

**Eje Temático: Geografía Física, riesgos socioambientales y cambio
climático**

Geografía Física e historia geológica del Estado de Guerrero, México

*Genaro Correa Pérez

**Naú Silverio Niño Gutiérrez

Resumen

La naturaleza pródiga con México y en especial con el estado de Guerrero, hizo que ostente una diversidad de paisajes cuyos orígenes se remontan a la historia geológica del Precámbrico.

El *objetivo* del documento, consiste en exponer la evolución geológica del actual estado de Guerrero en México y su relación con riesgos sísmicos e inundaciones. La *metodología* empleada consistió en trabajo de gabinete y campo. Mismos que condujeron a los siguientes *resultados*: dos mapas a escala 1:100 000 que muestran las distintas topoformas existentes y riesgos a sismos e inundaciones entre los años 2007 y 2010 en el estado, un gráfico esquemático de cada una de los períodos geológicos y principales formaciones terrestres y tres fotografías que evidencian las transformaciones del paisaje físicogeográfico guerrerense.

* Profesor-investigador, Universidad Nacional Autónoma de México, México, zurit76@hotmail.com

** Profesor-investigador, Universidad Autónoma de Guerrero, México, nausilverio@yahoo.com.mx

Introducción

Las provincias fisiográficas son áreas homogéneas de la superficie terrestre, creadas por el medio, y difieren de las regiones geográficas en que éstas son más una creación del hombre que de la naturaleza. Las provincias fisiográficas del Estado de Guerrero se han establecido sobre la base de la estructura y la historia geológica de las regiones, el análisis de la erosión y los alcances de la misma. Sobre estas bases, las provincias fisiográficas del Estado de Guerrero son las siguientes: a) Las Planicies y Lomeríos Costeros del Pacífico, b) La Sierra Madre del Sur, c) La Depresión del Balsas, d) Las Sierras y Valles del Norte y e) El Sistema Volcánico Transversal.

Localización Geográfica

El estado de Guerrero representa el 3.2% de la superficie del país, ya que tiene una extensión territorial de 63 621 km², por ello ocupa el lugar 14 a nivel nacional y es la entidad federativa número 12. Su forma es irregular; la mayor anchura es de 222 km y la mayor longitud es de 461 km; su litoral es de 500 kilómetros aproximadamente. Al sur de los Estados Unidos Mexicanos se ubica el estado de Guerrero. (Figura 1).



Figura 1. Situación geográfica de Guerrero.

Evolución geológica

El eon-criptozoico (Gr. cryptos=oculto y zoo=animal o vida es el tiempo de más antigüedad en la tierra. Se divide en dos eras: arqueozoica y proterozoica y de manera común se les comprende con el calificativo de precámbrico. En México y en Estados como Guerrero, Oaxaca y Sonora se han observado rocas metamórficas con una edad de más de 1 000 millones de años; pero la información sobre ellas es dispersa e incompleta.

De la era paleozoica y con relación al cámbrico, existe evidencia de que mares de una época temprana pudieron inundar no solo la alta California, sino también la parte norte de la Baja California, y que por el sur penetraron al estado de Oaxaca con límites en el actual Guerrero el cual pudo estar emergido como parte de tierras del occidente del país.

De la era mesozoica (Gr. meso=medio, y zoo= animal), prolongado período que dura más de 100 millones de años, se tiene, por ejemplo, que en el triásico tardío, cuando mares del Pacífico invadieron costas desde Alaska hasta el sur de México, penetraron en diferentes puntos, como Baja California, Sonora, Michoacán y Guerrero, alcanzando estados centrales y a Zacatecas y San Luis Potosí. Fue el tiempo en que se inició la separación de América del Norte y África nor-occidental.

Desde el final del triásico mesozoico hasta el inicio del cenozoico ha tenido lugar un fenómeno de subducción más intenso que origina un cambio de ángulo de inclinación de la placa del Pacífico de un hechado de 40° cambia a otro que origina que la placa oceánica se introduzca casi de manera paralela por debajo de la placa continental Norteamericana, originando movimientos corticales, introducción de magma y deformación de las capas sedimentarias que se pliegan y rompen.

La sedimentación en Guerrero y Oaxaca fue de materiales clásticos, conglomerados, areniscas de gramo de cuarzo, calizas dolomíticas, entre otros.

En el cretácico medio las aguas del mar Mediterráneo que convergen con el Pacífico rodeaban las islas que emergían en Guerrero y Oaxaca.

Con la orogenia del albio de hecho se desarrolla la orogenia mexicana que se continúa con la orogenia Laramide del cretácico superior y del paleoceno inferior. En la faja del Pacífico, los batolitos, granitos y granodioritas se hacen presentes hasta Oaxaca, pasando por Guerrero.

Por su parte en el mismo albio la placa del Pacífico adquiere su posición normal horizontal penetrando bajo la placa continental en forma casi paralela, debajo y hacia el oriente, lo que originaría magmatismo en ese período cretácico, y también la orogenia Laramide.

En el cretácico superior (turoniano) la colisión de las placas oceánica y continental cause metamorfismo en las rocas precámbricas y paleozoicas, ya sea ígneas intrusivas y extrusivas como sedimentarias. Los esfuerzos que se transmitieron al oriente originaron fallas inversas y de cobijadura en rocas mesozoicas, así, como plegamientos hacia el antepaís.

Durante la orogenia Laramide se forman varias antífosas orogénicas. Las fuerzas desarrolladas pliegan, atallan, intrusionan, extrusionan y cambian la orografía del territorio y también la hidrografía; de paso se agradan y desnudan los relieves.

Una de las antífosas orogénicas es la de Guerrero, que se localiza en el río Guayalejo y en Tierra Colorada. En ella están presentes depósitos característicos de flysch o turbiditas que contienen bancos arrecifales entre las arcillas y areniscas. Esta es de edad huroniana (etapa inicial del cretácico superior).

Es posible que el geosinclinal de las Rocallosas de final del cretácico se prolongaba hasta el norte de México, el seno del Golfo de México daba con él, en tanto se desarrolla una regresión. Guerrero se encontraba emergido, casi al

final de la península que se ubicaba al oeste del país y que se continuaba más al norte.

En el paleoceno el Golfo de México transgrede el país e inunda el pie de los primeros plegamientos de la Sierra Madre Oriental.

La interacción entre la placa de Cocos y la continental Norteamericana se deja sentir en el territorio que sufre diversas transformaciones. Ya se mencionan antes las que sufre de sur a norte la región costera mexicana del Pacífico (metamorfismo, intrusión granítica, extrusión magmática). La Sierra Madre del Sur como otras sierras del país se ubicaba en etapa evolutiva.

Un vulcanismo intenso perfilaría sus relieves en el transcurso de la era cenozoica. Antes, durante la era mesozoica la región del Pacífico fue intensamente afectada por el choque de las placas en la forma que se indica anteriormente.

Probablemente entre el plioceno y el pleistoceno o reciente, las costas del Pacífico de Sonora a Salina Cruz, pasando por Michoacán y Guerrero, se verifican hundimientos, pues el mar penetra en los cauces y la erosión marina es este proceso, deja soportadas antiguas líneas costeras lo que origina islas o islotes rocosos que indican antiguas líneas de costa.

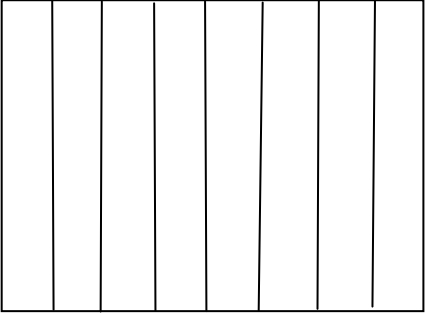
La Sierra Madre del Sur, crece como una cordillera al plegarse más por el efecto de fuerzas de compresión, y se afalla, se emplazan en ella plutones, sufre metamorfismo en varias partes, fracturamientos y naturalmente vulcanismo, menos intenso que el que se extendió dentro del Sistema Volcánico la interacción de las placas sigue afectando el relieve de ella, de la depresión del Balsas y de las planicies costaneras, y no olvidar que en estas regiones se ubica también el territorio guerrerense.

Al mismo tiempo que se levanta la Sierra Madre, se forma la depresión del Balsas, por la colisión de las placas y un sistema de fracturas aparece el Sistema Volcánico, faja continua de rocas volcánicas, con cinco focos

principales de actividad, donde se reconocen dos tipos de estructuras volcánicas; la de los estratovolcanes alineados con orientación norte-sur, y las de numerosos volcanes pequeños alineados de noreste a suroeste. Uno de los apéndices de este sistema penetra en territorio guerrerense desde Morelos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estratigrafía de Guerrero y occidente de Oaxaca, México

Tiempo				Guerrero y Límite Occidental de Oaxaca										
Era	Período	Época	Piso	Formación										
La Cenozoica	Cuaternario		Reciente Pleistoceno	Aluvi3n suelos										
	Terciario		Plioceno Mioceno Oligoceno Eoceno Paleoceno	Grupo Balsas										
La Mesozoica	Cretácico	Superior	Maestrichtiano	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Formación Mezcala ?										
		Cenoniano Campaniano Santoniano Coniaciano												
	Turoniano	Formación Cuautla												
	Medio	Cenomaniano Albiano	Formación Morelos (calizas, mármoles)		Granodioritas									
	Inferior	Aptiano	Andesitas											
Neocomiano Barremiano Hauteriviano Valangiano Berrisiano		capas rojas												
Jurásico	Superior	Titoniano	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> ?										Diuritas	
Kimmeriogiano Bononiano Havriano Sequaniano														
		Oxfordiano	Argoviano Divesiano Calloviano	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>										

La Paleozoica	Triásico	Medio	Bathoniano Bajociano	Formación Consuelo (margas-calizas)	Granitos
		Inferior	Liásico		
		Superior	Retiano Noriano Carniano	Formación Chapolapa (capas rojas)	
		Medio	Ladiniano Anisiano		
	Inferior	Soytiano			
		Pérmico			
		Carbonífero	Formación Ixcuinatoyac		

Fuente: elaboración propia.

Discusión de resultados

La Sierra Madre del Sur presenta mayoritariamente al oeste rocas ígneas del cenozoico superior volcánico (lavas, brechas, tobas), y en el este rocas metamórficas tanto del precámbrico como del paleozoico (gneis, esquisto, pizarras, etc.), las que corresponden al complejo Xolapa (De Cserna, 1965); se encuentran intrusionadas por batolitos de granito de edad paleozoica. Subyace a una secuencia vulcano sedimentaria mesozoica. En el centro también tiene rocas sedimentarias mesozoicas (calizas, lutitas, limolitas, etc.). Igualmente se presentan rocas clásticas de origen aluvial (conglomerados rojos, ocasionalmente mezcladas con otras rocas) que son del terciario.

De oeste a este la Sierra Madre recibe varias denominaciones como los de sierra de la Cuchilla, Cumbres de la Tentación, sierra Jaleaca, sierra Tenango, sierra Temazcaltepec y sierra de Atzompa. Las principales elevaciones se encuentran sintetizadas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Altitudes Principales de la Sierra Madre del Sur		
<i>Nombre</i>	<i>Altura</i>	<i>Localización</i>
Cerro Iexquitem	2 230 m	Al Sur de Nochistlán
Cerro Tlacoapa	2 410 m	Al Oeste de Tlacoapa
Cerro Corrales	3 250 m	
Cerro Pelón	3 050 m	Al Noroeste de el Paraíso
Cerro Estrella	3 240 m	Al Norte de Zitlaltépetl
Cerro Colcoyan	3 200 m	Al Este de Atzomba
Cerro Culebra	3 410 m	Al Noreste de el Paraíso
Cerro Pinabete	2 850 m	Próximo a San Antonio
Cerro Baúl	2 800 m	Al Norte de Toro Muerto
Cerro Cruz	2 950 m	Al Noroeste de Pie de la Cuesta
Cerro Ventanas (Plateado)	3 305 m	Al Suroeste de Pandoloma
Cerro Tlacotepec	2 895 m	Al Este de Camotal
Cerro Grande	3 050 m	Al Oeste de Chilpancingo
Cerro Ahuijote	2 820 m	Al Suroeste de Coapango
Cerro Tenango	2 350 m	Al Oeste de Tenango

Fuente: INEGI-UNAM, 1982.

En la depresión son evidentes los pliegues anticlinales simétricos y asimétricos entre los meridianos de 99° y 100° oeste, generalmente conformados de rocas sedimentarias mesozoicas. En su porción central se encuentra un conjunto litoestratigráfico denominado Grupo Balsas que presenta conglomerados contemporáneos de derrames lávicos. Al este, la depresión hace contacto con el complejo denominado Acatlán del paleozoico y que se caracteriza por los extensos afloramientos de rocas metamorfizadas (Ortega, 1978).

Son altitudes prominentes en la depresión: el cerro Chical, 1 200 m, al sureste de Apaxtla; el cerro Tinoco, 1 120 m, al noreste de Chancata; el cerro El Gallo, 1 025 m, al noreste de Santa Catarina; el cerro Azul, 1 100 m, al suroeste de Apaxtla; entre otros.

Entre Teloloapan y Arcelia, aflora una secuencia de rocas volcánicas andesíticas, rocas sedimentarias calcáreas arcillosas foliadas y grauvacas, constituyendo depósitos de un arco volcánico insular y mar marginal desarrollados y existentes entre el jurásico-cretácico.

La plataforma de la formación Morelos-Guerrero, se ubica en pequeñas porciones del noroeste guerrerense, y en ella se desarrollaron depósitos marinos. Esta secuencia sedimentaria expuesta corresponde a un rango que va del jurásico al cretácico. Descansa sobre un basamento metamórfico precámbrico, representado en apariencia, por los esquistos de Taxco (De Cserna, 1976).

En el área homónima, subyace a unas andesitas semimetamorfizadas que fueron señaladas como roca verde de Taxco. Para Campa estas últimas rocas se asemejan a las sedimentarias volcánicas aflorantes al oeste de Teloloapan, por lo que opina que el esquistos Taxco no es precámbrico.

El Grupo Balsas, lo propuso Frías (1956) para una localidad tipo con afloramientos de importante extensión y espesor ubicado al norte de Iguala y en áreas cercanas a Taxco.

En este grupo de rocas con ligera inclinación, sedimentarias y del terciario (Tc), de origen continental sobresalen los conglomerados calcáreos y volcánicos, arenas, limos, tobas y derrames lávicos, etc., y se derivan de las formaciones cretácicas como Morelos y Mezcala. El grupo descansa en las formaciones señaladas o en los esquistos de Taxco.

Es esta provincia de las Sierras del Norte se tienen eminencias como el cerro Taxco de más de 2 050 m, al noreste de Taxco, cerro Capahuatlán, de casi 2 125 m, al sureste de Capahuatlán, cerro Chautzingo de casi 2 050 m, próximo a Chautzingo, cerro Frío de casi 1 700 m al sur de Ixcateopan, Guerrero, México (Figura 2).

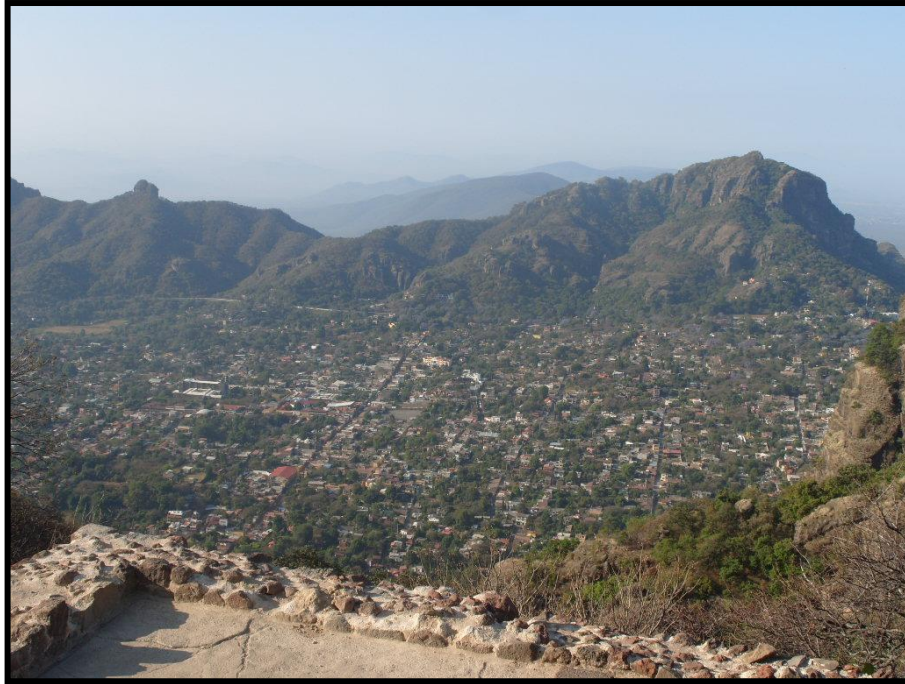


Figura 2. Sierras del Norte de Guerrero, México.

El Sistema Volcánico Transversal. Constituye la provincia más pequeña y joven de la entidad, y se ubica al noreste de la misma, en los municipios de Huitzucó y Buenavista Cuellar, principalmente. Se extiende por casi 27 km de amplitud y tiene una anchura de 16 km, por lo que la superficie que ocupa en el territorio señalado es de casi 430 km². Tiene varios puntos que superan los 2 000 m., y al sureste de Buenavista de Cuellar se encuentra el cerro Buenavista con casi 2 060 m (INEGI-UNAM, 1982).

La parte meridional, al norte de Huitzucó se eleva a 1 200 m. La septentrional se prolonga al Estado de Morelos y se vincula a formaciones volcánicas del cenozoico que corresponden al Sistema Volcánico Morelense. Su porción central a la altura de la antena de microondas se ubica a los 19°25' de latitud norte, y el cerro Buenavista se localiza a los 99°22' de longitud oeste y 2 060 msnm, mientras que la Antena está a los 99°23' (*Ibídem*, 1982).

Cerca de la localidad de Huitzucó se encuentra Chilpancingo la capital del estado de Guerrero. Espacio geográfico que desde 1980 a la fecha presenta una rápida transformación del paisaje natural en artificial (Figura 3).



Figura 3. Centro político de Guerrero.

La actividad volcánica del sistema se hace patente del mioceno al plioceno, aunque en Morelos fue más extensa la del mioceno. El origen del Sistema Volcánico ha sido conectado principalmente a la subducción de la placa oceánica de Cocos, debajo de la corteza continental de México que a nivel de la astenósfera se fusiona parcialmente y origina los magmas que penetran por las fracturas de la placa o corteza continental Norteamericana en esta parte de México (Mosser, 1975).

Demant (1978), menciona que la subducción de la placa de Cocos, a lo largo de la trinchera oceánica de Acapulco, inició su desarrollo en el oligoceno, en la línea de una zona de desplazamiento lateral entre la placa Norteamericana y la placa Caribe, que aún actúa (Guatemala) (Figura 4).



Figura 4. Transformación del paisaje en la Sierra Madre del Sur.

Esta porción del sur de Guerrero ha padecido en el pasado fenómenos hidrometeorológicos excepcionales como los del año 1997 que resultó ser de los más lluviosos de los últimos cuarenta años. En dicho año los afluentes de los ríos Atoyac, Papagayo y Nexpa tuvieron manifestación de varios desbordamientos y ríos como Quezala, Tecpan y la Unión aumentaron más de un cuarto su caudal de lo normal.

Los habitantes de la franja costera del pacífico mexicano fueron testigos que la temperatura del mar aumentó 5°C ya que se evaporaba y precipitaba copiosamente. En Acapulco, el huracán Paulina causó estragos al aumentar el caudal del río el Camarón y arrasó plantas que había a su paso, desgajaban cerros, viviendas e incluso la infraestructura carretera y eléctrica fueron destruidas a lo largo de dicho escurrimiento.

El fenómeno hidrometeorológico tuvo 410 mm de precipitación en 24 horas y en el poblado de Marquelia en la costa chica logró 345 mm. Dañando a varias decenas de miles de personas. Según Guillén (2005), el huracán Paulina causó el deceso de 230 personas, 50 mil viviendas destruidas, 750 mil afectados y las pérdidas económicas en Acapulco, Guerrero, llegaron a los 448 millones de dólares americanos.

En otro orden de ideas, Negendak (1972), basado en la naturaleza de las rocas afirma que la provincia se origina como resultado de fusión parcial de los materiales de la corteza inferior, más que por la de placa de Cocos. Donde en el cretácico superior y en el terciario temprano ocurrieron donde ahora está el Sistema importantes desplazamientos de tipo lateral derecho, en concordancia con movimientos que se observan en el oeste de Estados Unidos.

Mosser (1975), asegura que el Sistema Volcánico puede coincidir con una geosutura que marca unión entre dos masas cratónicas antiguas, y que el arreglo zigzagueante del mismo reflejaría que la placa oceánica después de hundirse en la trinchera acapulquense, se dividiría en fragmentos ligeramente traslapados y zigzagueantes.

Al Sistema Volcánico Transversal guerrerense corresponde la formación extrusiva del cenozoico medio volcánico (Cmv), que se compone de derrames de lava, brecha y toba, de composición variable (basalto a riolita) y con predominio de andesitas. Esta zona al contar con los suelos volcánicos fértiles y gran concentración de población aunados a quienes viven en zonas costeras suman en México 70 millones de mexicanos habitan en zonas propensas a deslaves, ciclones y huracanes, sismos e inundaciones. En el año 2005 por ejemplo, la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), en promedio invirtió mil millones de pesos anuales para reconstruir viviendas y caminos destruidos por desastres naturales (Guillén, 2005).

En síntesis esta riqueza geológica y fisiográfica trajo como resultado en Guerrero la presencia de diversos paisajes que abarcan bosques templados en la sierra y selva baja caducifolia en las costas que a su vez hizo que la población se asiente a vivir en dichos enclaves pese al riesgo que existe en las ciudades más pobladas del estado de sufrir alguna contingencia sísmica donde Acapulco, Zihuatanejo, Chilpancingo, Taxco y Tlapa presentan el mayor riesgo a cualquier evento natural.

En Guerrero existen 110 comunidades de las costas de Guerrero con mayor vulnerabilidad a desgajamiento de cerros principalmente en la zona económica conocida como la Montaña (De la O, 2009).

Conclusiones

En Guerrero la geología y la rica fisiografía hacen evidente un paisaje nacional diverso donde la población asentada convive con el riesgo y las amenazas de inundación durante la época húmeda de cada año como lo constatan los huracanes Paulina de 1997, Enriette de 2003 para el caso de Guerrero y el año de 2010 que estuvo fuera de lo común por su abundante presencia de huracanes para el caso de las costas mexicanas de Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Quintana Roo.

Bibliografía citada

- 📖 **Cserna, Z. de.** 1965. "Reconocimiento geológico de la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero". México, D.F., Boletín del Instituto de Geología, UNAM, (62):
- 📖 **Cserna, Z. de, Fries, C., y Otros.** 1976. *Edad precámbrica tardía del esquistos de Taxco, Estado de Guerrero.* México, D.F., Asoc. Mexicana de Geólogos Petroleros, V. 26.
- 📖 **De la O, Margena y Rodolfo Valadez.** 2009. "Cinco ciudades, con mayor riesgo ante sismos por densidad poblacional: Sáyago". En *La Jornada de Guerrero*. <http://www.lajornadadeguerrero.com.mx/2009/03/01/index.php>.
- 📖 **Demant, A.** 1978. Características del Eje Neovolcánico Trans-mexicano. Rev. Inst. de Geol., UNAM. (75):
- 📖 **Frías, C. Jr.** 1956. Bosquejo geológico de la región entre México, D. F. y Acapulco, Guerrero, Excursiones A-9 y C-12, Geología a lo largo de la Carretera entre México, D. F. y Acapulco, Guerrero, XX Congreso Geológico Internacional, México.
- 📖 **Guillén, Guillermina.** 2005. "Viven casi 70 millones en zonas de riesgo". En *El Universal*. <http://www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html>.

📖 **Mooser, F.** 1975. El Eje Neovolcánico Mexicano. Memoria de la Convención Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana, Mazatlán, Sinaloa.

📖 **Negendank, J. F.** 1972. Volcanics of the valley of México, N., Jb. Miner. Abh: 116.

📖 **Ortega, F.** 1978. Los complejos metamórficos de México, sur, y su significado tectónico, Resúmenes del III Congreso Latinoamericano de Geología, México.

📖 **INEGI-UNAM.** 1982. Geología de México, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DGGTN) e Ingeniería, México