENSORES
Dirigido por John Capener

DOCUMENTAL COMENTADO EN VIVO POR EXPERTOS

www.facebook.com/fundacion-unam.mx
www.youtube.com/user/FUNDUNAM
www.funam.mx

UNAM **tv-unam**

NUESTRA NUEVA REALIDAD
Jueves de Ciencia

8 de septiembre | 15:00 horas.
Transmisión por:

tv-unam
201 de televisión abierta | IZZI 20 |
Totalplay 020 | Megacable 120 | Sky 120

Con la presencia de:
Lic. Dionisio A. Meade
Lic. Araceli Rodríguez
Dr. Jaime Urrutia
Dra. Araxi Urrutia

CAZANDO LOS ELEMENTOS I
Conducido por David Pogue

www.facebook.com/fundacion-unam.mx
www.youtube.com/user/FUNDUNAM
www.funam.mx

UNAM **tv-unam**

NUESTRA NUEVA REALIDAD
Jueves de Ciencia

DOCUMENTAL COMENTADO EN VIVO POR EXPERTOS

CAZANDO LOS ELEMENTOS II
Conducido por David Pogue

Diálogo con expertos:
Dr. Juan Pablo Bernal Uruchurtu
Dr. Luis Demetrio Miranda

Con la presencia de:
Lic. Dionisio A. Meade, Lic. Araceli Rodríguez,
Dr. Jaime Urrutia, Dra. Araxi Urrutia

22 de septiembre | 15:00 horas.
Transmisión por:

tv-unam
201 de televisión abierta | IZZI 20 |
Totalplay 020 | Megacable 120 | Sky 120

www.facebook.com/fundacion-unam.mx
www.youtube.com/user/FUNDUNAM
www.funam.mx

UNAM **tv-unam**

NUESTRA NUEVA REALIDAD
Jueves de Ciencia

1 de septiembre | 15:00 horas.
Transmisión por:

**VEHÍCULOS LUNARES
EL ROVER LUNAR**
Documental dirigido por Duncan Copp

Diálogo con expertos:
Dra. Julieta Fierro
Dr. Alberto Flandes

www.facebook.com/fundacion-unam.mx
www.youtube.com/user/FUNDUNAM
www.funam.mx



El Colegio Nacional

Universidades por la Ciencia documentales

Noticias

NUESTRA NUEVA REALIDAD
Jueves de Ciencia
6 de octubre | 15:00 horas.
Transmisión por:
tv-unam
201 de televisión abierta | IZZI 20 | Totalplay 020 | Megacable 120 | Sky 120
Con la presencia de:
Lic. Dionisio A. Meade
Lic. Araceli Rodríguez
Dr. Jaime Urrutia
Dra. Araxi Urrutia
Dirigido por John Capener

NUESTRA NUEVA REALIDAD
Jueves de Ciencia
13 de octubre | 15:00 horas.
Transmisión por:
tv-unam
201 de televisión abierta | IZZI 20 | Totalplay 020 | Megacable 120 | Sky 120
Con la presencia de:
Lic. Dionisio A. Meade
Lic. Araceli Rodríguez
Dr. Jaime Urrutia
Dra. Araxi Urrutia
Dirigido por John Capener

NUESTRA NUEVA REALIDAD
Jueves de Ciencia
20 de octubre | 15:00 horas.
Transmisión por:
tv-unam
201 de televisión abierta | IZZI 20 | Totalplay 020 | Megacable 120 | Sky 120
Con la presencia de:
Lic. Dionisio A. Meade
Lic. Araceli Rodríguez
Dr. Jaime Urrutia
Dra. Araxi Urrutia
Dirigido por Georg Madeja

NUESTRA NUEVA REALIDAD
Jueves de Ciencia
27 de octubre | 15:00 horas.
Transmisión por:
tv-unam
201 de televisión abierta | IZZI 20 | Totalplay 020 | Megacable 120 | Sky 120
De Helmut Gürtl
Comentado por: Dr. Adolfo Martínez Palomo
Con la presencia de:
Lic. Dionisio A. Meade, Lic. Araceli Rodríguez,
Dr. Jaime Urrutia, Dra. Araxi Urrutia
Dirigido por Helmut Gürtl

Día internacional de la geodiversidad

“El Día Internacional de la Geodiversidad es una oportunidad para recordarle a la gente la importancia de las rocas debajo de sus pies, pero más que eso, las señales de la Geociencia y cómo se relacionan con las personas”, expuso el geólogo escocés Iain Stewart, al participar en la mesa Día Internacional de la Geodiversidad, transmitida en vivo el 6 de octubre por las plataformas digitales de El Colegio Nacional.

La sesión también contó con la participación de la oceanógrafa Ligia Pérez Cruz, secretaria internacional de la unión Geofísica Americana coordinado por el colegiado Jaime Urrutia Fucugauchi; Dionisio Meade Gracia y Araceli Rodríguez de Fernández, de Fundación UNAM; y Araxi Urrutia, de la Universidad Nacional Autónoma de México. y formó parte del ciclo Universidades por la ciencia. Año Internacional de Ciencia Básica en Desarrollo Sostenible

El miembro del panel científico de la UNESCO y profesor de Comunicación en Geociencias en la Universidad de Plymouth, recordó que ha estado interesado en el estudio de las ciencias de la Tierra y en cómo éstas se venden al público y a los formuladores de políticas para explicar de forma clara lo que significa la geología. Comentó que el enfoque común de los acuerdos climáticos impulsados por la Organización de las Naciones Unidas con visión prospectiva al 2030, es que se centran en las personas que se verán afectadas por el cambio climático, los desastres naturales o la vida insostenible.

“Ellos deben estar en el centro de nuestras discusiones. Eso realmente significa un nuevo contrato entre ciencia y sociedad, algo que las Ciencias de la Tierra deben tener en cuenta. Los geocientíficos tienen contribuciones importantes que hacer sobre la infraestructura de las ciudades modernas, las energías limpias, la falta de agua, los volcanes, los terremotos y los deslizamientos de la tierra”.

“Deberíamos impulsar que la Geociencia esté en el corazón de la Tierra cuidando el planeta”, afirmó el líder del Programa Internacional de Geociencias de la UNESCO, quien también recordó que las Ciencias de la Tierra conocen la importancia de la diversidad y pueden ayudar en los mayores desafíos que enfrenta el planeta.

Sin embargo, a pesar de su importancia en temas como la situación crítica del agua, la seguridad alimen-

CICLO UNIVERSIDADES POR LA CIENCIA
AÑO INTERNACIONAL DE CIENCIAS BÁSICAS EN DESARROLLO SOSTENIBLE

DÍA INTERNACIONAL DE LA GEODIVERSIDAD

Jueves 6 de octubre de 2022 - 12:00 p. m.
(hora CDMX)

Coordina:
Jaime Urrutia Fucugauchi
Miembro de El Colegio Nacional

Participan:
Araceli Rodríguez
Fundación UNAM
Araxi Urrutia Odabachian
Instituto de Ecología - UNAM

Participan:
INTRODUCCIÓN
Dionisio Meade
Fundación UNAM

GEODIVERSIDAD
Iain Stewart
British Academy & Jordan's Royal Scientific Society

GEODIVERSIDAD: OCEANOS
Ligia Pérez Cruz
Instituto de Geofísica-UNAM
AGU International Secretary

GEODIVERSIDAD: CONTINENTES
Jaime Urrutia Fucugauchi

ACTIVIDAD VIRTUAL GRATUITA
Transmisión en línea colnal.mx

Logos: UNAM, IICEAC, Chicxulub, IBSSD 2022

Redes sociales: CollegioNacional.mx, [elcolegionacionalmx](https://www.facebook.com/elcolegionacionalmx), [@CollegioNal_mx](https://www.instagram.com/CollegioNal_mx), [elcolegionacional](https://www.linkedin.com/company/elcolegionacional)

EL COLEGIO NACIONAL

taria, la salud y la extracción de minerales, el mundo del subsuelo no es un tema con el que la población y los tomadores de decisiones estén familiarizados, enfatizó el especialista.

Por su parte, Ligia Pérez Cruz, investigadora del Instituto de Geofísica de la UNAM, habló de la geodiversidad desde la perspectiva de los océanos. Explicó que las 17 metas de desarrollo sostenible que se ha planteado la UNESCO, ayudan a entender por qué es tan importante el tema. En palabras de la especialista, la geodiversidad se relaciona con todos los objetivos 2030, pero particularmente con el segundo, que se refiere a cero hambre, y el octavo, que hace referencia a tener un trabajo decente en un crecimiento económico sostenible.

Lo anterior cobra sentido “cuando vemos que la alteración y erosión natural de las rocas juegan un papel importante para la formación de suelos y de esto dependen los productos. Los suelos también están relacionados con el clima”, puntualizó la oceanógrafa.

En el caso de las energías limpias, las rocas juegan un papel importante en los sedimentos de agua que pudieran estar contaminados y en el desarrollo económico. “Sirven para que las aguas que tomamos de los acuíferos sean sanas”. Además, “los mares nos proporcionan una gran cantidad de metales que pueden ser explotados”.

La experta en paleoclimas y paleoceanografía comentó y exploración comentó que las Ciencias de la Tierra también se vinculan con el cambio climático, descrito en la meta 13 de la Agenda 2030. “La ciencia basada en la geodiversidad contribuye a comprender los cambios climáticos del pasado, entender cómo puede cambiar el clima en el futuro y generar mejores acciones para la mitigación o adaptación más efectiva. El océano es el principal termorregulador del planeta, son las cuencas oceánicas las que secuestran la mayor cantidad de dióxido de carbono, uno de los gases de efecto invernadero más tóxicos”.

Puntualizó que todo lo que se tiene en el mar juega un papel importante en la calidad de vida de los seres humanos y en su evolución, a través del tiempo. “La geodiversidad del mar profundo no es tan fácil de observar. La forma, la estructura y la composición de estos sedimentos en el fondo marino dan información de aspectos relacionados con la velocidad y dirección de las corrientes actuales y pasadas”.

Por ejemplo, el Golfo de California es la cuenca oceánica marginal más joven del planeta y en el piso oceánico tiene grabada la señal climática de miles de años. En el caso del cráter Chicxulub, “este lugar ha dado información sobre la evolución del planeta. La vida y las rocas que lo conforman son parte de un patrimonio de la geodiversidad de México”, finalizó.

Al tomar la palabra, el colegiado Jaime Urrutia Fucugauchi comentó que los procesos del sistema climático dependen de la fuente de energía, que es el Sol, y estudiarlos requiere de las Geociencias. “Esto ha sido la constante desde el origen del sistema planetario y estos procesos son los que han moldeado la vida en el planeta”. Describió que existen varios escenarios en la Tierra y lo que se observa en las primeras rocas que

se preservan es que los océanos han estado de forma invariable a lo largo de la evolución.

“En los océanos se origina la vida y los cambios están asociados con los cambios geológicos. Los últimos 540 millones de años representan el 12% de la historia del planeta, la mayor parte del tiempo, el 88% es lo que se conoce como el precámbrico en donde teníamos organismos unicelulares y durante este largo periodo se dieron los cambios importantes con el origen de la vida, con el origen de los océanos, con la formación de la composición de la atmósfera y después se dio la separación de los continentes”, detalló.

Agregó que con el análisis del registro fósil se puede observar que cuando los continentes estaban unidos contaban con corredores terrestres y en el momento que se separaron, se rompieron estas conexiones y los organismos se adaptaron. “A lo largo del tiempo, nuestra dependencia ha sido la que ha moldeado a la evolución de la vida conforme las condiciones geológicas en el planeta. Las sociedades, a pesar de que viven aisladas en las grandes urbes, tienen una fuerte conexión que se puede observar en el clima, los sismos y los recursos minerales y energéticos, esto es parte de lo que constituye la geodiversidad y su papel en el sustento de la biodiversidad y de la especie”, con-



Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior

Mtro. Mauricio Cámara Leal

Dirección General de Investigación e Innovación

Mtro. Gerardo Vela Monforte



Parque Científico y Tecnológico de Yucatán

Parque Científico Tecnológico de Yucatán

Mtra. Vanessa Burgos Alonso



Instituto de Investigación Científica y Estudios Avanzados Chicxulub

Jaime Urrutia Fucugauchi

Ligia Pérez Cruz

IICEAC

Divisiones de Investigación, Laboratorios y Museo de Ciencias

Yoaly Amilania Correa López

Liliana Judith Cruz Cruz

Daniela Montejó Ocaña

Rodrigo Negrete Juárez

Carlos Ortiz Alemán

Daffne Karina Piña González

Pablo Sánchez Solís

Araxi Urrutia Odabachian

Leonel Velázquez García

Julián Zapotitla Román

El Instituto de Investigación Científica y Estudios Avanzados Chicxulub - IICEAC es una dependencia descentralizada de la Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior (SIIES) del Estado de Yucatán. El IICEAC tiene entre sus objetivos realizar investigación, divulgación científica y formación de recursos especializados en ciencias de la Tierra, planetarias y biológicas.

El IICEAC está localizado en el Parque Científico y Tecnológico de Yucatán y cuenta con un conjunto de laboratorios, una Litoteca y el Museo de Ciencias Chicxulub. Las actividades del IICEAC están dirigidas a contribuir y ampliar los programas y capacidades de investigación científica y educación superior. El IICEAC realiza investigaciones inter- y multidisciplinarias en ciencias físico-matemáticas, naturales e ingenierías, permitiendo ampliar las capacidades en investigación, innovación y formación de recursos humanos de alto nivel, con una estructura que incorpora una planta técnica y un programa de académicos visitantes.

Los programas de investigación Chicxulub comprenden un amplio espectro multidisciplinario, que incluye estudios en la península de Yucatán y Golfo de México. Estas capacidades dan sustento a la propuesta de creación del IICEAC y forman una base sólida para un rápido desarrollo. Los programas de investigación y construcción de los laboratorios forman parte de la colaboración institucional con las instituciones de investigación y educación superior, en particular con la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma de Yucatán, en el marco de los programas de cooperación nacional e internacional, los planes de desarrollo peninsular y el sistema de investigación e innovación SIIDETÉY. Cuenta con instalaciones y laboratorios en el Parque Científico y Tecnológico que incluyen la Litoteca Chicxulub, seis laboratorios y el Museo de Ciencias Chicxulub.

Las investigaciones abarcan proyectos de exploración geofísica, geológica, ciencias planetarias, paleontológicas y de perforaciones. Los proyectos cuentan con financiamiento externo dentro de programas internacionales de cooperación, que agrupan investigadores y estudiantes de distintos países. En la fase inicial se realizan estudios de geofísica, geología, ciencias planetarias, paleobiología, paleoceanografía y desarrollo tecnológico.





● Sedero Jurásico

Gaceta CHICXULUB

Publicación bi-mensual
Instituto de Investigación Científica
y Estudios Avanzados Chicxulub
Consejo Editorial

Jaime Urrutia Fucugauchi
Ligia Pérez Cruz
Araxi Urrutia Odabachian
Vanessa Burgos Alonso
Raúl Godoy Montañez

 **IICEAC** | INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y
ESTUDIOS AVANZADOS CHICXULUB

 **Parque Científico y
Tecnológico de Yucatán**

PARQUE CIENTÍFICO Y
TECNOLÓGICO DE YUCATÁN,
Carretera Mérida-Sierra Papacal km 5, C.P. 97302,
Mérida, Yucatán, México
<http://www.craterchicxulub.com.mx/en>,
<http://pcty.com.mx/>



**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN
SUPERIOR**
Calle 8, No. 347, San Esteban, 97149
Mérida, Yucatán, México
<https://siies.yucatan.gob.mx/>