

Grupos y Unidades Geológicas de la región de Morelia

Robles Péreznegrón y Corona Chávez, Terra Digitalis 2024

La cartografía geológica de la región de Morelia contiene la distribución y temporalidad de 20 unidades geológicas que a continuación se presentan de manera sintética. Sucesivamente se presentan los sistemas estructurales de la región de Morelia.

Basamento relativo

El basamento relativo de la región está conformado por una sucesión volcánica y sedimentaria de arco de isla del Jurásico-Cretácico, deformada y metamorfozada que fue acrecionada al continente durante la orogenia Larámide, a la cual se le conoce como Terreno-Guerrero (Campa y Coney, 1983). Sucesivamente y posterior a la deformación Larámide, le sobreyace una sucesión de rocas molásicas conformada por conglomerados, areniscas y limolitas denominada Formación Tzitzio, probablemente del Eoceno (Pasquarè *et al.*, 1991). Aparentemente, estas unidades no se exponen en el área de estudio.

1. Sucesión Volcánica Tafetán-Mil Cumbres

Corresponde a la unidad más antigua, se expone a lo largo de todo el sector oriental de la región de Morelia con una orientación prevalente NNO-SSE. De manera general, se trata de una secuencia de vulcanismo lávico de composición intermedia a máfica intercalada con niveles ignimbríticos asociados al colapso de calderas del Mioceno. Se subdivide en tres subunidades volcánicas del Oligoceno al Mioceno Inferior: a) Sucesión Tafetán-Mil Cumbres, b) Domos y Derrames Mil Cumbres y c) Derrames de Lava Cuitzeo.

1a) Sucesión Tafetán

Corresponde a la subunidad volcánica inferior (Oligoceno-Mioceno) y se distribuye en el sector sureste. Es compuesta por una sucesión de flujos de lavas, rocas epiclásticas e ignimbríticas, con flujos de lava de composición predominantemente andesítica (Pasquarè *et al.*, 1991). Sobreyace a las rocas molásicas de la Formación Tzitzio y subyace a las unidades miocénicas de domos, derrames e ignimbríticas de la Sierra de Mil Cumbres (Pasquarè *et al.*,

1991; Gómez-Vasconcelos *et al.*, 2015). Se han reportado edades de 33.44 ± 1.7 Ma de la Ignimbrita Mesa de Tzitzio (Pasquarè *et al.*, 1991) y 30 ± 0.6 Ma de un dique gabroico que corta a la sucesión (Gómez-Vasconcelos *et al.*, 2015). Esta unidad ha sido parcialmente deformada por una breve etapa compresiva que generó la megaestructura del anticlinal de Tzitzio-Tiquicheo, además de ser afectada por eventos de deformación frágil posteriores (Mauvois, 1977; Pasquarè *et al.*, 1991; Blatter y Hammersley, 2010). Por otra parte, en esta unidad se ha reportado manifestaciones de actividad geotérmica (Jácome-Paz, 2019).

1b) Domos y derrames Mil Cumbres (Anganguao)

Es una subunidad volcánica del Mioceno Inferior compuesta por estructuras de domos y derrames de lava, los cuales se exponen intensamente erosionados y fracturados en el sector sureste de la región. Presentan una composición andesítica y andesítica-dacítica (Pasquarè *et al.*, 1991; Gómez-Vasconcelos *et al.*, 2015). Sobreyace a la Sucesión Tafetán y en diferentes sectores de Morelia es sobreyacida por depósitos de ignimbrita, derrames del Punhuato y secuencias fluvio-lacustres. Se han reportado edades de 23.1 ± 3.5 y 21.5 ± 0.1 Ma (Pérez-Esquivias *et al.*, 2010; Arce *et al.*, 2012; Gómez-Vasconcelos *et al.*, 2015).

1c) Derrames de lava Cuitzeo

Está conformada por derrames de lava del Mioceno Inferior que se distribuyen en extensas mesas en el sector norte y noreste, al sur del lago de Cuitzeo. Se trata de flujos de lava de composición andesítica-basáltica (Trujillo-Hernández, 2017). Se tiene el registro de localidades con edades de 18.689 ± 0.281 y 18.318 ± 0.149 Ma (Avellán *et al.*, 2020). En el mismo sector donde se distribuye esta unidad se manifiesta actividad geotérmica (Olvera-García *et al.*, 2020a).

2. Sistemas caldéricos y secuencias ignimbríticas Morelia-Cuitzeo

Representa una unidad de ignimbritas ampliamente distribuidas en el sector oriental de la región. Conforman, junto a la Sucesión Tafetán-Mil Cumbres, un gran bloque morfoestructural con orientación general NNO-SSE caracterizado por un alto grado de dislocamiento y erosión. Ha sido subdividida por su temporalidad y fuentes eruptivas en

tres subunidades: a) Ignimbrita La Escalera-Puerto La Sosa, b) Ignimbrita Atécuaro-Morelia y c) Ignimbrita Cuitzeo.

2a) Ignimbrita La Escalera-Puerto La Sosa

Representa una unidad de ignimbritas del Mioceno Inferior que se exponen en el sector sureste de la región de Morelia. Estos productos volcánicos provienen de las paleo-calderas de colapso La Escalera y Puerto La Sosa. Presentan una composición riolítica (Pasquarè et al., 1991; Gómez-Vasconcelos et al., 2015). Las edades reportadas son de 22.89 ± 0.30 Ma para la ignimbrita de La Escalera (Gómez-Vasconcelos et al., 2015) y de 20.53 ± 1 Ma para Puerto La Sosa (Pasquarè et al., 1991).

2b) Ignimbrita Cuitzeo

Es una subunidad de ignimbritas del Mioceno Inferior que se distribuyen en la porción norte y noreste, en el margen sur del lago de Cuitzeo. Este evento ignimbrítico de fuente desconocida (Trujillo-Hernández, 2017) sobreyace a la subunidad derrames de lava Cuitzeo. Presenta una composición riolítica y se le atribuye una edad de 17.424 ± 0.012 Ma (Avellán et al., 2020). Esta unidad es también afectada por procesos hidrotermales (Trujillo-Hernández, 2017; Olvera-García et al., 2020a y 2020b).

2c) Ignimbrita Atécuaro-Morelia

La Ignimbrita Atécuaro-Morelia representa a los productos silíceos de la explosión de la paleo-caldera de Atécuaro (Garduño-Monrroy et al., 1999; Israde-Alcantara y Garduño-Monrroy, 2004; Gómez-Vasconcelos et al., 2015). Se encuentra bien distribuida en la porción centro-este y sureste de la región; particularmente en la ciudad de Morelia, es el principal material de los edificios coloniales del centro histórico (cantera rosa) (Carrara y Lanza, 1997; Corona-Chávez et al., 1997; Bigioggero et al., 2003). La ignimbrita Atécuaro-Morelia presenta una composición riolítica y se han publicado edades de 16.7 ± 0.22 a 16.3 ± 0.13 Ma (Gómez-Vasconcelos et al., 2015)

3. Domos Postcaldéricos Atécuaro-Punhuato

Esta es una unidad conformada por estructuras de domos de lava altamente fracturados y erosionados del Mioceno Inferior, posteriores, y en diferentes sectores relativamente contemporáneos, a la emisión de las secuencias ignimbríticas Morelia-Cuitzeo.

3a) Domos Postcaldera de Atecuaro

Se trata de domos erosionados del Mioceno Inferior que rodean la depresión volcánica de la paleo-caldera de Atécuaro. Particularmente, se concentran al suroeste y noreste del anillo caldérico. Presentan una estructura masiva de composición dacítica a andesítica y se ha registrado una edad de 16.31 ± 0.16 Ma (Gómez-Vasconcelos *et al.*, 2015).

3b) Domos del Punhuato

Esta es una subunidad compuesta por domos de lava del Mioceno Inferior localizados en el límite este de la ciudad de Morelia. En general, presentan una estructura masiva y composición dacítica a andesítica. Estratigráficamente, los Domos del Punhuato, al igual que los Domos Postcaldera de Atécuaro, sobreyacen a la Ignimbrita Atécuaro-Morelia. Se reporta una edad de 16.3 ± 0.64 Ma (Gómez-Vasconcelos *et al.*, 2015).

4. Volcanes y derrames Zapata-La Cruz

Es una unidad conformada por estructuras volcánicas del Mioceno Tardío. Se distribuye de manera limitada en la porción centro y norte de la región. La definición de esta unidad es de particular importancia ya que representa la reemergencia de la actividad volcánica en la región después de un aparente hiatus magmático de 8 Ma. Se subdivide en: a) Conos y Derrames Zapata y b) Domos La Cruz.

4a) Conos y Derrames Zapata

La subunidad Conos y Derrames Zapata es representada por un grupo de volcanes del Mioceno Tardío con tipologías de conos cineríticos, *spatters* y un volcán tipo escudo renombrado Zapata. En cuanto a sus relaciones estratigráficas, sobreyacen a subunidades del Mioceno Inferior; principalmente a Derrames de Lava Cuitzeo e Ignimbrita Cuitzeo. Para el volcán Zapata se reporta una edad de 6.75 a 8.1 Ma (Trujillo-Hernández, 2017). La erupción del Zapata representa la reemergencia del vulcanismo y es representativo del inicio de la actividad volcánica plenamente asociada a la Faja Volcánica Transmexicana.

4b) Domos La Cruz

Esta subunidad es representada por domos de lava del Mioceno Tardío que se distribuyen de manera aislada en la porción centro de la región. Incluye a los domos La Cruz y El Estadio, los cuales se reconocen por su morfología erosionada y semi-sepultada por los derrames del volcán Tetillas. El domo La Cruz, ubicado en la ladera oeste del volcán Tetillas revela una edad de 6.681 ± 0.073 Ma (Avellán *et al.*, 2020).

5. Secuencia fluvio-lacustre Morelia-Charo.

Es una unidad sedimentaria del Mioceno Tardío-Plioceno que se distribuye al este, entre los municipios de Morelia y Charo. Representa los depósitos de una antigua zona de sedimentación fluvio-lacustre (Israde-Alcantara, 1995; Israde-Alcantara y Garduño-Monroy, 1999). De acuerdo con el registro de pozos perforados, esta unidad se identifica en el subsuelo de la ciudad de Morelia (Israde-Alcantara y Garduño-Monroy, 2004). Se compone de una sucesión de rocas terrígenas, biogénicas silíceas (diatomitas) y piroclásticas y sobreyace de manera concordante a las rocas miocénicas de la Sierra de Mil Cumbres (Israde-Alcantara, 1995; Israde-Alcantara y Garduño-Monroy, 1999). En cuanto a su edad, se reporta un fechamiento de 3.6 Ma tomado de la parte superior de la secuencia (Israde-Alcantara y Garduño-Monroy, 1999).

6. Domos y derrames Leonera-Divisadero

Domos y derrames Leonera-Divisadero es una unidad que se distribuye de manera dispersa al noroeste, centro y suroeste de la Región de Morelia. Se trata de una unidad compuesta por domos y flujos lávicos, con edades del Plioceno Inferior a Superior. Se divide en dos subunidades.

6a) Derrames de lava La Leonera

Es una subunidad de derrames de lava del Plioceno Inferior que proceden del volcán La Leonera, ubicado al oeste del lago de Cuitzeo. La unidad se distribuye de manera limitada en el margen noroeste del área de estudio. Presenta una composición de basalto-andesita y andesita y su edad es de 4.433 ± 0.17 Ma (Kshirsagar *et al.*, 2015).

6b) Domos y derrames Zoromuta-Divisadero

Es una subunidad compuesta por domos y derrames de lava del Plioceno distribuidos en la porción centro y suroeste del área de estudio. Presentan composiciones predominantemente dacíticas a andesíticas, con excepción del spatter Lagunillas, de composición andesítica-basáltica (Cardona-Melchor, 2015). De acuerdo con los fechamientos obtenidos por este último autor, comprende edades de 3.8 ± 0.09 Ma a 2.6 ± 0.73 Ma (domos Zoromuta y Divisadero). Esta unidad se distingue por estar inmersa en un relieve volcánico de edificios monogenéticos más jóvenes, es decir, precede espacial y temporalmente al prolífico vulcanismo monogenético plenamente relacionado con el Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato.

7. Conos La Trampa

Es una pequeña unidad formada por dos conos contiguos que representan el primer evento volcánico registrado del Pleistoceno. Se ubican en el límite sur, al suroeste de Acuitzio del Canje. Los conos denominados La Trampa y La Calavera presentan composición andesítica y se reporta una edad de 2 ± 0.05 Ma (Cardona-Melchor, 2015).

8. Domos y derrames Santa Genoveva

Es una unidad conformada por domos y derrames de lava que se distribuyen principalmente en el sector suroeste de la región. Son de composición mayormente dacítica y comprenden edades de 1.9 ± 0.22 Ma a 1.47 ± 0.34 Ma (Cardona-Melchor, 2015).

9. Escudos Quinceo-Picacho

La unidad Escudos Quinceo - Picacho está compuesta por edificios volcánicos de tipo escudo del Pleistoceno Inferior. Se distribuyen en el sector occidente y centro de la región. Esta unidad volcánica está compuesta por geofomas volcánicas de tipo escudo con las

dimensiones típicas en el CVMG (Hasenaka *et al.*, 1994) y el primer gran evento de volcanes escudo en la región de Morelia. Presentan derrames de composición mayormente andesítica (Kshirsagar *et al.*, 2015; Avellán *et al.*, 2020). Se han reportado edades de 1.557 ± 0.06 Ma del volcán Picacho y de 1.47 ± 0.14 y 1.365 ± 0.10 Ma para el Quinceo (Kshirsagar *et al.*, 2015; Gómez-Vasconcelos *et al.*, 2015; Avellán *et al.*, 2020).

10. Conos y derrames Pelón

Esta es una unidad volcánica de conos cineríticos del Pleistoceno Inferior que se distribuyen en el sector oeste. Geomorfológicamente, se caracteriza por presentar conos redondeados y de laderas suavizadas. Son de composición basáltica a andesítica (Kshirsagar *et al.*, 2015; Cardona-Melchor, 2015; Avellán *et al.*, 2020) y presenta edades de 1.545 ± 0.127 para el C. Pelón, al sur de La Alberca de Teremendo, hasta 0.844 ± 0.099 Ma para el Homónimo C. Pelón, al noroeste de la ciudad de Morelia.

11. Depósitos piroclásticos El Porvenir

La unidad depósitos piroclásticos El Porvenir es una unidad del Pleistoceno que se distribuyen ampliamente en la porción norte y este de la región. Se trata de depósitos de caída volcánica con intercalaciones de flujos de composición riolítica a riodacítica (Kshirsagar *et al.*, 2015; Gómez-Arango, 2019). Presenta un contenido predominante de pómez, ceniza, líticos, fragmentos de vidrio y fenocristales. En el sector oriental de la región se reconoce como la unidad más joven, que sobreyace las mesas y lomeríos dislocados y basculados de las unidades Tafetán-Mil Cumbres, Secuencias Ignimbríticas Morelia-Cuitzeo y los depósitos fluvio-lacustres de Morelia-Charo. Tiene una edad de 1.48 ± 0.016 Ma (Avellán *et al.*, 2020).

12. Domos El Tzirate-Huracán

Se trata de una unidad formada por numerosos domos de lava que incluyen a la imponente Sierra del Tzirate. Se distribuyen al oeste y sur-centro de la región y presentan una composición predominantemente dacítica (Pérez-Orozco *et al.*, 2018). Se reportan edades del Pleistoceno Inferior, entre 1.3 ± 0.3 Ma y 0.930 ± 0.25 Ma (Cardona-Melchor, 2015; Pérez-Orozco *et al.*, 2018).

13. Domos El Burro-La Taza

Es una unidad volcánica conformada por domos de lava del Pleistoceno Medio. Se distribuyen principalmente al suroeste de la región. Para estos edificios se reportan composiciones de andesita-basáltica, andesitas y dacitas (Cardona-Melchor, 2015; Pérez-Orozco *et al.*, 2018). Las edades publicadas comprenden de 0.7 ± 0.08 a 0.37 ± 0.02 Ma (Cardona-Melchor, 2015).

14. Escudos El Águila-Tetillas

Es una unidad conformada por volcanes tipo escudo del Pleistoceno Inferior a Medio. Se distribuyen en el sector oeste y centro y sobresale el perfil prominente con dirección NE-SO de los volcanes El Águila y Tetillas, los dos más grandes de la región. Se trata de derrames de lava de composición andesítica y andesítica-basáltica. En referencia a su temporalidad, se reportan edades de entre 0.87 ± 0.05 Ma y 0.36 ± 0.08 Ma (Nixon *et al.*, 1987; Gómez-Vasconcelos *et al.*, 2015).

15. Conos y *spatters* Coro Grande

Es una unidad compuesta por numerosos centros de tipo cono cinerítico y spatter distribuidos en el sector occidental. Morfológicamente, se caracteriza por presentar extensas mesas de lava con pendientes suaves a moderadas. Predominan las composiciones de andesita y andesita-basáltica (Cardona-Melchor, 2015; Ramírez-Uribe *et al.*, 2019; Avellán *et al.*, 2020). Las edades de esta unidad se reportan entre 0.502 ± 0.072 Ma y 0.114 ± 0.029 Ma (Ramírez-Uribe *et al.*, 2019; Avellán *et al.*, 2020).

16. Domos La Muela

Domos La Muela es una unidad formada por domos de lava del Pleistoceno Superior. Se distribuyen al suroeste y noroeste de la región. Los productos volcánicos de esta unidad son de composición dacítica a andesítica (Cardona-Melchor, 2015; Osorio-Ocampo *et al.*, 2018; Pérez-Orozco *et al.*, 2018). Para los eventos volcánicos superior e inferior de esta unidad se reportan edades de 0.14 ± 0.06 Ma a 11,490 a (Cardona-Melchor, 2015; Osorio-Ocampo *et al.*, 2018).

17. Conos y maar Rancho Seco-Alberca

Esta unidad reúne volcanes con tipología de cono cinerítico, *spatters* y un *maar* del Pleistoceno Superior. Se distribuyen al oeste y suroeste de la región. Se distingue por presentar morfologías volcánicas jóvenes, poco erosionadas y con un pobre desarrollo de drenaje superficial. Presentan una composición de basalto a andesita (Cardona-Melchor, 2015; Kshirsagar *et al.*, 2015; Ramírez-Uribe *et al.*, 2019). Con respecto a sus edades, van de 30,300 a 12,570 a (Kshirsagar *et al.*, 2015; Ramírez-Uribe *et al.*, 2019).

18. Conos y *spatters* Melón-Tendeparacua

Esta es una unidad de conos cineríticos y *spatters* del Holoceno que se distribuyen de manera dispersa en el sector occidental de la región. Esta unidad presenta composiciones de andesita a andesita-basáltica (Kshirsagar *et al.*, 2015; Ramírez-Uribe *et al.*, 2019). Se reportan fechamientos entre $11,470 \pm 170$ y 6015 a (Osorio-Ocampo *et al.*, 2018; Ramírez-Uribe *et al.*, 2019).

19. Escudo El Frijol

Se trata de la unidad volcánica más joven, compuesta por un volcán tipo escudo denominado El Frijol. Se localiza en el límite suroeste de la región y se reportan edades de 3,906 y 3,230 a (Holoceno) (Osorio-Ocampo, 2014; García-Quintana *et al.*, 2016; Osorio-Ocampo *et al.*, 2018).

20. Depósitos fluvio-lacustres y epiclásticos recientes

Es una unidad de materiales removilizados y depósitos superficiales recientes que se extienden en toda el área de estudio y se subdividen en: a) depósitos epiclásticos (lahares y avalanchas) y b) depósitos superficiales. La subunidad de depósitos epiclásticos es cartografiada en las zonas más evidentes y anteriormente cartografiadas, un mapeo más detallado se encuentra fuera de los alcances de este trabajo.

Sistemas estructurales en espacio y tiempo de la región de Morelia

Se describen los sistemas estructurales de la región, con base en el análisis de las unidades geológicas que son afectadas por el fallamiento regional y la integración de información bibliográfica. En la región de Morelia se han descrito dos grandes eventos de deformación, los cuales están asociados a tres sistemas estructurales que se exponen con especial intensidad en la porción norte y este. El primero corresponde a un sistema con dirección NNO-SSE a NO-SE que se asocia a un primer gran evento de deformación claramente separado de eventos posteriores. El segundo corresponde a estructuras con dirección NE-SO y el último con dirección E-O a ENE-OSO, ambos sistemas agrupados al segundo gran evento de deformación. Cabe destacar la orientación ortogonal del primer sistema con los dos últimos. Se trata de tres sistemas estructurales de deformación frágil que han configurado la geometría del relieve volcánico de la región, propiciando la formación de lagos y el emplazamiento de volcanes, desde el Mioceno hasta el presente.

1. Sistema NO-SE a NNO-SSE

Corresponde al sistema estructural más antiguo, conformado por estructuras con dirección NO-SE a NNO-SSE. Se distribuye en todo el sector oriental del área de estudio con estructuras inferidas de segundo a tercer orden. Estas estructuras alinean la morfoestructura erosionada de las unidades geológicas más antiguas de la región, representado por un gran bloque con dirección NNO-SSE. Cinemáticamente, es un sistema de fallas normales (secundariamente normales-direccionales) con planos inclinados 60-70° al NE y SO (Mennella *et al.* 2022). Al sur de Morelia, uno de los lineamientos representativos del sistema corresponde a la cañada del río Chiquito, la cual sigue la orientación NO-SE de una falla normal que buza hacia el suroeste y corta unidades de lava e ignimbrita del Mioceno (Israde-Alcántara y Garduño-Monroy, 2004; Garduño-Monroy *et al.* 2009). Temporalmente, el sistema estructural se caracteriza por afectar a las unidades miocénicas de la región, que en la región abarcan hasta hace aproximadamente 16 Ma. De acuerdo con un análisis geológico-estructural, en la región este sistema es cortado por sistemas de planos con dirección ENE-OSO y NE-SO y no se reportan unidades cuaternarias que hayan sido afectadas por este primer sistema (Mennella *et al.*, 2022). Se ha propuesto que sus estructuras han sido reactivadas en respuesta al campo de esfuerzos reciente como fallas

con desplazamiento lateral derecho (Garduño-Monroy *et al.*, 2009; Olvera-García *et al.*, 2020b; Mennella *et al.*, 2022). En la porción occidente del área de estudio este sistema es poco visible, el extenso vulcanismo del Plio-Cuaternario cubre las posibles estructuras en el área. Por otro lado, si se aprecian lineamientos volcánicos con la misma orientación, p. ej. Rancho Seco y la Sierra del Tzirate.

2. Sistema NE-SO Mil Cumbres

Este es un sistema formado por estructuras de fallamiento normal con dirección NE-SO. Se distribuye en toda el área de estudio con particular expresión al sureste, este y centro de la región con estructuras de primero a tercer orden con arreglo *en échelon*. Estas estructuras delimitan importantes bajos estructurales como el parteaguas de la región hidrográfica del Balsas y las planicies de Morelia y Tiripetío-Santiago Undameo. Otras estructuras representativas de este sistema se pueden observar cortando la mancha urbana de Morelia (p. ej. Falla Nocupétaro) o dislocando la paleo-caldera de Atécuaro y el C. Punhuato. Con respecto a su cinemática y temporalidad, en la ciudad de Morelia se reconocen dos direcciones de deslizamiento, la primera presenta un desplazamiento lateral izquierdo con *pitch* de 0-15° y la segunda presenta estrías subverticales de fallamiento normal (Garduño-Monroy *et al.*, 2009).

Durante el Mioceno Tardío, este sistema actuó en una primera fase como fallamiento lateral izquierdo dando lugar a la formación de extensos depósitos aluviales y angostas franjas de depósitos lacustres paralelas a la dirección del sistema, posteriormente, durante el Plioceno se desarrolló como un sistema extensional NO-SE que propició la mayor expansión y profundidad de los depósitos lacustres de la antigua subcuenca Morelia-Charo (Israde-Alcántara y Garduño-Monroy, 1999; Israde-Alcántara y Garduño-Monroy, 2004; Garduño-Monroy *et al.* 2009). En el área de estudio, desde el punto de vista de un análisis morfológico regional, estructuras con esta misma dirección dislocan claramente a unidades volcánicas con edades superiores al Pleistoceno Inferior. En relación con otros sistemas estructurales, al noroeste del área de estudio, en las laderas intensamente dislocadas del volcán Pliocénico La Leonera, se aprecian estructuras con dirección NE-SO cortadas por un sistema más joven ENE-OSO. En cuanto a su relación con el vulcanismo, esta es la dirección

dominante de los lineamientos volcánicos identificados en el occidente de la región. En el Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato esta dirección de fallas está asociada a una dirección predominante de lineamientos volcánicos (Connor, 1990).

Es importante señalar que en la ciudad de Morelia este sistema forma parte de las estructuras que influyen en los procesos de subsidencia creep-falla (Garduño-Monroy *et al.*, 2001; Ávila-Olivera y Garduño-Monroy, 2006) que han afectado a la parte baja y densamente poblada de la ciudad, que también posee una orientación prevalente NE-SO.

3. Sistema E-O Morelia-Acambay

Es un sistema de fallas normales con dirección E-O a ENE-OSO que se desarrolla como una franja transtensiva situada en la porción centro-occidental de la Faja Volcánica Transmexicana (Garduño-Monroy *et al.*, 2009; Mennella *et al.*, 2022). Afecta fuertemente al sector norte, noroeste y centro-este de la región con estructuras de primero a tercer orden. En la porción suroeste este sistema tiene escasa expresión. Al sur y noreste de Morelia sobresalen por su longitud y morfología escarpada de la falla Morelia (también denominada La Paloma) y falla Tarímbaro-Álvaro Obregón, con direcciones E-O a ENE-OSO, con longitudes aproximadas de entre 15 y 20 km y desniveles mayores a 200 metros.

Es un sistema que se considera sísmicamente activo y se le atribuyen eventos sísmicos históricos dentro y en zonas aledañas a la Región de Morelia (Garduño-Monroy *et al.*, 2009; Suter, 2009; Soria-Caballero *et al.*, 2019 y 2021; Mennella *et al.*, 2022). En la cartografía geológica se puede apreciar en forma evidente por su morfología como este sistema ha dislocado con intensidad a unidades geológicas del Mioceno al Pleistoceno Medio. Con relación al vulcanismo, al noroeste de la región y norte del Cerro Picacho, se puede observar un paralelismo entre este sistema estructural y un lineamiento de conos cineríticos y *spatters* con dirección ENE-OSO.