

# Boletín



de la

Sociedad Geológica Mexicana

**Número especial From micro to molecular scale investigations in geochemistry**

**Volumen 67 Número 3 Año 2015**

**Número especial Astrobiología**



<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, Scopus, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Técnica del CONACYT (IRMICYT), EBSCOhost, Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (REDALYC), Ulrich's, GeoRef, Latindex, SCImago, Periódica, Directory of Open Access Journals (DOAJ), Dialnet, Zoological Record, UPMCcommons, Open J-Gate, y 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.

### 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)  
 Carles **Canet** Instituto de Geofísica, UNAM (México)  
 Edgardo **Cañón Tapia** Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (México)  
 Elena **Centeno García** Instituto de Geología, UNAM (México)  
 Gabriel **Chávez Cabello** Universidad Autónoma de Nuevo León (México)  
 M. Carmen **Gutiérrez Castorena** Colegio de Postgraduados (México)  
 Beatriz **Ortega Guerrero** Instituto de Geofísica, UNAM (México)  
 Sergio R. **Rodríguez Elizarrarás** Instituto de Geología, UNAM (México)  
 Evgueni **Shumilin** CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional (México)  
 Francisco J. **Vega** Instituto de Geología, UNAM (México)

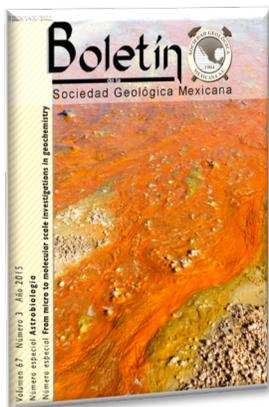
### COMITÉ EDITORIAL — EDITORIAL ADVISORY BOARD

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)  
 Hermann D. **Bermúdez Aguirre** Paleoeexplorer S.A.S. (Colombia)  
 Idael F. **Blanco Quintero** Universidad de los Andes (Colombia)  
 Lauro **Bucio Galindo** Instituto de Física, UNAM (México)  
 Cathy J. **Busby** University of California, Santa Barbara (E.U.A.)  
 Laura **Calvillo Canadell** Instituto de Biología, UNAM (México)  
 Ignasi **Casanova** Universitat Politècnica de Catalunya (España)  
 Juan **Contreras Pérez** Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (México)  
 Fidel **Costa** Nanyang Technological University (Singapur)  
 Elisa **Fitz Díaz** Instituto de Geología, UNAM (México)  
 Antonio **García-Casco** Universidad de Granada (España)  
 Avto **Gogichaishvili** Instituto de Geofísica, UNAM (México)  
 John W.M. **Jagt** Natuurhistorisch Museum Maastricht (Holanda)  
 José M. **González Jiménez** Universidad de Chile (Chile)  
 Graciela **Herrera Zamarrón** Instituto de Geofísica, UNAM (México)  
 Pavel V. **Krasilnikov** Lomonosov Moscow State University (Rusia)  
 Denis **Legrand** Instituto de Geofísica, UNAM (México)  
 Margarita **López Martínez** Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (México)  
 Elena **Lounejeva** University of Tasmania (Australia)  
 Luis **Martínez** Université de Strasbourg (Francia)  
 María **Martínez Cruz** Universidad Nacional de Costa Rica (Costa Rica)  
 Juan C. **Montalvo Arrieta** Universidad Autónoma de Nuevo León (México)  
 Andrés **Pardo Trujillo** Universidad de Caldas (Colombia)  
 Renée J. **Pérez** University of Calgary (Canadá)  
 Rosalva **Pérez Gutiérrez** Universidad Autónoma de Guerrero (México)  
 Eugene **Perry** Northern Illinois University (E.U.A.)  
 Laura P. **Perucca** Universidad Nacional de San Juan (Argentina)  
 Noé **Piedad Sánchez** Universidad Autónoma de Coahuila (México)  
 Joaquín A. **Proenza** Universitat de Barcelona (España)  
 Francisco M. **Romero** Instituto de Geología, UNAM (México)  
 Ángel **Ruiz Angulo** Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM (México)  
 Ramon **Salas** Universitat de Barcelona (España)  
 Gilberto **Silva Romo** Facultad de Ingeniería, UNAM (México)  
 Carlos A. **Vargas Jiménez** Universidad Nacional de Colombia (Colombia)

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

Laura L. **Martínez García**, Denise V. **Hernández Villalva**,  
 Gerardo **Zenteno**, León F. **Álvarez Sánchez**

Barbara **Martiny**, Tom **Musselman**, Jorge **Gama Castro**, Aldo **Ramos Rosique**,  
 César F. **Aguiar Ramírez**, Elizabeth **Chávez**, Miguel **Cruz Pérez**, Griselda **Guerrero Márquez**,  
 Myrna L. **Martínez Robles**, Priscila **Medina Ortega**, Sandra **Mota Covarrubias**, Berenice **Peñáz Pavón**



**En portada:** Tapetes de cianobacterias asociados con depósitos de sínter alrededor de géiseres y manantiales termales en el campo hidrotermal de El Tatio, cerca de San Pedro de Atacama, norte de Chile.  
**Foto:** Rocío J. Alcántara Hernández.

**Front page:** Cyanobacterial mats associated with sinter deposits around geysers and hot springs in the El Tatio hydrothermal field, near San Pedro de Atacama, northern Chile.  
**Picture:** Rocío J. Alcántara Hernández.

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

**Volumen 67, número 3 (2015)**

Número especial **Astrobiología**

Editores invitados:

María Colín García, Alejandro Heredia

**Volume 67, issue 3 (2015)**

*Special issue Astrobiology*

Guest editors:

María Colín García, Alejandro Heredia

**CONTENIDO      CONTENT**

- iii **Editorial: Siete visiones sobre el presente, pasado y futuro del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana**  
Thierry Calmus, Elena Centeno García, José Antonio Escalera Alcocer, Dante J. Morán Zenteno,  
Ángel F. Nieto Samaniego, Fernando Ortega Gutiérrez, Antonio Sánchez Pereyra, Oralia Carrillo Romero
- xix **Preface/Prefacio: Astrobiology**  
Fernando Ortega Gutiérrez

**ARTÍCULOS      ARTICLES**

- 367 **Growth of *Bacillus pumilus* and *Halomonas halodurans* in sulfates: prospects for life on Europa**  
*Crecimiento de *Bacillus pumilus* y *Halomonas halodurans* en sulfatos: prospectos para la vida en Europa*  
Rocío E. Avendaño, Lilia Montoya, Jesús Olmos, Sandra I. Ramírez
- 377 **Methane in the Solar System**  
*Metano en el Sistema Solar*  
Andrés Guzmán-Marmolejo, Antígona Segura
- 387 **Tapetes microbianos recientes en el manantial hidrotermal de Baño San Ignacio, Linares, Nuevo León**  
*Recent microbial mats in the Baño San Ignacio hot spring, Linares, Nuevo León*  
Elizabeth Chacón Baca, Leticia Alba Aldave, Sonia Ángeles, César Cantú Ayala
- 401 **Experimental chondrules by melting samples of olivine, clays and carbon with a CO<sub>2</sub> laser**  
*Cóndrulos experimentales por medio de fusión de olivino, arcillas y carbono con un láser de CO<sub>2</sub>*  
Karina E. Cervantes-de la Cruz, Fernando Ortega Gutiérrez, Jesús Solé Viñas, Antígona Segura Peralta,  
Margarita A. Reyes Salas, B. Sonia Ángeles García, María del Consuelo Macías Romo, Carlos Linares-López
- 413 **The origin of life from a paleontological perspective, a review**  
*El origen de la vida desde la perspectiva paleontológica, una revisión*  
Catalina Gómez-Espinosa, María Colín-García, Alicia Negrón-Mendoza
- 421 **An interpretation of the oligomerization of amino acids under prebiotic conditions**  
*Una interpretación sobre la oligomerización de aminoácidos en condiciones prebióticas*  
Fernando G. Mosqueira, Alicia Negrón-Mendoza, Sergio Ramos-Bernal

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

**Volumen 67, número 3 (2015)**

Número especial Investigaciones en geoquímica desde microescala hasta escala molecular

Editores invitados:  
Mario Villalobos, Josep Roqué

**Volume 67, issue 3 (2015)**

Special issue *From micro to molecular scale investigations in geochemistry*

Guest editors:

**CONTENIDO      CONTENT**

- xx **Preface/Prefacio: From micro to molecular scale investigations in geochemistry**  
Mario Villalobos

**ARTÍCULOS      ARTICLES**

- 433 **Laboratory synthesis of goethite and ferrihydrite of controlled particle sizes**  
*Síntesis en laboratorio de goethita y ferrihidrita de tamaños de partícula controlados*  
Milton Villacis-García, Mariana Ugalde-Arzate, Katherine Vaca-Escobar, Mario Villalobos, Rodolfo Zanella, Nadia Martínez-Villegas
- 447 **Understanding copper speciation and mobilization in soils and mine tailings from “Mineral La Aurora” in central Mexico: contributions from synchrotron techniques**  
*Comprendiendo la especiación de cobre y su movilización en suelos y presas de jales de “Mineral La Aurora” en México central: contribuciones a partir de técnicas sincrotrónicas*  
René Loredo Portales, Gustavo Cruz Jiménez, Hiram Castillo Michel, Diana Olivia Rocha Amador, Katarina Vogel Mikuš, Peter Kump, Guadalupe de la Rosa
- 457 **Modeling the additive effects of Pb(II) and Cu(II) on the competitive attenuation of As(V) through solid precipitation versus adsorption to goethite**  
*Modelización de los efectos aditivos de Pb(II) y Cu(II) en la atenuación competitiva de As(V) por medio de precipitación de sólidos versus adsorción en goethita*  
Katherine Vaca-Escobar, Mario Villalobos
- 467 **A concise synchrotron X-ray microdiffraction field guide for the Earth scientist**  
*Una concisa guía de campo sobre microdifracción de rayos-X sincrotrónica para geocientíficos*  
Nobumichi Tamura, Martin Kunz
- 479 **Identification of diagenetic calcium arsenates using synchrotron-based micro X-ray diffraction**  
*Identificación de arseniatos cálcicos diagenéticos mediante microdifracción de rayos-X basada en sincrotrón*  
Francisco Castillo, Miguel Avalos-Borja, Heather Jamieson, Gerardo Hernández-Bárceñas, Nadia Martínez-Villegas
- 493 **Surface complexation modelling of arsenic and copper immobilization by iron oxide precipitates derived from AMD**  
*Modelización de la complejación superficial de la inmovilización de arsénico y cobre por parte de precipitados de óxidos de hierro derivados de AMD*  
Alba Otero-Fariña, Raquel Gago, Juan Antelo, Sarah Fiol, Florencio Arce
- 509 **pH dependence of glyphosate adsorption on soil horizons**  
*Dependencia del pH para la adsorción de glifosato en horizontes edáficos*  
Héctor R. Tévez, María dos Santos Afonso

**ARTÍCULOS REGULARES      REGULAR ARTICLES**

- 517 **Fenómenos diagenéticos en calizas del Jurásico-Cretácico de un sector de las cuencas de Huimanguillo-Comalcalco-Alto de Jalpan y primeras observaciones mediante microscopio electrónico de barrido y microtomografía 3D**  
*Diagenetic phenomena in Jurassic-Cretaceous limestones of an area in the Huimanguillo-Comalcalco-Alto de Jalpan basins and first observations from scanning electron microscope and 3D tomography*  
Luis E. González-Ruiz, Eduardo González-Partida, Luis Martínez, Jacques Pironon, Antoni Camprubi, Marina Vega-González
- 533 **Control térmico de la meteorización de superficies endurecidas en rocas graníticas (La Pedriza de Manzanares, España)**  
*Thermal control of weathering of hardened surfaces on granitic rocks (Pedriza de Manzanares, Spain)*  
Manuel García-Rodríguez, Miguel Gómez-Heras, Rafael Fort, Mónica Álvarez de Burgo
- 545 **Control temporal y geología del magmatismo permo-triásico en Sierra Los Tanques, NW Sonora, México: Evidencia del inicio del arco magmático cordillerano en el SW de Laurencia**  
*Time control and geology of the Permo-Triassic magmatism at Sierra Los Tanques, NW Sonora, Mexico: Evidence for the beginning of the Cordilleran arc magmatism in SW Laurencia*  
Harim E. Arvizu, Alexander Iriondo

<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: **Cuatrimestral**

Número de publicación: **Volumen 67 Número 3**

Fecha de publicación: **Diciembre de 2015**

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 México, D.F.**

Tiraje: **No aplica**

Tipo de impresión: **No aplica**

Gramaje: **No aplica**

Tipo de papel: **No aplica**

**DR © Sociedad Geológica Mexicana**

**Hecho en México**

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



## Sociedad Geológica Mexicana

*Consejo directivo nacional*

Bienio 2016-2017

<b>Presidente</b>	<b>Raúl Cruz Ríos</b> Servicio Geológico Mexicano
<b>Vicepresidente</b>	<b>Víctor Orozco González</b> Comisión Federal de Electricidad
<b>Secretario</b>	<b>Enrique Espinosa Arámburo</b> Servicio Geológico Mexicano
<b>Prosecretario</b>	<b>Jesús Mendoza Ruíz</b> Schlumberger
<b>Tesorero</b>	<b>Iván Alor Ortiz</b> Petróleos Mexicanos
<b>Pro-Tesorero</b>	<b>Sandra Ortega Lucach</b> Instituto Mexicano del Petróleo
<b>Editor</b>	<b>Francisco J. Vega Vera</b> Universidad Nacional Autónoma de México
<b>Co-Editor</b>	<b>Antoni Camprubí i Cano</b> Universidad Nacional Autónoma de México
<b>Comité de Eventos Técnicos, Científicos y Culturales</b>	<b>José de Jesús Rodríguez Salinas</b> Servicio Geológico Mexicano
	<b>Bernardo Martell Andrade</b> Universidad Nacional Autónoma de México

La tabla de contenido y el texto completo de los números publicados de 1904 a la fecha se pueden consultar en la página web <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm>