

BOSQUEJO GEOLOGICO-ESTRUCTURAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL EN EL AREA LINARES-GALEANA-SAN ROBERTO, ESTADO DE NUEVO LEON

Ricardo José Padilla y Sánchez *

RESUMEN

Este artículo ha sido preparado con el objeto de contribuir al mejor conocimiento geológico de México en la porción comprendida entre Linares-Galeana-San Roberto, Estado de Nuevo León. En esta área afloran lechos rojos continentales del Triásico Superior y rocas marinas que van desde el Jurásico Superior hasta el Cretácico Superior.

Se efectuó una cartografía regional detallada de las unidades estratigráficas y de acuerdo con Tardy (1972) se pudieron reconocer las siguientes fases tectónicas del "Ciclo Geotectónico Mexicano (Ciclo Alpino)": fase cimérica, fase laramídica (Paleoceno), fase miocénica (?) y fase plio-cuaternaria.

Se concluye, de acuerdo con Tardy y colegas (1975) que en el área de estudio, la "serie mesozoica parrense" se encuentra cabalgando a la "serie mesozoica sabinense".

ABSTRACT

This paper has been prepared in order to contribute to a better geological knowledge of Mexico between Linares-Galeana-San Roberto, State of Nuevo Leon. In this area the Upper Triassic continental red beds and the Upper Jurassic-Upper Cretaceous marine rocks outcrop.

A regional detailed cartography of the stratigraphic units was done, and in agreement with Tardy (1972) it was possible to recognize the following tectonic phases of the "Ciclo Geotectónico Mexicano (Ciclo Alpino)": fase cimérica, fase laramídica (Paleocene), fase miocénica (?) and fase plio-cuaternaria.

In agreement with Tardy and others (1975) it is concluded that the "serie mesozoica parrense" is overthrust on the "serie mesozoica sabinense" in the studied area.

INTRODUCCION

Situación geográfica.—El área estudiada se localiza en la zona noreste de la República Mexicana y comprende una extensión de aproximadamente 3,500 km² que abarcan, casi en su totalidad las apretadas estructuras de la Sierra Madre Oriental, en la región comprendida del poblado de San Roberto a la ciudad de Linares en el Estado de Nuevo León (Figura 1).

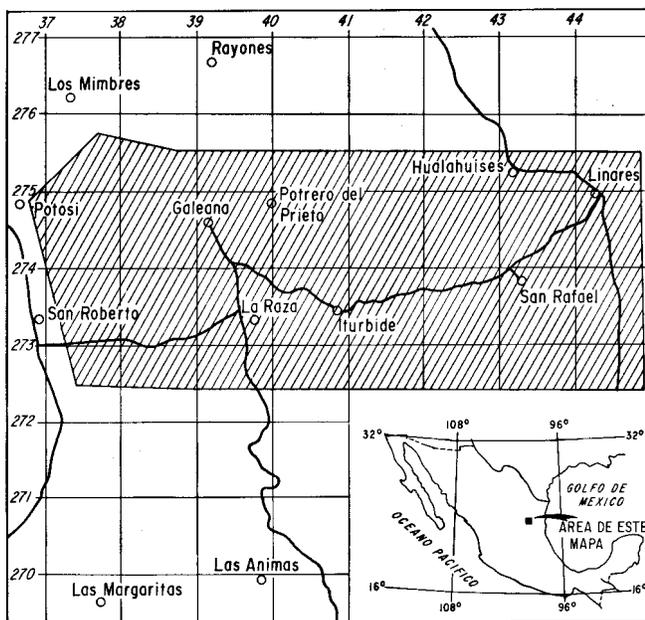


Figura 1.—Mapa de localización del área de estudio.

Los límites del área son: al norte el paralelo 24°55' latitud norte, al sur el paralelo 24°37' latitud norte, al oriente el meridiano 99°31' longitud oeste Greenwich y al poniente el meridiano 100°08' longitud oeste Greenwich, aproximadamente.

En el mapa geológico se ha incluido, al área cartografiada por el autor, la compilación geológica obtenida del trabajo sobre yacimientos de barita en Galeana, Nuevo León, realizada por Tavera (1960) del CRNNR, con objeto de cubrir parcialmente el área que abarcan las hojas provisionales G-14-C-56, G-14-C-57, G-14-C-58, G-14-C-66, G-14-C-67 y G-14-C-68 de DETENAL.

Las principales vías de acceso a la zona son: al poniente la Carretera Federal Núm. 57 que liga Matehuala con Saltillo y al oriente la Carretera Federal Núm. 85 que une Ciudad Victoria con Monterrey. La única vía que comunica a las dos anteriores en el área de estudio, es la carretera, sin número, que va de Linares a San Roberto.

El clima que prevalece en la región es templado a semicálido, pero en la estación invernal la temperatura llega a descender abajo de los 0°C.

La precipitación pluvial es escasa al poniente del área y algo más abundante hacia el oriente. Esta es la causa de los cambios tan bruscos en la vegetación ya que hacia la Planicie Costera del Golfo es de tipo chaparral, en las partes altas abundan las coníferas y en la porción occidental la vegetación es escasa y de tipo semidesértico, como son la candelilla, la lechuguilla y diversas cactáceas.

Situación geológica.—El área estudiada, abarca esencialmente el grueso de sedimentos mesozoicos de la Sierra Madre Oriental, en la denominada Cadena Alta (Tardy *et al.*, 1975), incluyendo importantes estructuras sumamente apretadas y recostadas, así como también el frente oriental de la sierra

* — Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 20, D. F.

que se ha denominado Cabalgadura Mayor.

Las rocas más antiguas que afloran en el área son las capas rojas del Triásico Superior, las cuales constituyen un alto estructural o tierra positiva hasta poco antes del Jurásico Tardío. El carácter continental de las capas rojas y la ausencia de depósito de sedimentos desde fines del Triásico hasta antes del principio del Jurásico Tardío, son suficiente evidencia para pensar en la situación emergida del área durante esta época.

Sobre estas capas del Triásico, descansa en una clara discordancia angular una secuencia de sedimentos evaporíticos de edad jurásica tardía, que corresponde a la Formación Olvido.

Objetivos y métodos de trabajo.—El objetivo principal del presente trabajo fue el estudio de las condiciones tectónicas del área. Sin embargo, como la estratigrafía y la cartografía existentes presentaban algunas deficiencias, se procedió a realizar un reconocimiento estratigráfico y cartográfico del área, lo cual permitió posteriormente el estudio de las condiciones estructurales.

Para cumplir con los objetivos, se utilizaron fotografías aéreas escala 1:50,000. Sobre dichas fotografías se procedió a la fotointerpretación preliminar. A continuación se realizó el trabajo de geología superficial, vaciando los datos obtenidos en el campo a las fotografías.

En el laboratorio de micro y macropaleontología del Instituto de Geología, se estudiaron las muestras colectadas, permitiendo esto una mejor determinación cronoestratigráfica de las formaciones mesozoicas que constituyen la secuencia estratigráfica del área estudiada, para incluir todo en un mapa definitivo a la escala 1:100,000.

Para la observación de las características regionales, se utilizó la fotografía de satélite "Linares" (escala estimada 1:1,000,000), en la que se aprecian estructuras que no pueden observarse en ningún otro tipo de fotografías.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a las siguientes personas la ayuda prestada para la elaboración del presente trabajo: Ings. Eduardo Martínez y Rodolfo Malpica, Biól. Celestina González, Srita. Isabel González y Sres. Enrique Gutiérrez y Antonio Altamira, todos del Instituto de Geología y al Ing. Alejandro Bello B., de DETENAL.

Trabajos previos.—Los trabajos que existen en el área comprendida entre Linares-Galeana-San Roberto, Estado de Nuevo León, son escasos. Díaz (1951), realizó un trabajo de cartografía preliminar y reconocimiento geológico para Petróleos Mexicanos, pero dicho estudio fue efectuado únicamente a lo largo del Cañón del Río Santa Rosa, por lo que los datos obtenidos por este autor son muy generales y se refieren a un área muy restringida.

Hernández-Arana (1966), realizó su tesis profesional en la región mencionada abarcando un área de aproximadamente 500 km². Su trabajo consistió principalmente en un estudio fotogeológico con algunas secciones estratigráficas medidas en el campo.

También existe un trabajo sobre yacimientos de barita en el Distrito de Galena, N. L. (Tavera, 1960), el cual incluye básicamente la misma infor-

mación que los dos anteriores. Por último, fue utilizado también el mapa geológico del Estado de Nuevo León del Instituto de Geología de la UNAM.

FISIOGRAFIA

Desde el punto de vista fisiográfico, el área estudiada corresponde a la Provincia de la Cadena Alta de la Sierra Madre Oriental, definida recientemente por Tardy y colegas (1975), como un conjunto continuo que forma una curvatura convexa hacia el noreste entre Torreón, Coah. y Aramberri, N. L., el cual separa a las plataformas de Coahuila y de Valles-San Luis Potosí.

Los límites de esta provincia en su lado convexo son: al norte el Sector Transversal de Parras, la Plataforma de Coahuila y los depósitos del Grupo Difunta; al noreste, la Cuenca de Sabinas y al este, la Planicie Costera del Golfo.

Del lado cóncavo, la Cadena Alta se une insensiblemente a la porción oriental sedimentaria del Altiplano Central Mexicano, que también es parte de esta cadena.

Según Raisz (1959), el área de estudio queda localizada dentro de lo que él denomina Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, específicamente en la Subprovincia de las Sierras Altas. En el área Linares-Galeana existen varios ejemplos de topografía invertida, como se podrá observar en las secciones del mapa geológico.

Generalmente, todo el sistema de drenaje es de tipo consecuente, siendo éste un resultado de la tectónica del Mioceno que afecta a todo el sistema montañoso de la Sierra Madre Oriental. Dicho drenaje, pertenece a la Vertiente del Golfo de México, siendo los ríos principales Pablillo, Camacho y Potosí, que drenan hacia el oriente.

El relieve topográfico de la zona es sumamente variable oscilando entre 450 y 2,800 m sobre el nivel del mar, contando entre las montañas de mayor elevación, el Cerro El Potosí y el Cerro del Labrador. La causa de esta variación de relieve, es principalmente la constitución litológica de las rocas aflorantes y las estructuras que las contienen, siendo las partes altas por lo general rocas calcáreas y las partes bajas, arcillas y rocas de tipo evaporítico.

SECUENCIA ESTRATIGRAFICA

La secuencia estratigráfica dominante en el área es de edad mesozoica y está representada por 13 unidades que van desde el Triásico hasta el Cretácico Superior y posteriormente al Cuaternario, ya que no existen afloramientos de rocas terciarias.

Las rocas más antiguas en la zona, son rocas continentales de facies de tipo molasse, resultado del evento orogénico permo-triásico, las cuales subyacen a rocas marinas de ambiente de cuenca y de litoral (yesos y Formación Olvido).

En general podemos decir que la secuencia estratigráfica del área de estudio, corresponde a la "serie mesozoica parrense" y a la "serie mesozoica sabinense" definidas por Tardy (1973b) y Tardy y colegas (1975), tomando en cuenta que cada una de ellas pertenece a un dominio tectónico diferente; es decir, que la "serie parrense" se encuentra cabalgando actualmente a la "serie sabinense".

En la descripción de las unidades que a continuación se da, se tratará de proporcionar una síntesis de la evolución de dichas unidades al ser definidas por diferentes autores, sus variaciones litológicas y las observaciones hechas por el autor del presente artículo (Figura 2).

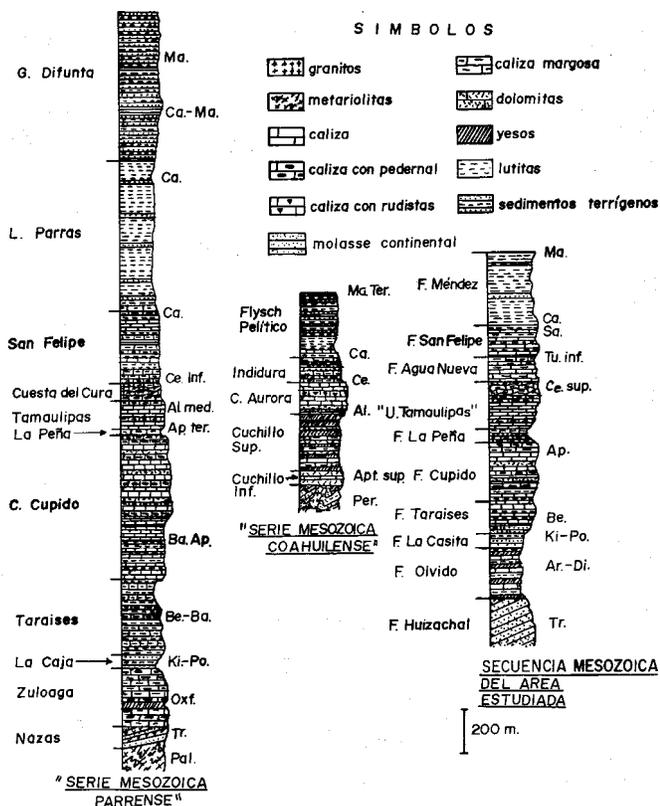


Figura 2.—Comparación entre la secuencia estratigráfica del área estudiada y las "series mesozoicas coahuilense y parrense".

Triásico Superior

Formación Huizachal.—En el área estudiada son escasos los afloramientos de esta formación, pero fue posible identificarla en la porción suroeste de Galeana.

Esta unidad se presenta como areniscas conglomeráticas de color rojo y de un espesor que no fue posible determinar debido a lo reducido de los afloramientos en el área, pero Carrillo Bravo (1961) le atribuye más de 2,000 m en el área de Huizachal-Peregrina, en donde fue definida formalmente por Imlay y colegas (1948), incluyendo en su definición a todas las capas rojas que subyacen a las rocas del Jurásico Superior en el este y norte de México y que descansan sobre rocas sedimentarias del Paleozoico o sobre rocas metamórficas del Precámbrico.

Mixon y colegas (1959), describen dos diferentes secuencias de capas rojas en la zona Huizachal-Peregrina, a las cuales denominan "Grupo Huizachal"; dicho grupo incluye las formaciones La Boca y La Joya, o sea que amplía el rango de este grupo hasta el Jurásico Superior. Pero actualmente no se reconoce de esta manera la Formación Huizachal, ya que Carrillo Bravo (1961, p. 34) dice que en el Anticlinorio de Huizachal-Peregrina, las capas ro-

jas de esta formación subyacen en fuerte discordancia angular, en algunos casos, a una delgada sección de sedimentos rojos de edad jurásica tardía (Formación La Joya) y en otros, a calizas oxfordianas de la Formación Zuloaga o a capas yesíferas de la Formación Olvido. Por lo anterior, consideramos que la edad de esta formación con base a lo anterior es triásica tardía, ya que en el área estudiada no fue posible observar las relaciones de la base de esta formación con las rocas que la subyacen.

Jurásico Superior

Formación Olvido.—Descansando directamente sobre las capas rojas de la Formación Huizachal, yace una secuencia de calizas, yesos y lutitas asignables a la Formación Olvido. Las relaciones entre estas rocas y las capas rojas que las subyacen se presentan claramente discordantes. Su distribución es bastante amplia en el área de estudio, aflorando principalmente al oeste y suroeste de Galeana.

Esta formación ha sido objeto de múltiples discusiones en el área de estudio. De Cserna (1956, p. 16), clasifica los sedimentos de esta formación como correspondientes al "Yeso Minas Viejas", aunque anteriormente a esto, los incluía como Formación Olvido.

Díaz (1951), considera a estos depósitos como pertenecientes a la Formación Olvido, atribuyéndoles 600 m de espesor y una edad oxfordiana tardía.

Tavera (1960, p. 20), al referirse a estos depósitos de la Formación Olvido, dice que presentan una semejanza muy grande con la Caliza Zuloaga, y que si bien no encontró fósiles que comprobaran su edad, el hecho de que sobre ellos parece descansar directamente la Formación La Casita, lo induce a pensar que son pertenecientes a la Formación Olvido del Oxfordiano superior (Argoviano).

Por otro lado, en las observaciones de campo efectuadas por el que escribe, se encontró que en la Sierra de Los Rincones, al suroeste de Galeana, la Formación La Casita sobreyace concordantemente a los depósitos de la Formación Olvido mediante un contacto transicional, pero bien definido.

Por lo anterior, se considera que por posición estratigráfica, la edad de la Formación Olvido es jurásica tardía (argoviano-divesiana), ya que no se tienen evidencias para situarla dentro de uno u otro piso, además de no haberse encontrado micro o macrofauna en las muestras colectadas por el autor. En cuanto a su espesor, no se puede dar una opinión concreta pues esta formación se encuentra sumamente plegada y distorsionada, lo que no permitió establecer (ni aún aproximadamente) dicho espesor.

Formación La Casita.—La Formación La Casita fue definida formalmente por Imlay (1943) en el Cañón de La Casita, en la Sierra de Parras, Coahuila, aunque el mismo Imlay ya había utilizado esta nomenclatura de manera informal en trabajos anteriores (1937) y antes de éste, Kellum (1932), ya empleaba esta nomenclatura.

En el área estudiada, la Formación La Casita sobreyace concordantemente a la Formación Olvido, subyaciendo también concordantemente a la Formación Taraises.

La Formación La Casita está representada por

una secuencia de lutitas, limolitas, areniscas calcáreas y calizas arcillosas en ocasiones ligeramente fosfatadas. Presenta en la parte inferior algunos horizontes carbonosos (Potrero del Prieto) reportados anteriormente por Tavera (1960) y también esporádicamente horizontes con concreciones calcáreas muy fosilíferas asignables al Kimmeridgiano medio debido a la presencia de amonitas clasificadas como *Glochiceras diaboli* Imlay.

Esta formación no presenta realmente la totalidad de las características propias de la Formación La Casita, siendo más bien, una combinación entre las características de ésta y las de la Formación La Caja de la "serie mesozoica parrense".

Se calcula que el espesor de la Formación La Casita es de aproximadamente 200 m, ya que éste es variable como producto de la deformación que ha soportado esta unidad.

Cretácico Inferior

Formación Taraises.—Descansando directa y concordantemente sobre la Formación La Casita, tenemos a la Formación Taraises, la cual subyace, también concordantemente, a la Formación Cupido. Con ambas formaciones, los contactos son transicionales, pudiendo distinguirlos fácilmente en fotografías aéreas y con más dificultad en el campo.

La Formación Taraises está constituida en la parte inferior por 15 m aproximadamente de areniscas de color pardo rojizo reportadas con anterioridad por Díaz (1951). Sobre estas areniscas, se presentan calizas arcillosas de color gris oscuro que intertemperizan a gris amarillento. La secuencia continúa hasta su contacto con la Formación Cupido, con calizas de color gris mediano a oscuro y algunas intercalaciones (muy escasas) de limolitas de color rojizo, así como también escasos nódulos de piritita. El espesor de esta formación, es de 250 m aproximadamente (Figura 3).

En las muestras colectadas por el autor, la macrofauna presente fue escasa, siendo sólo posible la determinación de una amonita que fue clasificada como *Olcostephanus* sp. atribuible al Valanginiano.

A diferencia de la escasa macrofauna de las rocas de la Formación Taraises, se encontró abundante microfauna correspondiente a tintinidos y nannocónidos asignables al Berriasiano-Hauteriviano. Los microfósiles que fueron determinados son los siguientes:

Stenosemellopsis hispanica (Colom)
Calpionellopsis oblonga (Cadisch)
Lorenziella hungarica Knauer y Nagy
Calpionella alpina Lorenz
Tintinopsella longa (Colom)
Calpionellites darderi (Colom)
Globochaete alpina Lombard
Nannoconus steinmanni Kamptner
Nannoconus globulus Bronnimann
Pithonella ovalis (Kaufman)
Calpionellites dadayi Knauer
Tintinopsella collomi Bolter
Amphorellinz subacuta Colom
Trocholina sp.

Caliza Cupido.—En el área de estudio, esta unidad presenta algunas variaciones litológicas (intercalaciones arcillosas) que son el motivo de que Tavera (1960, p. 23) utilizara el término "Formación Cupido". Pero en el presente artículo se em-

pleará el nombre Caliza Cupido tal y como fuera definido por Imlay (1937) en la parte meridional de la Sierra de Parras, ya que no se puede hacer un cambio de nombres para distinguir las variaciones de una unidad litoestratigráfica (Dr. José Longoria, comunicación personal).



Figura 3.—Fotografía tomada en el Cañón del Agua, al oriente del Potrero del Prieto, en donde se muestra la base de la Formación Taraises.

La Caliza Cupido descansa concordantemente sobre la Formación Taraises, estando constituida hacia su base por calizas arcillosas de color gris amarillento de estratificación media con escasas intercalaciones arcillosas y margosas. La secuencia estratigráfica continúa con una secuencia monótona de calizas de estratificación gruesa, color gris, con estilolitos paralelos a la estratificación y abundantes nódulos de piritita, hematita y pedernal gris claro. Su espesor es de 500 m aproximadamente (Figura 4).

En las muestras colectadas no se encontró macrofauna; sin embargo, la presencia de *Nannoconus bermudezi* Bronnimann, *Nannoconus steinmanni* Kamptner y *Nannoconus elongatus* Bronnimann, nos indican una edad hauteriviana tardía-aptiana temprana para la Caliza Cupido, cuyo espesor es del orden de los 500 m.

Formación La Peña.—Originalmente esta formación fue definida por Imlay (1936, p. 1119) en la parte occidental de la Sierra de Parras, pero Hum-

phrey (1949, p. 101) modificó la definición original y propuso, basado en un estudio estratigráfico-paleontológico en la parte occidental de la Sierra de Los Muertos, que el término Formación La Peña se utilizara, solamente para la parte superior de la unidad, que corresponde al Aptiano superior, definida por Imlay (*op. cit.*). Siguiendo este criterio, se cartografió y situó estratigráficamente esta unidad.



Figura 4.—Afloramiento de la Formación Cupido en el Cañón de Santa Rosa, al sur de la Sierra Florida. Se aprecian los estilolitos característicos en esta unidad.

La Formación La Peña en el área de estudio está constituida en su parte inferior por calizas de estratificación delgada muy semejante a la Caliza Cupido, pero diferenciándose de éstas en que contienen nódulos de pedernal gris oscuro a negro y presentan algunos ejemplares de *Inoceramus* sp. Por otro lado, la parte superior está formada por calizas arcillosas y limolitas calcáreas de color café amarillento con algunos ejemplares de *Dufrenoyia* sp. La microfauna reconocida consistió de *Hedbergella* spp.

El espesor de la Formación La Peña en el área de estudio se considera de 55 m aproximadamente.

"Unidad Tamaulipas".—Es necesario hacer la aclaración de que el término "Unidad Tamaulipas" utilizado por el autor en el presente artículo, es un término informal que ha sido escogido para agrupar a la Caliza Aurora (?) (Tavera, 1960) y a la Caliza Cuesta del Cura, y que de ninguna manera tiene relación con el empleado por Tardy (1972), ni con la Formación Tamaulipas Superior del noreste de México.

Tavera (1960, p. 25) denomina Caliza Aurora (?) a una secuencia de estratos de caliza que según él, no pueden relacionarse con la Caliza Cuesta del Cura, la cual presenta características muy peculiares y que persisten a través de grandes áreas, pero piensa que pudieran relacionarse con la Caliza Aurora, debido a su posición estratigráfica.

El autor de este artículo, opina que la Caliza Aurora tiene características y facies muy específicas (calizas arrecifales y subarrecifales) y que la secuencia descrita como Caliza Aurora (?) por Tavera (1960, p. 25) no puede ser relacionada con la auténtica Caliza Aurora que aflora en los alrededores de Monterrey ya que los ambientes de depósito y sus características litológicas son muy diferentes una de otra. La escala de cartografía de este trabajo y el problema de la situación estratigráfica de la llamada Caliza Aurora (?) son las razones principales para

agrupar esta unidad y la Caliza Cuesta del Cura.

En el área de estudio, la "Unidad Tamaulipas" está constituida hacia su parte inferior por calizas de color gris claro, de estratificación media y con algunas intercalaciones de arcillas calcáreas. Esporádicamente aparecen nódulos de pedernal de color gris oscuro, así como también escasas concentraciones de hematita. La parte superior de esta "unidad" está constituida por calizas de estratificación mediana, de color gris, que presentan ondulaciones muy características (tipo budinage) y abundantes bandas de pedernal de color gris oscuro a negro. Esta parte corresponde a la Formación Cuesta del Cura.

La edad de la "Unidad Tamaulipas" es albiaceno-cenomaniana tardía, habiéndose encontrado microfauna (*Saccocoma* sp., *Microcalamoides* sp., *Colomiella mexicana* Bonet, *Colomiella recta* Bonet y *Globochaete alpina* (Lombard)), que la corrobora. Su espesor es en el área de estudio del orden de los 200 m aproximadamente.

Cretácico Superior

Formación Agua Nueva.—Muir (1934), definió en la Sierra de Tamaulipas, unos horizontes con *Inoceramus labiatus* Schlotheim como Formación Agua Nueva, pero anteriormente fue Stephenson quien había introducido el nombre de esta formación (de Cserna, 1956, p. 24).

En el área estudiada, la Formación Agua Nueva yace concordantemente sobre la "Unidad Tamaulipas" y subyace también concordantemente a la Formación San Felipe. Está constituida por una secuencia de más de 100 m de calizas arcillosas, margas y lutitas carbonosas, de estratificación delgada a laminar y cuya coloración es de café grisáceo a gris rojizo. Contiene algunos nódulos de pedernal negro, pero son muy escasos y esporádicos.

Carrillo-Bravo (1961, p. 80) dice que de las muestras colectadas por él en el Cañón de Peregrina, Bonet (informe inédito) determinó microfósiles de fauna pelágica, que son: *Globotruncana* sp. (chica, mediana y grande) y *Pithonella ovalis* (Kaufmann) los cuales fueron asignados al Turoniano.

En las láminas delgadas estudiadas, obtenidas de las muestras colectadas por el autor, solamente se determinó una clase de microfósil, *Globotruncana sigali* Reichel, el cual corresponde a una edad turoniano-coniaciana, por lo que se asignará esta edad a la Formación Agua Nueva, aunque se piensa que su rango puede abarcar hasta el Cenomaniano superior en su base, pero no se tienen evidencias para comprobarlo.

Formación San Felipe.—Esta formación descansa concordantemente sobre la Formación Agua Nueva y subyace, también concordantemente, a la Luita Méndez. Tanto su contacto superior como inferior son transicionales, siendo en ocasiones bastante difícil localizar el contacto inferior de la Formación San Felipe.

En este artículo, el autor ha agrupado esta formación a la Formación Agua Nueva para facilitar la cartografía. También se podrá observar que en algunas porciones, principalmente al oriente del área, se han agrupado indistintamente a las Formaciones Agua Nueva, San Felipe y Méndez en una sola unidad, pero esto obedece a que por escala de trabajo

se considera que el mapa geológico resulta más claro de esta manera.

La Formación San Felipe fue nombrada por Jeffreys en las cercanías de Ciudad Valles, S.L.P., pero fue posteriormente descrita por Muir en 1936 (de Cserna, 1956, p. 25).

En el área de estudio, la Formación San Felipe está constituida por una secuencia de 110 m aproximadamente, de calizas arcillosas de color gris con abundantes intercalaciones de lutitas de color gris claro amarillento y en ocasiones, se presentan algunos horizontes de lutitas arenosas. Tiene también intercalaciones de bentonita, que es la causa de los tintes verdosos que se observan con frecuencia en esta formación.

En las muestras colectadas por el autor, no se encontró macrofauna, pero la microfauna, localizada contenía únicamente globigerínidos pequeños y escasos cortes indeterminables, además de un corte de *Heterohelix* sp., el cual no es determinante de la edad de esta formación.

Según la definición de la "serie mesozoica parrense" de Tardy y colegas (1975), la edad de esta formación es turoniana tardía-santoniana. Hernández-Arana (1966, p. 30) y Tavera (1960, p. 25) le asignan una edad coniaciana tardía-santoniana temprana, pero no justifican esta determinación de edad con la presencia de micro y macrofauna, por lo que en el presente trabajo se atribuye a esta formación la edad turoniana tardía-santoniana comprobada por Tardy y colegas (*op. cit.*).

Lutita Méndez.—En el área de estudio, la Méndez se extiende con una amplia distribución, pero principalmente hacia la parte oriental. Esta formación fue considerada por Imlay (1944), como una gradación lateral de la Formación Difunta.

Esta formación está constituida por lutitas calcáreas de color gris pardusco, que intemperizan a café amarillento y que presentan algunas intercalaciones de margas de color gris verdoso. Su espesor no fue posible calcularlo, ya que se encuentra sumamente plegada y distorsionada, lo cual podría conducir a errores.

Díaz considera que la Lutita Méndez en el área de Linares-Galeana tiene un espesor aproximado de 550 m, en tanto que Fhar le calcula un espesor de 760 m en la margen este de la Sierra Madre Oriental (Carrillo-Bravo, 1961, p. 81). Por otro lado, Tavera (1960, p. 25) considera que en el área de Linares la Lutita Méndez tiene un espesor no menor de 200 m.

En las muestras colectadas se localizaron globigerínidos y globotruncánidos que hacen pensar, que la edad de la Lutita Méndez puede alcanzar el Paleoceno temprano en su cima y el santoniano tardío en su base y que quizá no se encuentre solamente limitada al Campaniano-Maestrichtiano como se le consideraba hasta hoy.

Rocas postcretácicas.—En el área estudiada no se encontraron afloramientos de rocas de edad terciaria, pero Tavera (1960, p. 25) menciona algunos pequeños remanentes de conglomerados con un espesor de escasos metros, que afloran en un estrecho valle sinclinal que corre con dirección NW-SE y en algunas partes del fondo del Cañón del Río Potosí, al oriente de Galeana y dice no tener evidencias para poder asignar edad a estos conglomerados.

El autor considera que estos conglomerados pertenecen a abanicos aluviales y terrazas fluviales del Cuaternario antiguo, ya que se puede observar en el campo que dichos conglomerados se encuentran en posición horizontal en el fondo de cañones, o bien, con ligeras inclinaciones, pero en las faldas de las sierras.

El resto de los depósitos del Cuaternario, están representados por aluvión que cubre grandes superficies tanto al este como al oeste del área estudiada.

TECTONICA

Si tomamos en cuenta lo dicho por Tardy y colegas (1975, p. 6), el área de estudio comprende a grandes rasgos dos dominios tectónicos diferentes, que son:

a) — La secuencia alóctona mesozoica, correspondiente a la llamada Cadena Alta-Altiplano Central y

b) — La secuencia autóctona del Cretácico Superior, correspondiente a la "serie mesozoica sabinense".

En general, se puede decir que la "secuencia mesozoica parrense" cabalga a la "secuencia mesozoica sabinense" desde los alrededores de Monterrey, Nuevo León, hasta la proximidad noroeste de Ciudad Victoria, Tamps., quedando así ubicada el área de estudio, aproximadamente en la parte media de este gran rasgo tectónico.

A continuación se presenta una breve descripción de las estructuras principales del área, su ubicación cronológica y las fases tectónicas que fue posible observar (Figura 5).

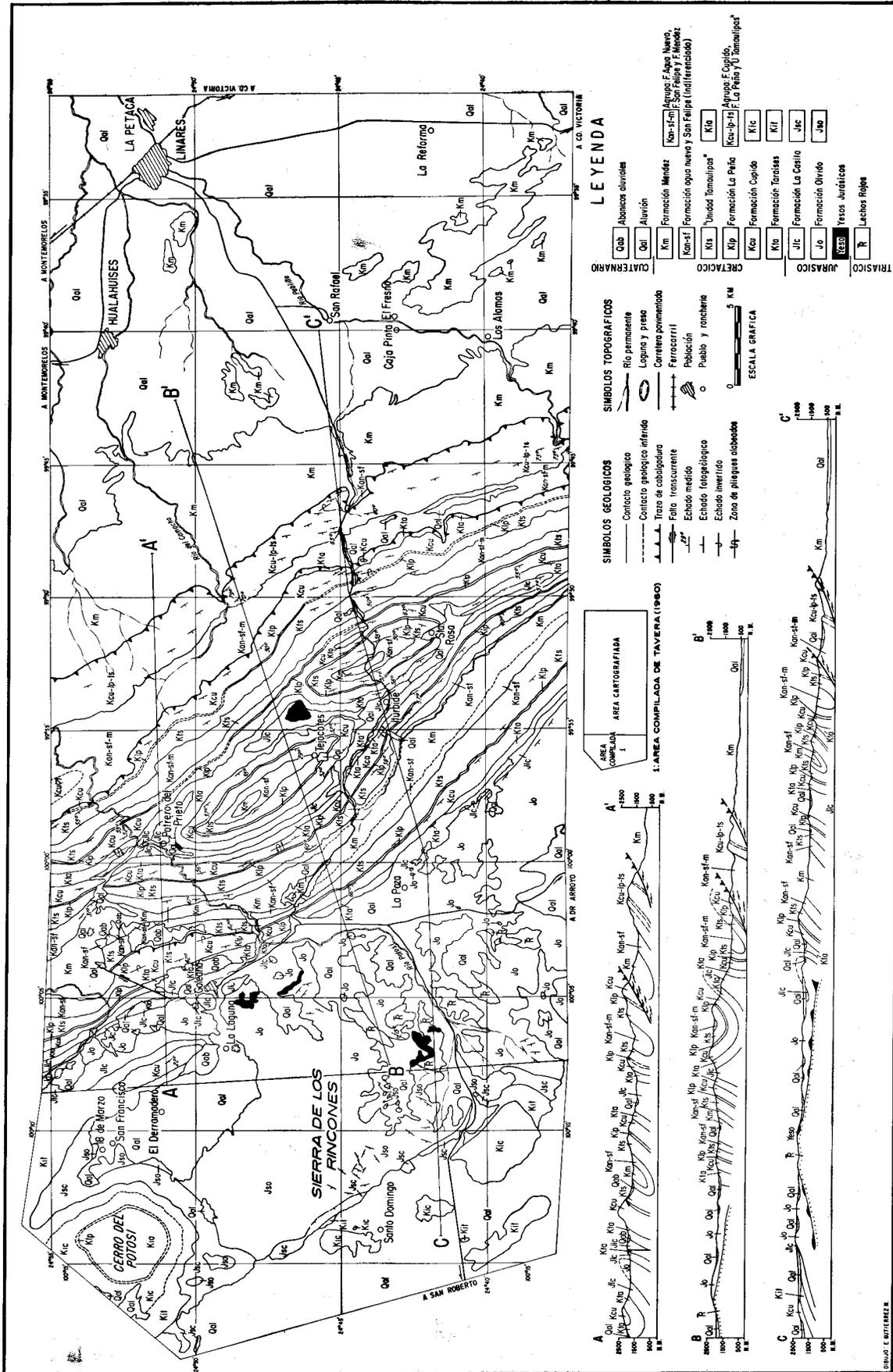
Estructuras principales.—Las estructuras presentes en esta zona se pueden clasificar como estructuras simples que van de oeste a este desde anticlinales y sinclinales asimétricos, hasta formar un grupo de apretados anticlinales y sinclinales recostados hacia el noreste de la zona oriental.

La estructura regional más sobresaliente del área es la denominada Cabalgadura Mayor. Esta cabalgadura había sido ya descrita por Díaz (1951), quien la nombró Falla Frontal.

La Cabalgadura Mayor está representada por un plano tectónico que tiende a la horizontal a profundidad y que pone en contacto al Cretácico Inferior (Caliza Cupido) con el Cretácico Superior (Lutita Méndez).

Se logró determinar una segunda cabalgadura, un poco más al poniente que la anterior, que queda definida también, por un plano tectónico cuya inclinación al suroeste es mayor que la de la Cabalgadura Mayor. A esta falla inversa se le ha denominado Cabalgadura Secundaria. Estas dos cabalgaduras forman lo que la escuela francesa ha denominado una "escama tectónica", o bien, lo que los ingleses llaman "cuña tectónica".

Esta "escama", hace las veces de alóctono y de autóctono; es decir, es alóctona cuando se refiere a las Formaciones Cupido, La Peña y "Unidad Tamaulipas", que yacen discordantes sobre la Lutita Méndez en el límite de la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo; pero es autóctona cuando nos referimos a la Cabalgadura Secundaria, en donde la Formación Taraises descansa en contacto tectónico sobre las Formaciones San Felipe y Méndez.



Por otro lado, en el Cerro del Labrador al oriente de Galeana, tenemos una pequeña falla inversa que pudo ser determinada debido a que la Caliza Cupido descansa directamente sobre la "Unidad Tamaulipas" y la Formación La Peña en el flanco oriental del cerro mencionado. Esta falla inversa se encuentra asociada con una falla de transcurrancia de carácter senestral, que tiene una dirección NNW-SSE. Ambas fallas no habían sido descritas con anterioridad (Figura 6).

Cronología tectónica.—Para un mejor entendimiento del problema que representa separar las di-

ferentes fases de deformación, es necesario establecer un orden cronológico de las mismas. Para efectuar esto, se empleará el método de "razonamiento retróctónico"; es decir, se empezará por describir las fases de deformación más recientes y se terminará con las más antiguas.

Ultimamente, Tardy (1972) reconoció varias fases tectónicas en el norte y noreste de México, denominando a este conjunto "Ciclo Geotectónico Mexicano (Ciclo Alpino)", terminología que se usará para la descripción de la tectónica en el área estudiada.

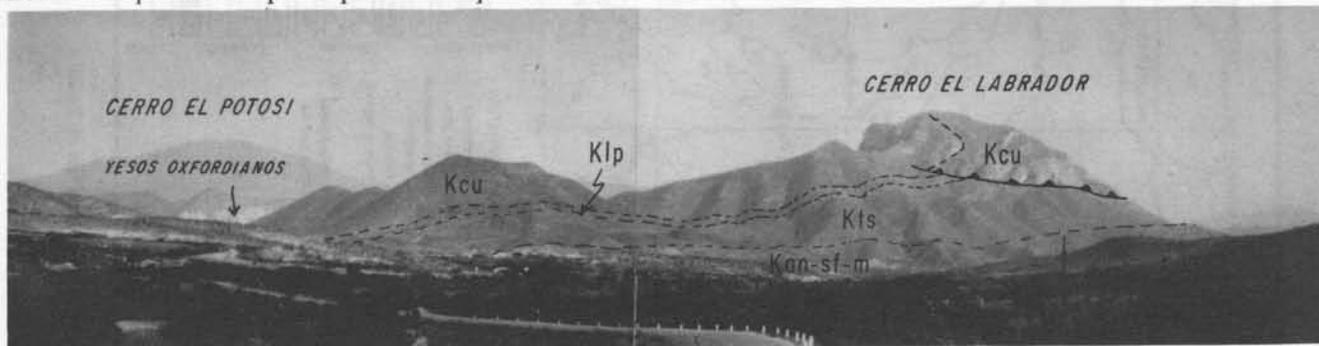


Figura 6.—Fotografía panorámica tomada desde el Puerto de Los Pastores hacia el norte, en donde se muestra el Cerro del Labrador con su falla inversa en el flanco norte, y al fondo a la izquierda, el Cerro El Potosí, el más alto de la región.

CICLO GEOTECTONICO MEXICANO (CICLO ALPINO)

Fase pliocuaternaria.—La característica principal de esta fase tectónica es que presenta un conjunto bien establecido de fallas normales de gravedad, asociadas con vulcanismo. El autor no observó este tipo de detalles en el área, pero Tavera (1960, p. 29) habla acerca de algunas fallas normales, lo cual es un indicio de la existencia de esta fase tectónica en la zona.

Por otro lado, el hecho de que en áreas adyacentes a la estudiada existan mesetas basálticas provenientes de derrames volcánicos pliocuaternarios (suroeste del área de estudio), es otra evidencia más de la presencia de esta fase reciente de deformación en la Cadena Alta-Altiplano Central, aunque es de desearse la realización de estudios posteriores que verifiquen o descarten esta posibilidad.

Fase miocénica (?).—Esta fase del Ciclo Geotectónico Mexicano fue ampliamente reconocida en el área del Sector Transversal de Parras por Tardy (1973a, p. 362-363) y es la responsable de los pliegues de fondo de dirección NNW-SSE presentes a lo largo de la Sierra Madre Oriental. Una evidencia aceptable de esta fase tectónica, es la presencia de una molasse continental del tipo de la Formación Ahuichila de edad eoceno-oligocénica (de Cserna, 1956, p. 27) que presenta plegamientos simétricos y en algunas ocasiones asimétricos sobregirados hacia el noreste, como es el caso de los conglomerados que afloran al sur del área estudiada, entre Aramberri y Zaragoza, Estado de Nuevo León.

Es evidente que el evento tectónico que plegó a estos conglomerados, debe haber sucedido después del depósito de los mismos, y como esta deformación no afecta a los derrames volcánicos pliocuaternarios, se puede pensar entonces que al menos, la edad de esta fase es pre-pliocuaternaria y post-oligocénica.

Si bien es cierto que en el área estudiada no

afloran depósitos continentales terciarios comprobados, ni derrames volcánicos pliocuaternarios, también es cierto que se pueden extrapolar las evidencias existentes en áreas adyacentes, ya que la distancia entre éstas y la zona de estudio es bastante corta, además de que todas estas áreas son parte de un mismo dominio tectónico, que es la Cadena Alta-Altiplano Central.

Fase Laramídica (Paleoceno).—La Fase Laramídica del Ciclo Geotectónico Mexicano es la más importante en el área de estudio, ya que se pueden reconocer las consecuencias de su actividad en toda la Sierra Madre Oriental.

El efecto de esta fase tectónica en el área de estudio, produjo primeramente pliegues simétricos y asimétricos recostados hacia el noreste. Posteriormente, fue la causa de un desprendimiento o *décollement* al nivel de los yesos oxfordianos de la Formación Olvido, que favoreció la deformación de la cobertura sedimentaria mesozoica (Jurásico Superior-Cretácico Superior) hacia el noreste, para que finalmente se produjeran, por medio de un amortiguamiento frontal, las cabalgaduras y la "escama tectónica" que se observan en la porción oriental del área de estudio.

La dirección de los esfuerzos tangenciales de esta fase tectónica es hacia el noreste y su edad puede ser establecida con base a que la última unidad de la secuencia sedimentaria afectada por esta deformación, corresponde a los flyschs del Cretácico Superior de la Lutita Méndez, así como también, al hecho de que las molassas terciarias continentales (Eoceno Oligoceno) del área de Aramberri-Zaragoza, se encuentran descansando en posición discordante sobre las estructuras mesozoicas. Por lo anterior, se puede decir que la edad de la Fase Laramídica es Paleoceno.

Fase Cimeriana (límite Triásico-Liásico).—En el área de estudio, los sedimentos oxfordianos de la Formación Olvido descansan discordantemente (discordancia angular) sobre los lechos continentales de la Formación Huizachal del Triásico Superior. Esta discordancia, es un indicio de la existencia de un evento tectónico que puede situarse dentro del tiempo, como de edad post-Triásico Superior y pre-Jurásico Superior, correspondiendo con lo que Tardy (1973a, p. 365) denominó fase cimeriana en el Sector Transversal de Parras. El límite de edad de deformación de esta fase no pudo establecerse con precisión en el área estudiada, pero Ramírez (1974, p. 63) lo sitúa exactamente en el Triásico-Liásico inferior, ya que en el área de Huayacocotla se observa al Sinemuriano superior marino, descansar discordantemente sobre la Formación Huizachal.

En el área se observó que la deformación de esta fase cimeriana fue poco intensa, produciendo anticlinales y sinclinales simétricos suaves que pueden ser producto de pliegues de fondo. Ramírez (1974, p. 63), también observó estas mismas características en el Anticlinorio de Huizachal-Peregrina, e inclusive, notó también que los alineamientos de las estructuras producidas por esta deformación, son casi homoxiales con las producidas por la fase miocénica (?).

Por lo anterior, se piensa que es posible correlacionar los aspectos estructurales y tectónicos presentes en el área de Linares-Galeana, con los del área estudiada por Ramírez (1974), ya que ambas zonas forman parte de un mismo dominio tectónico, que es la Cadena Alta-Altiplano Central de la Sierra Madre Oriental.

Finalmente, en el área estudiada no aflora la base de la Formación Huizachal, por lo cual no es posible discutir la historia pre-triásica de la región, siendo la fase cimeriana el evento tectónico más antiguo que es posible observar.

GEOLOGIA HISTORICA

La reconstrucción de la historia geológica de esta parte de la Sierra Madre Oriental se encuentra restringida a partir del Triásico, ya que estas son las rocas más antiguas que afloran en el área, por lo que se desconoce la evolución pre-triásica, que aunque pudiera ser deducida de áreas adyacentes, no se va a incluir.

Historia mesozoica.—Como no fue posible observar la base de la Formación Huizachal, sólo se puede inferir que en el área Linares-Galeana, durante el Triásico Tardío se efectuó el depósito de la molasse continental que constituye los sedimentos de esta formación.

En el límite Triásico Superior-Liásico, una deformación muy suave (fase cimeriana) afecta a la Formación Huizachal. Después de un período de erosión, se produce una lenta transgresión en el Oxfordiano, cuyo resultado son los sedimentos de la Formación Olvido, que aumenta durante el Kimmeridgiano-Portlandiano para producir los depósitos de la Formación La Casita.

Desde que principió el Cretácico, los sedimentos que se depositan en esta zona son de cuenca, mientras que para el Cretácico Inferior, en el área de Miquihuana-Bustamante, se depositan calizas arrecifales (en un alto fondo marino), que constituyen la

Plataforma de Valles-San Luis Potosí.

En el Cenomaniano, prevalecen condiciones normales de sedimentación, mientras que al sur del Geosinclinal Mexicano, ocurren bruscos cambios de sedimentación en los que sedimentos terrígenos reemplazan a la sedimentación calcárea, siendo ésta una consecuencia de la fase tectónica precoz albo-cenomaniana.

Hacia el Cretácico Superior, el depósito de sedimentos continúa de manera estable hasta terminar esta Era en el Maestrichtiano.

Historia cenozoica.—Desde fines de Cretácico y durante el Terciario, la sedimentación en la Planicie Costera del Golfo continuó en forma normal y estable. Pero durante el Paleoceno la Fase Laramídica afectaba con toda su intensidad a la denominada Cadena Alta. Es en este momento cuando se producen en el área estudiada el *décollement* del sur y suroeste de Galeana, la Cabalgadura Mayor y todas las estructuras importantes de la zona.

Al sur de la región de estudio, se depositaba en esta época una molasse continental (de edad probable eocénica-oligocénica) discordantemente sobre las formaciones cretácicas, lo cual es un argumento más para pensar que la Cadena Alta de la Sierra Madre Oriental fue afectada principalmente por esta fase laramídica (Paleoceno).

Hacia el Mioceno, la región se ve afectada por una fase tectónica tardía, caracterizada por producir pliegues de fondo compresionales de dirección NNW-SSE, afectando a las estructuras mesozoicas, a los planos de las cabalgaduras y a las molassas continentales, como se observó en el área de Aramburri-Zaragoza, Estado de Nuevo León.

A partir de esta época, la topografía empieza a ser transformada por los numerosos arroyos que forman una red de drenaje que comienza a rejuvenecer la región y a proporcionar las bases para el aspecto topográfico actual.

A fines del Plioceno y principios del Cuaternario, empieza un período de actividad volcánica asociada con fallas normales de gravedad que modifican la morfología del área, para finalmente, durante el resto del Cuaternario, los grandes valles sean azolvados por sedimentos lacustres y las laderas de los cerros cubiertas por abanicos aluviales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Carrillo-Bravo, J., 1961, Geología del Anticlinorio Huizachal-Peregrina al NW de Ciudad Victoria, Tamaulipas: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, v. XIII, p. 1-99.
- Cserna, Zoltan de, 1956, Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México, entre Torreón y Monterrey: México, Cong. Geol. Intern., 20, Monogr., 87 p.
- Díaz-G., Teodoro, 1951, Corte geológico de la Sierra Madre Oriental entre Linares y Galeana, N. L.: PEMEX, informe inédito.
- Guzmán, E. J. y Cserna, Zoltan de, 1963, Tectonic history of Mexico: Am. Assoc. Petroleum Geologists, Mem. 2, p. 113-129.
- Hernández-Arana, Hebert, 1966, Geología de una parte de la Sierra Madre Oriental entre Linares y Galeana, Estado de Nuevo León: Univ. Nal. Autón. México, Fac. Ingeniería, Tesis Profesional, 49 p., (inédita).

- Humphrey, W. E., 1949, Geology of the Sierra de Los Muertos area and paleontology of the La Peña Formation, Mexico: Geol. Soc. America Bull., v. 60, p. 89-176.
- Imlay, R. W., 1936, Geology of the western part of the Sierra de Parras: Geol. Soc. America Bull., v. 47, p. 1091-1152.
- 1937, Geology of the middle part of the Sierra de Parras: Geol. Soc. America Bull., v. 48, p. 587-630.
- 1943, Jurassic formations of the Gulf region: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 27, p. 1407-1533.
- 1944, Cretaceous formations of Central America and Mexico Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 28, p. 1077-1195.
- Imlay, R. W., Cepeda, Edmundo, Alvarez, Manuel y Diaz, Teodoro, 1948, Stratigraphic relation of certain Jurassic formations in eastern Mexico: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 32, p. 1750-1761.
- Kellum, L. B., 1932, Reconnaissance studies in the Sierra de Jimulco, Mexico: Geol. Soc. America Bull., v. 43, p. 541-564.
- Mixon, R. B., Murray, G. E., y Diaz, Teodoro, 1959, Age and correlation of Huizachal Group (Mesozoic), state of Tamaulipas, Mexico: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 43, n. 757-771.
- Muir, J. M., 1934, Limestone reservoir rocks in the Mexican oil field; *in* Problems of petroleum geology: Tulsa, Am. Assoc Petroleum Geologists, p. 377-398.
- Raisz, Erwin, 1959, Landforms of Mexico: Cambridge, Mass., mapa con texto, escala 1:3,000,000.
- Ramírez-R., Calixto, 1974, Reconocimiento geológico de las zonas metamórficas al poniente de Ciudad Victoria, Tamaulipas: Univ. Nal. Autón. México Facultad Ingeniería, Tesis Profesional, 78 p., (inérito).
- Tardy, Marc, 1972, Stratigraphie et tectonique de la Sierra Madre Oriental au niveau du secteur transversal de Parras (Etat de Coahuila, México): Bull. Soc. Géol. de France, Sér. 7, t. XIV, p. 66-76.
- 1973a, Les phases tectoniques du secteur transverse de Parras, Sierra Madre Orientale (Mexique): Bull. Soc. Géol. de France, Sér. 7, t. XV, p. 362-366.
- 1973b, Sobre la estratigrafía de la Sierra Madre Oriental en el sector de Parras, Coahuila; Distinción de las series Coahuilense y Parrasense: Soc. Geol. Mexicana, v. 33, p. 51-69.
- 1975, La nappe de Parras; un trait essentiel de la structure laramienne du secteur transversal de la Sierra Madre Orientale, Mexique: Bull. Soc. Geol. France, Sér. 7, t. XVII, p. 77-87.
- Tardy, Marc, Longoria, J. E., Martínez-R., Juven-tino, Mitre, L. M., Patiño, Manuel, Padilla y S., R. J., y Ramírez-R., Calixto, 1975, Observaciones generales sobre la estructura de la Sierra Madre Oriental; la aloctonía del conjunto Cadena Alta-Altiplano Central, entre Torreón, Coah., y San Luis Potosí, S.L.P.: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, n. 1, p. 1-11.
- Tavera A., Eugenio, 1960, Yacimientos de barita en el distrito de Galeana, Nuevo León: Cons: Rec. Naturales no Renovables (México), Bol., 55, 70 p.