

Número especial: De la falla activa a la amenaza sísmica
en América Latina y el Caribe



Boletín

de la Sociedad Geológica Mexicana



2021

Volumen 73 Número 2

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.*

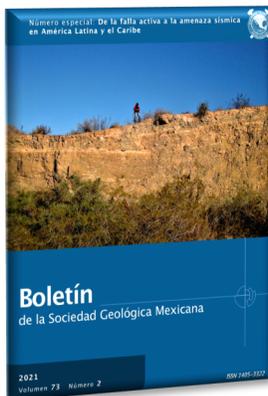
Revista incluida en: *Science Citation Index-Expanded • Web of Science • Current Contents / Physical, Chemical and Earth Sciences • ISI Alerting Service • SciELO Citation Index • Scopus • Scientific Electronic Library Online (SciELO) • Índice Mexicano de Revistas Científicas (IMRC) • EBSCOhost • JSTOR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

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: Falla inversa Acequión (cinturón plegado y fallado de la Precordillera, San Juan, Argentina). El cabalgamiento y una falla antitética cortan depósitos del Pleistoceno tardío. La parte superior de la terraza se expone como un escarpe de flexión.
Foto: Nicolás Vargas.

Front page: Acequión thrust fault (fold-and-thrust belt of the Precordillera, San Juan, Argentina). This and an antithetic fault affect late Pleistocene deposits. The upper part of the terrace is exposed as a flexural scarpment.

Picture: Nicolás Vargas.

EDITORES EN JEFE — EDITORS-IN-CHIEF

Antoni **Camprubí**
Alexander **Correa Metrio**
Francisco J. **Vega** Instituto de Geología, UNAM (México)

EDITORES ASOCIADOS — ASSOCIATED EDITORS

Susana A. **Alaniz Álvarez** Centro de Geociencias, UNAM (México)
Edgardo **Cañón Tapia** Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (México)
Elena **Centeno García** Instituto de Geología, UNAM (México)
Andrés **Folguera** Universidad de Buenos Aires (Argentina)
Reinhardt A. **Fuck** Universidade de Brasília (Brasil)
Avto **Gogichaishvili** Instituto de Geofísica, UNAM (México)
Graciela **Herrera Zamarrón** Instituto de Geofísica, UNAM (México)
Spencer G. **Lucas** New Mexico Museum of Natural History and Science (E.U.A.)
Diana **Meza Figueroa** Universidad de Sonora (México)
Joaquín A. **Proenza** Universitat de Barcelona (España)

COMITÉ EDITORIAL — EDITORIAL ADVISORY BOARD

Federico **Agnolin** Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (Argentina)
Ali **Bahrami** University of Isfahan (Irán)
Juan P. **Bernal Uruchurtu** Centro de Geociencias, UNAM (México)
Cathy J. **Busby** University of California, Santa Barbara (E.U.A.)
Laura **Calvillo Canadell** Instituto de Geología, UNAM (México)
Dioni I. **Cendón** Australian Nuclear Science and Technology Organisation (Australia)
Alejandro **Cisneros de León** Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg (Alemania)
Fidel **Costa** Nanyang Technological University (Singapur)
Jaime **Escobar** Smithsonian Tropical Research Institute (Panamá)
M. Vicenta **Esteller Alberich** Universidad Autónoma del Estado de México (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)
M. Carmen **Gutiérrez Castorena** Colegio de Postgraduados (México)
Natalia **Hoyos Botero** Universidad del Norte (Colombia)
Arturo **Iglesias Mendoza** 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)
Uwe **Martens** Centro de Geociencias, UNAM (México)
Julieta **Massaferro** Administración de Parques Nacionales / CONICET (Argentina)
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 Pampa (Argentina)
Sergio R. **Rodríguez Elizarrarás** Instituto de Geología, UNAM (México)
Dmitri **Rouwet** Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Italia)
Amaia **Ruiz de Alegría Arzaburu** Universidad Autónoma de Baja California (México)
Edgar R. **Santoyo Gutiérrez** Instituto de Energías Renovables, UNAM (México)
Lisard **Torró** Pontificia Universidad Católica del Perú (Perú)
Carlos A. **Vargas Jiménez** Universidad Nacional de Colombia (Colombia)
Lorenzo **Vázquez Selem** Instituto de Geografía, UNAM (México)
Bodo **Weber** Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (México)

ASISTENTE EDITORIAL — TECHNICAL ASSISTANT

Salvador E. **Vázquez Moctezuma**

EDICIÓN TÉCNICA Y PÁGINA WEB — TECHNICAL EDITION AND WEBSITE

Alejandro **Silva**, Tom **Musselman**, Torrey **Nyborg**, César Alejandro **Báez López**, César Giovanni **López Pérez**



Volumen 73, número 2 (2021)
Número especial
**De la falla activa a la amenaza sísmica en
América Latina y el Caribe**

Editores invitados:

Laura Perucca, Franck A. Audemard M.

Volume 73 issue 2 (2021)
Special issue
**From the active fault to the seismic hazard
in Latin America and the Caribbean**

Guest editors:

CONTENIDO CONTENT

P260221 Prefacio: De la falla activa a la amenaza sísmica en América Latina y el Caribe

Preface: From the active fault to the seismic hazard in Latin America and the Caribbean

Laura Perucca, Franck A. Audemard M.

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2p260221>

ARTÍCULOS ARTICLES

A100221 Relación exhumación-deformación cenozoica de la Serranía del Interior Occidental, Venezuela, mediante modelado termocinemático 2D

Cenozoic exhumation-deformation relationship of the Serranía del Interior Occidental, Venezuela, using 2D thermokinematic modeling

Ana Jazmín Rodríguez Lara, Mauricio A. Bermúdez, Jaime Pérez de Armas

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a100221>

A141220 Levantamiento orogénico alrededor del bloque Soapaga, Cordillera Oriental de Colombia: Inferencias a partir de modelado termocinemático, geomorfología y sismicidad

Orogenic uplift around the Soapaga block, Eastern Cordillera of Colombia: Inferences from thermokinematic modeling, geomorphology and seismicity

Hilda Lucía Meléndez Granados, Mauricio A. Bermúdez, Helbert García-Delgado, Héctor Fonseca, María Isabel Marín-Cerón

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a141220>

A120121 Discriminación de la relación precipitación-tectónica como agentes modeladores del paisaje en los alrededores del municipio Guayabetal, Cordillera Oriental de Colombia

Discrimination of the precipitation-tectonic relationship as landscape shapers in the vicinities of the Guayabetal municipality, Eastern Cordillera of Colombia

Daniel R. Hernández-Chaparro, Mauricio A. Bermúdez, Greg Hoke, Helbert García-Delgado, Silvia Machuca

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a120121>

A060121 Margen norte costa afuera de Venezuela: Sísmica marina de alta resolución entre Golfo Triste y Cabo Codera

Northern offshore margin of Venezuela: High-resolution marine seismic survey between Golfo Triste and Cabo Codera

Sirel Colón-Useche, Franck A. Audemard M., Christian Beck, Creliá Padrón, Marc de Batist

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a060121>

A040121 Geophysical characterization of a potentially active fault in the Agua Fría micro-graben, Los Azufres, Mexico

Caracterización geofísica de una falla potencialmente activa en el micrograben Agua Fría, Los Azufres, México

Jélimé Cecilia Aray Castellano, Pierre Lacan, Víctor Hugo Garduño Monroy, Jesús Ávila García, Joaquín Gómez Cortés, Franck A. Audemard M., Octavio Lázaro Mancilla, William Bandy

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a040121>

A250121 Geophysical evidence of the 1912 earthquake rupture along the central fault system of the Acambay Graben, Central Mexico

Evidencias geofísicas de la ruptura del sismo de 1912 a lo largo del sistema de fallas central del Graben de Acambay, Centro de México

Pierre Lacan, Claudia Arango-Galván

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a250121>



Volumen 73, número 2 (2021)
Número especial
**De la falla activa a la amenaza sísmica en
América Latina y el Caribe**

Volume 73, issue 2 (2021)
Special issue
**From the active fault to the seismic hazard
in Latin America and the Caribbean**

Editores invitados:

Guest editors:

Laura Perucca, Franck A. Audemard M.

CONTENIDO (continuación)

CONTENT (continued)

A080121 *Análisis neotectónico y paleosísmico de la falla Loma Negra Oriental, frente orogénico de Precordillera Central, Argentina*

Neotectonic and paleoseismic analysis of the Loma Negra Oriental fault, orogenic front of the Central Precordillera, Argentina

Flavia Tejada, Martin Rothis, M. Romina Onorato, Pablo A. Blanc, Laura Perucca, Franck A. Audemard M., Nicolás Vargas

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a080121>

A181220 *Análisis paleosísmico de la falla El Malpaso-El Salto (norte de Michoacán, México)*

Paleoseismological analysis of the El Malpaso-El Salto fault (north Michoacán, Mexico)

Diana Cinthia Soria-Caballero, Daniel Alberto Gómez-Calderón, Víctor Hugo Garduño-Monroy

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a181220>

A201220 *Evidencias de neotectónica en el sector interno de la Faja Plegada y Corrida de Malargüe, valle del río Grande, Mendoza, Argentina*

Neotectonic evidence in the inner section of the Malargüe Fold-and-Thrust Belt, Grande river valley, Mendoza, Argentina

Diego A. Winocur, Anahí Benítez, Iván Barbero

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a201220>

A090121 *Análisis paleosismológico de la falla Acequión mediante perfiles topográficos de escarpa (Precordillera de San Juan, Argentina)*

Paleoseismological analysis of the Acequión fault by means topographic scarpment profiles (San Juan Precordillera, Argentina)

Bruno Colavitto, Juan Manuel Alcacer, Martin Rothis, Federico Haro, Pablo A. Blanc, Romina Onorato, Laura Perucca

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a090121>

A161220 *Evidencias paleosísmica y arqueosísmica de la simbología Posclásica Tardía P'urhepecha en Michoacán (México). ¿Primeras señalizaciones sísmicas de la historia?*

Paleoseismic and archeoseismic evidence of the Late Postclassic P'urhepecha symbols in Michoacán (Mexico). First historical seismic signaling?

Miguel Ángel Rodríguez-Pascua, Víctor Hugo Garduño-Monroy, Isabel Israde-Alcántara, María Ángeles Perucha, Raúl Pérez-López, Jorge Luis Giner-Robles, Nieves Sánchez Jiménez

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a161220>

A150121 *Análisis 3D de la deformación y cinemática de la Fosa Mesoamericana en la confluencia entre las placas de Rivera y Cocos con las placas Caribe y Norteamericana*

Strain 3D analysis and kinematics of the Middle American Trench in the junction of the Rivera and Cocos plates with the North-American and Caribbean plates

Jorge Luis Giner-Robles, Raúl Pérez-López, Javier Elez, Pablo Silva, Elvira Roquero, Adrià Ramos, Carolina Canora, Emilio Rodríguez-Escudero, Miguel Ángel Rodríguez-Pascua

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a150121>

Boletín

de la Sociedad Geológica Mexicana



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

Volumen 73, número 2 (2021)
Número especial
**De la falla activa a la amenaza sísmica en
América Latina y el Caribe**

Editores invitados:

Laura Perucca, Franck A. Audemard M.

Volume 73, issue 2 (2021)
Special issue
**From the active fault to the seismic hazard
in Latin America and the Caribbean**

Guest editors:

CONTENIDO (continuación) CONTENT (continued)

A100121 ***Análisis de sismos interplaca, Pacífico central de Costa Rica: Los sismos de Esterillos (13 de Noviembre de 2017) y Herradura (24 de Agosto de 2020)***

Interplate earthquake analysis, central Pacific of Costa Rica: The Esterillos (November 13, 2017) and Herradura (August 24, 2020) earthquakes

Ronnie **Quintero-Quintero**, Daniela **Campos-Durán**, Hernán **Porras-Espinoza**, Juan **Segura-Torres**

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a100121>

A090221 ***Earthquake ground deformation using DInSAR analysis and instrumental seismicity: The 2019 M 6.0 Mesetas Earthquake, Meta, Colombian Andes***

Deformación del terreno usando análisis DInSAR y sismicidad instrumental: El sismo M 6.0 de Mesetas en 2019, Meta, Andes Colombianos

Santiago **Noriega-Londoño**, Mauricio A. **Bermúdez**, Sergio Andrés **Restrepo-Moreno**, María Isabel **Marín-Cerón**, Helbert **García-Delgado**

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a090221>

A160221 ***Deformación cuaternaria en el piedemonte mendocino (32° 50' S), Argentina***

Quaternary deformation in the Mendozaan piedmont (32° 50' S), Argentina

Stella M. **Moreiras**, Rafael **Toural Dapoza**, Sebastián **Junquera Torrado**, Laura **Gomez**, Pablo **Euillades**, Luis **Lenzano**

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n2a160221>

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: **Cuatrimestral**

Número de publicación: **Volumen 73 Número 2**

Fecha de publicación: **Agosto de 2021**

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.



Declaración de San Francisco sobre la Evaluación de la Investigación

El Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana se adhiere como firmante a la Declaración de San Francisco sobre la Evaluación de la Investigación (*San Francisco Declaration on Research Assessment*, DORA). Ver la siguiente liga: <https://sfidora.org/read/es/>



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 de la Universidad Nacional Autónoma de México, the goodwill of its editorial team and advisory board, and the continuing support of its network of peer reviewers.



Creative Commons Licence CC-BY-NC-ND

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.



San Francisco Declaration on Research Assessment

The Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana adheres as a signatory to the San Francisco Declaration on Research Assessment (DORA). Please see the link: <https://sfidora.org/read/>

Boletín

de la Sociedad Geológica Mexicana



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



Sociedad Geológica Mexicana

Consejo directivo nacional

Bienio 2020-2021

Presidente	Adán Oviedo Pérez Consultor
Vicepresidente	Dante Jaime Morán Zenteno Universidad Nacional Autónoma de México
Secretario	Rigoberto Ruiz Barragán Consultor
Prosecretario	Omar Zaragoza Hernández Instituto Politécnico Nacional
Tesorera	Sandra Ortega Lucach Instituto Mexicano del Petróleo
Subtesorera	Edith Fuentes Guzmán Universidad Nacional Autónoma de México
Vicepresidente de minería	Alfonso Martínez Vera Grupo México
Vicepresidenta de petróleo	Maribel de la Luz Martínez Consultora
Comisión de membresía	Rene Alejandro Téllez Flores Instituto Politécnico Nacional

Boletín

de la Sociedad Geológica Mexicana



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

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>