

BOLETÍN DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA

No. 122

Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Geología

Director / Director: Dr. Ricardo Barragán Manzo



Simposio/Symposium

GEOPANGEA

Desde la consolidación hasta la dispersión del
último supercontinente

From consolidation to dispersal of the last
supercontinent

Coordinador / Coordinator

Dr. Michelangelo Martini

ISSN 0185-5530



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

RECTOR

Dr. Enrique Graue Wiechers

SECRETARIO GENERAL

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez

SECRETARIO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa

SECRETARIA DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD

M. en C. Mireya A. Ímaz Gispert

ABOGADA GENERAL

Lic. Mónica González Contró

COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Dr. William Henry Lee Alardín

INSTITUTO DE GEOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA

ALCALDÍA COYOACÁN 04510

CDMX

DIRECTOR

Dr. Ricardo Barragán Manzo

EDITORA EN JEFE

Dra. Ana Bertha Villaseñor Martínez

COORDINADOR DE NÚMERO

Dr. Michelangelo Martini

EDITORA TÉCNICA

Mtra. Sandra Ramos Amézquita

FORMADOR

M. en C. León Felipe Álvarez Sánchez

DISEÑADOR

Alan Mendoza Jiménez

ORGANIZADOR DEL SIMPOSIO / SYMPOSIUM ORGANIZER

Dr. Michelangelo Martini

COMITÉ EDITORIAL / EDITORIAL BOARD

REVISIÓN CIENTÍFICA / SCIENTIFIC REVIEW PANEL

Dr. Michelangelo Martini

Dr. Fernando Ortega-Gutiérrez

Dra. Vanesa Colás

Dra. Elisa Fitz

Dr. Fernando Núñez

REVISIÓN TÉCNICA / TECHNICAL EDITION

Mtra. Sandra Ramos Amézquita

Mtra. Elizabeth Chávez García

Mtra. Alejandra Judith Vieyra Ramírez

M. en C. León Felipe Álvarez Sánchez

Dra. Barbara Martiny

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la
autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales /
Total or partial reproduction prohibited without written
permission of the owner of the partrimonial rights.

DR©2019 Universidad Nacional Autónoma de México Av. Universidad 3000,
Colonia Copilco Universidad, Alcaldía Coyoacán, 04510 CDMX, México.

ISSN 0185-5530

Impreso en México / Printed in Mexico.

PATROCINADORES / SPONSORS

Instituto de Geología, UNAM

Instituto de Geofísica, UNAM

Dirección de la Coordinación de la Investigación Científica, UNAM

Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

Proyecto PAPIIT IN104018

AGRADECIMIENTO / ACKNOWLEDGMENT

Programa de Vinculación del Diseño Gráfico en la Comunicación
y Divulgación de las Ciencias de la Tierra
bajo cargo del Lic. Jesús Aceves Romero

Los interesados en adquirir las publicaciones del Boletín del Instituto de Geología de la UNAM podrán adquirirlas en / The Boletín del Instituto de Geología of UNAM is available for purchase at:

<http://www.geologia.unam.mx:8080/igl/index.php/difusion-y-divulgacion/publicaciones/boletin-del-instituto-de-geologia>

PREFACIO

Pangea es el último supercontinente que se ha formado hasta la fecha en nuestro planeta. Para descifrar la evolución geológica del territorio mexicano, es fundamental entender los mecanismos que llevaron a la consolidación y dispersión de este supercontinente entre el Paleozoico tardío y el Mesozoico temprano. En efecto, tanto el proceso de ensamble de Pangea, así como su disgregación, han forjado de manera sustancial la arquitectura litosférica de México, generando cinturones orogénicos, arcos magmáticos y cuencas extensionales a transtensionales, muchas de las cuales alojan las principales reservas de hidrocarburos del país. Además, la evolución topográfica asociada con estos procesos tectónicos ha favorecido la diversificación de las condiciones climáticas, lo que ha permitido contar con la diversidad excepcional de flora y fauna fósil que caracteriza a México. A pesar de los avances logrados en las últimas décadas por la comunidad científica, aún quedan por resolver varios aspectos fundamentales relacionados con los procesos de ensamble y dispersión de la Pangea en el territorio mexicano. Consultando la literatura más reciente, es posible afirmar que todavía existe un debate importante sobre cuestiones de primer orden, entre las cuales destacan las siguientes: 1) la configuración paleogeográfica de las rocas precámbricas y paleozoicas de México para final del Paleozoico y principio del Mesozoico (Pangea A1 vs Pangea A2 vs Pangea B vs otros modelos); 2) la ubicación, extensión y termo-barometría de las suturas producida por la colisión entre Laurentia, Gondwana y los terrenos peri-gondwanicos (cinturones Ouachita-Maratón-Sonora, Huastecano y otros); 3) la identificación de sucesiones sedimentarias sin- y post-orogénicas en el sur de México (¿formaciones Tecomate y Matzitzzi?); 4) la ocurrencia de grandes desplazamientos laterales izquierdos a lo largo de fallas NW-SE durante la dispersión de Pangea (e.g. megacizalla Mojave-Sonora); 5) la interpretación de la provincia vulcano-sedimentaria de Nazas (arco vs rift), y 6) la dinámica y procedencia de la transgresión marina asociada al rompimiento de la Pangea. La resolución de estas cuestiones todavía abiertas es imprescindible para un mejor entendimiento de la evolución geológica del país. Por esto, se convoca a la comunidad científica a presentar trabajos pertinentes, con el objetivo de generar un simposio donde sea posible dialogar, confrontar ideas y disfrutar de un debate fértil y constructivo sobre la dinámica de los procesos de conformación y dispersión del último supercontinente que existió en el planeta.

Michelangelo Martini



PREFACE

Pangea is the most recent supercontinent that has formed on Earth. Understanding the mechanisms that led to its assemblage during late Paleozoic time and subsequent dispersion by the beginning of the Mesozoic is crucial for reconstructing the geological evolution of Mexico. Amalgamation and breakup of Pangea fundamentally shaped the architecture of the Mexican lithosphere, leading to the formation of orogenic belts, magmatic arcs, and extensional to transtensional basins, some of which host the largest hydrocarbon reservoirs of Mexico. Moreover, the progressive topographic evolution associated with the exhumation of fault-bounded lithospheric blocks during the amalgamation and breakup of Pangea led to important changes in climatic conditions, favoring the great diversity of faunal and floral assemblages that characterizes the Mesozoic stratigraphic record of Mexico. Despite the advances achieved during the last few decades, several unresolved controversies are still feeding the debate on the evolution of the supercontinent Pangea in Mexico. Some of these controversies are: 1) the paleogeography of Precambrian and Paleozoic rocks of Mexico between the end of Paleozoic time and the beginning of Mesozoic time (Pangea A1 vs Pangea A2 vs Pangea B vs alternative models); 2) the location, extension, and thermo-barometry of the suture belts produced during collision between Laurentia, Gondwana, and peri-Gondwanan terranes (Ouachita-Marathon-Sonora belt, Huastecan belt, etc.); 3) the identification of syn- and post-accretionary sedimentary units in southern Mexico (Tecomate and Matzitz formations?); 4) the occurrence of kilometer-scale, left-lateral displacement along NW-trending faults during Pangea breakup (e.g. the case of the Mojave-Sonora megashear); 5) the interpretation of the Nazas volcano-sedimentary province (arc vs rift); and, 6) the dynamic of the Jurassic transgression and provenance of marine waters. The resolution of these controversies is a key element in the reconstruction of the geological history of Mexico and will contribute to our understanding of planetary-scale processes such as the assembly and dispersion of a supercontinent. With the aim of stimulating a constructive debate between different groups and offering some perspective for future investigation, we seek contributions that address all aspects of the evolution of Pangea, from its consolidation to its dispersion.

Michelangelo Martini

PROGRAMA – PROGRAM

16 de Enero, 2019 – January 16, 2019

9:00–9:15 Inauguración – Opening.

LA CONSTRUCCIÓN DE PANGEA DURANTE EL PALEOZOICO TARDÍO: PRINCIPALES CINTURONES OROGÉNICOS, ARCOS MAGMÁTICOS Y UNIDADES SEDIMENTARIAS SIN-ACRECIÓN

THE LATE PALEOZOIC ASSEMBLAGE OF PANGEA: MAIN OROGENIC BELTS, MAGMATIC ARCS, AND SYN-ACCRETIONARY SEDIMENTARY UNITS

9:15–9:50 **Nance, D.:** Conferencia magistral (Keynote talk) – La historia del Océano Réico desde Gondwana hasta Pangea (*History of the Rheic Ocean from Gondwana to Pangea*).

9:50–10:15 **Ramos-Arias, M.A., Hernández-Jiménez, A., Whitney, D.L., Teyssier, C.:** El Ensamble Piaxtla: Relicto de un “canal coherente de subducción” durante la convergencia entre Laurentia y Gondwana (*The Piaxtla Suite: The vestige of a “coherent subduction channel” related to Laurentia-Gonwana convergence*).

10:15–10:40 **Colás, V., Farré-de-Pablo, J., Garduño-Torres, I., González-Jiménez, J.M., Proenza, J.A., Camprubí, A., Fitz-Díaz, E., García-Casco, A.:** Evaluación de la historia metamórfica de las cromititas de Tehuiztingo, Complejo Acatlán, Puebla (*Evaluation of the metamorphic history of the Tehuiztingo cromitites, Acatlán Complex, Puebla*).

10:40–11:05 **Elías-Herrera, M., Macías-Romo, C., Sánchez-Zavala, J.L., Jaramillo-Méndez, C., Ortega-Gutiérrez, F., Solari, L.:** Evento orogénico Cisuraliano-Guadalupeño (“Orogenia Caltepeense”) relacionado a la consolidación de Pangea occidental: Nuevas evidencias tectono-estratigráficas y geocronológicas en el sur de México (*A Cisuralian-Guadalupeño orogenic event (“Caltepeense orogeny”) related with the assembly of western Pangea: New tectono-stratigraphic and geochronologic evidence from southern Mexico*).

RECESO 20 min – BREAK 20 min

11:25–11:50 **Ramos-Arias, M.A., Grajales-Nishimura, M., Ángeles-Moreno, E., Gutiérrez-Trejo, L.J., Ortega-Obregón, C., Solari, L., Solé-Viñas, J.:** Relevo del régimen de subducción del Océano Réico por el Paleo-Pacífico en la margen más occidental de Pangea: Registro geocronológico en los complejos metamórficos de Teziutlán y Juchatengo (*From subduction of the Rheic Ocean to subduction of the Paleo-Pacific Ocean beneath the westernmost margin of Pangea: Geochronologic record from the Teziutlán and Juchatengo metamorphic complexes*).

- 11:50–12:15** **Gutiérrez-Trejo, L.J., Ramos-Arias, M.A., Ángeles-Moreno, E., Yáñez-Limón, J.M., Jiménez-Nieto, A., Solé-Viñas, J., Pi-Puig, T.:** Análisis microtectónico de las rocas del complejo metamórfico de Teziutlán, Estado de Puebla: Deformación milonítica en el Paleozoico tardío (*Microtectonic analysis of the Teziutlán metamorphic complex: Mylonitic deformation during late Paleozoic time*).
- 12:15–12:50** **Ortega-Gutiérrez, F.:** Conferencia magistral (Keynote talk) – Una revisión del Orógeno Huastecano y de su papel en el proceso de consolidación de Pangea a lo largo de la margen paleozoica de México (*The Huastecan Orogen revisited and its role in the accretion of Pangea along the late Paleozoic margin of Mexico*).

RECESO 20 min – BREAK 20 min

- 13:10–13:35** **Ramírez-Fernández, J.A., Jenchen, U., Velasco-Tapia, F., Alemán-Gallardo, E.A.:** Magmatismo de arco del Ordovícico en el basamento de la Sierra Madre Oriental, Ciudad Victoria, Tamaulipas, y su relación con el arco Famatiniano en Gondwana (*Ordovician arc magmatism in the basement of the Sierra Madre Oriental, Ciudad Victoria, Tamaulipas, and its link to the Gondwanan Famatinian arc*).
- 13:35–14:00** **Tazzo-Rangel, M.D., Weber, B., Schmitt, A.K., González-Guzmán, R.G.:** Metamorfismo triásico en los Andes de Mérida, Venezuela: ¿Final de la consolidación de Pangea o subducción circum-supercontinental? Una nueva perspectiva con base en datos geocronológicos e isótopos de O (*Triassic metamorphism in the Mérida Andes, Venezuela: Final Pangea assemblage or circum-supercontinent subduction? New insights from geochronology and O-isotopes*).

MESA REDONDA Y SÍNTESIS 20 min – DISCUSSION PANEL AND SYNTHESIS 20 min

17 de Enero, 2019 – January 17, 2019

MAGMATISMO Y SEDIMENTACIÓN DEL PÉRMICO-TRIÁSICO A LO LARGO DE LA MARGEN OCCIDENTAL DE PANGEA

PERMIAN-TRIASSIC MAGMATISM AND SEDIMENTATION ALONG THE WESTERN MARGIN OF PANGEA

- 9:00–9:35** **Riggs, N.:** Conferencia magistral (Keynote talk) – Sedimentación del Pérmico-Triásico a lo largo de la margen suroeste de Laurentia e inicio de la subducción (*Permo-Triassic sedimentation along the southwestern margin of Laurentia and the inception of subduction*).

- 9:35–10:10 Centeno-García, E., Mendoza-Rosales, C., Silva-Romo, G., Campos-Madrigal, E.:** Conferencia magistral (Keynote talk) – Magmatismo del Paleozoico tardío-Mesozoico temprano en México, Implicaciones tectónicas (*Late Paleozoic-Early Mesozoic magmatism in Mexico, Tectonic implications*).
- 10:10–10:35 González-Guzmán, R., Weber, B., Cisneros-de León, A., Tazzo-Rangel, D.:** Rocas Plutónicas de alto Ba-Sr del Paleozoico tardío en el sur del Complejo del Macizo de Chiapas: Petrogénesis e implicaciones tectónicas (*High Ba-Sr plutonic rocks of late Paleozoic age in the Chiapas Massif Complex: Petrogenesis and tectonic implications*).

RECESO 20 min – BREAK 20 min

EL ENIGMA DE LA FORMACIÓN MATZITZI: ¿UNA UNIDAD PRE-, SIN- O POST-CONSOLIDACIÓN DE PANGEA?

THE ENIGMA OF THE MATZITZI FORMATION: A PRE-, SYN-, OR POST-PANGEA-ASSEMBLAGE UNIT?

- 10:55–11:20 Gerwert-Navarro, M., Villanueva-Amadoz, U.:** Estudios paleobotánicos sobre la Formación Matzitzi (*Paleobotanic studies of the Matzitzi Formation*).
- 11:20–12:45 Flores-Barragan, M.A., Velasco-de León, M.P., Lozano-Carmona, D.E., Ortega-Chavez, E.:** Avance en el conocimiento de la paleoflora de la Formación Matzitzi y sus implicaciones temporales (*New paleofloral data from the Matzitzi Formation and their implications for timing of deposition*).
- 12:45–13:10 Gerwert-Navarro, M., Villanueva-Amadoz, U.:** Formación Matzitzi: Controversias actuales (*Matzitzi Formation: Unresolved controversies*).
- 13:10–13:35 Macías-Romo, C., Elías-Herrera, M., Sánchez-Zavala, J.L.:** ¿Magmatismo triásico (riodacita Atolotitlán) sinsedimentario en la Formación Matzitzi, unidad post-orogénica de traslape en el sur de México? (*Triassic, synsedimentary magmatism (Atolotitlán rhyodacite) in the Matzitzi Formation, a post-orogenic overlapping unit in southern Mexico?*).

COMIDA 2:25 hrs – LUNCH 2:25 hrs

- 16:00–16:25 Juárez-Zúñiga, S., Solari, L., Ortega-Obregón, C., Castillo-Reynoso, J.C., Hernández-Aviles, G., Jaramillo, M., Milián-de la Cruz, R.:** Caracterización de clastos conglomeráticos de la Formación Matzitzi: Implicaciones para la evolución geodinámica del sur de México en el Paleozoico (*Characterization of clasts from conglomerate deposits of the Matzitzi Formation: Insights into the geodynamic reconstruction of southern Mexico during Paleozoic time*).
- 16:25–16:40 Bedoya-Mejía, A.M., Solari, L.A., Abdullin, F., Martini, M.:** Análisis de procedencia y termocronología AFT de las rocas triásicas de las formaciones Matzitzi y Tianguistengo: Implicaciones en la reconstrucción tectónica del sur de México (*Provenance analysis and AFT thermochronology of the Triassic*

Matzitzi and Tianguistengo formations: Implications for the tectonic reconstruction of southern Mexico).

- 16:40–17:05** **Jaramillo, M., Solari, L., Ortega-Obregón, C.:** Caracterización geocronológica de los clastos metamórficos de los conglomerados basales de la Formación Matzitzi, sur de México (*Geochronological characterization of metamorphic clasts from the basal conglomerate of the Matzitzi Formation, southern Mexico*).

MESA REDONDA Y SÍNTESIS 20 min – DISCUSSION PANEL AND SYNTHESIS 20 min

18 de Enero, 2019 – January 18, 2019

RIFT Y DISPERSIÓN DE PANGEA: EL ARCO JURÁSICO Y EL MAGMATISMO EXTENSIONAL SIN-RIFT EN MÉXICO

RIFT AND DISPERSION OF PANGEA: THE JURASSIC ARC AND SYN-RIFT EXTENSIONAL MAGMATISM IN MEXICO

- 9:00–9:25** **Contreras-López, M., Delgado-Argote, L.A., Weber, B., Torres-Carrillo, X.G., Gómez-Alvarez, D.K.:** Petrología de las rocas volcánicas y plutónicas de la Sierra El Arco y su correlación geoquímica con el arco de islas en la península de Vizcaíno e Isla Cedros, Baja California, México: Magmatismo del Jurásico Medio al Cretácico Temprano en el margen oeste de México continental (*Petrology of volcanic and plutonic rocks from the Sierra El Arco and geochemical correlation with the island arcs in the Vizcaino peninsula and Isla Cedros, Baja California, Mexico: Middle Jurassic-Early Cretaceous magmatism along the western margin of continental Mexico*).

- 9:25–9:50** **Martini, M.:** La provincia volcano-sedimentaria Nazas del Jurásico Inferior y Medio: ¿Un arco continental asociado a la subducción de Farallón o un cinturón magmático asociado con el rift de Pangea? (*The Lower-Middle Jurassic Nazas volcano-sedimentary province: A continental arc related to eastward subduction of the Farallon plate or a magmatic belt related to the Pangea continental rift?*).

RIFT Y DISPERSIÓN DE PANGEA: EVOLUCIÓN DE LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS Y DE LOS PILARES TECTÓNICOS ADYACENTES ENTRE EL TRIÁSICO TARDÍO Y EL JURÁSICO

RIFT AND DISPERSION OF PANGEA: EVOLUTION OF SEDIMENTARY BASINS AND ADYACENT TECTONIC HIGHS BETWEEN LATE TRIASSIC AND JURASSIC TIME

- 9:50–10:25** **Lawton, T.:** Conferencia magistral (Keynote talk) – La historia jurásica del norte de México y su relación con el rompimiento de Pangea (*The Jurassic history of northern Mexico and its relation to Pangean breakup*).

RECESO 20 min – BREAK 20 min

- 10:45–11:10** **Ramírez-Calderón, M.G., Martini, M., Abdullin, F., Solari, L.:** Nuevos datos sedimentológicos y petrológicos de la Formación Tinguistengo en el sur de México: El registro de un río del Triásico-Jurásico Temprano en la Pangea ecuatorial (*New sedimentological and petrological data from the Tinguistengo Formation: The stratigraphic record of a Triassic-Early Jurassic river draining equatorial Pangea*).
- 11:10–11:35** **Jenchen, U., Ramírez-Fernández, J.A., Casas-Peña, J.M., Rodríguez-Rivera, P.I., Rodríguez-Saavedra, P., Ramos-Ledezma, A., Méndez-Delgado, S., Pola-Símuta, C.:** Petrografía y geoquímica de las rocas continentales del Triásico en Argentina: Un análogo para las sucesiones siliciclásticas triásico-jurásicas del oeste del Golfo de México asociadas al rompimiento de Pangea (*Petrography and geochemistry of the continental Triassic in Argentina as an analog for Triassic-Jurassic siliciclastic deposits in the western Gulf of Mexico Basin associated with the breakup of Pangea*).
- 11:35–12:00** **Silva-Romo, G., Centeno-García, E., Grajales-Nishimura, M., Solari, L., Cabrera-Ramírez, M.A., de la Rosa-Mora, O.A., Galicia-Flores, E., Lazcano-Camacho, M.:** La sucesión siliciclástica jurásica del anticlinal Cerro Pelón, Las Choapas, Veracruz, sur de México: Sedimentología, procedencia y significado paleogeográfico (*The Jurassic siliciclastic succession of the Cerro Pelón anticline, Las Choapas, Veracruz, southern Mexico: Sedimentology, provenance, and paleogeographic significance*).
- 12:00–12:25** **Zepeda-Martínez, M., Martini, M., Solari, L.:** Análisis sedimentológico y de procedencia de las sucesiones clásticas jurásicas de Olinalá, Tezoatlán y Tlaxiaco: Nuevas evidencias sobre la evolución estructural jurásica en el sur de México (*Sedimentological and provenance analysis of the Jurassic clastic succession exposed at Olinalá, Tezoatlán, and Tlaxiaco: New insights into the Jurassic structural evolution in southern Mexico*).

RECESO 20 min – BREAK 20 min

- 12:45–13:10** **Abdullin, F., Solari, L., Solé-Viñas, J., Ortega-Obregón, C.:** Historia de la exhumación mesozoica del Complejo Oaxaqueño de edad grenviliana (*Mesozoic exhumation history of the Grenville-aged Oaxacan Complex*).
- 13:10–13:35** **Silva-Romo, G., Mendoza-Rosales, C.C., Campos-Madrigal, E., Centeno-García, E., de la Rosa-Mora, O.A.:** Carta geológica Tehuacán 14Q-f-(10), estados de Puebla y Oaxaca, México (*Geological map of Tehuacán 14Q-f-(10), states of Puebla and Oaxaca, Mexico*).



RIFT Y DISPERSIÓN DE PANGEA: RECONSTRUCCIONES PALEOGEOGRÁFICAS CON BASE EN DATOS PALEOMAGNÉTICOS

RIFT AND DISPERSION OF PANGEA: PALEOGEOGRAPHIC RECONSTRUCTIONS BASED ON NEW PALEOMAGNETIC CONSTRAINTS

13:35–14:00 Figuroa-Guadarrama, A., Molina-Garza, R.: Evaluación de la paleolatitud del subcontinente mexicano (Oaxaquia) durante el Jurásico: La hipótesis de la migración jurásica de México construida a partir de datos paleomagnéticos (*Jurassic paleo-latitudinal evaluation of the mexican subcontinent (Oaxaquia): A hypothesis for the Jurassic migration of Mexico reconstructed from paleomagnetic data*).

14:00–14:25 Caballero-Miranda, C.I., Alva-Valdivia, L.M., Silva-Romo, G., Hernández-Cardona, A., de la Torre-González, A.I.: Paleomagnetismo y análisis de la anisotropía magnética de un paleorío del Triásico-Jurásico del Terreni Mixteco, Formación La Mora: Implicaciones paleogeográficas y tectónicas (*Paleomagnetism and magnetic anisotropy analysis of a Triassic-Jurassic paleoriver of the Mixteca Terrane, La Mora Formation: Paleogeographic and tectonic implications*).

MESA REDONDA Y SÍNTESIS 20 min – DISCUSSION PANEL AND SYNTHESIS 20 min

CLAUSURA – CLOSING



HISTORY OF THE RHEIC OCEAN FROM GONDWANA TO PANGAEA

R. Damian Nance

*Department of Geological Science, Ohio University, Athens,
45701, Ohio USA (e-mail: nance@ohio.edu).*

The Rheic Ocean, which separated Laurussia from Gondwana following the closure of Iapetus, is arguably the most important ocean of the Paleozoic. Its suture extends from Mexico to Turkey and its closure produced the climactic Variscan–Alleghanian–Ouachita orogeny that assembled the supercontinent Pangaea. Following protracted Cambrian rifting that represented a continuum from Neoproterozoic orogenic processes, the Rheic Ocean opened in the Early Ordovician with the separation of several Neoproterozoic arc terranes from the continental margin of northern Gondwana. Separation occurred along the line of a former Neoproterozoic suture following the onset of subduction in the outboard Iapetus Ocean. The timing of rift–drift transition and drive for subsequent spreading was likely governed by slab pull, accounting for the rapid rate (8–10 cm/yr) at which the Rheic Ocean widened. During the Ordovician, the ocean broadened at the expense of Iapetus and attained its greatest width (~4000 km) in the Silurian, by which time Baltica had sutured to Laurentia and the Neoproterozoic arc terranes had accreted to Laurussia, closing Iapetus in the process. Closure of the Rheic Ocean began in the Devonian and was facilitated by northward subduction beneath southern Baltica and southward subduction beneath northwest Gondwana. Closure was largely complete by the Mississippian as Gondwana and Laurussia sutured to build Pangaea, North Africa colliding with southern Europe to create the Variscan orogen in the Devonian–Carboniferous, and West Africa and South America suturing to North America to form the Alleghanian and Ouachita orogens, respectively, during the Carboniferous–Permian. The Rheic Ocean consequently plays a dominant role in the basement geology of southern Europe, in the Appalachian–Ouachita orogeny of North America, and in the Paleozoic sedimentary, structural and tectonothermal record from Middle America to the Middle East. With its closure, the ocean brought about the assembly of Pangaea and brought the Paleozoic Era to an end.

Keywords: Pangaea assemblage, Rheic Ocean.

EL ENSAMBLE PIAXTLA: RELICTO DE UN “CANAL COHERENTE DE SUBDUCCIÓN” DURANTE LA CONVERGENCIA ENTRE LAURENCIA Y GONDWANA

**Mario A. Ramos-Arias^{1,*}, Athziri Hernández-Jiménez²,
Donna L. Whitney¹, Christian Teyssier¹**

*¹Department of Earth Sciences, University of Minnesota, Minneapolis, MN 55455, USA (*e-mail: ramos249@umn.edu). ²Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, Ciudad de México, México.*

El mecanismo de amalgamación final de Pangea ha sido documentado por el cierre diacrónico del Océano Réico, donde su borde sur se subdujo por debajo del margen norte continental de Gondwana, con un avance progresivo hacia el oeste del orógeno Variscano-Allegheniano Ouachita-Maratón. En el sur de México existe una pieza del Océano Réico contenida en el Complejo Acatlán, conformada por un cinturón de rocas paleozoicas poli-deformadas de diferentes grados metamórficos, pero que destaca por exhibir rocas en condiciones de alta presión/baja temperatura, denominado Ensamble o Suite Piaxtla.

La disposición estructural de las rocas de alta presión en el Ensamble Piaxtla se conforma como un ensamble de varias piezas elongadas (NNE-SSW) que tienen un grado metamórfico medio–alto, y cuyas facies metamórficas están distribuidas transversalmente de W-E por: esquisto azul, eclogita y anfibolita, con sobreposición de paragénesis de retrogresión hasta facies de esquisto verde. El borde occidental del ensamble se configura como la raíz de una napa dúctil con movimiento de cima hacia el W-NW, activa hace 344 Ma, mientras que el borde oriental ostenta un arreglo de fallamiento normal lístrico dúctil con cima hacia el E, también activo en ~337 Ma.

Las condiciones de presión y temperatura estimadas para las eclogitas preservadas a lo largo del cinturón en lentes y horizontes relictos fueron examinadas bajo la construcción de pseudosecciones, a su vez complementadas por termometría de granate-clinopiroxeno y Zr en rutilo. Los resultados indican que el pico metamórfico oscila entre ~1.7–2.0 GPa y ~615–640°C para las coronas de granate almandínico (Alm = 0.53) + omfacita (Jd = 0.32–0.28) + rutilo ± cuarzo ± ilmenita. El compendio de edades en varios sistemas isotópicos recabado de distintos autores a lo largo del Ensamble Piaxtla ha permitido distinguir que el crecimiento de la fábrica en el pico metamórfico se suscitó hacia ~352 Ma, mientras que el disparo y la activación de las estructuras en retrogresión ocurrió entre 345–320 Ma. El arreglo estructural, el sincronismo de la deformación interna y la distribución metamórfica coherente son consistentes con un mecanismo tectónico posicionado en la interfaz entre dos placas en convergencia denominado *coherent belt* o “canal de subducción coherente”. Todo el cinturón de alta presión, a su vez, se imbrica dúctilmente hacia el W, sobre unidades meta-sedimentarias carboníferas que solo han alcanzado facies de esquisto verde (Litodemas Zumpango-Cosoltepec), denotando así la última etapa de transferencia de masas rocosas en el canal desde profundidades de 60–50 km hacia espacios corticales más someros en 20–15 km, permitiendo calcular una tasa de exhumación de entre 1.8 y 2.6 mm/año, asumiendo ángulos de subducción de la placa entre 30° y 45°, respectivamente.



El Ensemble Piaxtla ha sido interpretado tradicionalmente como una sutura de “colisión continental”. Sin embargo, la reinterpretación de la formación de rocas eclogíticas y su transferencia hacia posiciones corticales más someras en un contexto de un canal de subducción ha permitido reevaluar su geodinámica congelada como una subducción continua (tipo Pacífico), estable y de larga vida, de hasta miles de kilómetros de litosfera perteneciente al Océano Réico.

Palabras clave: Ensemble Piaxtla, Eclogitas, Océano Réico, Pangea.

EVALUACIÓN DE LA HISTORIA METAMÓRFICA DE LAS CROMITITAS DE TEHUITZINGO, COMPLEJO ACATLÁN, PUEBLA

**Vanessa Colás^{1,*}, Júlia Farré-de-Pablo², Israel Garduño-Torres³,
José M. González-Jiménez⁴, Joaquín A. Proenza², Antoni Camprubí¹,
Elisa Fitz-Díaz¹, Antonio García-Casco^{4,5}**

*¹Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad de México, México (*e-mail: vcolas86@gmail.com). ²Departamento de Mineralogía, Petrología i Geología Aplicada, Universitat de Barcelona, 08028 Barcelona, España. ³Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional, 07738, Ciudad de México, México. ⁴Dpto. Mineralogía y Petrología, Universidad de Granada, 18002 Granada, España. ⁵Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT), CSIC-UGR, Armilla, 18100 Granada, España.*

El cuerpo ultramáfico Tehuitzingo (Complejo Acatlán, Puebla) es uno de los pocos ejemplos de ofiolita de tras-arco oceánico con cromititas formadas en una zona de supra-subducción que se preserva en Norte América. Las metabasitas asociadas a este cuerpo ultramáfico registran evidencias de metamorfismo de alta presión, probablemente asociado a la formación de Pangea durante el Carbonífero Superior. En este contexto, los modelos propuestos para explicar la historia metamórfica de estas rocas ofiolíticas parten de que éstas experimentaron el mismo metamorfismo que las rocas del encajante, y son: i) la colisión de varias suites oceánicas de alta presión dentro de los océanos Iapetus y Réico; o ii) la exhumación de las rocas de alta presión dentro de un canal de subducción durante la subducción y el cierre del Océano Réico. En este trabajo presentamos un estudio integral de las cromititas alojadas en la serpentinita de Tehuitzingo y de su historia de exhumación. Los granos de cromita en los cuerpos de cromitita muestran tres texturas que pueden asociarse a una trayectoria retrógrada producida durante su exhumación: i) cromita parcialmente alterada, con núcleos inalterados rodeados por cromita porosa rica en Fe²⁺ y pobre en Al y Mg; ii) cromita porosa, sin núcleos y clinocloro en los poros, y iii) cromita zonada, formada por núcleos modificados rodeados por bordes de cromita no porosa rica en Fe³⁺ y magnetita. El contenido de elementos menores (Ti, Ni, Zn, Co y Mn) y traza (Ga, V y Sc) en los núcleos primarios de cromita parcialmente alterada es similar al de las cromititas cristalizadas a partir de basaltos de cuenca de tras-arco generados en la cuña de manto. Sin embargo, los núcleos de cromita zonada están enriquecidos en Zn, Co y Mn, pero empobrecidos en Ga, Ti, Ni y Sc, pudiendo estar relacionado con el metamorfismo retrógrado. Además, las pseudosecciones realizadas en el sistema CrMFASH indican que la cromita porosa rica en Fe²⁺ se formó por la reacción de cromita primaria con olivino entre 584 y 449°C. Por otra parte, las temperaturas calculadas en el sistema FMASH indican que los bordes de cromita no porosa rica en Fe³⁺ y magnetita se formaron a temperaturas más bajas, entre 270 y 340°C. Estas temperaturas de alteración son más altas y restringidas que las estimadas para el clinocloro incluido en cromita parcialmente alterada (193–481°C) y porosa (158–255°C) y que los reportados en serpentinitas y eclogitas asociadas (210–399°C). Una comparación de las condiciones metamórficas estimadas con nuestros modelos termodinámicos y la

distribución de elementos menores y traza en las diferentes zonas de las cromitas nos permite inferir que la alteración se produjo durante el metamorfismo retrógrado hidratado, y que el metamorfismo de alta presión, de haberlo experimentado, no modificó la composición de las cromitas. Por tanto, la zonación microestructural de los granos de cromita se produjo durante la exhumación de un segmento de la litosfera oceánica formado en un contexto de tras-arco, en condiciones de temperatura similares a la serpentinita Tehuitzingo (550–250°C), durante la formación de Pangea.

Palabras clave: Cromita metamórfica, Modelización termodinámica, Complejo ultramáfico de Tehuitzingo, Complejo Acatlán.

EVENTO OROGÉNICO CISURALIANO-GUADALUPIANO (“OROGENIA CALTEPENSE”) RELACIONADO A LA CONSOLIDACIÓN DE PANGEA OCCIDENTAL: NUEVAS EVIDENCIAS TECTONO-ESTRATIGRÁFICAS Y GEOCRONOLÓGICAS EN EL SUR DE MÉXICO

**Mariano Elías-Herrera^{1,*}, Consuelo Macías-Romo¹, José Luis Sánchez-Zavala¹,
Carlos Jaramillo-Méndez², Fernando Ortega-Gutiérrez¹, Luigi Solari³**

*¹Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad de México, México (*e-mail: elias@unam.mx). ²Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad de México, México. ³Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, 76230, Querétaro, México.*

Desde el trabajo pionero de Bullard *et al.* (1965), la integración de los basamentos cristalinos premesozoicos del sur de México en la reconstrucción paleogeográfica del supercontinente Pangea ha sido incierta. Los complejos metamórficos Oaxaqueño (Mesoproterozoico) y Acatlán (Paleozoico) forman el núcleo de la corteza continental del México meridional, una pieza fundamental en la reconstrucción de la Pangea occidental. La región de Caltepec, Puebla, es la única localidad donde está expuesta la sutura ente dichos complejos (zona de falla de Caltepec, ZFC). Nuestros estudios geológicos detallados recientes precisan gran parte de la evolución tectónica relacionada con la integración del supercontinente en el sur de México. El basamento en la región consiste en ortogneises gabróticos y graníticos en facies de granulita de ~1210 Ma, ~1186 Ma y ~1007 Ma, los cuales corresponden a la prolongación más septentrional del Complejo Oaxaqueño. Hacia el poniente los gneises están delimitados por la ZFC que consiste en una franja orientada NNW, de 2 a 5 km de ancho, compuesta por gneises mesoproterozoicos milonitizados, un granito milonítico (Granito Cozahuico de 270–277 Ma) y bandas decamétricas de anfíbolitas (278 Ma, Ar/Ar, hornblenda) y granitos migmatíticos de epidota (276 Ma, U-Pb zircón) dentro del Granito Cozahuico. Las milonitas y migmatitas de la ZFC están fuertemente inclinadas hacia el E, muestran una cinemática dextral, y sobreyacen por falla inversa a rocas del Complejo Acatlán hacia el poniente. El Complejo Acatlán incluye el ensamble Actipan (EA), el cual consiste de esquisto de mica-granate de edad pre-268 Ma, cuarcita, mármol, para-anfibolita y orto-anfibolita sintectónica con granate y rutilo (292 Ma, U-Pb zircón), metagranito sintectónico con granate (297 Ma, U-Pb zircón), metadiorita y cuerpos de serpentinita. El EA tiene una vergencia hacia el W y SW, y un metamorfismo orogénico en facies de epidota anfibolita ($P \sim 10$ kbar, $T \sim 525\text{--}560^\circ\text{C}$) con retrogresión a facies de esquisto verde. En el área de Metzontla, el EA tiene una vergencia contraria, hacia el E-NE, donde se presenta como cuña tectónica entre los gneises mesoproterozoicos delimitada por fallas normales. La distribución del EA y la divergencia en la polaridad tectónica se interpreta como falla transpresiva con estructura en flor positiva a escala regional, la cual fue modificada por fallamiento posterior. El depósito de los protolitos sedimentarios del EA, post-334 Ma por componentes detríticos, y pre-297 Ma por relaciones de corte de rocas intrusivas, probablemente ocurrió en una cuenca de edad pensilvánica con piso oceánico o transicional desarrollada entre Oaxaquia y el Complejo Acatlán, la cual quedó atrapada entre 297 y 270 Ma en la yuxtaposición tectónica entre los



complejos cristalinos bajo un régimen transgresiva. Este evento orogénico, denominado “Caltepecense”, supone una colisión entre terrenos metamórficos y la extinción de la cuenca pensilvánica antes del depósito discordante de la Formación Matzitzi del Lopingiano (260–252 Ma), sellando la consolidación de Pangea occidental en esta parte de México.

Estos datos contrastan con la historia orogénica que formó la parte más joven del Complejo Acatlán durante el Paleozoico más tardío al poniente, donde las unidades involucradas (Cosoltepec del Pensilvánico y Tecomate del Pérmico temprano) no presentan metamorfismo de alta presión y las separa una notable discordancia estructural. Esto puede implicar desplazamientos laterales considerables entre estas dos regiones que hoy en día muestran una continuidad geográfica.

Palabras clave: Complejo Acatlán, Falla de Caltepec, Sur de México, Pangea occidental.

RELEVO DEL RÉGIMEN DE SUBDUCCIÓN DEL OCÉANO RÉICO POR EL PALEO-PACÍFICO EN LA MARGEN MÁS OCCIDENTAL DE PANGEA: REGISTRO GEOCRONOLÓGICO EN LOS COMPLEJOS METAMÓRFICOS DE TEZIUTLÁN Y JUCHATENGO

Mario A. Ramos-Arias^{1,*}, Manuel Grajales-Nishimura¹, Edgar Ángeles-Moreno², L. Javier Gutiérrez-Trejo³, Carlos Ortega-Obregón², Luigi Solari², Jesús Solé-Viñas¹

*¹Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, Ciudad de México, México (*e-mail: mariothenew@gmail.com). ²Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla Querétaro, 76230, México. ³Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, Ciudad de México, México.*

Es ampliamente aceptado que el supercontinente Pangea ya había sido ensamblado en el Carbonífero-Pérmico a pesar de que los detalles de la reconstrucción tectónica y paleogeográfica de la América Media permanecen en controversia. ¿Cómo es que ocurre el cambio de régimen de subducción entre el cierre del Océano Réico al paleo-Pacífico? El registro geológico de los diversos complejos metamórficos Paleozoicos dispersos en México es clave para entender las complejidades durante el ensamble de Pangea. El Complejo Metamórfico de Teziutlán se localiza en la porción centro-oriental de México y constituye parte del basamento del terreno Sierra Madre. Este complejo es de naturaleza poli-deformada y ha sido metamorfozado en facies de esquisto verde. Este complejo se caracteriza como un ensamble milonítico con cuatro litodemas con distintas asociaciones litológicas que incluyen rocas meta-volcánicas, volcanoclásticas, y diques graníticos a tonalíticos. Los fechamientos de zircones detríticos y magmáticos, así como la geoquímica de rocas máficas indican que los protolitos del Complejo Teziutlán se formaron en una cuenca de tras-arco en el Pensilvánico Superior (límite superior: 312 Ma). Mientras que los datos estructurales concuerdan con el desarrollo de una zona milonítica subhorizontal cuya cima se mueve hacia el SW. Su fábrica de deformación fue fechada mediante K-Ar y Ar-Ar en muscovita, dando edades de enfriamiento que restringen un evento tectonotérmico entre 291 y 287 Ma (Pérmico Temprano). Por otro lado, el Complejo Juchatengo se ubica entre el Complejo Oaxaqueño al norte y el Complejo Xolapa al sur, y está constituido por rocas máficas y sedimentarias de afinidad oceánica, representando un ensamble típico del nivel superior de ofiolitas, deformado y metamorfozado en facies de esquisto verde. Los análisis geocronológicos de U-Pb en zircones magmáticos y detríticos, así como la isotopía K-Ar en hornblenda arrojaron edades de 291–313 Ma para plagiogranitos y 282–278 Ma para las tonalitas que intrusionan al ensamble ofiolítico. La edad máxima de depósito de las metapelitas en la parte superior es de 319 Ma y la intrusión de cuerpos de tonalita es de 282 Ma (edad de enfriamiento K-Ar en hornblenda), acotando el tiempo de depósito entre el Moscoviano y el Artinskiano.

La edad de la deformación/metamorfismo en los complejos de Teziutlán y Juchatengo es ligeramente posterior al cierre diacrónico del Océano Réico, pero coincide con el evento tectonotérmico regional de transcurrancia dextral ampliamente documentado en México,



el cual se propaga de norte a sur entre 305–275 Ma. Con la configuración de terrenos de la América Media, incluidos los complejos Teziutlán y Juchatengo en la margen occidental de Pangea (reconstrucción Pangea A), los terrenos mexicanos están fuera de la zona de “colisión continental” durante el cierre diacrónico del Océano Réico hasta el fin del Carbonífero, pero con un traslape espacio/temporal con el Océano paleo-Pacífico. La aparente geometría ortogonal entre los dos sistemas tectónicos, así como el diacronismo de las edades de los protolitos con respecto de los eventos metamórficos y la instauración del sistema transcurrente dextral, sugiere un cambio de régimen de subducción a partir del Pérmico temprano, al pasar del dominio Réico al paleo-Pacífico en el oeste de Pangea.

Palabras clave: Paleozoico tardío, Océano Réico, Océano paleo-Pacífico, Teziutlán, Juchatengo.

ANÁLISIS MICROTTECTÓNICO DE LAS ROCAS DEL COMPLEJO METAMÓRFICO DE TEZIUTLÁN, ESTADO DE PUEBLA: DEFORMACIÓN MILONÍTICA EN EL PALEOZOICO TARDÍO

**Luis Javier Gutiérrez-Trejo^{1,*}, Mario A. Ramos-Arias², Edgar Ángeles-Moreno³,
José Martín Yáñez-Limón⁴, Adair Jiménez-Nieto⁴, Jesús Solé-Viñas², Teresa Pi-Puig²**

*¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad de México, México (*e-mail: luisja.gtz.t@gmail.com). ²Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad de México, México. ³Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, 76230, Querétaro, México. ⁴Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, unidad Querétaro, 76230, Querétaro, México.*

El Complejo Metamórfico de Teziutlán (CMT) consiste en un ensamble polideformado de rocas metasedimentarias, metavolcanoclásticas y metaígneas con texturas esquistosas, gnéissicas y miloníticas del Paleozoico Tardío, cubierto discordantemente por rocas sedimentarias con incipiente deformación, pertenecientes al Grupo Huizachal del Triásico. El ensamble aflora como una ventana tectónica localizada en la porción centro-oriental de México, en el norte de Puebla, muy cercano al basamento cristalino del Proterozoico (Gneiss Huiznopala) en el estado de Hidalgo. El CMT se compone de cuatro litodemas: (i) el litodema La Soledad es un conjunto de ortogneises de plagioclasa + feldespato potásico + cuarzo con intercalaciones de esquistos de muscovita + cuarzo + albita ± biotita; (ii) el litodema Chicuaco está conformado por esquistos de cuarzo + muscovita + albita ± biotita ± clorita con ortogneises de plagioclasa + feldespato potásico + cuarzo, intercalados ocasionalmente con esquistos de epidota + actinolita + clorita; (iii) el litodema Cozolexco posee esquistos de actinolita + clorita + epidota con algunas intercalaciones cuarcitas; y, finalmente, (iv) el litodema El Mirador tiene una intercalación de esquistos de muscovita + cuarzo con rocas metavolcanosedimentarias. A lo largo del CMT se observan dos conjuntos de estructuras dúctiles distintivas: (i) desarrollo de la foliación principal S_1 con crecimiento de minerales en facies de esquisto verde; y (ii) la transposición de las primeras estructuras por un plegamiento recostado F_2 y desarrollo de la foliación $S_{1/2}$. Dicha transposición obedece al desarrollo de zonas de cizalla miloníticas que pervasivamente se orientan en 222-229/23. Por su parte, los indicadores cinemáticos sugieren un movimiento dominante de rampa/cizalla subhorizontal con cima hacia el SW. También se observa un tercer conjunto de estructuras como crenulaciones y plegamiento abierto sub-vertical que denota la transición entre los regímenes dúctil-frágil; y un cuarto dominio que se observa como el entramado de fallamiento frágil tardío. Cabe resaltar que mediante el análisis de mecanismos de deformación cristal/plástico se identificaron texturas de recristalización dinámica en el cuarzo por subgranos, migración de borde de grano y bultos, intensificándose en la cercanía de las milonitas. Los datos de difracción de electrones retrodispersados, determinan una orientación cristalográfica principal en el cuarzo y sugieren un rango de temperatura de deformación en las milonitas de $427 \pm 50^\circ\text{C}$. El CMT fue afectado por un evento tectonotermal hacia el Pérmico Temprano. Este argumento está basado en edades de enfriamiento en

sistemas $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ y $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ para muscovita desarrollada en las fábricas de los conjuntos de estructuras dúctiles S_1 y S_2 - $S_{1/2}$; arrojando dos rangos edades de 232.7 ± 3.9 Ma a 310.1 ± 3.9 Ma y otro de 286.93 ± 1.45 a 289.18 ± 11.85 Ma, respectivamente.

Las evidencias estructurales/microtexturales, metamórficas y geocronológicas propias del CMT son consistentes con la deformación dextral, documentada en varias unidades deformadas de México. Esto, presumiblemente, se produjo durante las etapas iniciales de la subducción paleo-pacífica, a inicios de Pérmico, tiempo en el que Pangea ya había sido ensamblada, y la configuración de terrenos mexicanos se posicionaba en el extremo más occidental del supercontinente.

Palabras clave: Complejo Metamórfico de Teziutlán, Cizalla dúctil, Microtexturas, Mecanismos de deformación, Ensamble de Pangea.

THE HUASTECHAN OROGEN REVISITED AND ITS ROLE IN THE ACCRETION OF PANGEA ALONG THE LATE PALEOZOIC MARGIN OF MEXICO

Fernando Ortega-Gutiérrez

Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, Ciudad de México, México (e-mail: fortega@unam.mx).

Pre-Mesozoic crystalline basement windows in eastern Mexico extend south of the hypothetical Mojave-Sonora megashear from the states of Nuevo León in NE Mexico to Chiapas in SE Mexico, and beyond, across the international border in Guatemala. They comprise a series of contrasting lithotectonic systems roughly representing a composite orogenic belt of late Paleozoic age that includes the following units: Granjeno Schist in Tamaulipas (the suture complex), the Guacamaya Formation in Tamaulipas (the orogenic turbidite), the Tuzancoa Formation in Hidalgo (the intra-arc basin), the Teziutlán massif in Puebla (the arc roots), the Mazateco complex in Oaxaca (the accretionary prism) and the Chicomuselo Anticlinorium in Chiapas (the miogeoclinal margin). Models that have tried to explain the orogen portray the system as: a) the direct continuation of the Appalachian belt in eastern Mexico or b) the displaced continuation in eastern Mexico of the Ouachita belt. In other scenario, the Ouachita-Marathon-Sonora orogenic belt marks across northern Mexico the contact between Laurentia and Gondwana. Authors supporting this latter scenario ignore the Huastecan tectonic system that is definitely present in the eastern margin of the country. Given the orthogonal north-south position of the Huastecan orogen in relation to the east-west Ouachita-Marathon-Sonora belt proposed in the literature, the former tectonic system poses a major problem and a challenge for the paleogeographic modelling of Pangea assembly in Mexico. An attempt to solve this problem is addressed here, in terms of the successive building or accretion of several micro continental terranes, such as Oaxaquia and Acatlania to the cratonic margin. The protracted, multi-orogenic and exhumation late Paleozoic history registered in the structures and lithologies of these terranes bordering the Huastecan orogen include the main tectonic styles and lithologies commonly associated with the compressional and extensional regimes accompanying the assembly or following the dispersion of large continental masses.

Keywords: Assembly of Pangea, Huastecan orogen, Paleozoic, Pre-Mesozoic complexes of eastern Mexico.

ORDOVICIAN ARC MAGMATISM IN THE BASAMENT OF THE SIERRA MADRE ORIENTAL, CIUDAD VICTORIA, TAMAULIPAS, AND ITS LINK TO THE GONDWANAN FAMATINIAN ARC

**Juan Alonso Ramírez-Fernández^{1,*}, Uwe Jenchen¹,
Fernando Velasco-Tapia¹, Eduardo Alejandro Alemán-Gallardo²**

*¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carretera a Cerro Prieto, km. 8, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México (*e-mail: alonso_fct@hotmail). ²Universidad Autónoma de Nuevo León, Posgrado de la Facultad de Ciencias de la Tierra, Carretera a Cerro Prieto, km. 8, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México.*

The Huizachal-Peregrina Anticlinorium core of the Sierra Madre Oriental (NE Mexico) comprises a wide variety of Precambrian and Paleozoic units. A granitic unit, described as Peregrina Tonalite, cut the Neoproterozoic Novillo Gneiss, which is the northernmost expression of the microcontinent Oaxaquia. The contact of the Peregrina Tonalite with the Carboniferous Granjeno Schist is tectonic with nearly vertical lateral faults. The Peregrina Tonalite was described by previous authors as an orphaned block associated with an enigmatic Carboniferous magmatic arc along the NW Gondwana margin. Our U-Pb LA-ICP-MS data on zircons from the Peregrina Tonalite show a youngest Upper Ordovician (Katian) zircon-age population at 448.8 ± 2.9 Ma that we interpret as the crystallization age of the Peregrina Tonalite, as well as an older Grenvillian age population that we interpret as the potential age of the protolith. This granitoid is related to a continental arc developed along the northwestern Gondwana margin. The age and position of this arc allow proposing a comprehensive model for the development of the NE Mexican basement, without the involvement of exotic or orphaned terranes. The Peregrina Tonalite is interpreted as part of a magmatic arc established during the Upper Ordovician, not previously reported in Northeastern Mexico, described now as “Peregrina-Mochonian Orogeny”. We interpret this arc as the extension of the South American Famatinian arc in Mexico.

Keywords: Huizachal-Peregrina anticlinorium, Peregrina Tonalite, Continental Arc, Famatinian Arc, Peregrina-Mochonian Orogeny.

TRIASSIC METAMORPHISM IN THE MÉRIDA ANDES, VENEZUELA – FINAL PANGAEA ASSEMBLAGE OR CIRCUM-SUPERCONTINENT SUBDUCTION? NEW INSIGHTS FROM GEOCHRONOLOGY AND O-ISOTOPES

M. Daniela Tazzo-Rangel^{1,*}, Bodo Weber¹, Axel K. Schmitt², René González-Guzmán¹

*¹División de Ciencias de la Tierra, Departamento de Geología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), 22860, Ensenada, Baja California, México (*e-mail: mtazzo@cicese.edu.mx). ²Institute of Earth Sciences, Heidelberg University, 69120, Heidelberg, Germany.*

Although there is a consensus about Pangea assemblage in NW Gondwana spanning from Late Carboniferous to Early Permian, the tectonics of the Late Permian-Early Triassic period, including the onset of Pangea break up, is still controversial. In this context, three regional tectonic features need to be considered: (1) the Ouachita-Marathon-Sonora suture to the north; (2) the east-dipping subduction of the proto-Pacific oceanic crust beneath Gondwana to the west; and (3) an extensional setting to the south documented in the Central Cordillera of Colombia and Ecuador, suggesting that Mexican-Central America terrains (*i.e.*, Mixteca Terrane, Chortis, and Oaxaquia) separated from continental Gondwana at ~240–220 Ma during Pangea breakup. The effects of these tectonic processes in the Mérida Andes of western Venezuela are poorly understood. According to recent U-Pb-Hf zircon data, the Paleozoic metamorphic basement of the Mérida Andes, namely the Iglesias Complex, was affected by a Mesozoic metamorphic event, dated from Triassic zircon rims at ~230 Ma. However, it remained unclear whether these rims grew from hydrothermal fluids or by a regional tectonothermal event. In an attempt to solve this problem, we analyzed unpolished surfaces of zircon grains from the Iglesias Complex by Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS) and obtained U-Pb ages and oxygen isotope compositions of the outermost <1 μm zircon rims. Additionally, we performed Rb-Sr geochronology in mica of metasedimentary rocks to infer the timing and conditions of metamorphism as well as cooling. Concordia U-Pb ages on zircon rims of four orthogneiss samples range between 256.9 ± 7.3 Ma and 241.5 ± 9.0 Ma, though a few analyses have Ordovician-Silurian ages. The $\delta^{18}\text{O}$ values vary from +5.0 to +8.9 ‰, mostly above the mantle value of $+5.3 \pm 0.3$ ‰. In addition, there is no significant drop in the oxygen isotope composition when comparing Triassic and Lower Paleozoic zircon rims. These results imply that hydrothermal formation of zircon is precluded, suggesting zircon growth by a regional metamorphic event. Rb-Sr isochrones yielded cooling ages of 268 ± 15 Ma and 246.5 ± 6.0 Ma for muscovite, whereas biotite yielded a significantly younger age of 207.6 ± 4.7 Ma. These results suggest that the metamorphic basement in the Mérida Andes reached upper greenschist-facies conditions at ~250 Ma and cooled from 500 ± 50 to $300 \pm 50^\circ\text{C}$ during the Triassic period at a rate of *ca.* 4-5 K/Ma. This thermal event is coeval with high- to medium-grade metamorphic events in other peri-Gondwanan crustal fragments (*e.g.*, Maya Block, Santander Massif, and Central Cordillera of Colombia) postdating the Ouachita-Marathon-Sonora suture for ~30 Ma. Thus, Triassic metamorphism in Venezuela might be related to terrain accretion during the final



agglutination of Pangea since there is no significant magmatism in this region associated with subduction of the proto-Pacific oceanic crust beneath Gondwana. The absence of Triassic sedimentary sequences as well as Ar-Ar and apatite U-Pb data from previous studies also account for an exhumation of the Mérida Andes and the Santander Massif in Colombia during the Permo-Triassic.

Keywords: Mérida Andes, Triassic, Iglesias Complex, Geochronology, Oxygen isotopes.



PERMO-TRIASSIC SEDIMENTATION ALONG THE SOUTHWESTERN MARGIN OF LAURENTIA AND THE INCEPTION OF SUBDUCTION

Nancy Riggs

*School of Earth and Sustainability, Northern Arizona University,
Flagstaff, AZ, USA (e-mail: Nancy.riggs@nau.edu).*

Transcurrent faulting in Late Pennsylvanian time along the southwestern margin of Laurentia ended passive-margin sedimentation and was followed by induced subduction initiation in late Permian through Early Triassic time. Rare exposures of plutonic rock in northwest Sonora, Mexico (Los Tanques, Sierra Pinta), and the Mojave Desert in California, USA (peri-allochthonous El Paso terrane), are the only documented remnants of the oldest arc magmatism. Forearc and retro-arc sedimentary strata contain a detrital-zircon record of early arc activity that, together with the plutonic rocks, allows reconstruction of the early arc and changing morphology along the southwestern Laurentian margin. Forearc rocks comprise moderate-depth to shelfal successions that, in general, show shoaling-up that is characteristic of subduction initiation. Upper Permian successions in Sonora (Monos Formation) and the Mojave Desert (strata of Holland Camp), detrital zircon age spectra suggest earliest magmatism at *ca.* 275 Ma, which complements the oldest pluton ages. The Sonoran detrital-zircon data are matched by similar igneous zircon ages from conglomerate clasts in nearby Triassic sedimentary strata. In the retro-arc region, sedimentary successions are diverse. No clearly retro-arc rocks are preserved in Sonora. Sedimentary strata in southern Arizona that are coeval with earliest magmatism have no zircon record of initial arc activity. In the Mojave Desert and east-central California, USA, retro-arc successions are variably correlated with units on the Colorado Plateau. From north to south, these comprise units in the Inyo Mountains in eastern California, and the Buckskin Formation in the Mojave Desert, which in its lower part correlates with the Middle Triassic Moenkopi Formation on the Plateau. The Inyo Mountains contain a succession of strata that encompass a time span from before subduction initiation through a well-established arc. These rocks, however, do not record the earliest subduction as seen in the El Paso terrane; the oldest arc-related zircons are *ca.* 265 Ma. Sedimentary facies indicate uplift, subsidence, and gradual shoaling as the arc became established. The Buckskin Formation is exposed in fault-bounded ranges in the Mojave Desert but overlies recognizable Permian passive-margin sedimentary rocks (Kaibab Formation). In contrast to the Moenkopi Formation, the Buckskin Formation has abundant arc-derived zircon that suggests an initiation of magmatism in its dominant source area of *ca.* 255 Ma. Facies in the lower Buckskin Formation correspond well to facies patterns in the Moenkopi Formation and suggest continuous depositional trends across southwestern Laurentia. These variable patterns of sedimentation and plutonism provide the basis for a speculative model of subduction initiation and continental-margin reorganization. Collapse of the transcurrent fault provided the mechanism for initiation of subduction under Laurentia in Sonora and potentially the El Paso terrane at *ca.* 280 Ma. A forearc basin developed fairly quickly and zircons were transported into marine basins beginning between 270 and 265 Ma; classic shoaling-upward successions demonstrate the influence of the growing arc on

sedimentary distributary patterns. The retro-arc record lags behind that of the forearc, in part owing to poor exposure, but potentially indicating a strong asymmetry to and seaward erosion of the early arc. Magmatism migrated into the Mojave Desert region by *ca.* 260 Ma, but the arc remained offshore. Depositional patterns in the retro-arc region were not strongly influenced by initial development of the arc, and proximal parts of the basin received arc-derived sediments. In the Inyo Mountains to the north small basins from the older Paleozoic passive margin remained isolated from the larger Moenkopi basin until well into Triassic time. At *ca.* 235 Ma, a land bridge developed between the arc and the retro-arc region, owing to a combination of crustal inflation caused by pluton emplacement and intra-arc deformation.

Keywords: Laurentia passive margin, subduction initiation, Permian-Triassic arc.

MAGMATISMO DEL PALEOZOICO TARDÍO-MESOZOICO TEMPRANO EN MÉXICO, IMPLICACIONES TECTÓNICAS

**Elena Centeno-García^{1,*}, Claudia Mendoza-Rosales²,
Gilberto Silva-Romo², Emiliano Campos-Madrigal²**

*¹Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad de México, México (*e-mail: centeno@unam.mx). ²Departamento de Ingeniería Geológica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad de México, México.*

La cartografía detallada y la caracterización geoquímica de las rocas Pérmicas del noreste y centro de México indican que fueron formadas en un ambiente de arco, principalmente submarino, construido sobre corteza continental (Oaxaquia). En algunas localidades hay evidencia de que el magmatismo inicia desde el Carbonífero. Estas rocas afloran de manera aislada en diversas localidades, que se resumen a continuación. La localidad con mayor extensión geográfica se localiza en la región de Molango, Estado de Hidalgo (Formación Tuzancoa), donde consiste en flujos de lava submarinos de composición andesítica-basáltica, turbiditas volcanoclásticas, flujos de detrito calcáreo que contienen fusulínidos del Pérmico (Wolfcampiano-Leonardiano) y, hacia la base, turbiditas siliciclásticas que contienen fósiles marinos de probable edad del Pensilvanico. En el Estado de Tamaulipas, en la región de Ciudad Victoria, existen afloramientos de las mismas rocas, que originalmente fueron descritos como un *flysch* orogénico (Formación Guacamaya). Sin embargo, estas rocas tienen la misma composición que la sucesión volcano-sedimentaria que aflora en Hidalgo. El arco aparentemente tiene una extensión hacia el noroeste, en la región de Delicias, Estado de Coahuila, donde afloran rocas volcánicas y volcanoclásticas. En esta localidad hay un cuerpo intrusivo de edad Pensilvánica. Otras manifestaciones aisladas de volcanismo Pérmico se encuentran en el sur de México. La Formación Matzizi, en el Estado de Puebla, constituida por areniscas, lutitas y conglomerados depositados en un ambiente fluvial, contiene flujos de ignimbritas interestratificados. Hacia el sur, en el Estado de Oaxaca, afloran varios intrusivos, emplazados en el Complejo Oaxaqueño, de la misma edad. Los datos geocronológicos obtenidos por diversos autores sugieren que el magmatismo continuó en el Triásico Temprano, pero no en la misma posición geográfica, ya que los cuerpos intrusivos fechados de esta se ubican hacia el este del arco Pérmico, lo cual sugiere una migración del arco.

Algunos autores sugieren que el volcanismo de finales del Paleozoico se vincula al ensamble de la Pangea, sin embargo, la afinidad geográfica de los fósiles contenidos en las rocas Carboníferas de las regiones de Ciudad Victoria, Tamaulipas y Molango, Hidalgo, indican que Oaxaquia ya se encontraba ligada a Norteamérica para ese tiempo, por lo que se presentan modelos alternativos de reconstrucción paleogeográfica.

Palabras clave: Arco Carbonífero-Permico-Triásico, Ensamble de Pangea, Paleogeografía.

ROCAS PLUTÓNICAS DE ALTO BA-SR DEL PALEOZOICO TARDÍO EN EL SUR DEL COMPLEJO DEL MACIZO DE CHIAPAS: PETROGÉNESIS E IMPLICACIONES TECTÓNICAS

Reneé González-Guzmán^{1,*}, Bodo Weber¹,
Alejandro Cisneros-de León², Daniela Tazzo-Rangel¹

¹*División de Ciencias de la Tierra, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, 22860 Ensenada, Baja California, México (*e-mail: rguzman@cicese.mx).* ²*Institut für Geowissenschaften, Ruprecht-Karls Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 236, 69120 Heidelberg, Alemania.*

Como parte del Bloque Maya, el Complejo del Macizo de Chiapas (CMC) alberga la estructura batolítica pre-Mesozoica más grande de México. Desde hace tres décadas, la intrusión de rocas del Pérmico Tardío en el Complejo se ha documentado con una fuerte firma geoquímica de arco. En este trabajo, reportamos una serie de rocas plutónicas con características únicas en el sur del CMC. Edades U-Pb en circón revelan que estas intrusiones se emplazaron entre 273.5 ± 1.7 y 250.2 ± 3.9 Ma. Las rocas pertenecen a la serie calcoalcalina a shoshonítica de alto K ($\text{SiO}_2 = 48.60\text{--}63.56\%$ en peso; $\text{K}_2\text{O} = 1.12\text{--}4.94\%$ en peso; $\text{Ta/Yb} = 0.22\text{--}0.48$). De acuerdo con sus características geoquímicas, las muestras exhiben firmas de granitoides con alto Ba-Sr. En este sentido, tienen altas concentraciones de Ba (849–9236 ppm) y Sr (360–932 ppm) en relación con la clasificación típica de los granitos (*i.e.*, tipo A, I y S). Además, presentan relaciones de REE normalizadas a condrita fuertemente fraccionadas ($[\text{La/Yb}]_N = 7.0\text{--}26$), así como un enriquecimiento en LILEs (*ej.*, K, Ba, Sr) y empobrecimiento en HFSEs (*ej.*, Nb, Ta, Ti) en el diagrama multielementos normalizado a Manto primordial. Finalmente, presentan relaciones altas de K/Rb (101–272) y Sr/Y (10.9–45.5). Como muestran los datos isotópicos de roca total ($\epsilon\text{Nd}_{t=270} = -0.80$ a -6.94 ; $\epsilon\text{Hf}_{t=270} = -2.83$ a -5.99) y la termometría de saturación de circón/monacita, la fusión parcial de una fuente enriquecida produjo la serie a una temperatura por debajo de 800 °C. Se sugiere que esta fuente proviene de un manto litosférico metasomatizado por fluidos relacionados con la subducción. La cristalización fraccionada y asimilación de la corteza en los magmas que se generaron dieron como resultado características geoquímicas e isotópicas coherentes en el conjunto, a pesar de una diferencia de emplazamiento de ~20 Ma dentro de la serie. Con base en la presencia de cristales de circón pre-magmáticos de ~1.0 Ga y datos isotópicos de Hf en circones magmáticos, la corteza asimilada se documenta con componentes grenvillianos. Un régimen intracontinental posterior a la colisión del Bloque Maya y a la formación de Pangea se ve favorecida para la generación de estas rocas plutónicas.

Palabras clave: Complejo del Macizo de Chiapas, Petrología ígnea, Granitoides con alto Ba-Sr, Ambiente post-colisional, Pangea.

ESTUDIOS PALEOBOTÁNICOS SOBRE LA FORMACIÓN MATZITZI

Marycruz Gerwert-Navarro^{1,*}, Uxue Villanueva-Amadoz²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Hermosillo, Sonora, México (*e-mail: marygn22@gmail.com). ²Estación Regional del Noroeste (ERNO), Instituto de Geología, UNAM, 83000, Hermosillo, Sonora, México.

El Paleozoico continental en México se encuentra representado por pocas unidades que afloran principalmente en los estados de Hidalgo, Chiapas, Puebla y Oaxaca. Una de estas unidades, la Formación Matzitzi (Puebla-Oaxaca), se caracteriza por su gran riqueza en macroflora. Se estudió el holotipo y paratipos de *Lonesomia mexicana*, un nuevo género y especie fósil del grupo de las gigantopteridales que definió Weber en 1997 y que determina la edad de dicha unidad. Sus características de venación no permiten asignarlos inequívocamente al grupo de las gigantopteridales, por lo que la asignación de edad Leonardiana perdería su sustento. Sin embargo, varios investigadores afirman la existencia de este grupo en esta unidad por lo que el debate continúa. Se estudiaron las asociaciones palinológicas que indicaron una edad previa al Leonardiano por la presencia de palinomorfos como *Thymospora thiesseni*, *Florinites* y *Calamospora*. Asimismo, la discusión sobre la fitogeografía de la Formación Matzitzi es otro punto que aún sigue vigente. Autores previos han reportado la presencia del género *Glossopteris*, característico de la provincia florística de Gondwana. Lo anterior determina que la flora de la formación es una mezcla de las provincias Cathaysia (por la presencia de Gigantopteridales) y Gondwana. Sin embargo, en 1997, Weber retracta esta identificación argumentando que es difícil determinar si la planta es *Glossopteris*. Por tanto, propone que la afinidad es solo con Cathaysia, coincidiendo así con las conclusiones de otros autores. Recientemente, se ha propuesto que la flora de la Formación Matzitzi también tiene afinidad Euroamericana, e incluso se ha retomado la afinidad Gondwánica reportando la presencia de los géneros de glossopteridales *Gangamopteris*, *Glossopteris* y *Plumsteadia*. Sin embargo, Cathaysia-Euroamérica resulta ser la afinidad aceptada por la mayoría de los investigadores, debido a que se considera la Formación Matzitzi como una zona de transición entre provincias fitogeográficas debido a la variedad de géneros provenientes de diferentes zonas florísticas. No obstante, esta afirmación no es concluyente y queda abierta a nuevos descubrimientos de plantas que confirmen sin duda alguna una afinidad también con Gondwana.

Palabras clave: Formación Matzitzi, Paleozoico, Paleobotánica, Paleogeografía.

AVANCE EN EL CONOCIMIENTO DE LA PALEOFLORA DE LA FORMACIÓN MATZITZI Y SUS IMPLICACIONES TEMPORALES

Miguel A. Flores-Barragan^{1,2,*}, María P. Velasco-de León¹,
Diego E. Lozano-Carmona¹, Elizabeth Ortega-Chavez¹

¹Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, 04290, Ciudad de México, México (*e-mail: 08.mike.angel@mail.com). ²Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad de México, México.

En México se ha estudiado la flora perteneciente al Pérmico desde mediados del siglo pasado. La más conocida y estudiada pertenece a la Formación Matzitzi. Sin embargo, en fechas recientes se ha recolectado material diferente al ya registrado, por lo que, en este trabajo se da a conocer la revisión taxonómica realizada en los últimos años. La importancia del estudio radica en que, durante el Pérmico, México se ubicaba en la parte ecuatorial del supercontinente Pangea. Se ha propuesto que esta zona se caracterizó por una mezcla de diferentes elementos florísticos, por lo que el estudio de la macroflora permitirá proponer si el territorio nacional también fue integrante de esta flora mixta. Por último, a partir de estos resultados se propone una posible edad para los estratos que afloran alrededor del poblado de Coatepec, Puebla. El material estudiado se recolectó en las proximidades del poblado antes mencionado teniendo un total de 333 adpresiones que fueron asignadas a 10 órdenes, 17 géneros y 12 especies. Destacan los cinco nuevos reportes para México de los géneros: *Bjuvia* (lámina entera de hasta 19 cm de ancho con venación primaria y secundaria), *Gangamopteris* (hoja entera, con venación reticulada sin vena media), *Plumsteddia* (estructura ovulífera, con varias protuberancias unidas entre sí), *Schizoneura* (tallos con hojas verticiladas en los nudos) y *Syringodendron* (corteza decorticada, donde únicamente se observan los paricnos). Los 17 géneros se distribuyeron en las provincias de Angara, Euro-America y Gondwana. Lo anterior permite proponer que México formó parte de la zona denominada de flora mixta. A partir de los datos mencionados se realizó una datación indirecta de la Formación Matzitzi. Al analizar la distribución temporal (mínima y máxima) de los taxa, se observó un gran alcance estratigráfico de las plantas. Siete géneros tienen una distribución que va desde el Carbonífero Tardío al Pérmico Tardío (*Calamites*, *Fascipteris*, *Pecopteris*, *Odontopteris*, *Sphenopteris*, *Stigmara* y *Taeniopteris*). Por otra parte, seis géneros (*Bjuvia*, *Dychotomopteris*, *Plumsteddia*, *Gangamopteris*, *Gigantonoclea* y *Glossopteris*) tienen un alcance estratigráfico para todo el Pérmico. Lo anterior sugiere una edad pérmica (ya mencionado por otros autores). En el caso del género *Bjuvia* la morfología de los ejemplares de este estudio, tienen similitud a las especies de finales del Pérmico reportadas para Europa. El registro de *Schizoneura*, cuyo alcance estratigráfico es del Pérmico superior al Jurásico, apoya la idea que la flora de la Formación Matzitzi se estableció durante finales del Pérmico. La presencia de tres géneros de lepidodendrales con un rango de edad Carbonífero y Carbonífero - Pérmico parecen contraponerse a los patrones del resto de la flora. Sin embargo, es importante considerar que si bien este orden, es más común durante el Carbonífero, es posible encontrarlo durante el Pérmico. Por lo

tanto, se propone una edad máxima de Pérmico Tardío (Lopingiano, 259–251 Ma) para los estratos que afloran alrededor del poblado de Coatepec.

Palabras clave: Glossopteridales, Cicadales, Lepidodendrales, Pérmico Tardío.

FORMACIÓN MATZITZI: CONTROVERSIAS ACTUALES

Marycruz Gerwert-Navarro^{1,*}, Uxue Villanueva-Amadoz²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Hermosillo, Sonora, México (*e-mail: marygn22@gmail.com). ²Estación Regional del Noroeste (ERNO), Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 83000, Hermosillo, Sonora, México.

La problemática actual en definir qué es la Formación Matzitzi y qué implicaciones tiene su caracterización correcta es vital para entender el ensamblaje de los diferentes terrenos que conforman actualmente a México. Las controversias más importantes de esta unidad se concentran principalmente en dos aspectos: 1) definición de su edad y 2) ubicación paleogeográfica en el momento de su depósito. La importancia del estudio de esta formación radica en que esta unidad sobreyace los basamentos cristalinos Acatlán del Paleozoico y Oaxaqueño del Mesoproterozoico, por tanto, delimita la edad de la colisión de estos terrenos relacionada con el ensamblaje de Pangea. Actualmente, existe una controversia general respecto a la edad de la Formación Matzitzi, la cual ha sido determinada con base en las plantas fósiles que muestran rangos de edad que van desde Pensilvánicos, Pérmicos, Triásicos y Jurásicos. No obstante, Leonardiano (Pérmico temprano, 280–270.6 Ma) es la edad aceptada por la mayoría de los investigadores con base en la presencia de la planta fósil de gigantopteridales nombrada como *Lonesomia mexicana* Weber. Re-estudiando el holotipo y paratipo no es posible afirmar tal cosa y los estudios palinológicos indican una edad más temprana que el Leonardiano, al menos en algunos niveles. Estudios geocronológicos con base en circones arrojan edades máximas de depósito del Pérmico inferior. Otro elemento clave para delimitar la edad de esta unidad se refiere a la denominada Toba Atolotitlán, la cual ha sido fechada como Triásica. Sin embargo, esta toba ha sido considerada sinsedimentaria o posterior (sill). La edad más probable parece ser del Pérmico inferior al Triásico, sin descartar que realmente estuviera conformada por varias unidades.

Los datos paleobotánicos ayudan a entender la paleogeografía en el momento de depósito de la Formación Matzitzi. De acuerdo con la paleogeografía del Pérmico inferior, la Formación Matzitzi se depositó sobre el bloque Oaxaquia, el cual se encontraba situado entre Euroamérica y Gondwana, a punto de colisionar con Norteamérica. La flora de esta unidad se relaciona con la de Texas de edad Leonardiana, por lo que se extrapoló esta edad para la flora fósil de México. Sin embargo, las reconstrucciones paleogeográficas de ambas zonas muestran que el contexto deposicional fue muy diferente entre sí durante el Pérmico inferior. La zona de Texas sufrió una aridificación que se refleja en la composición florística dominada por gimnospermas (coníferas, cícadas, peltaspermales); mientras que la Formación Matzitzi conserva plantas de ambientes más tropicales (Marattiales, Lepidodendrales).

Palabras clave: Matzitzi, Paleozoico, Paleobotánica, Palinología, Paleogeografía.

¿MAGMATISMO TRIÁSICO (RIODACITA ATOLOTITLÁN) SEDIMENTARIO EN LA FORMACIÓN MATZITZI, UNIDAD POST-OROGÉNICA DE TRASLAPE EN EL SUR DE MÉXICO?

Consuelo Macías-Romo^{1,*}, Mariano Elías-Herrera¹, José Luis Sánchez-Zavala¹

*¹Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México (*e-mail: mcmr@unam.mx).*

La región de Caltepec, Puebla, es una localidad crítica debido a que solo ahí aflora la sutura (zona de falla de Caltepec) entre los complejos metamórficos Oaxaqueño (Mesoproterozoico) y Acatlán (Paleozoico), cuya evolución tectónica está estrechamente ligada a la consolidación de Pangea centro-occidental. Además, la región es la única localidad donde está expuesta la Formación Matzitzi, unidad sedimentaria post-orogénica de traslape que clausura el ciclo orogénico relacionado con la integración del supercontinente. La Formación Matzitzi consiste de conglomerado, arenisca y lutita con abundante flora fósil y traslapa a la zona de sutura entre los dos complejos metamórficos, por lo que la edad de depósito de esta unidad es clave para entender la evolución geológica y la paleogeografía del sur de México. A pesar del contenido fósil, su edad ha sido polémica. Weber le asignó una edad leonardiana (280–270 Ma), aunque él intuía que podría ser del Pérmico más tardío. Concordante a las capas clásticas de la Formación Matzitzi se encuentra la riodacita Atolotitlán, en el área del mismo nombre, un cuerpo ígneo de arco magmático considerado sinsedimentario con las rocas que lo encajonan. Si esta aseveración fuese correcta, la Formación Matzitzi sería del Triásico Medio dado que la riodacita Atolotitlán fue fechada en ~240 Ma (U-Pb zircón), edad ladiniana corroborada con datos U-Pb más recientes de los autores y de otros de manera independiente. Nosotros proponemos que la riodacita Atolotitlán es un lacolito emplazado a una profundidad de ~3 km, congruente con la carencia de metamorfismo de contacto en piso y techo, y con peperitas aparentes en el contacto superior. Por otro lado, zircones detríticos más jóvenes de las capas basales de la Formación Matzitzi en el área de Metzontla son de 270–290 Ma, rango de edad para los metagranitos sintectónicos del ensamble Actipan subyacente en la región, y por su relación de contacto, la Formación Matzitzi es también posterior a la cuarzodiorita El Mezquite de 285 Ma que subyace discordantemente a la Formación Matzitzi en la misma área. Esta intrusión lacolítica del Triásico Medio, la cual posdata el depósito de la Formación Matzitzi, refuerza la idea que las plantas fósiles en esta unidad son pérmicas, no triásicas, y afines a la provincia florística pérmica de Cathasia, con grupos de plantas fósiles similares a la flora wuchiapingiana y changhsingiana del Pérmico tardío de China suroccidental. Resumiendo, la riodacita Atolotitlán es una intrusión lacolítica del Ladiniano emplazada en la Formación Matzitzi, unidad sedimentaria de traslape post-orogénica del Lopingiano (Pérmico superior) que sella el ciclo orogénico “Caltepecense”, como producto terminal de la consolidación de Pangea en esta región del sur de México.

Palabras clave: Formación Matzitzi, Lacolito Atolotitlán, Sur de México, Pangea occidental.

CARACTERIZACIÓN DE CLASTOS CONGLOMERÁTICOS DE LA FORMACIÓN MATZITZI: IMPLICACIONES PARA LA EVOLUCIÓN GEODINÁMICA DEL SUR DE MÉXICO EN EL PALEOZOICO

**Sandra Juárez-Zúñiga*, Luigi Solari, Carlos Ortega-Obregón,
Juan Carlos Castillo-Reynoso, Geovanny Hernández-Aviles,
Mariana Jaramillo, Ricardo Milián-de la Cruz**

*Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus
Juriquilla, 76230, Querétaro, México (*e-mail: sjuarez@hotmai.com).*

La distribución de los bloques que conformaron a México durante el límite Paleozoico-Mesozoico estuvo controlada por los eventos orogénicos de acreción de terrenos peri-gondwánicos con el sur de Laurentia y por el emplazamiento de un arco magmático en la margen paleo-pacífica de Pangea. Sin embargo, las rocas del Paleozoico superior que afloran en los bloques del sur, es decir, en los terrenos Mixteco y Oaxaqueño, se han interpretado dentro de distintos modelos del ensamble de Pangea. Algunas de las unidades expuestas durante este tiempo se observan indirectamente dentro de los componentes de la Formación Matzitzi, que fue la unidad continental depositada sobre la sutura de los complejos Acatlán y Oaxaqueño. Para reconocer algunas de las litologías expuestas durante el límite Pérmico-Triásico, en este trabajo se caracterizaron clastos volcánicos de los conglomerados de la Formación Matzitzi para identificar la presencia de un arco volcánico durante el Paleozoico superior. Además, se integraron clastos de areniscas y granitoides para identificar otras unidades expuestas que sirvieron como fuente de aporte de sedimentos. Los análisis petrográfico y geocronológico de los líticos volcánicos indican la existencia de un arco volcánico pérmico de composición félsica a intermedia, de edad entre ~272 y 285 Ma y con herencia notable de un basamento de edad grenvilliana que está representado por el Complejo Oaxaqueño. Los fragmentos de arenisca cuarzosa tienen edades detríticas que van desde el Arqueano hasta el Pérmico, entre ~3400 y 290 Ma, con dos poblaciones principales de edad grenvilliana y panafricana. Las edades más viejas no se encuentran localmente, por lo que indican la contribución de fuentes muy antiguas y más lejanas. Los granitoides tienen edades similares a las del Complejo Oaxaqueño corroborando que éste fue una de las fuentes principales. Los líticos volcánicos se relacionan al arco magmático del Pérmico-Carbonífero en el sur de México, reconocido previamente con los equivalentes plutónicos, el cual tuvo poca actividad volcánica. El depósito de la Formación Matzitzi en el Triásico indica que el Complejo Oaxaqueño, el arco volcánico pérmico y una unidad clástica madura estuvieron expuestos en este tiempo y fueron las fuentes de sedimento.

Palabras clave: Pangea, Arco Pérmico-Carbonífero, Formación Matzitzi, Complejo Oaxaqueño.

PROVENANCE ANALYSIS AND AFT THERMOCHRONOLOGY OF THE TRIASSIC MATZITZI AND TIANGUISTENGO FORMATIONS: IMPLICATIONS FOR THE TECTONIC RECONSTRUCTION OF SOUTHERN MEXICO

Alejandra M. Bedoya-Mejía^{1,*}, Luigi A. Solari², Fanis Abdullin², Michelangelo Martini³

*¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, 76230 Querétaro, México (*e-mail: abedoyamj@gmail.com).*

²Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, 76230, Querétaro, Mexico. ³Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, Ciudad de México, México.

The geological evolution of southern Mexico during the Paleozoic-Mesozoic was characterized by tectonic processes related to the assembly and fragmentation of Pangea. In this contribution, petrographic analysis, U-Pb detrital zircon geochronology, U-Pb detrital apatite thermochronology, geochemistry, and fission tracks analysis were integrated from late Paleozoic-Early Triassic sedimentary successions of the Matzitzi and Tianguistengo Formations, located in southern Mexico. Those data allow to constrain the provenance and tectono-thermal record of the geological history of southern Mexico between the amalgamation and fragmentation of Pangea.

New U-Pb geochronological data in the igneous Atolotitlán felsite suggest a Middle Triassic deposition age for the Matzitzi Formation, due to their syndepositional character. A Triassic deposition age is also proposed for the Tianguistengo Formation. Sandstone provenance analysis shows a metamorphic Grenvillian main source for the Matzitzi Formation, with a reduced Late Paleozoic, arc-related source. For the Tianguistengo Formation we identified a plutonic granitic Carboniferous-Permian main source and minor Grenvillian to Early Paleozoic sources. Detrital apatite U-Pb thermochronology and geochemistry suggested the same main sources for both clastic successions. For the Matzitzi Formation a main Early Neoproterozoic subpopulation shows a geochemistry signature similar to metamorphic rocks of the Oaxacan Complex. An Upper Carboniferous main subpopulation in the Tianguistengo Formation is revealed by apatite microanalysis, with a geochemical signature similar to Carboniferous-Permian arc-related rocks of southern Mexico, likely the Totoltepec pluton. These new results suggest a continental sedimentary accumulation during Early-Middle Triassic time, controlled by basement blocks and Carboniferous-Permian magmatic arc roots exhumation/uplift, as well as an arc activity waning during this period. Apatite fission track data show inheritances ages ~240 Ma for the Tianguistengo Formation, suggesting an accumulation age and the cooling of the source identified in the Totoltepec pluton. A Late Cretaceous–Paleocene exhumation pulse is recorded in sandstones of the Matzitzi Formation, correlated with Cretaceous-Eocene compressive deformational history in southern Mexico, known as the Laramide Orogeny.

Keywords: Matzitzi Formation, Apatite, Triassic, Atolotitlán, Southern México.

CARACTERIZACIÓN GEOCRONOLÓGICA DE LOS CLASTOS METAMÓRFICOS DE LOS CONGLOMERADOS BASALES DE LA FORMACIÓN MATZITZI, SUR DE MÉXICO

Mariana Jaramillo^{1,*}, Luigi Solari¹, Carlos Ortega-Obregón¹

¹Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 76230, Campus Juriquilla, Querétaro, México (*e-mail: mjaram@geociencias.unam.mx).

El Complejo Oaxaqueño de edad precámbrica, caracterizado por rocas metamórficas en facies de granulita, es el basamento de un bloque cortical, Oaxaquia, muy importante en la configuración de Pangea. Por lo anterior, el Complejo Oaxaqueño es un componente fundamental para la generación de detritos siliciclásticos, tanto durante la historia de acreción como durante la fragmentación de este supercontinente. En este trabajo, caracterizamos con geocronología U-Pb en zircones la porción más norte del Complejo Oaxaqueño, ubicada al este de Los Reyes Metzontla, Puebla. El muestreo de esta porción del Complejo Oaxaqueño se realizó de dos formas: muestreo *in-situ* en dos localidades y muestreo de clastos de conglomerados basales de la Formación Matzitzí, una sucesión continental de edad permo-triásica, que se depositó sobre la sutura pérmica entre los complejos Acatlán y Oaxaqueño. La mayoría de las muestras tiene una textura granoblástica y se caracteriza por estar principalmente constituida de minerales cuarzo-feldespáticos, con un alto grado de alteración de los minerales máficos. Como evidencia del metamorfismo de alto grado, se encuentran micropertitas, contactos lobulados o ameboides entre cristales y cuarzos con subgranos *chessboard*. Los análisis U-Pb en zircones fueron realizados en núcleos. En las localidades donde se realizó muestreo *in-situ* se obtuvieron edades de protolito de 1035.0 ± 7.2 y 1237.0 ± 6.0 Ma. La muestra con protolito de ~ 1030 Ma tuvo un zircón heredado de ~ 1100 Ma. En los análisis de los clastos de ortogranulitas se obtuvieron edades de protolito entre 1225–1250 Ma (1225.3 ± 6.4 , 1230 ± 18 , 1233 ± 19 , 1241 ± 14 , 1246.3 ± 6 , 1249 ± 16 Ma) y se encontraron núcleos heredados de ~ 1350 , ~ 1300 , ~ 1400 , ~ 1500 y ~ 1600 Ma. Una muestra, con un posible protolito metasedimentario por el alto contenido de aluminosilicatos (biotita, granate y moscovita secundaria), tiene picos de probabilidad de ~ 1350 Ma y ~ 1600 Ma, y es de particular interés debido a que presenta un núcleo Paleoproterozoico (edad $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 2470 ± 28 Ma, 2.1% discordante). Dicha edad solo había sido reportada en Oaxaquia en un zircón heredado en el Gneiss de Huiznopala.

Este trabajo demuestra el potencial que tiene la caracterización de clastos de conglomerados para obtener información de un amplio rango de muestras y posiblemente de unidades que no fueron muestreadas en campo o que no afloran.

Palabras clave: Geocronología U-Pb, Complejo Oaxaqueño, Sur de México.

PETROLOGÍA DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS Y PLUTÓNICAS DE LA SIERRA EL ARCO Y SU CORRELACIÓN GEOQUÍMICA CON EL ARCO DE ISLAS EN LA PENÍNSULA DE VIZCAÍNO E ISLA CEDROS, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO: MAGMATISMO DEL JURÁSICO MEDIO AL CRETÁCICO TEMPRANO EN EL MARGEN OESTE DE MÉXICO CONTINENTAL

**Manuel Contreras-López^{1,*}, Luis A. Delgado-Argote¹, Bodo Weber¹,
Xóchitl G. Torres-Carrillo², Doris K. Gómez-Alvarez¹**

*¹Departamento de Geología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, 22860, Ensenada, BC, México (*e-mail: mcontrer@cicese.edu.mx*). ²Facultad de Ciencias de la Tierra y el Espacio, Universidad Autónoma de Sinaloa, 80040, Culiacán, México.*

La configuración actual de México, descrita en términos de terrenos tectono-estratigráficos, puede dividirse de acuerdo con la afinidad tectónica de los mismos. Terrenos con una firma cortical antigua que tienen un basamento Precámbrico con afinidad a Laurentia o Gondwana y, terrenos con una firma cortical juvenil que son principalmente del Mesozoico. Estos últimos representan casi un tercio del área de México y corresponden con asociaciones de arcos de islas y cuencas intra-arco y oceánica, que se desarrollaron en el margen occidental de México y fueron acrecionados al continente a principios del Cretácico Tardío. La península de Baja California (BC) está dividida en dos terrenos mesozoicos: Alisitos y Vizcaíno. Ambos arcos de islas, el primero del Cretácico Inferior y el segundo del Jurásico Medio-Superior, están separados ~100 km por la cuenca de Vizcaíno y el límite entre ellos es inferido. La separación geográfica, la diferencia en edad y la falta de relaciones de contacto entre los terrenos, imposibilitan establecer una relación directa entre sí. En esta aportación, nos enfocamos en la caracterización petrológica de tres sitios en la parte central de la península de BC, que corresponden con los terrenos Vizcaíno (Isla Cedros y San Roque) y Alisitos (Sierra El Arco), con el objetivo de correlacionar los terrenos y construir una historia geológica coherente de la península de BC, una pieza clave en la evolución del NW de México.

En la Sierra El Arco el magmatismo consiste en rocas volcánicas y plutónicas con composiciones que varían desde basalto hasta andesita, donde un stock de cuarzomonzonita tiene una edad de 156 ± 1 Ma (U-Pb en circón). Las rocas volcánicas y plutónicas tienen una composición isotópica de Nd y Sr que indican una fuente común derivada de un manto empobrecido. En Isla Cedros, 180 km al W de la Sierra El Arco, las rocas volcánicas tienen una composición desde basalto hasta andesita y están intrusionadas por granodioritas y granitos, donde un granito tiene una edad de ~166 Ma. Este conjunto tiene una composición isotópica de Nd y Sr consistente con una fuente del manto empobrecido. A 120 km al SW de esta localidad, se ubica un complejo volcánico-plutónico, donde el plutón San Roque de ~148 Ma tiene una composición de granodiorita a granito y, una relación isotópica de Nd similar con los intrusivos de Isla Cedros. Además, una muestra de roca encajonante (anfíbolita) tiene un patrón de tierras raras y composición isotópica de Nd, similar a las rocas volcánicas

en Isla Cedros. El magmatismo del terreno Vizcaíno comprende el Jurásico Medio a Tardío y es contemporáneo con el magmatismo en el terreno Alisitos en las regiones de la Sierra El Arco (Jurásico Medio-Tardío) y Nuevo Rosarito (Jurásico Tardío-Cretácico Temprano). La similitud en las composiciones isotópicas de Nd y Sr nos permite suponer que se trata de una actividad magmática continua..

Palabras clave: Terreno Alisitos, Terreno Vizcaíno, Geoquímica, Arco Jurásico.

THE LOWER-MIDDLE JURASSIC NAZAS VOLCANO-SEDIMENTARY PROVINCE: A CONTINENTAL ARC RELATED TO EASTWARD SUBDUCTION OF THE FARALLON PLATE OR A MAGMATIC BELT RELATED TO THE PANGEA CONTINENTAL RIFT?

Michelangelo Martini

Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México (e-mail: mmartini@geologia.unam.mx).

Lower–Middle Jurassic calc-alkaline igneous rocks in Mexico display an unusual spatial distribution that is far from defining a single magmatic belt attributable to a typical magmatic arc. Calc-alkaline granitoids with 190–164 Ma U-Pb zircon-ages are exposed in Sonora, at San Felipe and El Arco in northern Baja California, in front of the coast of Nayarit at Marías Islands, and in southwestern Mexico. Moreover, 193–168 Ma, dominantly felsitic to intermediate volcano-sedimentary succession interbedded with minor basaltic flows are exposed in the continental interior along the Nazas volcano-sedimentary province of northeastern Mexico, along the western margin of the Yucatán block, and at Olinálá and Diquiyú, in southeastern Mexico. Two contrasting scenarios have been proposed to explain the distribution of Lower–Middle Jurassic igneous rocks in Mexico. Most authors proposed that an Early–Middle Jurassic continental arc can be traced from Sonora to the southeast into the Nazas volcano-sedimentary province and the restored Yucatán block, and possibly southward into the restored southern Mexico. According to authors that favor this reconstruction, Lower–Middle Jurassic calc-alkaline granitoids exposed in Baja California and at Marías Islands are part of an allochthonous and exotic terrane named the Guerrero terrane, which was accreted to North America during Cretaceous time. However, in the last decades, an increasing number of evidence suggests that igneous assemblages that compose the Guerrero terrane do not represent an exotic arc, but rather an arc that was developed along the leading edge of North America and was progressively rifted during Early Cretaceous time by back-arc spreading and then accreted back to the Mexican continental interior. Based on this premise, two coeval magmatic belts are exposed in Mexico: 1) a belt of coastal plutons exposed along the present-day Pacific margin and 2) an inland volcano-sedimentary belt. We propose that the Early-Middle Jurassic coastal plutonic belt represents the North America magmatic arc related to subduction from the Pacific, whereas the volcano-sedimentary successions of Nazas define an inland belt that was likely developed by transtensional attenuation of the continental lithosphere during the early stages of divergence between North and South America. The arc-like geochemical signature of the Nazas volcanic rocks may simply be a consequence of the fact that the rift related to North America-South America divergence was developed in Mexico close enough to the Pacific trench (border rift) to be influenced by fluids from the subducting slab.

Keywords: Nazas volcano-sedimentary province, Jurassic arc, Jurassic sin-rift magmatism, Guerrero terrane.

THE JURASSIC HISTORY OF NORTHERN MEXICO AND ITS RELATION TO PANGEAN BREAKUP

Timothy F. Lawton

Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, 76230, Querétaro, México (e-mail: tlawton@geociencias.unam.mx).

The Jurassic geologic history of Mexico was a time of profound changes in depositional style. It was a history recorded by varying patterns of sedimentary basin formation and crustal deformation created by competing tectonic mechanisms. Climatic shifts caused by latitudinal drift of North America also imposed changing characteristics on Jurassic strata. The Jurassic can broadly be divided into two phases, which are linked closely to stages of development of the Gulf of Mexico. The first phase, which spanned the Early and Middle Jurassic, was a period of crustal extension and local rift basin development that accompanied separation of North and South America and rifting in the Gulf of Mexico. The second phase, which took place during the Late Jurassic, was marked by more connected rift basins and marine inundation that accompanied opening of the Gulf of Mexico during rotation of the Yucatán block. Subduction of a paleo-Farallon or pre-Farallon plate beneath western Mexico took place continuously throughout the Jurassic and complicated the assessment of the dominant tectonic mechanism that contributed to Mexico's Jurassic stratigraphic framework. It appears that rollback of this subducted slab likewise created extension of Mexican continental crust during separation of North and South America. Early and Middle Jurassic phase one consisted of the development of separate extensional basins, most likely formed by transcurrent or pull-apart mechanisms. These basins filled with strata of diverse depositional origins, including alluvial-fan and braided-fluvial deposits. In northern Mexico, mainly Sonora and Chihuahua, Lower Jurassic deposits had both continental and shallow-marine origins and show some influence of nearby magmatism, which seems to have increased in importance with time. Fluvial deposition dominated successions in southern Mexico, such as the Tecocoyunca Group and Todos Santos Formation. Volcanic influence decreased with time in the Todos Santos Formation. Successions in northern Mexico, such as the Plomosas Formation, include fan-delta successions containing alluvial-fan and fluvial deposits that grade laterally in short distances to shallow-marine, tidally influenced deposits. The facies architecture suggests influence by pronounced local topography typical of rift basins. Because the Gulf of Mexico basin was not yet developed, marine connections were with the paleo-Pacific Ocean. During phase two, separate basins became connected to form a continuous system of marine rift basins. Depositional systems were dominated by deltaic, shelfal and deep-marine facies characterized by a Tethyan, or Gulfian, ammonite fauna, indicating a connection with the Gulf of Mexico. In the Late Jurassic, the Border rift system extended from the northwestern Gulf of Mexico to southern Arizona in the U.S. and northern Sonora in Mexico. Early deposits of the Border rift system in northeastern Mexico consisted of evaporites of the Minas Viejas Formation. Late Jurassic basins of eastern Mexico lay peripheral to the Gulf of Mexico and were evidently strongly anoxic. Clastic deposits were derived from local block uplifts and commonly consist of basement-derived arkosic material.



Opening of the Gulf of Mexico continued into the early part of Early Cretaceous time, but carbonate platforms and basins developed on highstanding and down-dropped blocks, respectively, formed during the Jurassic. Extension of Mexican crust due to retreat of a subducted oceanic slab beneath western Mexico also continued into the Early Cretaceous. As a result, Lower Cretaceous basins of western Mexico contain abundant volcanogenic detritus that in general distinguishes them from strata of Late Jurassic basins.

Keywords: Pangea breakup, Jurassic, Gulf of Mexico.

NUEVOS DATOS SEDIMENTOLÓGICOS Y PETROLÓGICOS DE LA FORMACIÓN TIANGUISTENGO EN EL SUR DE MÉXICO: EL REGISTRO DE UN RÍO DEL TRIÁSICO-JURÁSICO TEMPRANO EN LA PANGEA ECUATORIAL

Mónica G. Ramírez-Calderón^{1,*}, Michelangelo Martini², Fanis Abdullin³, Luigi Solari³

*¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México (*correo-e: monicald@ciencias.unam.mx). ²Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México. ³Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Querétaro, 76001, México.*

En este trabajo se presentan nuevos datos sedimentológicos y un estudio de procedencia detallado con los que se demuestra que la Formación Tianguistengo se depositó a partir de un sistema sedimentario continental compuesto por un drenaje fluvial regional (drenaje axial) y depósitos locales de abanicos aluviales adyacentes a las fallas principales que bordeaban la cuenca de Otlaltepec. Los detritos de los abanicos aluviales proceden principalmente del Tronco de Totoltepec, el cual se exhumó rápidamente a lo largo de la falla La Matanza, así como del Complejo Acatlán, el cual se exhumó a lo largo de la falla Ameyaltepec.

En el modelo de enfriamiento del Tronco de Totoltepec, hecho con datos termocronológicos de trazas de fisión en apatitos y de (U-Th)/He en circones, se manifiestan al menos tres eventos de exhumación principales: en el Triásico Medio-Jurásico Inferior, en el Jurásico Medio-Superior y finalmente en el Cretácico Superior. Los datos actualmente disponibles en la literatura indican que el evento de exhumación del Jurásico Medio coincide con el inicio del depósito de la Formación Otlaltepec, una unidad siliciclástica que sobreyace a la Formación Tianguistengo. Con base en esto, se propone que los depósitos de abanicos aluviales de la Formación Tianguistengo se depositaron como producto del primer evento de exhumación del Tronco de Totoltepec, durante el Triásico Medio-Jurásico Temprano.

La Formación Tianguistengo se interpreta como una unidad estratigráfica del Triásico Medio-Jurásico Inferior que se desarrolló por la interacción de abanicos aluviales con un sistema fluvial de escala regional. Este sistema fluvial se infiere análogo a los drenajes fluviales que suplían con detritos a los grandes abanicos submarinos del Triásico Tardío en el sector ecuatorial-occidental de Pangea.

Palabras clave: Triásico Medio-Jurásico Temprano, Falla La Matanza, Sur de México, Rompimiento de Pangea.

**PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY OF THE CONTINENTAL
TRIASSIC IN ARGENTINA AS AN ANALOG FOR TRIASSIC-JURASSIC
SILICICLASTIC DEPOSITS IN THE WESTERN GULF OF MEXICO BASIN
ASSOCIATED WITH THE BREAKUP OF PANGEA**

**Uwe Jenchen^{1,*}, Juan Alonso Ramírez-Fernández¹, Juan Moisés Casas-Peña²,
Pedro Iván Rodríguez-Rivera³, Pedro Rodríguez-Saavedra¹,
Andrés Ramos-Ledezma¹, Sóstenes Méndez-Delgado¹, Cosme Pola-Símuta¹**

*¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carretera a Cerro Prieto, km. 8, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México (*e-mail: uwe.jenchen@gmail.com).*

²Universidad Autónoma de Nuevo León, Posgrado de la Facultad de Ciencias de la Tierra, Carretera a Cerro Prieto, km. 8, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México. ³Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera a Cerro Prieto, km. 8, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México.

In Argentina, continental Triassic sedimentary rocks occur in several extensional basins. They overlie a complex basement consisting of different terranes. These sedimentary rocks form cycles at different scales. Large-scale cycles, covering several lithostratigraphic formations, and middle-scale cycles, which create the formations or parts of them, indicate uplift pulses of the basin hinterlands or the respective terranes. The middle-scale cycles may be related with volcanic events. The uplift pulses in the different terranes occurred, with few exceptions, independently of one another and were a main controlling factor in the evolution of the basins. Petrological and geochemical analyses provide a differentiated view of the evolution of the Triassic sedimentary basins in space and time. In general, the sediments were derived from traceable stable blocks, magmatic arcs and a variety of terranes. In Mexico, depositional systems, provenance and geotectonic position of the Triassic and Jurassic outcrops of the western Gulf of Mexico margin are still under discussion. In this study we try to use the Argentine Triassic sections as an analogue for the interpretation of the Triassic and Jurassic strata from the Sierra de Chiapas, the Huayacocotla- and Huizachal-Peregrina-Anticlinorium, and the Aramberri- and Galeana-Uplifts.

Keywords: Pangea breakup, Triassic, Jurassic, Argentina, Mexico.

LA SUCESIÓN SILICICLÁSTICA JURÁSICA DEL ANTICLINAL CERRO PELÓN, LAS CHOAPAS, VERACRUZ, SUR DE MÉXICO: SEDIMENTOLOGÍA, PROCEDENCIA Y SIGNIFICADO PALEOGEOGRÁFICO

**Gilberto Silva-Romo^{1,*}, Elena Centeno-García², Manuel Grajales-Nishimura²,
Luigi Solari³, Mayumy Amparo Cabrera-Ramírez¹, Orestes Antonio de la Rosa-Mora¹,
Eduardo Galicia-Flores¹, Miguel Lazcano-Camacho¹**

*¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México (*e-mail: silvarg@unam.mx).*

²Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México. ³Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, 76230, Querétaro, México.

En el núcleo del Anticlinal Cerro Pelón, en el borde de la Provincia Cuenca Salina, afloran dos unidades estratigráficas clásticas del Jurásico separadas por una discordancia mayor. La Formación Salina, la más antigua, es una sucesión de limolitas, lodolitas y areniscas de más de 1000 m. En el Cerro Jimbal, medimos una columna estratigráfica incompleta de 460.5 m, con lo cual reconocimos un aumento en la granulometría de base a cima. También, identificamos estructuras sedimentarias como estratificación cruzada, rizaduras simétricas, grietas de desecación, estratificación cruzada de tipo *herringbone*, diques de arena, estratificación convoluta, marcas de carga y moldes de cristales de halita. Sobre la Formación Salina yace discordantemente la Formación Todos Santos. Esta formación consiste en areniscas y conglomerados soportados por matriz con clásticos de cuarzo lechoso, areniscas procedentes de la Formación Salina y granito. En una columna estratigráfica incompleta de 146 m, identificamos paleocorrientes con tendencia general al norte. La Formación Todos Santos se acumuló como abanicos aluviales con ápice en el sur desde un bloque con afloramientos de la Formación Salina. Dos muestras en la Formación Salina contienen circones detríticos con edades entre 3278 ± 44 y 178.9 ± 3.9 Ma. Es notable la presencia de circones con edades semejantes a los terrenos que bordean al Cratón Amazónico. Se reconocen otras dos familias con procedencia sudamericana: una población de circones afines a la Provincia Pampeana-Brasileña y al Complejo Marañon, y otra con edades del Triásico semejantes a los propios de los Andes Centrales y Ecuatorianos. Inferimos que la Formación Salina tuvo como fuente un sistema fluvial que drenaba desde el Cratón Amazónico previamente a la ruptura de Pangea-Apertura del Golfo de México. Una muestra de la Formación Todos Santos, además de las poblaciones de circones de la Formación Salina, contiene dos circones con edades del Kimmeridgiano (156.9 ± 4.1 y 154.2 ± 6.5 Ma). En este trabajo, proponemos un sistema lagunar desarrollado en el entorno del Macizo de Chiapas en un tiempo entre ~ 179 y ~ 157 Ma, previamente a la etapa rift del Golfo de México. Este sistema depositario tuvo como fuentes a los terrenos de Gondwana. Favorecemos para el Macizo de Chiapas, una locación en el borde de Pangea, en la vertiente del ancestral Océano Pacífico. Otro resultado que obtuvimos fue que la Formación

Todos Santos se acumuló en el marco de la extensión cortical asociada a la etapa rift del Golfo o al desmembramiento de Pangea. Dicha etapa extensional generó una configuración de bloques, que favoreció la edificación de abanicos aluviales a partir de la erosión parcial de la Formación Salina y de la exposición del basamento granítico. En síntesis, en el Anticlinal Cerro Pelón afloran dos sucesiones siliciclásticas, una de facies lagunares previa a la extensión regional y otra de abanicos aluviales acumulada en el marco de la extensión que adelgazó la corteza y favoreció la acumulación de sal en la Provincia Salina. Nuestros resultados constriñen el inicio de la etapa de rift previa a la apertura del Golfo de México, entre 179 y 157 Ma.

Palabras clave: Formación Salina, Formación Todos Santos, Provincia Salina, Rift continental.

ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO Y DE PROCEDENCIA DE LAS SUCESIONES CLÁSTICAS JURÁSICAS DE OLINALÁ, TEZOATLÁN Y TLAXIACO: NUEVAS EVIDENCIAS SOBRE LA EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL JURÁSICA EN EL SUR DE MÉXICO

Mildred Zepeda-Martínez^{1,*}, Michelangelo Martini², Luigi Solari³

*¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México (*e-mail: mildredzm@gmail.com). ²Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México. ³Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, 76230, Querétaro, México.*

De acuerdo con las reconstrucciones globales disponibles en la literatura, uno de los eventos tectónicos más importantes para el territorio mexicano durante la ruptura de Pangea fue la apertura del Golfo de México a través de fallas laterales derechas con orientación NNW. Sin embargo, la configuración de Pangea para el Jurásico presenta un problema de traslape entre Norteamérica y Sudamérica, por lo que se ha inferido un sistema de fallas laterales izquierdas con orientación WNW que desplazó parte del centro y sur de México desde una posición más occidental a su posición actual. Existe una gran dificultad en la identificación directa de las estructuras involucradas en la atenuación litosférica de Pangea, por lo tanto, la evolución estructural que caracterizó este evento tectónico del Jurásico ha sido reconstruida en México sólo a escala regional bajo consideraciones geométricas y datos indirectos. Considerando que los ambientes de depósito y la composición de las rocas sedimentarias clásticas son muy sensibles a los procesos tectónicos, el análisis detallado de litofacies y petrofacies de las sucesiones jurásicas expuestas en el sur de México puede aportar información fundamental para la reconstrucción de la evolución estructural de la fragmentación de Pangea. En el marco del proyecto PAPIIT IN104018, se realizó el análisis sedimentológico y de procedencia de las sucesiones clásticas jurásicas depositadas en las áreas de Tezoatlán, Tlaxiaco y Olinalá. La similitud que existe entre los datos sedimentológicos, petrográficos y geocronológicos documenta que existió una conexión física entre estas áreas durante el Jurásico Inferior y Medio. Las sucesiones expuestas representan dos sistemas sedimentarios distintos generados en tiempos diferentes: 1) un sistema de abanicos aluviales asociado con la exhumación de rocas Paleozoicas del Complejo Acatlán a lo largo de un sistema de falla regional normal izquierdo con una orientación WNW; y 2) un sistema fluvial de tipo *wandering* asociado con la exhumación del Complejo Oaxaqueño a lo largo de fallas normales derechas con orientación NNW. Los datos obtenidos ponen en evidencia la existencia de una fase de deformación normal izquierda anterior a la apertura del Golfo de México.

Palabras clave: Fragmentación de Pangea, Jurásico, Procedencia de areniscas, Sur de México.

MESOZOIC EXHUMATION HISTORY OF THE GRENVILLE-AGED OAXACAN COMPLEX

Fanis Abdullin^{1,*}, Luigi Solari², Jesús Solé-Viñas³, Carlos Ortega-Obregón²

¹CONACyT–Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, 76230, Querétaro, Mexico (*e-mail: fanis@geociencias.unam.mx). ²Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, 76230, Querétaro, Mexico. ³Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México.

There are several reasons to regard the Oaxacan Complex (OC) as a key ancient crystalline basement to understand the tectonic evolution of southern North America. First of all, the OC is composed by Grenville-age lithologies, which can record plentiful cooling signals of either magmatic or tectonic events that affected the southern part of the North American continent from Mesoproterozoic to present. Secondly, the OC is potentially one of the most critical source areas for numerous Mesozoic–Cenozoic siliciclastic successions in southern Mexico. Therefore, the assessment of exhumation periods that occurred in crystalline basements of southern and southeastern Mexico is a decisive task for both industry-employed geologists and geoscientists. In this study, we present the first apatite fission-track (AFT) data obtained for rock samples belonging to the OC. The objective of our study is the timing of tectonically significant exhumation periods that took place in the OC during Mesozoic. The AFT-based time–temperature history modeling detected two important cooling periods at ~235–160 Ma (Late Triassic to Middle Jurassic) and ~135–100 Ma (Early Cretaceous). It is important to note that there is evidence in the sedimentary record for these exhumation periods that affected the OC. For example, the OC was an important source terrane for sediments of the Triassic El Chilar Complex and Early Triassic (?) Matzitzi Formation. Clastic materials of the Early to Middle Jurassic Piedra Hueca and Otlaltepec Formations, cropping out within the Otlaltepec Basin, were also sourced from the OC. Besides, the OC was an important source area for Late Triassic (?) to Middle Jurassic Todos Santos Formation in the Cuicateco Basin. Also, the Early Cretaceous Chivillas Formation in the Cuicateco Basin was predominantly derived from the OC. Our AFT results indicate that the main exhumation of the OC during Mesozoic took place during the Late Triassic–Middle Jurassic and Early Cretaceous periods. The Late Triassic to Middle Jurassic cooling episode of the OC is coeval with the break-up of Pangea (including the opening of the Gulf of Mexico). The Early Cretaceous exhumation of the OC may be related to latest stages on rifting of the Gulf of Mexico. The OC, as the basement of the Zapotecan tectonostratigraphic terrane, is bounded by large ancient fault systems: *i.e.*, by the Caltepec Fault Zone (CFZ) to the west and the Oaxaca Fault (OF) to the east. In our opinion, these Mesozoic rapid exhumation periods, detected with the AFT results, were most likely controlled by the activation and/or re-activation of the CFZ and the OF.

Keywords: Fission-track data, Oaxacan Complex, Mesozoic exhumation, Pangea break-up.

CARTA GEOLÓGICA TEHUACÁN 14Q-F-(10), ESTADOS DE PUEBLA Y OAXACA, MÉXICO

**Gilberto Silva-Romo^{1,*}, Claudia Cristina Mendoza-Rosales¹,
Emiliano Campos-Madrigal¹, Elena Centeno-García²,
Orestes Antonio de la Rosa-Mora¹**

*¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México (*e-mail: silvarg@unam.mx). ²Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad de México, México.*

La carta Tehuacán a escala 1:100,000 es un mapa litoestratigráfico en la proyección Universal Transversa de Mercator, cuya base cartográfica fue tomada del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. El mapa fue elaborado mediante la compilación de la cartografía parcial realizada por los autores mediante fotogeología y la revisión en campo de aquellas localidades que presentaban incertidumbre. También se consideraron los trabajos cartográficos de otros autores. La carta sintetiza el conocimiento estratigráfico acumulado en los últimos años. Se trata de un marco de referencia que, sin duda alguna, se refinará con base en las precisiones que surgirán de su uso en las investigaciones en la región. Actualmente la región se ha convertido en el motivo de estudio de diversos grupos de trabajo con distintos enfoques y metodologías. La carta representa una de las áreas con mayor complejidad geológica en el Sur de México, ya que la región cartografiada queda comprendida parcialmente en los terrenos Mixteco, Zapoteco y Cuicateco. Además de los rasgos mayores que delimitan esos terrenos, en el área se reconocen otras fallas que condicionaron la formación de cuencas tectónicas en el Mesozoico, durante el proceso de ruptura de Pangea. En la región se reconocen las cuencas Ayuquila y Otlaltepec en las cuales se observan sucesiones clásticas del Jurásico; las cuencas de Chivillas y Zapotitlán, donde se acumularon sucesiones turbidíticas en el Cretácico y las cuencas continentales Atzumba del Paleógeno y Tehuacán del Neógeno. En el área del mapa están expuestos los basamentos cristalinos del sur de México: en el sureste el Complejo Oaxaqueño, mientras que en el sur y poniente los complejos Acatlán y Ayú. En la región limítrofe entre los complejos Acatlán y Oaxaqueño, se observan afloramientos de la Formación Matzitzi, cuya edad es motivo de polémica. Por un lado, contiene plantas fósiles reportadas como del Paleozoico y por otro incluye un miembro ignimbrítico con circones magmáticos del Triásico medio. En lo general, las distintas unidades mesozoicas se observan en el norte y oriente del mapa, en tanto que, en el borde sur se presenta una sucesión gruesa de rocas volcánicas.

El mapa contribuirá a la investigación de la evolución del territorio mexicano en relación a Pangea, ya que en la región cartografiada se ha reconocido una evolución tectónica desde el Paleozoico hasta el Mesozoico en el sector centro occidental de este supercontinente, con la amalgamación de los complejos Oaxaqueño y Acatlán a lo largo de la Falla Caltepec, hasta la instauración de sistemas fluviales que drenaron la vertiente Pacífica y su posterior desintegración en el marco de la disgregación del supercontinente. En el área del mapa, la



disgregación de Pangea se manifiesta con la formación de cuencas tectónicas en las cuales se acumularon sucesiones clásticas continentales gruesas durante el Jurásico.

Palabras clave: Cartografía litoestratigráfica, Cuencas sedimentarias, Basamento, Sur de México.

JURASSIC PALEO-LATITUDINAL EVALUATION OF THE MEXICAN SUBCONTINENT (OAXAQUIA): A HYPOTHESIS FOR THE JURASSIC MIGRATION OF MEXICO RECONSTRUCTED FROM PALEOMAGNETIC DATA

Alberto Figueroa-Guadarrama^{1,*}, Roberto S. Molina-Garza²

*¹Posgrado en Exploración y Producción, Instituto Mexicano del Petróleo, 07730, Ciudad de México, México (*e-mail: afigueroa@imp.mx). ²Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, 76230, Querétaro, México.*

The reconstruction of the western margin of equatorial Pangea has been a subject of controversy since the application of paleomagnetism to adjust the original model of Wegener, and models derived from it. Pangea type A and type B models have tried to explain the global reconstruction of the last supercontinent. In both models, Mexico is involved in controversies due to its adjustment in global and regional reconstructions. Controversies for the location of the Mexican land include: (1) the known overlap between southern Mexico and Colombian terranes for type A models, and (2) the allochthonous Mixteca terrane and the proposed northeastern position relative to its current position, adjusted to a type B model. Given these controversies, a set of mega-shears have been resorted to solve the overlap problem either through left lateral displacements during the Late Jurassic time or right-lateral displacement at the beginning of Jurassic, so Mixteca terrane could reach its position. Paleomagnetic data reported in the last four decades for Jurassic volcanic rocks and red-bed sequences of continental and transitional environments have been interpreted to support large displacements, rotation or even an allochthonous origin for the Mexican land masses during Jurassic. However, the collection of the most reliable data in this work, together with the correction and analysis of its magnetic components and age of magnetization indicate that the continental backbone of Mexico (Oaxaquia) behaved as a semi-continuous continental entity conformed by loosely linked blocks during Jurassic time. Because of the Jurassic and younger tectonics, the declinations observed in studies of Jurassic rocks do not provide a consistent pattern of deformation. The inclination component data from sedimentary sequences corrected by inclination flattening-error by factor $f = 0.7$, and comparison between latitudes re-located to a reference point into Oaxaquia ($25^{\circ}\text{N}, -100^{\circ}\text{W}$) and North America, indicate joint latitudinal displacement with North America since Lower Jurassic. The re-evaluation indicates that Oaxaquia in Early Jurassic time (200–180 Ma) was positioned at equatorial latitudes ($0.1^{\circ} \pm 3.6^{\circ}\text{N}$) and moved northern at ~ 0.88 cm/yr. Its migration northward during Middle Jurassic (170–160 Ma) occurred at ~ 1.8 cm/yr reaching latitudes of $\sim 10^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{N}$. It was until to Upper Jurassic (160–150 Ma) when Oaxaquia experienced the greatest increase in its rate of displacement, moving at ~ 5.7 cm/yr and reaching a position at tropical latitudes ($18.4^{\circ} \pm 4.2^{\circ}\text{N}$). The Mexican subcontinent thus trailed to the rest of the North America plate in its northward motion.

Keywords: Pangea, Jurassic paleolatitude, Paleogeography, Oaxaquia, Western Mexico.

PALEOMAGNETISM AND MAGNETIC ANISOTROPY ANALYSIS OF A TRIASSIC-JURASSIC PALEORIVER OF THE MIXTECA TERRANE, LA MORA FORMATION: PALEOGEOGRAPHIC AND TECTONIC IMPLICATIONS

**Cecilia I. Caballero-Miranda^{1,*}, Luis M. Alva-Valdivia¹,
Gilberto Silva-Romo², Arnaldo Hernández-Cardona³, Alam I. de la Torre-González³**

*¹Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México (*e-mail: cecilia@igeofisica.unam.mx). ²Departamento de Ingeniería Geológica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México. ³Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México.*

The La Mora Formation is a floodplain succession originated by a paleo-river emplaced in the Mixteca terrane prior to Pangea breakup. Previous detrital-zircon studies suggested that: i) the source of zircons are the Amazonian craton and Southern Mexico, ii) the paleofluvial system drained towards the ancestral Pacific Ocean, and iii) the more probable age of the system is Triassic-Jurassic. In this work we present the results of a combined paleomagnetism and anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) analysis, performed in 22 stratigraphic levels of the 369 m-thick sequence of La Mora Formation in the vicinity of Yodoyuxi to prove if the paleolatitude of this formation and the AMS paleoflow direction are consistent with the mentioned hypothesis. Characteristic remanent magnetization directions were obtained from 112 samples by thermal treatments using the facilities of the Paleomagnetic Laboratory of the Instituto de Geofísica (Universidad Nacional Autónoma de México). The mean direction of all sites is Dec= 3.7°, Inc= 15.3° ($a_{95} = 3.3$, $k = 17.4$) and the paleolatitude calculated is 7.8° (present latitude is 17.7°). Both kinds of parameters were also calculated in 4 stratigraphic intervals, selected according to changes in dominant facies, to observe possible lithology effects in results. Rock magnetic experiments such as hysteresis cycles, acquisition of isothermal remanent magnetization with backfield magnetization and temperature dependent low-field magnetic susceptibility measurements were performed in selected samples. Our results indicate that there are two magnetic carriers that are hematite and magnetite, this latter being present in lesser proportions and relatively important just in a few samples. AMS measurements, performed in 286 samples, indicate paleoflow shifting to both NW and SE directions, depending on stratigraphic level, as should be expected in alluvial floodplains, bordering a fluvial system whose main channel is oriented NE-SW. Considering the results from all levels, the main flow direction is more likely to have course toward the SW. According to our results, a southernmost location for Mixteca terrane for the Triassic-Jurassic time should be considered in the Pangea reconstruction. Moreover, the Mixteca terrane paleolatitude suggests a Pangea breakup processes characterized by:

i) displacement of cortical blocks along right strike slip major faults and ii) pull-apart basins formation during Middle-Late Jurassic time.

Keywords: Mixteca terrane, Paleo-floodplain succession, Paleolatitude analysis, Paleoflow inferences.

ÍNDICE DE AUTORES

• Abdullin, F.	26, 33, 38
• Alemán-Gallardo, E.A.	13
• Alva-Valdivia, L.M.	42
• Ángeles-Moreno, E.	8, 10
• Bedoya-Mejía, A.M.	26
• Caballero-Miranda, C.I.	42
• Cabrera-Ramírez, M.A.	35
• Campos-Madrigal, E.	18, 39
• Camprubí, A.	4
• Casas-Peña, J.M.	34
• Castillo-Reynoso, J.C.	25
• Centeno-García, E.	18, 35, 39
• Cisneros-de León, A.	19
• Colás, V.	4
• Contreras-López, M.	28
• de la Rosa-Mora, O.A.	35, 39
• de la Torre-González, A.I.	42
• Delgado-Argote, L.A.	28
• Elías-Herrera, M.	6, 24
• Farré-de-Pablo, J.	4
• Figueroa-Guadarrama, A.	41
• Fitz-Díaz, E.	4
• Flores-Barragan, M.A.	21
• Galicia-Flores E.	35
• García-Casco, A.	4
• Garduño-Torres, I.	4
• Gerwert-Navarro, M.	20, 23
• Gómez-Alvarez, D.K.	28
• González-Guzmán, R.G.	14, 19
• González-Jiménez, J.M.	4
• Grajales-Nishimura, M.	8, 35
• Gutiérrez-Trejo, L.J.	8, 10
• Hernández-Aviles, G.	25
• Hernández-Cardona, A.	42
• Hernández-Jiménez, A.	2
• Jaramillo, M.	25, 27
• Jaramillo-Méndez, C.	6
• Jenchen, U.	13, 34
• Jiménez-Nieto, A.	10
• Juárez-Zúñiga, S.	25
• Lawton, T.	31

• Lazcano-Camacho, M.	35
• Lozano-Carmona, D.E.	21
• Macías-Romo, C.	6, 24
• Martini, M.	26, 30, 33, 37
• Méndez-Delgado, S.	34
• Mendoza-Rosales, C.	18, 39
• Milián-de la Cruz, R.	25
• Molina-Garza, R.	41
• Nance, D.	1
• Ortega-Chavez, E.	21
• Ortega-Gutiérrez, F.	6, 12
• Ortega-Obregón, C.	8, 25, 27, 38
• Pi-Puig, T.	10
• Pola-Símula, C.	34
• Proenza, J.A.	4
• Ramírez-Calderón, M.G.	33
• Ramírez-Fernández, J.A.	13, 34
• Ramos-Arias, M.A.	2, 8, 10
• Ramos-Ledezma, A.	34
• Riggs, N.	16
• Rodríguez-Rivera, P.I.	34
• Rodríguez-Saavedra, P.	34
• Sánchez-Zavala, J.L.	6, 24
• Schmitt, A.K.	14
• Silva-Romo, G.	18, 35, 39, 42
• Solari, L.	6, 8, 25, 26, 27, 33, 35, 37, 38
• Solé-Viñas, J.	8, 10, 38
• Tazzo-Rangel, M.D.	14, 19
• Teyssier, C.	2
• Torres-Carrillo, X.G.	28
• Velasco-de León, M.P.	21
• Velasco-Tapia, F.	13
• Villanueva-Amadoz, U.	20, 23
• Weber, B.	14, 19, 28
• Whitney, J.L.	2
• Yáñez-Limón, J.M.	10
• Zepeda-Martínez, M.	37

