

Número especial: El antropoceno: Evidencias modernas y fósiles de la influencia humana en sistemas naturales



# Boletín

---

de la Sociedad Geológica Mexicana



2018

Volumen 70 Número 1

ISSN 1405-3322

# Boletín

## de la Sociedad Geológica Mexicana

<http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm>

ISSN 1405-3322

Cuarta Época (2005-actualidad)

Entidad de edición: *Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.*

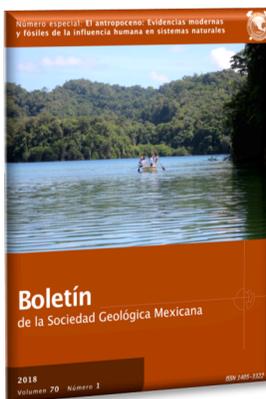
Revista incluida en: *Science Citation Index-Expanded* • *Web of Science* • *Current Contents / Physical, Chemical and Earth Sciences* • *ISI Alerting Service* • *SciELO Citation Index* • *Scopus* • *Scientific Electronic Library Online (SciELO)* • *Índice Mexicano de Revistas Científicas (IMRC)* • *EBSCOhost* • *JSTOR* • *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (REDALYC)* • *Ulrich's* • *GeoRef* • *Latindex* • *SCLImago* • *Periódica* • *Directory of Open Access Journals (DOAJ)* • *Dialnet* • *Zoological Record* • *UPCommons* • *Open J-Gate* • *Geoscience e-Journals*

### DEFINICIÓN DE LA REVISTA

El *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* es una revista científica con arbitraje estricto publicada cuatrimestralmente, y de carácter electrónico de acceso abierto y gratuito. En éste se publican artículos y notas cortas o técnicas que tienen como principal propósito contribuir a la comprensión de la geología de México, sus áreas vecinas, y de áreas geológicamente similares en cualquier lugar de la corteza terrestre. Por un lado, México es tierra de volcanes, sismos, recursos minerales y energéticos (petróleo, gas y geotermia); por otro lado, presenta precarios recursos hidrológicos, problemas ambientales y riesgos geológicos de diversa índole. Así, tales tópicos son de alto interés para nuestros lectores, el *Boletín*, nuestra Sociedad, y la sociedad en general. Sin embargo, la Geología no se rige en base a fronteras artificiales y, por consiguiente, el *Boletín* está abierto a cualquier área geográfica y a cualquier disciplina relacionada con las Ciencias de la Tierra.

Las lenguas de trabajo del *Boletín* son el español y el inglés, favoreciéndose la publicación de trabajos con temáticas de alcance local a semi-regional, con una orientación preferencial hacia temas de Ciencia Aplicada, de corte técnico, o dedicados a nuevas metodologías o a sus mejoras. Sin embargo, ello no excluye la publicación de trabajos de Ciencia Básica o con orientaciones temáticas de otros tipos, pues el *Boletín* es una revista generalista e inclusiva.

El *Boletín* ha sido publicado desde 1904, por lo que es una de las revistas científicas más antiguas actualmente activas en México y su contenido, desde el primer ejemplar, está enteramente disponible en línea.



**En portada:** Lago en el Área de Protección de Flora y Fauna Nahá-Metzabok, Chiapas.  
**Foto:** Susana Velásquez Franco.

**Front page:** Lake in the Nahá-Metzabok Preservation Area for Flora and Fauna, Chiapas.

**Picture:** Susana Velásquez Franco.

### EDITOR EN JEFE — EDITOR-IN-CHIEF

Antoni **Camprubí** Instituto de Geología, UNAM (México)

### EDITORES ASOCIADOS — ASSOCIATED EDITORS

Susana A. **Alaniz Álvarez** Centro de Geociencias, UNAM (México)  
Juan P. **Bernal Uruchurtu** Centro de Geociencias, UNAM (México)  
Eduardo **Cañón Tapia** Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (México)  
Elena **Centeno García** Instituto de Geología, UNAM (México)  
Avto **Gogichaishvili** Instituto de Geofísica, UNAM (México)  
M. Carmen **Gutiérrez Castorena** Colegio de Postgraduados (México)  
Arturo **Iglesias Mendoza** Instituto de Geofísica, UNAM (México)  
Diana **Meza Figueroa** Universidad de Sonora (México)  
Francisco J. **Vega** Instituto de Geología, UNAM (México)

### COMITÉ EDITORIAL — EDITORIAL ADVISORY BOARD

Federico **Agnolin** Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (Argentina)  
Ali **Bahrami** University of Isfahan (Irán)  
J. Rafael **Barboza Gudiño** Universidad Autónoma de San Luis Potosí (México)  
Cathy J. **Busby** University of California, Santa Barbara (E.U.A.)  
Laura **Calvillo Canadell** Instituto de Biología, UNAM (México)  
Dioni I. **Cendón** Australian Nuclear Science and Technology Organisation (Australia)  
Sylvain **Charbonnier** Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (Francia)  
Alexander **Correa Metro** Instituto de Geología, UNAM (México)  
Fidel **Costa** Nanyang Technological University (Singapur)  
Elisa **Fitz Díaz** Instituto de Geología, UNAM (México)  
M. Alejandra **Gandolfo-Nixon** Cornell University (E.U.A.)  
Alessandro **Garassino** Museo Civico di Storia Naturale di Milano (Italia)  
Silvia R. **García Benítez** Instituto de Ingeniería, UNAM (México)  
Antonio **García-Casco** Universidad de Granada (España)  
Javier **García-Guinea** Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC (España)  
Graciela **Herrera Zamarrón** Instituto de Geofísica, UNAM (México)  
Alexander **Iriondo** Centro de Geociencias, UNAM (México)  
Eduardo **Jiménez Hidalgo** Universidad del Mar (México)  
Pavel V. **Krasilnikov** Lomonosov Moscow State University (Rusia)  
Denis **Legrand** Instituto de Geofísica, UNAM (México)  
Elena **Lounejeva** University of Tasmania (Australia)  
Luis **Martínez** Université de Strasbourg (Francia)  
Renée J. **Pérez** GeoChemical Research and Engineering, Inc. (Canadá)  
Laura P. **Perucca** Universidad Nacional de San Juan (Argentina)  
Gabriela **Pineda-Salgado** Universidad Nacional de La Plata (Argentina)  
Joaquín A. **Proenza** Universitat de Barcelona (España)  
Sergio R. **Rodríguez Elizarrarás** Instituto de Geología, UNAM (México)  
Gilberto **Silva Romo** Facultad de Ingeniería, UNAM (México)  
Carlos A. **Vargas Jiménez** Universidad Nacional de Colombia (Colombia)  
Lorenzo **Vázquez Selem** Instituto de Geografía, UNAM (México)  
Patrick **Zell** Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg (Alemania)

### EDICIÓN TÉCNICA Y PÁGINA WEB — TECHNICAL EDITION AND WEBSITE

Gerardo **Zenteno**, Sandra **Ramos Amézquita**, León F. **Álvarez Sánchez**

Tom **Musselman**, Myrna L. **Martínez Robles**, Barbara **Martiny**, Torrey **Nyborg**, Elizabeth **Chávez**, Griselda **Guerrero Márquez**, César F. **Aguiar Ramírez**, Óscar F. **Hernández Monzón**, Alexia **Molina Garduño**



## Volumen 70, número 1 (2018)

Número especial **El antropoceno: Evidencias modernas y fósiles de la influencia humana sobre sistemas naturales**

Editores invitados:  
Alexander Correa-Metrio, Dayenari Caballero-Rodríguez

## Volume 70, issue 1 (2018)

Special issue **The anthropocene: Modern and fossil evidence of human influence on natural systems**

Guest editors:  
Alexander Correa-Metrio, Dayenari Caballero-Rodríguez

### CONTENIDO CONTENT

- i **Preface: The Anthropocene: Modern and fossil evidence**  
Alexander **Correa-Metrio**, Dayenari **Caballero-Rodríguez**  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1p1>

### ARTÍCULOS ARTICLES

- 1 **Climate change and peopling of the Neotropics during the Pleistocene-Holocene transition**  
*Cambio climático y poblamiento del Neotrópico durante la transición Pleistoceno-Holoceno*  
Guillermo **Acosta**, Laura E. **Beramendi**, Galia **González**, Iran **Rivera**, Itzel **Eudave**, Elisa **Hernández**, Serafín **Sánchez**, Pedro **Morales**, Edith **Cienfuegos**, Francisco **Otero**  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a1>
- 21 **Soils as a source of raw materials for ancient ceramic production in the Maya region of Mexico: Micromorphological insight**  
*Los suelos como fuente de materia prima para la producción de cerámica antigua en la región Maya de México: aproximación micromorfológica*  
Héctor V. **Cabadas-Báez**, Sergey **Sedov**, Socorro del Pilar **Jiménez-Álvarez**, Daniel **Leonard**, Becket **Lailson-Tinoco**, Roberto **García-Moll**, Iliana Isabel **Ancona-Aragón**, María Lizeth **Hernández-Velázquez**  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a2>
- 49 **The Paleanthropocene of the Yucatán Peninsula: palynological evidence of environmental change**  
*El Paleantropoceno de la península de Yucatán: evidencias palinológicas de cambio ambiental*  
Gerald A. **Islebe**, Nuria **Torrescano-Valle**, Alejandro A. **Aragón-Moreno**, Alejandro A. **Vela-Peláez**, Mirna **Valdez-Hernández**  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a3>
- 61 **The human impact imprint on the modern pollen spectra of the Maya lands**  
*La impronta del impacto humano en el espectro polínico moderno de las tierras Mayas*  
Felipe **Franco-Gaviria**, Dayenari **Caballero-Rodríguez**, Alexander **Correa-Metrio**, Liseth **Pérez**, Antje **Schwalb**, Sergio **Cohuo**, Laura **Macario-Gonzalez**  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a4>
- 79 **Reconstruction of past climatic events using oxygen isotopes in *Washingtonia robusta* growing in three anthropic oases in Baja California Sur**  
*Reconstrucción de eventos climáticos del pasado mediante isotopía de oxígeno en *Washingtonia robusta* de tres oasis antrópicos en Baja California Sur*  
Andrea **Martínez-Ballesté**, Exequiel **Ezcurra**  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a5>
- 95 **Susceptibilidad del suelo al impacto humano: caso del herbicida atrazina**  
*Susceptibility of soil to human impact: case of the atrazine herbicide*  
Maricarmen **Salazar-Ledesma**, Lucy **Mora**, Bruno **Chávez**, Daniel **Gómez**, Olivia **Zamora**, Blanca **Prado**  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a6>
- 121 **Late Holocene environmental change in Lake Boquete and its watershed: human or natural causes?**  
*Cambio ambiental del Holoceno tardío en el lago Boquete y su vertiente: causas antrópicas o naturales?*  
Yunuén **Temoltzin-Loranca**, María Isabel **Velez**, Enrique **Moreno**, Jaime **Escobar**  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a7>



## Volumen 70, número 1 (2018)

Número especial **El antropoceno: Evidencias modernas y fósiles de la influencia humana sobre sistemas naturales**

Editores invitados:  
Alexander Correa-Metrio, Dayenari Caballero-Rodríguez

## Volume 70, issue 1 (2018)

Special issue **The anthropocene: Modern and fossil evidence of human influence on natural systems**

Guest editors:  
Alexander Correa-Metrio, Dayenari Caballero-Rodríguez

### CONTENIDO (continuación)

### CONTENT (continued)

- 133 **Colombian Caribbean mangrove dynamics: anthropogenic vs. environmental drivers**  
*Dinámica de los manglares del Caribe colombiano: agentes antropogénicos vs. ambientales*  
Ligia E. Urrego, Alexander Correa-Metrio, Catalina González-Arango  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a8>
- 147 **Paisaje cultural y evidencias estratigráficas del antropoceno en la Mixteca Alta, Oaxaca**  
*Cultural landscape and stratigraphical evidence of the anthropocene in the Mixteca Alta región, Oaxaca*  
Berenice Solís-Castillo, Gonzalo Fernández, Gabriel Vázquez-Castro, Gabriela García-Ayala, Gerardo Bocco, Mario Arturo Ortiz  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a9>
- 173 **Multiproxy response to climate- and human-driven changes in a remote lake of southern Patagonia (Laguna Las Vizcachas, Argentina) during the last 1.6 kyr**  
*Respuesta multimetodológica a cambios climatológicos y antrópicos en un lago remoto de la Patagonia meridional (laguna Las Vizcachas, Argentina) durante los últimos 1.6 ka*  
Flavia A. Quintana, Nora I. Maidana, Luciana Motta, Julieta Massaferró  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a10>

### ARTÍCULOS REGULARES REGULAR ARTICLES

- 187 **The rise of a novel, plankton-based marine ecosystem during the Mesozoic: a bottom-up model to explain new higher-tier invertebrate morphotypes**  
*El ascenso de un nuevo ecosistema marino basado en plácton durante el Mesozoico: un modelo de abajo a arriba para explicar nuevos morfotipos de invertebrados de nivel superior*  
René H.B. Fraaije, Barry W.M. van Bakel, John W.M. Jagt, Pedro Andrade Viegas  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a11>
- 201 **Una nueva localidad fosilífera en Oaxaca (México) y el registro más austral de *Bison latifrons*. Implicaciones paleobiogeográficas, paleoecológicas y paleoambientales**  
*A new fossiliferous site in Oaxaca (Mexico) and the southernmost record of *Bison latifrons*. Paleobiogeographic, paleoecologic and paleoenvironmental consequences*  
Roberto Díaz Sibaja, Eduardo Jiménez Hidalgo, Ma. Luisa García Zepeda  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a12>
- 223 **New records of Humiriaceae fossil fruits from the Oligocene and Early Miocene of the western Azuero Peninsula, Panama**  
*Nuevos registros de frutos fósiles de Humiriaceae del Oligoceno y Mioceno temprano del occidente de la península de Azuero, Panamá*  
Nicolas Pérez-Consuegra, Daniel E. Góngora, Fabiany Herrera, Carlos Jaramillo, Camilo Montes, Aura M. Cuervo-Gómez, Austin Hendy, Alejandro Machado, Damián Cárdenas, Germán Bayona  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a13>
- 241 **Concentraciones fosilíferas del Kimmeridgiano Superior en Mazapil, Zacatecas, México: Tafonomía e interpretación paleoambiental**  
*Fossil concentrations of the Upper Kimmeridgian in Mazapil, Zacatecas, Mexico: Taphonomy and paleoenvironmental interpretation*  
Irilitiana López-Caballero, Federico Olóriz, Ana Bertha Villaseñor Martínez  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a14>

# Boletín

de la Sociedad Geológica Mexicana



<http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm>

## DATOS DE LA REVISTA Y DEL PRESENTE NÚMERO



Título: **Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana**

ISSN (revista impresa): **1405-3322**

ISSN (revista electrónica): **En trámite**

Número de reserva de derechos al uso exclusivo del título: **04-2012-121911085000-203**

Tipo de publicación: **Periódica**

Periodicidad: **Cuatrimstral**

Número de publicación: **Volumen 70 Número 1**

Fecha de publicación: **Abril de 2018**

Año de inicio de la publicación: **1904**

Materia de la publicación: **550 (Ciencias de la Tierra)**

Editada por: **Sociedad Geológica Mexicana e Instituto de Geología de la UNAM**

Domicilio: **Instituto de Geología, UNAM, Ciudad Universitaria,  
04360 Coyoacán, Cd.Mx. (México)**

Tiraje: **No aplica**

Tipo de impresión: **No aplica**

Gramaje: **No aplica**

Tipo de papel: **No aplica**

**DR © Sociedad Geológica Mexicana**

**Hecho en México**



## DECLARATORIAS

### Declaratoria de Acceso Abierto

El Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana se compromete a proveer acceso abierto auténtico e inmediato a sus contenidos para la labor académica. Todo el material publicado por el BSGM está libremente disponible de inmediato a partir de su fecha de publicación. No existe cargo alguno a los autores antes de la publicación ni en ningún otro momento, ni cargo alguno a los lectores para descargar el material publicado en el BSGM para fines académicos. Por lo tanto, el funcionamiento del BSGM bajo los modelos de acceso abierto Oro o Verde, sino que el acceso a sus contenidos es libre en todo momento y sin restricciones. Para tal fin, el BSGM depende del apoyo financiero proporcionado por el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, la buena voluntad de todo su equipo editorial y comité editorial, y el apoyo continuo de su padrón de revisores expertos.

### Creative Commons Licence CC-BY-NC-ND

El Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana se adhiere a, y sigue las líneas de la organización Creative Commons.

Usted está en libertad de:

- Compartir— copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
- El tenedor de la licencia no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia.

Bajo los siguientes términos:

- Atribución — Usted debe dar el crédito apropiado, proveer un vínculo a la licencia, e indicar si se hicieron cambios. Lo puede hacer en cualquier manera razonable, pero no en cualquier forma que sugiera que el tenedor de la licencia avale a usted o el uso que hace.
- No-Comercial — Usted no puede usar el material para propósitos comerciales.
- Sin Derivados — Si usted hace un remix, transforma, o reconstruye el material, entonces usted no puede distribuir el material modificado.
- Sin restricciones adicionales— Usted no puede aplicar términos legales medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier otra cosa que la licencia permite.

Avisos:

- Usted no tiene que cumplir con la licencia para elementos del material de dominio público o donde su uso está permitido por una excepción o limitación aplicable.
- No se dan garantías. Es posible que la licencia no le proporcione todos los permisos necesarios para su uso previsto. Por ejemplo, otros derechos como la publicidad, privacidad, o derechos morales pueden limitar el uso del material.

### Sobre derechos de autor (copyright) y de publicación

El Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana permite a todos los autores mantener los derechos de autor sobre el material incluido en sus contribuciones (a menos que existan demandas legítimas de terceros) y retener los derechos de publicación, sin restricciones. Sólo se requiere que los autores citen de forma convencional la fuente original de dicho material como parte del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana.

### Open Access Statement

The Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana is committed to real and immediate open access for academic work. All of the BSGM's published material is free to access immediately from the date of publication. There are no author charges prior to publication or at any other time, and no charge for any reader to download the BSGM's published material for their own scholarly use. The BSGM does not, therefore, operate either a Gold or Green model of open access, but is free to all at any time with no restrictions. To facilitate this the BSGM depends upon the financial underwriting provided by the Instituto de Geología of the Universidad Nacional Autónoma de México, the goodwill of its editorial team and advisory board, and the continuing support of its network of peer reviewers.

The Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana adheres to and follows the Creative Commons lines.

You are free to:

- Share — copy and redistribute the material in any medium or format
- The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms.

Under the following terms:

- Attribution — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.
- Non-Commercial — You may not use the material for commercial purposes.
- No Derivatives — If you remix, transform, or build upon the material, you may not distribute the modified material.
- No additional restrictions — You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.

Notices:

- You do not have to comply with the license for elements of the material in the public domain or where your use is permitted by an applicable exception or limitation.
- No warranties are given. The license may not give you all of the permissions necessary for your intended use. For example, other rights such as publicity, privacy, or moral rights may limit how you use the material.

### Concerning copyright and publishing rights

The Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana allows all authors to hold the copyright of the material included in their contributions (provided that no rightful claims can be raised by a third party) and to retain publishing rights, without restrictions. The authors are only required to cite in a conventional manner the original source of such material within the Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana.

# Boletín

de la Sociedad Geológica Mexicana



<http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm>



## Sociedad Geológica Mexicana

*Consejo directivo nacional*

Bienio 2018-2019

<b>Presidente</b>	<b>Elena Centeno García</b> Universidad Nacional Autónoma de México
<b>Vicepresidente</b>	<b>Adán Oviedo Pérez</b> COMESA Exploración
<b>Secretario</b>	<b>Arturo Ortiz Ubilla</b> Instituto Politécnico Nacional
<b>Subsecretario</b>	<b>José M. Grajales Nishimura</b> Universidad Nacional Autónoma de México
<b>Tesorero</b>	<b>Sandra Ortega Lucach</b> Instituto Mexicano del Petróleo
<b>Subtesorero</b>	<b>Edith Fuentes Guzmán</b> Universidad Nacional Autónoma de México
<b>Editor</b>	<b>Antoni Camprubí i Cano</b> Universidad Nacional Autónoma de México

La tabla de contenido y el texto completo de los números publicados desde 1904 hasta la fecha del *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* se pueden consultar en la página web

<http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm>