



3. Fisiografía

3. Fisiografía

El estado de México incluye en su territorio áreas pertenecientes a dos provincias fisiográficas: Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. La primera región comprende alrededor de tres cuartas partes de la entidad, cubriendo el oriente, centro, norte y oeste; en tanto que la segunda, se restringe al sur y suroeste.

PROVINCIA EJE NEOVOLCÁNICO

Atraviesa al país casi en línea recta, más o menos sobre el paralelo 19° y se extiende de oeste a este desde la costa del Océano Pacífico hasta la costa del Golfo de México. Colinda al norte con las provincias Llanura Costera del Pacífico, Sierra Madre Occidental, Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo Norte; al sur, con las provincias Sierra Madre del Sur y Llanura Costera del Golfo Sur; al oeste, con el Océano Pacífico y al este con el Golfo de México. Abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán de Ocampo, Guanajuato, Querétaro de Arteaga, México, Hidalgo, Tlaxcala (todo el estado), Puebla, Veracruz-Llave y el Distrito Federal.

Se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos, acumulada en innumerables y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás), y que continúan hasta el presente. La integran grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos dispersos, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, etcétera, dispersos entre extensas llanuras.

Esta faja comprende también lo que se denomina propiamente Eje Neovolcánico, es decir, la cadena de grandes estrato-volcanes: Volcán de Colima, Tancítaro, Nevado de Toluca (Xinantécatl), Popocatepetl, Iztaccíhuatl, La Malinche (Matlalcuéyetl) y Pico de Orizaba (Citlaltépetl).

Destacan además amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos (Pátzcuaro, Cuitzeo, Texcoco y el Carmen), o por depósitos de lagos antiguos (Zumpango, Chalco, Xochimilco y diversos llanos en el Bajío Guanajuatense), que se formaron cuando la lava u otros productos volcánicos bloquearon el drenaje original, o bien, debido al fallamiento, rasgo característico de la región.

El Eje Neovolcánico abarca 75.65% de la superficie del estado de México; en éste, algunas de las principales sierras son: Ajusco-Chichinautzin, que se extiende desde el oriente de Toluca de Lerdo hasta el pie de la Sierra Nevada y constituye el parteaguas meridional de la cuenca de la Ciudad de México; y de las Cruces y Monte Alto, sobre las cuales se encuentra el parteaguas que divide a las cuencas de la ciudad de Toluca y de la Ciudad de México. Esa superficie pertenece a

fragmentos de tres subprovincias: Lagos y Volcanes de Anáhuac, Mil Cumbres y Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac

Esta subprovincia, en cuyo territorio se ubican la capital de la república y cinco capitales estatales (Toluca de Lerdo, Tlaxcala de Xicotécatl, Pachuca de Soto, Heroica Puebla de Zaragoza y Cuernavaca), está integrada por grandes sierras volcánicas o aparatos individuales que se alternan con amplios vasos lacustres.

En ella se localizan algunos de los volcanes más elevados del país, como el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, el Nevado de Toluca (Xinantécatl) y La Malinche (Matlalcuéyetl), entre otros. Los vasos de antiguos lagos se encuentran distribuidos entre las sierras y demás aparatos volcánicos, de manera que los mayores quedan ubicados en la cuenca de México (conjunto lacustre Texcoco-Chalco-Zumpango-Xochimilco).

Es la que abarca mayor extensión en el estado, 58.59% de la superficie total. Colinda al norte con la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo; al oriente se extiende hacia los estados de Hidalgo, Tlaxcala y Puebla; al sur se interna en el Distrito Federal y el estado de Morelos y limita con la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses; al suroeste colinda con la subprovincia Depresión del Balsas y al oeste con la de Mil Cumbres.

Cubre totalmente los municipios de: Acolman, Zumpango, Almoloya del Río, Atenco, Almoloya de Juárez, Atizapán de Zaragoza, Amecameca, Atlautla, Atizapán, Ayapango, Atlacomulco, Capulhuac, Axapusco, Cocotitlán, Calimaya, Cuautitlán, Coacalco de Berriozábal, Chapultepec, Coyotepec, Chicoloapan, Chalco, Chimalhuacán, Chiautla, Chiconcuac, Ecatepec, Ecatepec,

Huixquilucan, Huehuetoca, Isidro Fabela, Ixtapaluca, Ixtlahuaca, Jaltenco, Xalatlaco, Jilotzingo, Joquicingo, Jiquipilco, Juchitepec, Lerma, Melchor Ocampo, Metepec, Mexicaltzingo, Morelos, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, Nextlalpan, Nicolás Romero, Nopaltepec, Ocoyoacac, Otumba, Oztolotepec, Ozumba, Papalotla, La Paz, Rayón, San Antonio la Isla, San Martín de las Pirámides, San Mateo Atenco, Tecámac, Temamatla, Temascalapa, Temoaya, Tenango del Aire, Tenango del Valle, Teoloyucan, Teotihuacan, Tepetlaoxtoc, Tepetlixpa, Tepetzotlán, Tequixquiac, Texcalyacac, Texcoco, Tezoyuca, Tianguistenco, Tlalmanalco, Tlalnepantla de Baz, Toluca, Tultitlán, Tultepec, Villa del Carbón, Xonacatlán, Zinacantepec, Cuautitlán Izcalli y Valle de Chalco Solidaridad; y parcialmente los municipios de: Acambay, Aculco, Almoloya de Alquisiras, Apaxco, Chapa de Mota, Coatepec Harinas, Hueyapoxtla, Ixtapan de la Sal, Jilotepec, Jocotitlán, Ocuilan, San Felipe del Progreso, Temascalcingo, Temascaltepec, Tenancingo, Timilpan, Malinalco, Villa de Allende, Villa Guerrero y Villa Victoria.

Los sistemas de topoformas que constituyen a esta subprovincia en el estado son: sierra volcánica con estrato-volcanes o estrato-volcanes aislados, sierra volcánica de laderas escarpadas, sierra de escudo-volcanes, sierra de escudo-volcanes con mesetas, sierra compleja, lomerío de tobas, lomerío de basalto, lomerío de basalto con cañadas, lomerío de basalto con cráteres, meseta basáltica con malpaís, llanura de piso rocoso o cementado (limitada por una fase dúrica que se encuentra entre 30 cm hasta más de un metro de profundidad), llanura de piso rocoso o cementado con lomeríos, llanura aluvial, llanura aluvial con lomeríos, llanura aluvial de piso rocoso o cementado, llanura de vaso lacustre, llanura de vaso lacustre inundable y salina, llanura de vaso lacustre con lomeríos, llanura de vaso lacustre de piso rocoso o cementado, llanura de vaso lacustre salina, llanura de vaso lacustre salina con lomeríos y valle de laderas tendidas.



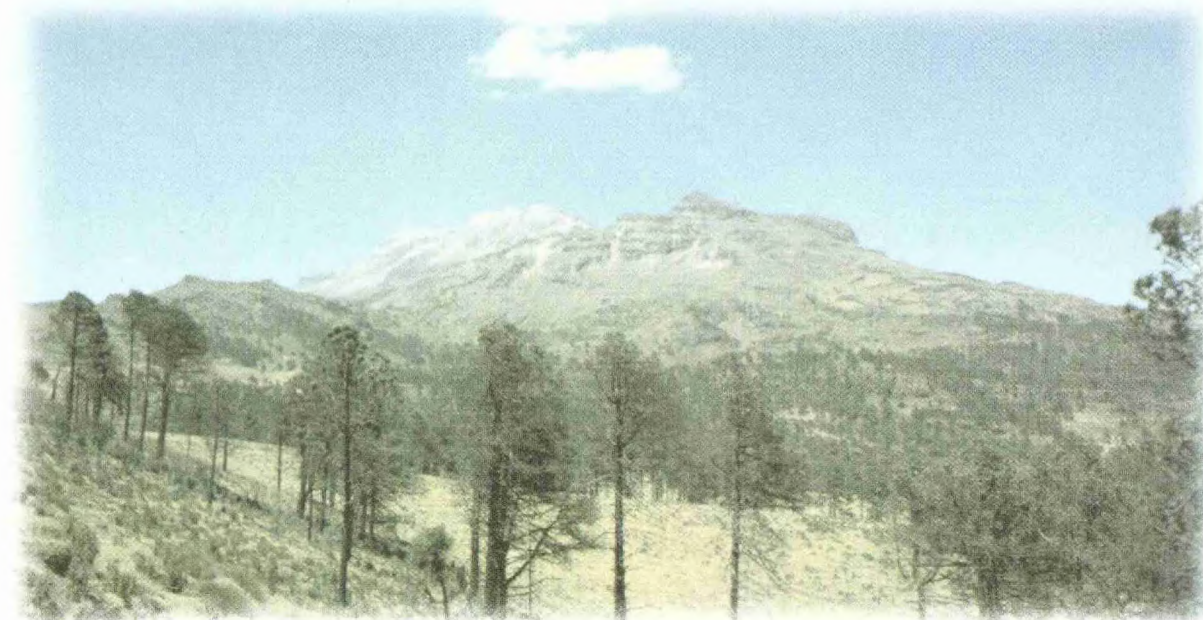
Lomerío de basalto en las cercanías de temoaya.

Algunas de las unidades antes mencionadas merecen una descripción más detallada, por su extensión e importancia.

Sierra volcánica con estrato-volcanes o estrato-volcanes aislados.

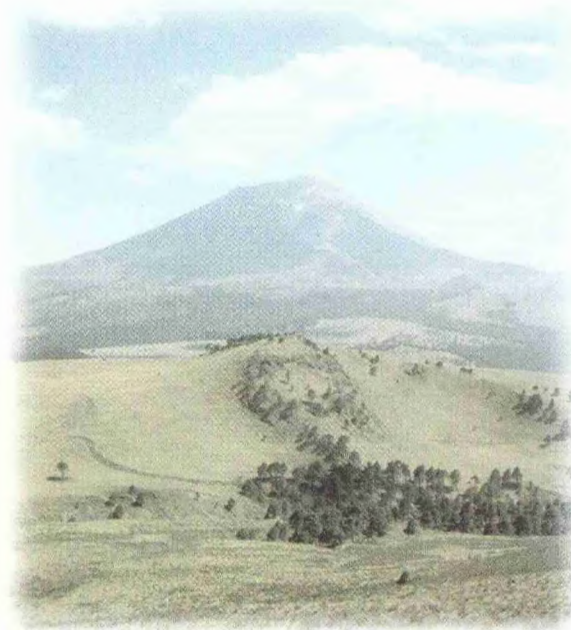
La Sierra Nevada (Poyauhtécatl) es uno de los sistemas de topofomas denominados sierra volcánica con estrato-volcanes, se localiza en el extremo este de la entidad, está orientada norte-sur y separa las cuencas de México y Puebla. Tiene casi 80 km de longitud y de 33 a 40 km de anchura; comenzó a formarse desde el Mioceno (hace unos 23 millones de años) cuando inició la salida de material volcánico a causa de lo que debe haber sido una falla rectilínea orientada en el mismo sentido que la actual sierra. Abarca parte de los estados de México, Puebla, Tlaxcala y Morelos. Sus cumbres más importantes, de norte a sur son: Tláloc y Telapón, con 4 120 y 4 060 msnm respectivamente; el conjunto volcánico Iztaccíhuatl, con 5 220 m de altitud máxima; y el volcán Popocatepetl, con 5 500 msnm.

El conjunto volcánico Iztaccíhuatl (Mujer Blanca) que alcanza su punto más elevado en el pecho, es el tercero en altitud en el país y es, igual que el conjunto Tláloc-Telapón que se ubica al norte, la ruina erosionada de antiguos estrato-volcanes extintos. Se piensa que la parte superior del pecho se formó durante el Pleistoceno (menos de un millón de años atrás), ya que ahí se encuentran los restos de un cono de escorias de tipo tezontle, de lavas relativamente recientes. En diversas partes del sistema hay claras evidencias de glaciación antigua. En el sitio conocido como la Joya, a 4 000 msnm (cabecera de la cañada de Alcalican), a los "pies" de la "Mujer Blanca", 8 km al norte del Paso de Cortés, se observa claramente un "circo", nombre que se da a las formas cóncavas que fueron cuna de glaciares. La parte superior de la propia cañada es un valle glacial, esto es, que fue excavado por un glaciar que, en este caso, amontonó a su lado izquierdo (sur) los escombros de la excavación provocada por su avance, dejando una cadena de colinas: la "morrena" lateral del hoy desaparecido glaciar. En la actualidad quedan pequeños glaciares residuales como: el Ayolotepito (entre la cabeza y el pecho), Ayoloco y Atzintli (ambos sobre el vientre, al sur del pecho). En diversas partes del sistema, pero sobre todo en los pies, se observan estructuras rocosas escalonadas y almenadas (dentadas) que se formaron debido a rupturas provocadas por las congelaciones y fusiones alternadas del agua en los poros y fisuras de la roca.



Vista del conjunto Iztaccíhuatl, integrante del sistema de topofomas sierra volcánica con estrato-volcanes.

El volcán Popocatepetl (Montaña que Humea), segundo en altitud en el país, es un estrato-volcán cónico que alcanza 5 500 msnm en su punto más elevado (pico mayor) y 3 243 metros sobre la altitud media de la cuenca de México que es de 2 257 m. Está conformado por coladas lávicas de flujo centrífugo desde el cráter, interestratificadas entre sí y con capas de rocas volcánicas fragmentadas (piroclásticas). Gran parte del cono se encuentra cubierto por bloques, gravilla y ceniza gruesa, arrojados por el volcán en sus erupciones más recientes. El cráter es ligeramente elíptico, con diámetro medio de 756 m, tiene paredes verticales en las que se producen derrumbes y presenta profundidades de 250 a 300 m. En su piso hay un pequeño cono que despide vapor y otros gases, además de varias grietas por las que se producen fumarolas (emisión de gases y vapores). El costado nororiental presenta la profunda barranca de Nexpayantla, la cual se inicia a una altitud de 4 827 m. Las laderas del norte están cortadas por tres barrancas de las que la más larga es la del Ventorrillo. Todas estas barrancas presentan evidencias de erosión por flujos masivos de cenizas saturadas con agua (lahares), y en la del Ventorrillo hay claras evidencias de glaciación que es probable que correspondan a más de una etapa. A la fecha hay tres masas de hielo permanente sobre el costado norte en torno al cráter, que cubren aproximadamente 0.72 km². En ciertas épocas hubo fases de fuerte erosión fluvial que produjeron imponentes acantilados en las laderas occidentales del cráter.



El estrato-volcán Popocatepetl antes de su emisión de materiales piroclásticos en diciembre del 2000.

La sierra Ajusco-Chichinautzin, cuya formación debe haberse iniciado hace 23 millones de años, a través de sucesivos episodios volcánicos, es otro ejemplo importante de gran sierra volcánica con estrato-volcanes, lo mismo que la Sierra de las Cruces y el volcán Nevado de Toluca. Aquella comienza en el límite sur de la Sierra de las Cruces (estado de México y Distrito Federal) y se extiende al oriente hasta las proximidades del Popocatepetl, separando así la cuenca de México del valle de Cuernavaca. Tiene más de 30 km de amplitud norte-sur y está constituida principalmente por materiales basálticos que suavizan sus contornos y producen condiciones de fuerte infiltración hídrica hacia el subsuelo. Sus zonas elevadas, compartidas entre los estados de México, Morelos y el Distrito Federal, presentan conos cineríticos esparcidos (conos volcánicos de cenizas). Su pico más elevado, el volcán Ajusco o cerro La Cruz del Marqués, alcanza los 3 930 msnm; le siguen en altura el cerro El Muñeco, con 3 870 m, situado al noroeste del primero y los volcanes Tláloc, con 3 690 m, al sur de Milpa Alta, Cuautzin con 3 510 m, al suroeste del mismo poblado y El Pelado con 3 600 m, al norte de Tres Marias. De éstos, sólo El Muñeco se encuentra en el estado de México.

Por lo que respecta a la parte conocida como Sierra de las Cruces, que separa las cuencas de Toluca y México, las lavas dominantes son de tipo andesítico y producen un paisaje abrupto. Sus cumbres más elevadas son los cerros: La Columna, con 3 180 msnm; Los Potrerillos, con 3 600 msnm; y La Campana, con 3 410 msnm.

El volcán Nevado de Toluca o Xinantécatl (Señor Desnudo) es la mole más destacada de la sierra volcánica con estrato-volcanes que domina desde el suroeste a la capital del estado de México. Alcanza su mayor elevación a 4 680 m, en el pico del Fraile situado a la orilla del cráter; éste es amplio, del tipo caldera, con un cono central (El Ombligo) y dos pequeños lagos: el del Sol y el de la Luna. Los materiales que constituyen a la sierra son predominantemente andesíticos y las laderas de la misma son escarpadas; los lomeríos que la limitan al noroeste constan de amplios depósitos de nube ardiente.

Sierra de escudo-volcanes

Se encuentran las que constituyen a los cerros La Guadalupana, Jocotitlán, La Peña Nádó y Yeguashi, entre otros; además, hay una sierra de escudo-volcanes con mesetas, que corresponde al volcán Holotepec y sus alrededores.

Llanura de vaso lacustre

Pertencen a este sistema de topofomas -sólo o asociado con lomeríos, sin o con fases de piso rocoso o cementado, salina e inundable y salina- los terrenos de la cuenca de México. Ésta era una cuenca cerrada hasta 1789, año en que se abrió el tajo de Nochistongo; ella, en el siglo XVI, albergaba cinco unidades lacustres que cubrían en conjunto unos 1 000 km² a lo largo de un eje norte-sur de 70 km. Ahora se piensa que al final del período Plioceno (hace algo más de un millón de años) en la región, el drenaje que se dirigía hacia el sur fue cerrado por bloqueo debido al volcanismo de la sierra Ajusco-Chichinautzin, lo cual dio lugar a la formación de los lagos. Antes de la conquista española, los lagos de Xochimilco y el suroeste del de Texcoco, en la zona de Tenochtitlan, eran alimentados por las aguas dulces de los manantiales del cerro de Chapultepec y del volcán Ajusco, mientras que las aguas de los

demás lagos eran salobres. Debido a las desecaciones y a los desagües que se han sucedido desde el siglo XVI hasta nuestros días, los antiguos vasos han quedado prácticamente secos. Los terrenos resultantes, excepto los de Xochimilco, tienen altos contenidos de sales, y en particular el lecho texcocano tiene una sodicidad muy elevada. Los terrenos de Zumpango, Xaltocan, Ecatepec y el lago de Texcoco, quedan dentro del estado de México; los demás están en el Distrito Federal.

Otro caso notable es la llanura de vaso lacustre del Lerma, a 2 600 msnm, donde nace el río del mismo nombre y que es parte de la cuenca R. Lerma-Toluca. Es probable que en alguna época casi toda esta cuenca haya estado ocupada por aguas lacustres. La llanura está limitada de manera abrupta al este por una sierra volcánica con estrato-volcanes y al sur por una sierra de escudo-volcanes con mesetas; ambas sierras constituidas de rocas extrusivas básicas e intermedias en forma de coladas lávicas de basaltos y andesitas, con pequeños conos dispersos de basalto vítreo que atestiguan una actividad volcánica reciente. Al norte y al oeste los límites son igualmente abruptos, pero formados por toba-arenisca,

rocas producidas por la mezcla de cenizas volcánicas con materiales sedimentarios. Al suroeste, está limitada por andesitas y depósitos de nube ardiente del Nevado de Toluca (Xinantécatl). La cuenca posee los rasgos geomorfológicos típicos de un vaso lacustre, es prácticamente plana y sólo se ve interrumpida por las cimas de pequeños cerros de rocas volcánicas que se levantan desde el fondo de los depósitos aluviales y cineríticos que los sepultan. Los remanentes lacustres actuales, convertidos en orígenes del río Lerma, se encuentran en las zonas de Lerma de Villada, San Pedro Tultepec, Almoloya del Río y Mexicaltzingo, con aguas que alcanzan 2 ó 3 m de profundidad y rodeadas de áreas de régimen palustre o sometidas a anegación estacional. La laguna principal, cercana a Almoloya del Río, llamada Chignahuapan (Nueve Aguas), es alimentada desde el oriente por unos cincuenta manantiales que surgen al pie de las sierras volcánicas. Del mismo punto bajan el río Mayorazgo y los arroyos llamados Flor de Gallo, El Jilguero, Agua Apestosa, Xatlalaco y otros más pequeños que, junto con los manantiales, integran los verdaderos orígenes del Lerma. La salida de las aguas del valle de Toluca presenta una dirección hacia el norte, en el puerto orográfico de Medina.

Subprovincia Mil Cumbres

Penetra a la entidad por el occidente, donde ocupa 10.06% del territorio estatal. Limita al norte con la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo y se extiende al estado de Querétaro de Arteaga; al oriente con la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac; al sur con esta última y la Depresión del Balsas; al oeste se interna al estado de Michoacán de Ocampo. Comprende completamente al municipio de El Oro, y parte de los municipios de: Amanalco, Donato Guerra, Jocotitlán, San Felipe del Progreso, Temascalcingo, Temascaltepec, Valle de Bravo, Villa de Allende, Villa Victoria, Acambay, Ixtapan del Oro, Texcaltitlán, Coatepec Harinas y Villa Guerrero.

Esta subprovincia, de extensión relativamente pequeña, debe su nombre a la sierra ubicada en su extremo oeste, sobre la ruta Morelia-Zitácuaro. Se trata de una región accidentada y complicada por la diversidad de sus geoformas que descienden hacia el sur. Entre las principales elevaciones de esta región sobresalen los cerros: Las Palmas, con 3 050 m; El Picacho, con 3 640; Lodo Prieto, con 3 260; y Cualtenco, con 2 120 m de altitud.

Los sistemas de topoformas de la subprovincia Mil Cumbres en el estado son: sierra volcánica de laderas escarpadas, sierra volcánica de laderas tendidas, sierra compleja, lomerío de tobas con mesetas, lomerío de basalto con mesetas, meseta basáltica con lomeríos, llanura de vaso lacustre de piso rocoso o cementado y valle de laderas tendidas.

Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo

Esta subprovincia se extiende desde el oeste de la ciudad de Querétaro, Qro., hasta Pachuca de Soto, Hgo. En este mismo sentido, de poniente a oriente se puede considerar que presenta un corredor abajo de los 2 000 msnm, de lomeríos bajos de materiales volcánicos y llanuras. Aparte de ciertas notables prominencias dentro de dicho corredor, queda prácticamente encerrado desde todos lados por sistemas de sierras, mesetas y lomeríos, casi todos de origen volcánico, que exceden los 2 000 msnm. Sólo una cumbre, la del cerro Nopala al sur de Huichapan, Hgo., rebasa los 3 000 msnm. A un lado de Huichapan se levanta una de las estructuras más extraordinarias de toda la provincia, la caldera de Huichapan, ubicada en lo alto de un antiguo aparato volcánico, que con su radio promedio de 8.5 km, arroja un área superior a los 200 km² dedicada a la agricultura y la ganadería. Al sur de esta gran caldera que tiene forma de platón y un volcán adventicio sobre una orilla, se levantan dos amplios escudo-volcanes de basalto, siendo el cerro Nopala el más occidental. La depresión asociada con rocas andesíticas, que está abierta al sur de Amealco, Qro., también se interpreta como caldera. Dominan en la subprovincia las rocas lávicas basálticas pero el "corredor" arriba mencionado tiene piso de aluvión antiguo.

La subprovincia abarca cuatro zonas del norte del estado de México y cubre una extensión que representa 7.00% de la superficie de la entidad. Al norte se extiende hacia los estados de Querétaro de Arteaga e Hidalgo; al este se prolonga hacia el estado de Hidalgo; al sur limita con la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac y al oeste, con la de Mil Cumbres. Los municipios que comprende en su totalidad son: Polotitlán y Soyaniquilpan de



La panorámica muestra los sistemas de topoformas llanura de vaso lacustre de piso rocoso, lomerío de tobas y sierra de escudo-volcanes.