

PROVINCIAS FISIGRAFICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA ¹

MANUEL ALVAREZ Jr. ²

-
- (1) Original recibido en 1958; Manuscrito elaborado en ocasión del XX Congreso Geológico Internacional.
 - (2) Vocal Geólogo del I.N.I.C.; Catedrático de la materia "Geología de México" en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.

Introducción

Vista en su conjunto la República Mexicana presenta la apariencia de una lambda invertida con dos travesaños constituida por la Sierra Madre Oriental, Occidental y Austral y por el levantamiento central. Las costas orientales presentan una llanura costera bastante extensa en tanto que las occidentales son sumamente reducidas presentando en ocasiones acantilados; la parte central del país descende gradualmente hacia el norte y el extremo sureste está constituido por una península sensiblemente plana.

1) Llanura Costera del Golfo de México a) Cuenca del Bravo

La más boreal de las subprovincias en las que se divide la Llanura Costera del Golfo es la subprovincia de la Cuenca del Bravo, la cual a su vez puede subdividirse en tres zonas:

1. La Occidental, 2. La Central, 3. La Oriental.

La primera está constituida por calizas, lutitas, arcillas y algunas areniscas del Cretácico Superior, las cuales por lo suave de sus echados dan lugar a una topografía ligeramente ondulante en la que las lutitas y arcillas forman los amplios valles; sin embargo, hacia el poniente se presenta una zona de montañas más o menos aisladas en las que predominan las calizas, como son el lomerío de Peyotes y la Sierra de Picachos, la cual deja ver un núcleo de roca intrusiva y la Sierra de Papagayos. Esta zona se encuentra entre los 300 y 600 m. de altura.

La segunda zona está constituida por los clásicos del Paleoceno, Eoceno, Oligoceno y Mioceno, que forman una sucesión de fajas con rumbo de tierras bajas y cuestas, formadas las primeras por afloramientos de lutitas y arcillas y las segundas por resistentes areniscas, ambas en muchos casos de brillantes colores.

Separando esta zona de la tercera se encuentra una zona de clásicos del Plioceno, cubierta por caliche y limitada al poniente por una ceja formada sobre las formaciones Goliat, Lagarto y Oakville.

La tercera zona está constituida por material reciente que forma una amplia llanura sin relieve y extensas lagunas en las costas.

La segunda y tercera zonas se encuentran entre los 300 y los 0 m de altura.

Los ríos que riegan esta subprovincia son en general consecuentes y llevan sus aguas ya sea al Río Bravo, al norte, o al Golfo de México.

b) Cuenca del Río Purificación.

Esta subprovincia comprende no solamente la cuenca del río Purificación, sino que se han incluido en ella las dos zonas montañosas al N. y S. de la cuenca pero no así las montañas al W. de la misma. Consiste esta cuenca de rocas del Paleoceno y Cretácico Superior formadas por

arcillas margosas las del primero y por margas y calizas interestratificadas con lutitas las de la segunda, dando una topografía suave, excepto entre la faja Padilla y Abasolo que por aflorar las calizas y lutitas, aquéllas presentan más resistencia a la erosión y obligan al río Soto La Marina, del que es el principal afluente el río Purificación, a abrirse paso entre las cuestas que forman y a seguir en cortos tramos la dirección de dichas cuestas. La zona montañosa al norte de la cuenca está formada por la Sierra de San Carlos, debida a una intrusión ígnea y la Sierra de Cruillas al NW de la de San Carlos. Esta sierra está constituida por pliegues orientados de este a oeste y debidos quizá al empuje de la intrusión que forma la sierra de San Carlos.

La zona montañosa al sur de la cuenca está formada por la sierra de Tamaulipas y constituida por la caliza de ese nombre y se encuentra orientada de NNW a SEE y fracturada paralela y perpendicular a su eje.

El sistema principal es el paralelo al eje y por este motivo y por no haber desplazamiento en las fracturas, se supone que se debe al empuje vertical de su núcleo ígneo.

c) Subprovincia Tampico-Nautla

Esta subprovincia de la Llanura Costera del Golfo de México es la más accidentada, si exceptuamos a las áreas montañosas de la cuenca del río Purificación, pues en ella se elevan numerosos cuellos volcánicos, tales como los cerros Dicha, La Pez, Margarita, Las Borrachas, Chapotal, Zaragoza, Pelón, Potztectitla y Tultepec y la Sierra de Tantima que se encuentra en su parte media y muestra su núcleo diorítico.

La parte norte donde afloran arcillas margosas del Paleoceno y margas del Cretácico Superior, tiene una topografía que en general es suavemente ondulada y sólo interrumpida por los cuatro cerros citados. En el resto de la cuenca afloran formaciones clásticas del Terciario cuya intensidad de plegamiento disminuye hacia la costa y por lo tanto la topografía es más suave hacia la costa, aunque dependiendo en los detalles de la litología y de la tectónica local; hacia el sur la topografía es más accidentada y se encuentran desniveles hasta de 200 m. Sus grandes ríos consecuentes y sus tributarios riegan esta provincia, la cual se encuentra entre los 300 y 0 m de altura, excepto naturalmente algunos de los cerros y sierras citados.

d) Zona de Veracruz

Esta subprovincia separada por la Sierra de Chiconquiaco, puede dividirse en tres partes iguales: 1) parte NW al sur del río Santa María hasta Tierra Blanca y Cocuite, 2) parte central que comprende el área

volcánica de los Tuxtlas hasta una línea que pasa por Coatzacoalcos, Acayucan, Achotal y Santa Lucrecia, 3) parte ístmica entre esa línea y el río Tonalá.

La parte NW está cubierta por material piroclástico y está regada por los ríos Jamapa, Atoyac y Blanco y su topografía es ligeramente accidentada descendiendo desde los 300 m. hasta la costa.

La parte central comprende la cuenca del Papaloapan y el área de los Tuxtlas, el primero está cubierto por un material reciente y desciende desde los 300 m. del NW a los 0 m. al SW.

Interrumpe a esta llanura la segunda, constituida por una intrusión de diorita con extrusiones superpuestas de andesita y basalto. La erosión diferencial ha modelado una topografía accidentada originando formas acantiladas en los sedimentos del Mioceno Medio, debido a su alto contenido de arenas y areniscas calcáreas en contraste con las suaves pendientes del Mioceno Inferior, en tanto que las corrientes de basalto han rellenado las partes topográficas bajas y lechos de ríos, formando en éstos saltos y en las llanuras mesetas de pendientes acantilados.

Por otra parte la actividad volcánica dió lugar a varios conos cineríticos, los cuales alcanzan hasta 1650 m sobre el nivel del mar, que originan una topografía accidentada localmente pero rodeada de suaves lomeríos de arena y ceniza volcánica.

La parte del Istmo entre el río Coatzacoalcos y el Tonalá, es de una topografía muy suave, pues gran parte se encuentra bajo los 100 m de altura y buena parte bajo los 50 m. aunque a unos 10 Km. de la costa se encuentran elevaciones de más de 100 m, como una cresta orientada N 20° E que refleja una cresta de sal del subsuelo, así como otras cuatro elevaciones aisladas. En general las rocas que afloran son lutitas y areniscas poco consolidadas del Mioceno y Oligoceno Superior y Medio. Hacia el N la topografía es baja y pantanosa.

e) Zona Pantanosa de Tabasco

Esta subprovincia se caracteriza por lo suave de su topografía debida a lo avanzado de su madurez, como puede observarse en el sistema fluvial de los ríos Usumacinta y Grijalva; en ella los pantanos, las lagunas y lagos permanentes constituyen más de la tercera parte de la subprovincia; el resto de la zona está cubierta por material reciente, excepto la cresta de sedimentos del Eoceno al Mioceno que se encuentra al W y SW de Macuspana, así como algunos afloramientos del Mioceno entre Huimanguillo y Reforma y del Eoceno, Oligoceno y Mioceno en el área de Tenosique en el extremo SE de la subprovincia.

f) Península de Yucatán

Esta subprovincia está constituida por la península de Yucatán, la cual es casi plana y está cubierta por calizas del Mioceno y Eoceno.

El principal rasgo fisiográfico es la Sierra de Ticul que se encuentra hacia el NW de la península y alcanza una elevación de 20 de 200 m. Sus flancos son suaves y está orientada de NW a SE.

Característica de la península es su topografía kárstica y la ausencia de ríos superficiales, excepto en el SE de la península; abundan los sumideros o cenotes y las corrientes subterráneas. En la vecindad de la Ciudad de Campeche, en la parte oriental de la Península, la topografía es ligeramente ondulada y en el extremo SE se encuentran escarpas que alcanzan hasta 70 m. de altura orientadas de NE a SW sensiblemente paralelas al curso del Río Hondo.

2) Región Montañosa de Coahuila.

Esta región se encuentra situada directamente al sur de la gran curva del Río Bravo y toda ella está a una altura de 600 m.

Puede subdividirse en tres partes: 1) Parte nororiental, constituida por un gran levantamiento de calizas batiales cuyo eje buza hacia el SE y limitado en su extremo NW por la escarpa de una enorme falla que deja al descubierto esquistos micáceos de la misma. 2) Parte Centro-oriental constituida por calizas, lutitas y areniscas en pliegues asimétricos y recostados, orientados de N a SW, cuyos planos axiales buzan hacia el centro de la misma. 3) Parte Occidental constituida principalmente por calizas y lutitas en suaves pliegues braquianticlinales y periclinales.

Es característica del área de la segunda parte la presencia de los llamados portreros, formados por valles casi cerrados en el centro de los anticlinales y rodeados por las escarpas de los flancos.

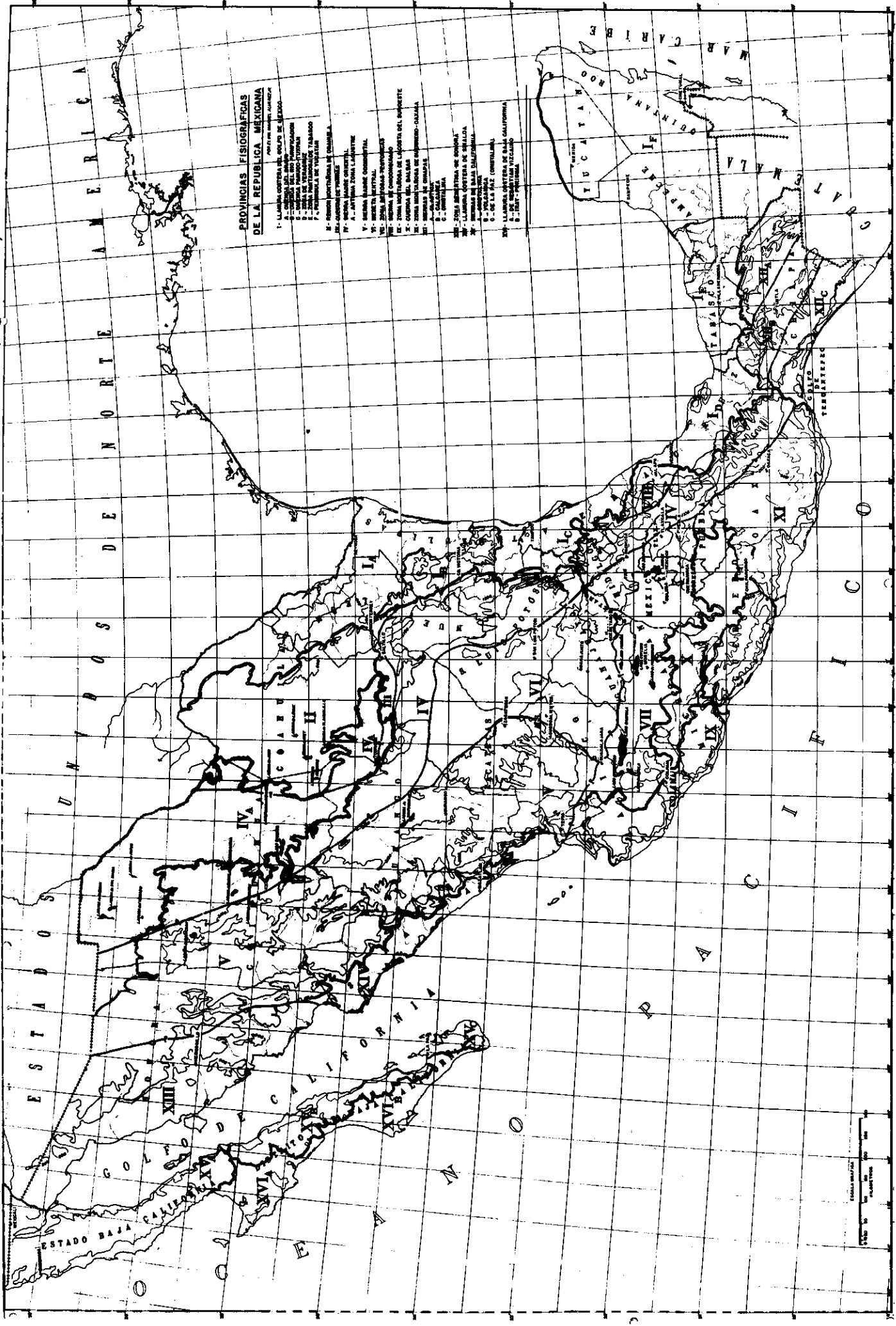
3) Cuenca de Parras.

La cuenca de Parras es una depresión topográfica que se extiende a través de Coahuila desde las ciudades de Saltillo y Arteaga al este, hasta la vecindad de Torreón al W por una longitud de unos 260 Km. y una anchura de 50 Km, angostándose hacia el E.

La región está cruzada por una serie de cuevas y espinazos sinuosos con rumbo general ESE y WNW que convergen al W al cruzar la planicie de aluvión de la Laguna de Mayrán.

Las cuevas indican el flanco S de los anticlinales, en tanto que los escarpes señalan los flancos verticales o aún inversos de esos anticlinales. Las colinas arredondeadas que a veces se presentan en la región o bien son remanentes de erosión en el centro de los anticlinales, o bien constituyen los extremos NW que cruzan el aluvión hacia el W.

Debido al intemperismo diferencial la mayor parte de los acantilados consisten de una serie alternada de grandes pendientes pronunciadas, suaves pendientes cortas, y bancos; los escarpes de falla no son comunes.



PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA

- 1.- Llave de la Sierra Madre Occidental
 2.- Sierra Madre Occidental
 3.- Sierra Madre Occidental
 4.- Sierra Madre Occidental
 5.- Sierra Madre Occidental
 6.- Sierra Madre Occidental
 7.- Sierra Madre Occidental
 8.- Sierra Madre Occidental
 9.- Sierra Madre Occidental
 10.- Sierra Madre Occidental
 11.- Sierra Madre Occidental
 12.- Sierra Madre Occidental
 13.- Sierra Madre Occidental
 14.- Sierra Madre Occidental
 15.- Sierra Madre Occidental
 16.- Sierra Madre Occidental
 17.- Sierra Madre Occidental
 18.- Sierra Madre Occidental
 19.- Sierra Madre Occidental
 20.- Sierra Madre Occidental
 21.- Sierra Madre Occidental
 22.- Sierra Madre Occidental
 23.- Sierra Madre Occidental
 24.- Sierra Madre Occidental
 25.- Sierra Madre Occidental
 26.- Sierra Madre Occidental
 27.- Sierra Madre Occidental
 28.- Sierra Madre Occidental
 29.- Sierra Madre Occidental
 30.- Sierra Madre Occidental
 31.- Sierra Madre Occidental
 32.- Sierra Madre Occidental
 33.- Sierra Madre Occidental
 34.- Sierra Madre Occidental
 35.- Sierra Madre Occidental
 36.- Sierra Madre Occidental
 37.- Sierra Madre Occidental
 38.- Sierra Madre Occidental
 39.- Sierra Madre Occidental
 40.- Sierra Madre Occidental
 41.- Sierra Madre Occidental
 42.- Sierra Madre Occidental
 43.- Sierra Madre Occidental
 44.- Sierra Madre Occidental
 45.- Sierra Madre Occidental
 46.- Sierra Madre Occidental
 47.- Sierra Madre Occidental
 48.- Sierra Madre Occidental
 49.- Sierra Madre Occidental
 50.- Sierra Madre Occidental
 51.- Sierra Madre Occidental
 52.- Sierra Madre Occidental
 53.- Sierra Madre Occidental
 54.- Sierra Madre Occidental
 55.- Sierra Madre Occidental
 56.- Sierra Madre Occidental
 57.- Sierra Madre Occidental
 58.- Sierra Madre Occidental
 59.- Sierra Madre Occidental
 60.- Sierra Madre Occidental
 61.- Sierra Madre Occidental
 62.- Sierra Madre Occidental
 63.- Sierra Madre Occidental
 64.- Sierra Madre Occidental
 65.- Sierra Madre Occidental
 66.- Sierra Madre Occidental
 67.- Sierra Madre Occidental
 68.- Sierra Madre Occidental
 69.- Sierra Madre Occidental
 70.- Sierra Madre Occidental
 71.- Sierra Madre Occidental
 72.- Sierra Madre Occidental
 73.- Sierra Madre Occidental
 74.- Sierra Madre Occidental
 75.- Sierra Madre Occidental
 76.- Sierra Madre Occidental
 77.- Sierra Madre Occidental
 78.- Sierra Madre Occidental
 79.- Sierra Madre Occidental
 80.- Sierra Madre Occidental
 81.- Sierra Madre Occidental
 82.- Sierra Madre Occidental
 83.- Sierra Madre Occidental
 84.- Sierra Madre Occidental
 85.- Sierra Madre Occidental
 86.- Sierra Madre Occidental
 87.- Sierra Madre Occidental
 88.- Sierra Madre Occidental
 89.- Sierra Madre Occidental
 90.- Sierra Madre Occidental
 91.- Sierra Madre Occidental
 92.- Sierra Madre Occidental
 93.- Sierra Madre Occidental
 94.- Sierra Madre Occidental
 95.- Sierra Madre Occidental
 96.- Sierra Madre Occidental
 97.- Sierra Madre Occidental
 98.- Sierra Madre Occidental
 99.- Sierra Madre Occidental
 100.- Sierra Madre Occidental

ESCALA NUMERICA
 1:500,000
 1 CM = 5 KM

El tercio W de la región está cubierto por aluvión y pertenece fisiográficamente a la antigua zona lacustre.

3) a) Subprovincia de la Antigua Zona Lacustre

Al iniciarse el Terciario la mayor parte de esta subprovincia fué intensamente plegada, formándose profundos valles estructurales y sierras escarpadas de las cuales la erosión ha dejado testigos residuales en forma de bloques montañosos, en los que se han destruído muchos de sus rasgos originales debido al largo período a que han estado expuestas a los agentes de erosión.

Durante el Mioceno hubo gran actividad volcánica entre el área de Ojinaga y Boquilla, que se inició con una secuencia de lavas ultra ácidas pasando a menos ácidas, hasta terminar con rocas intermedias a básicas. Las riolitas y tobas riolíticas constituyen las rocas predominantes en forma de derrames, diques y mantos, y el material piroclástico es de grandes espesores. A las riolitas siguieron las erupciones de andesitas, etc., terminando con derrames basálticos. Después de la erupción de estas rocas ígneas, con excepción de los basaltos, esta área fué fallada y plegada, formándose el sinclinal de la gran curva del Río Bravo.

La elevación de estas montañas destruyó en gran parte las líneas de drenaje preexistentes, formando cuencas estructurales entre las cadenas de montañas. Se formó una represa en la cuenca del Río Bravo desde sus fuentes hasta el cañón de Boquillas al E del cañón citado; como resultado de ello se originó un sistema intercomunicado de cuencas cerradas que al ser rellenadas por depósitos lacustres formó las llanuras desérticas llamadas Bolsones, en cuyas depresiones quedan como testigos remanentes los lagos, como los de Guzmán, Santa María, de Patos, de Bustillos, de Jaco, de Tlahualilo y de Mayrán; en estas llanuras asoman sus cimas erosionadas las sierras plegadas y falladas, las que separan los depósitos lacustres enmascarando su continuidad original y dificultando la reconstrucción de su estructura. Ya en épocas posteriores el río que actualmente constituye el bajo río Bravo fué cavando la parte inicial de su cauce hasta suministrar un desagüe a este sistema de largos y unirse con la parte alta de su cauce.

4) Sierra Madre Oriental

Aunque esta provincia se inicia tectónicamente en su subprovincia de la antigua zona lacustre, el gran espesor de los sedimentos lacustres de dicha provincia al sepultar parte de la provincia la enmascara y le da una fisonomía distinta. Con la sierra de Mapimí se empieza a observar la continuidad de los pliegues que forman la Sierra Madre Oriental, continuidad que se conserva hasta el Istmo de Tehuantepec.

De esta provincia en general sólo se ha estudiado el borde NE, constituido por el frente de los plegamientos, excepto en las zonas SSW de Monterrey, al W de Tamazunchale y E de Tehuacán, además de algunas secciones como la del río Pantepec, en las cuales se han hecho estudios más extensos. La parte N de la sierra de Mapimí vista desde el E se eleva hasta su cúspide en dos escalones bien definidos, el escarpado llamado Bufo Chica, de unos 160 m de altura sobre una árida llanura que se extiende al E y la Bufo Grande o de Mapimí, que se eleva a unos 1300 m sobre la misma llanura. A continuación se encuentra una intrusión lacolítica de sección aproximadamente circular cuya superficie si bien es áspera en el detalle, presenta en su conjunto formas suaves arredondadas, muy diferentes al accidentado perfil que presentan las calizas del frente de la Sierra Madre Oriental; el drenaje del lacolito que forma la sierra Sarnoso es radial al E, con cañones en forma de V que cortan la faja de calizas del Cretácico que rodea al lacolito.

Hacia el SE la Sierra de Mapimí presenta un frente muy irregular debido a la erosión que la ha hecho retroceder dejando numerosos contrafuertes y testigos de erosión.

El río Nazas separa la sierra de Mapimí de un complejo montañoso hacia el SE, formado por cuatro anticlinales más o menos paralelos, de los cuales los dos más importantes forman la sierra de las Nohas al NE y la sierra de Ispana al SW; el cauce del río cruza el rumbo de los pliegues formando gargantas al cruzarlos y amplias llanuras en los valles intermedios donde se fusiona con los cañones intermontanos de rumbo. Las sierras citadas forman serranías que limitan el complejo montañoso con escarpes hacia el centro y taludes más suaves hacia el exterior.

Hacia el SE del complejo montañoso se inicia la sierra de Jimulco, la cual sigue en esa dirección por varios kilómetros hasta voltear al NE y proseguir también varios kilómetros hasta el centro de la sierra, después del cual se orienta hacia el E; los pliegues de esta sierra se caracterizan por tener el flanco N más pendiente que el S, por lo que tiende a formar escarpes al N y cuestas al S.

A continuación, hacia el noreste de la Sierra de Jimulco, se encuentra la Sierra de Parras, que se inicia con un abrupto frente hacia el noroeste y una suave cuesta hacia el sureste y después voltea en un corto arco hacia el surete, mostrando escarpes y cuestas, correspondiendo los primeros al flanco norte, y en algunos casos también al sur, y las segundas al flanco sur de los cinco anticlinales; más hacia el sureste los pliegues disminuyen en intensidad terminando en un amplio anticlinal con cuestas en los flancos y escarpes hacia el eje del mismo.

Al terminar esta Sierra, el frente de la Sierra Madre Oriental se desplaza hacia el nor-noreste unos 80 kilómetros, hasta pasar por la Ciudad de Monterrey, donde el pliegue más hacia el noreste es el conocido y famoso Cerro de la Silla en la vecindad de esta ciudad.

Los pliegues de la Sierra forman valles estructurales en los sinclinales y serranías en los anticlinales cuando las formaciones son resistentes a la erosión, pero cuando estos últimos dejan al descubierto un núcleo constituido por rocas menos resistentes, entonces se forman valles en el centro de los anticlinales. Debido a la intensidad de los plegamientos la topografía es sumamente accidentada, ofreciendo perfiles típicamente aserrados.

El rumbo de las sierras pasó de una dirección oeste-este entre las poblaciones de Saltillo a Monterrey, hasta esta última, en cuyas inmediaciones voltean en amplia curva hasta una dirección prácticamente nortesur. Se puede apreciar perfectamente este cambio de dirección en el frente de la Sierra Madre Oriental, observando desde el aire cómo voltean los escarpes de la misma.

De Galeana a Linares se puede observar que la dirección de las sierras es francamente de noroeste a sureste, dirección que conservarán hasta el Istmo de Tehuantepec. En el área de Galeana la Sierra del Potosí forma un ángulo agudo con la fosa tectónica del oriente de Galeana, constituyendo un complejo montañoso en el cual las elevaciones corresponden a los afloramientos de calizas y las depresiones a los afloramientos de las margas. Como estas últimas rocas son las más jóvenes, puede decirse que en general la topografía refleja la estructura observándose que las sierras de Iturbide, Santa Rosa, Pinitos, Ebanito y Frontal, corresponden a otros tantos anticlinales; los valles de la Poza, Santa Rosa, Palma y Ebanito corresponden a otros tantos sinclinales y finalmente, el frente de la Sierra Madre Oriental se muestra como un acantilado frente al cual se extiende la llanura de Linares.

A la altura de Ciudad Victoria, al poniente de la misma, hay una gran elevación de suaves pendientes, interrumpida por dos valles elipsoidales bastante accidentados. Esta gran elevación o levantamiento se prolonga de Carabanchel hacia el sur hasta la Sierra de Chamal que la cruza de este a oeste, después de lo cual se transforma en una depresión que se extiende hasta el río Valles. Al poniente y paralelas a esa elevación se encuentran abruptas sierras cuya altura e importancia disminuye hacia el este, y de las cuales las más importantes son la Sierra de la Boca y la Sierra Prieto.

Al sur de la Sierra de Chamal la depresión o valle de Antigua Morelos se encuentra flanqueada al poniente por la Sierra de Nicolás Pérez; al oriente por las Sierras de El Abra y Tanchipa. Al poniente de la Sierra de Nicolás Pérez se encuentra el valle de Nuevo Morelos, flanqueado a su vez al poniente por las accidentadas sierras de La Colmena y Aquismón, cuya continuación al sur-sureste es la muy accidentada Sierra de Xilitla. Los valles de Antigua Morelos y Nuevo Morelos se unen en uno solo en el río Valles, para terminar en el cerro del Guajolote.

En la vecindad de Huayacocotla la cresta del frente de la Sierra Madre Oriental está coronada por derrames basálticos que forman una mesa de unos mil metros sobre la planicie costera.

El río Pantepec corta una sección más profunda que la del río Vinasco, descubriendo rocas más antiguas y forma un escarpado cañón flanqueado por rocas de topografía muy accidentada.

En una sección entre Huauchinango y La Joya se encuentran calizas, lutitas y tobas del Jurásico Superior, fuertemente plegadas y esculpidas por profundos cañones, seguidos hacia el noreste por calizas del Cretácico, también de topografía muy accidentada.

Una sección más al sureste, entre Zacatlán y Coxquihui, muestra una topografía semejante, ya que está constituida por las mismas rocas.

Al poniente de la Sierra Chiconquiaco-Teziutlán los pliegues en haces apretados apenas se asoman entre los productos volcánicos del Citlaliépetl, así como entre algunos derrames basálticos.

Continuando hacia el sureste se presenta el área accidentada de Orizaba-Zongolica, intensamente plegada, separada al norte por el amplio e imponente cañón de Aculcingo, de la zona volcánica. Se continúa con las sierras que se extienden entre Cuichapa y Acatlán, después las Sierras de Sebastopol-Calera, Camelia Roja-Temazcal, Cerro de Oro-Paso Nacional y Vista Hermosa, todas ellas estructurales y constituidas en su mayor parte por calizas del Cretácico, y termina con una serie de sierras sinuosas cada vez menos altas y accidentadas hasta angostarse y desaparecer en el Istmo de Tehuantepec. Un rasgo poco común es la cuenca de sedimentos clásticos del Paleoceno, Soyaltepec, que se encuentra tras de las sierras frontales entre los ríos Tonto y Santo Domingo, afluentes del Papaloapan, y que cortan la Sierra con imponentes barrancas.

5) Sierra Madre Occidental

Esta sierra se encuentra entre la Sierra Madre Oriental y la Meseta Central al oriente, y la Zona Desértica de Sonora y la Llanura Costera de Sinaloa al poniente. Al norte desaparece antes de llegar a la frontera con los Estados Unidos y al sur se une a la Zona Montañosa de la Costa del Suroeste y a la Zona de Fosas Tectónicas, con las cuales no hay propiamente una separación fisiográfica definida. Este sistema montañoso tiene una anchura media de 250 kilómetros y se extiende de noroeste a sur-sureste por unos 10° de latitud.

Esta provincia está caracterizada por rocas eruptivas, principalmente del Mioceno, que cubren y sepultan rocas intrusivas probablemente de buena parte del Eoceno y que contienen gran riqueza mineral en la forma de verdaderas vetas de fisura, vetas de falla y cuerpos de contacto, especialmente en su flanco oriental.

La parte norte de esta provincia se ha subdividido en tres subprovincias o zonas que la dividen longitudinalmente. Estas subprovincias son: 1) la zona de altiplanicie, 2) la zona de barrancas y 3) la zona de sierras y valles paralelos.

La zona de altiplanicie es la más oriental y tiene una topografía de formas suaves derivada de la erosión de derrames riolíticos, conglomerados y rocas piroclásticas asociadas. Áreas montañosas irregulares se elevan de 2000 a 2800 metros y están separadas por amplios valles de fondo plano, muchos de los cuales están drenados por tributarios de los ríos Yaqui, Mayo y Fuerte, que fluyen al Pacífico a través de las profundas gargantas de la zona de barrancas; otros de estos valles forman bolsones.

Hacia el oeste las cimas no aumentan en altura pero la región está profundamente disectada por arroyos que drenan hacia el suroeste. El límite occidental de la altiplanicie es extremadamente irregular, pues largas lenguas se proyectan al occidente entre ríos que se encajonan más y más profundamente hasta formar grandes barrancas.

La zona central o de barrancas se encuentra profundamente esculpida y está compuesta también, en su mayor parte, de derrames riolíticos ligeramente inclinados. En ella los ríos y arroyos que fluyen al suroeste al Golfo de California, han desarrollado una topografía juvenil. Unos cuantos remanentes de la superficie plana en las elevadas áreas entre los cauces de los ríos, dan testimonio de la antigua extensión hacia el oeste de la topografía madura que prevalece aún en la zona de altiplanicie al oriente. Los principales ríos que fluyen al suroeste han cavado tremendas barrancas, algunas de las cuales alcanzan 2200 metros de profundidad y a las cuales debe su nombre esta zona.

En algunos lugares de esta zona la estructura geológica es más compleja que la de la zona oriental, pues grandes fallas han elevado fajas de rocas sedimentarias y plutónicas a la zona de erosión.

La zona de sierras y valles paralelos es la más occidental y presenta cadenas de montañas longitudinales que están separadas por valles paralelos intermontanos, menos extensos.

Aunque las formas terrestres y la estructura de esta subprovincia son muy complejas en detalle, es posible distinguir un valle longitudinal a lo largo del borde oriental de la misma, y otro que separa el área montañosa en dos subdivisiones principales. Las cadenas montañosas disminuyen en altura hacia el sur.

Se ha interpretado a estas montañas como bloques fallados inclinados al oriente, que presentan escarpas pronunciadas al poniente y pendientes más suaves al oriente. Sin embargo, es posible también interpretarlas como cobijaduras basales que han dado lugar a una estructura imbricada de cuñas que producen una topografía semejante. Las cadenas montañosas están compuestas de viejas cuarcitas y calizas coronadas de lavas e intrusiones por granito y otras rocas plutónicas. Los valles están cubiertos por conglomerados del Terciario Superior ligeramente plegados. Aunque la mayor parte de los grandes arroyos tributarios siguen los valles intermontanos, los ríos Yaqui y Mayo fluyen diagonalmente a través

de la subprovincia hacia el suroeste al Golfo de California y en casi todas partes no muestran un control estructural muy definido.

Hacia el sur la Sierra Madre Occidental ha sido poco estudiada, pero se sabe que los derrames riolíticos cubren las zonas central y oriental así como buena parte de la Meseta Central y aún una pequeña parte de la Zona de Fosas Tectónicas. Es casi seguro que bajo estos derrames se encuentra una importante unidad tectónica.

6) Meseta Central

Esta meseta se encuentra a unos 2000 metros sobre el nivel del mar, entre las dos grandes sierras de México, la Oriental y la Occidental, a las que tectónicamente pertenece, la mitad norte a la primera y la mitad sur a la última. De San Luis Potosí al norte está constituida por sierras de calizas del Mesozoico que se elevan en los extensos valles aluviales, en tanto que la parte sur es moderadamente montañosa y predominan en ella las riolitas que cubren andesitas y otras rocas ígneas.

7) Zona de Fosas Tectónicas y Vulcanismo Reciente

Esta zona está caracterizada por predominar en ella derrames basálticos, numerosos volcanes y lagos cuya morfología, orientación y distribución sugieren la idea de estar situados en fosas tectónicas y de allí el nombre que se le ha dado.

Las riolitas, dacitas, andesitas y traquitas, generalmente cubiertas por basaltos, forman la masa de las montañas; pero los valles, que originalmente habían sido cuencas lacustres profundas, se han llenado con material fluvial y lacustre derivado de las montañas, y con enormes masas de cenizas de los volcanes más recientes.

Entre los lagos formados en fosas tectónicas, el más característico es el lago de Chapala, cuyas márgenes más extensas son paralelas a la zona principal de fracturas y en el que se ha acumulado un enorme espesor de basalto.

Los lagos de Atotonilco y de Sayula posiblemente estén relacionados con el de Chapala. Los lagos de Cuitzeo y Yuriria tienen la misma orientación que el de Chapala, en tanto que los de Pátzcuaro y Texcoco no parecen tener una orientación definida con respecto a dicha zona.

Numerosos aparatos volcánicos se encuentran en esta provincia: desde la Iztaccíhuatl, que tiene una cresta alargada formada por una sucesión de mantos delgados de lava y brechas que fueron arrojadas por cráteres que actualmente han desaparecido, hasta el volcán Parícutín, que después de nueve años de actividad, hace apenas nueve años que se extinguió.

8) Sierra de Chiconquiaco - Teziutlán

Esta provincia está formada de hecho por el levantamiento de Teziutlán y su prolongación al oriente por el espinazo que constituye la Sierra de Chiconquiaco.

El levantamiento de Teziutlán es un domo alargado cuyo eje, orientado aproximadamente al poniente-oriental, se arquea ligeramente al noroeste, hacia donde buza su extremo occidental. Cerca de su eje y cima afloran grandes cuerpos graníticos.

Hacia el noreste presenta una terraza inclinada al noroeste, cortada al norte y al noreste por flexiones. Este flanco es suave en la parte superior y más pendiente hacia abajo; después aparece una segunda terraza hacia el norte y desciende de nuevo hacia el norte con fuerte pendiente. Al buzar al noroeste, el área crestal se torna más accidentada. El flanco suroeste está bien desarrollado pero es corto y buza rápidamente suavizándose más abajo al descender. La zona crestal es ancha y plana.

La pendiente del terreno baja algunos centenares de metros para volverse a elevar en la Sierra de Chiconquiaco hasta una altura de 2800 metros. Esta sierra, que se orienta aproximadamente de oeste a este, es casi una continuación del flanco sur del macizo de Teziutlán. Es esencialmente volcánica y su superficie se caracteriza por lo accidentado del terreno, como resultado de una intensa erosión diferencial sobre los depósitos volcánicos, tanto en corrientes lávicas como en masas de rocas efusivas y materiales piroclásticos, principalmente aglomerados, tobas y cenizas, dejando como resultado agudas crestas y profundos barrancos donde corrientes turbulentas se deslizan en pendientes rápidas y cascadas de consideración. En el fondo de estos barrancos quedan al descubierto desde las rocas más antiguas del Mesozoico, hasta el Terciario.

En las zonas marginales de la Sierra la elevación es más moderada y disminuye paulatinamente hasta formar superficies más o menos onduladas y terrazas escalonadas, alrededor de la Sierra, en su transición hacia las planicies costeras. Sobresalen esporádicamente elevaciones mayores debidas a antiguos cuellos o aparatos volcánicos y algunos testigos de corrientes de lava en forma de amplias mesetas, con ligera inclinación dominante siempre hacia la costa del Golfo. En esta área es donde las corrientes fluviales siguen un cauce más amplio y tranquilo hacia su desembocadura en las costas del Golfo de México.

9) Zona Montañosa de la Costa del Sureste

Esta zona, junto con la de Guerrero-Oaxaca, constituye lo que se conoce como Sierra Madre del Sur. Se extiende desde el puerto de San Blas, Nayarit, hasta el puerto de Acapulco, Guerrero. Se encuentra entre los 1500 metros de altura y el nivel del mar, y está caracterizada por tener una planicie costera muy estrecha, de unos 10 kilómetros de

promedio, excepto en el área inmediata a la desembocadura del Río Tomallán; en partes las montañas se aproximan tanto a la costa que prácticamente no existe la planicie costera. Está constituida por esquistos paleozoicos, intrusiones graníticas y sedimentos calcáreos mesozoicos; en el extremo noroeste está cubierta por lavas riolíticas y en Colima por derrames basálticos del Terciario. Los sedimentos del Mesozoico se encuentran en un estado avanzado de erosión.

10) Cuenca del Balsas

Esta cuenca tiene unos 600 kilómetros de largo por unos 150 kilómetros en sus partes más anchas, encontrándose limitada por la curva de 1500 metros excepto en el área de la desembocadura del Río Balsas, que le da su nombre. Este río recoge el drenaje de la cuenca por medio de numerosos tributarios que se le unen y lleva sus aguas al Pacífico. En esta provincia predominan las rocas del Mesozoico, plegadas e intensamente falladas. Las rocas eruptivas, tales como andesitas de varios tipos y basaltos, se encuentran dispersas por todas las áreas sedimentarias, formando en algunos lugares cadenas alargadas. También se encuentran intrusiones en varios lugares de esta región tan quebrada e inestable que los temblores son muy frecuentes en ella.

11) Zona Montañosa de Guerrero - Oaxaca

Esta zona puede considerarse como la continuación de la Zona Montañosa de la Costa del Sureste; pero como incluye dos cuencas marinas en ella, que naturalmente le dan ciertas características fisiográficas diferentes, se ha considerado conveniente tratarla por separado.

La mayor, que aquí se denominará de Oaxaca o de Tamazulapa, se encuentra separada de la cuenca del Balsas por el levantamiento metamórfico de Acatlán. Está constituida por clásticos del Jurásico y Cretácico Inferior, calizas del Cretácico Medio y clásticos, calizas y evaporitas del Cretácico Superior. La península de Tehuacán o de Oaxaca divide esta cuenca de la Sierra Madre Oriental, y está constituida por esquistos del Paleozoico Superior e intrusiones graníticas y gneises del Precámbrico, en los últimos de los cuales se encuentran numerosas pegmatitas.

La menor, o Valle de Oaxaca, está constituida por lutitas y esquistos pre-Cretácicos, calizas y lutitas del Cretácico en la parte occidental, nor-oriental y central; por intrusiones de granodiorita, diabasa y andesita en la parte austral, y en la parte central por tobas riolíticas verdosas.

En la península de Oaxaca las formas positivas tienen cierta tendencia conjunta a orientarse de noroeste a sureste y presentan generalmente perfiles subarredondados de fuertes pendientes, con alturas máximas de 1800 a 3200 metros sobre el nivel del mar. La cuenca de Oaxaca

se encuentra dentro de la curva de 1500 metros y en ella la topografía es accidentada debido a lo intensamente erosionado de los clásticos y las calizas. El Valle de Oaxaca tiene una salida hacia el norte por el Cañón de Tomellín, labrado en gneises, por una longitud de 60 kilómetros y hasta una profundidad de 700 metros en algunos lugares.

12) Sierras de Chiapas

El Estado de Chiapas está formado por dos sierras, separadas por una depresión, que lo atraviesan en toda su extensión en dirección noroeste-sureste.

A) Sierras Frontales

Las sierras frontales del norte de Chiapas están constituidas por rocas sedimentarias cuya edad varía del Cretácico al Reciente y tienen un rumbo general de noroeste a sureste, sensiblemente paralelo a los pliegues con los que casi siempre están estrechamente ligadas, correspondiendo las serranías a los afloramientos de calizas que forman las principales elevaciones.

En varios lugares la erosión ha actuado de una manera más intensa, formando las numerosas mesetas o altos valles que se encuentran dentro de esta provincia. Muchos de ellos están muy erosionados y algunos han sido cerrados por arenas volcánicas y cenizas, lo cual permitió la formación de lagunas.

B) Depresión Central

Esta subprovincia es una faja de terreno poco accidentado que se extiende desde cerca del límite con el Estado de Oaxaca hacia el sureste, hasta la frontera con la República de Guatemala. En ella afloran clásticos cenozoicos, suaves y poco resistentes a la erosión. Hacia su parte media se elevan algunas montañas de calizas, como la de San Cristóbal, que divide la depresión central propiamente dicha del sinclinal de Simojovel. En general esta subprovincia tiene una altura de 600 metros sobre el nivel del mar.

C) Sierra Cristalina

Esta sierra, que ha sido también denominada Sierra Madre de Chiapas, es una cadena de montañas formada principalmente por rocas graníticas o cristalinas, paralela a la costa del Océano Pacífico y orientada de noroeste a sureste, siendo una continuación del macizo montañoso de América Central, formado por un batolito del Paleozoico Superior. En su extremo noroeste las montañas se elevan bruscamente hasta alcanzar una

altura de 900 metros, que va aumentando hacia el sureste hasta cerca de la frontera con la República de Guatemala, donde alcanza alturas de 2900 metros sobre el nivel del mar.

La cresta de esta cordillera sirve de parte-aguas a los ríos de las vertientes del Golfo de México y del Océano Pacífico. El flanco suroeste es de laderas muy abruptas que drenan pequeñas corrientes, las cuales descienden impetuosamente a la planicie costera del Pacífico. El flanco norte desciende gradualmente hacia la cuenca del río Grijalva y en él es más complicado el drenaje, formado por grandes ríos que descienden serpenteando por los valles, y algunos han contribuido a la formación de cañones como el del Sumidero.

13) Zona Desértica de Sonora

Esta zona está formada por llanuras que descienden lentamente hacia la costa, desde una altura de 700 a 1000 metros hasta el nivel del mar. En estas llanuras se elevan bruscamente numerosas sierras con una orientación general de norte a sur y constituidas por rocas metamórficas precámbricas, lutitas y calizas paleozoicas, calizas, areniscas y lutitas mesozoicas, aglomerados, conglomerados, areniscas y rocas volcánicas terciarias; todas ellas, pero especialmente las precámbricas y paleozoicas, sumamente intemperizadas. Se encuentran además pórfidos y rocas graníticas, posiblemente del Terciario.

La intensa y continuada erosión e intemperismo hace muy difícil la reconstrucción de la tectónica de esta provincia, en la que la primera impresión es la de que las sierras se deben a bloques inclinados y fallados. Las sierras, muy próximas una de la otra en la parte oriental, se van separando a medida que se acercan a la costa. Entre ellas se pueden citar, de oeste a este y de norte a sur, las siguientes: Pinacate, Cubabi, Chupurate, Guigas, Cuevas, Pajaritos, Otatal, Colorada, Cobachi, Bacatete, Buenavista, Zapora, Baroyeca y Alamos.

Cuatro importantes ríos drenan esta provincia, a saber: Asunción, Sonora, Yaquí y Mayo, los cuales se inician como consecuentes, prosiguen como subsecuentes y terminan de nuevo como consecuentes.

14) Llanura Costera de Sinaloa

Esta provincia tiene como principal característica fisiográfica la larga llanura costera, con forma de cuña, que comienza al sur, en Mazatlán, y va abriéndose hacia el norte hasta alcanzar en Los Mochis su máxima anchura. Esta llanura costera forma un plano inclinado hacia el suroeste, lo que determina que los ríos en ella tengan en su curso una dirección casi normal a la costa. Estos ríos son: Canoas, Rosario, Presidio, Quelite, Piaxtla, Elota, San Lorenzo, Culiacán o Tamazula, Mocolito, Sinaloa y Fuerte. Se hallan en las sierras en la etapa juvenil del ciclo hidrológico; en la llanura costera se encuentra ya en estado de madurez.

La provincia es una región eminentemente ígnea, carácter que deriva de la Sierra Madre Occidental, formada principalmente por intrusiones graníticas y dioríticas y por efusiones de magmas riolíticos y andesíticos, materiales que se siguen encontrando no sólo en las estribaciones de la mencionada sierra, sino en la misma llanura costera.

Las rocas sedimentarias, que sólo forman pequeñas manchas dentro de la enorme masa ígnea, son de dos clases: las antiguas, de origen continental o costero, formadas por areniscas, lutitas y calizas, y las consideradas como del Terciario, posiblemente Mioceno-Plioceno, de origen piroclástico, de las que forman parte aglomeraciones, tobas y arenas volcánicas. Las rocas piroclásticas cubren una área mucho mayor que las sedimentarias antiguas, si bien su espesor es menor que el de estas últimas.

15) Sierras de Baja California

La península de Baja California es una larga y angosta faja de tierra, de unos 1300 kilómetros de longitud y una anchura media de unos 100 kilómetros. Se une a la Zona Desértica de Sonora por el delta del Río Colorado, que forma una extensa llanura de inundación surcada por una red de canales que a veces se ensanchan formando lagunas, algunas de las cuales han sido abandonadas por las corrientes que las alimentaban y sólo reciben agua durante las grandes avenidas, tales como la Laguna Salada o Macuata. Las sierras de Juárez, de La Palmita, Pinta y San Felipe, limitan a esta área triangular al suroeste.

La península es recorrida longitudinalmente por tres sierras, dos de ellas cristalinas y una volcánica; aunque es posible que bajo esta última se encuentren rocas graníticas que unan a las dos primeras.

A) Sierra Cristalina

Esta subprovincia se extiende desde la frontera con los Estados Unidos hasta las sierras de San Lino y Pinati y está formada por monzonitas de cuarzo, dioritas, granitos, esquistos y calizas metamorfizadas que forman la citada Sierra de Juárez, la de San Pedro el Mártir, la de Colombia y otras menores. Las dos primeras tienen un flanco oriental abrupto y un occidental más suave, y en la de Juárez el cerro de La Encantada alcanza una elevación de más de 3000 metros. La última muestra extensas y elevadas mesetas con flancos esculpidos por la erosión.

B) Sierra Volcánica

Esta subprovincia se inicia con el volcán de Las Tres Vírgenes y la Sierra de Santa Lucía, que forma el extremo norte de la cadena de montañas conocida como la Sierra de La Giganta, que se extiende por el borde oriental de la península hasta cerca del área de La Paz. Esta sierra

está formada por cuellos volcánicos y lavas que forman mesetas inclinadas hacia el Pacífico, por lo que las crestas más elevadas se encuentran a lo largo del Golfo de California; de ellas el Cerro de La Giganta se eleva a más de 1900 metros.

C) Sierra de La Paz

Esta subprovincia, conocida también como Región del Cabo, está formada por un grupo de montañas graníticas de las cuales la más importante es la Sierra de San Lázaro. En la parte oriental se encuentran algunas rocas del Terciario.

16) Llanura Costera de Baja California

Si bien las sierras de la península corren paralelas a la costa del Golfo de California sin apenas dejar una llanura costera, excepto en la vecindad del delta del Colorado y en la Bahía de San Rafael al oriente de la Sierra de San Borja, en la costa del Pacífico la llanura costera se extiende de 120 a 150 kilómetros hacia el poniente en dos zonas que constituyen las dos subprovincias siguientes:

A) Llanura Costera de Sebastián Vizcaíno

Esta subprovincia, conocida también como zona desértica de Sebastián Vizcaíno, se encuentra entre la Sierra de Sebastián Vizcaíno, que aquí se considera como formando parte de ella, al poniente, y las Sierras de San Borja y La Giganta, al oriente. Está constituida por areniscas, lutitas, tobas, conglomerados, depósitos de playa y dunas de arena de una edad que varía entre el Eoceno y el Reciente. La Sierra de Sebastián Vizcaíno es discontinua, pues sólo en tres áreas se eleva de unos setecientos a mil metros sobre la llanura costera. Está constituida por conglomerados, areniscas, lutitas, margas y calizas cretácicas plegadas y metamorfizadas en algunos lugares, como en las sierras de San José y San Andrés, indicando la presencia de rocas intrusivas a la profundidad.

B) Llanura Costera Iray-Purísima

Esta subprovincia, conocida también como Llano de La Magdalena, se extiende desde la Bahía de San Juanito hacia el sur hasta el área de La Paz. Está constituida por sedimentos principalmente marinos y en una pequeña parte continentales, análogos a los sedimentos terciarios de la subprovincia de Sebastián Vizcaíno, y en ella los plegamientos son aún menos acentuados que en la anterior. Aunque en toda la península pueden observarse terrazas marinas que indican que la península ha sido elevada, la costa de esta subprovincia, con sus profundas bahías semicerradas, como las de Ballenas, Magdalena y Almejas, indica que actualmente esta parte se encuentra en proceso de hundimiento.