La Evolución Tectónica de Tierra Caliente, Guerrero

*Campa Uranga, Ma. Fernanda**

INTRODUCCION

Antecedentes

Los trabajos geológicos efectuados en la zona se remontan a la época prehispánica. Las minas de Taxco producían plata acarreada por los indios desde antes de la conquista según lo atestigua el hecho de que los primeros embarques rumbo a España de este metal se produjeron en 1522, sólo 4 años después de la llegada de Cortés a Veracruz.

Desde entonces, con altibajos, la región siempre tuvo interés minero y por ende geológico. Las primeras publicaciones se remontan a fines del siglo pasado y comienzos del presente. Así en 1897 se tiene la primera publicación en donde se hacen mención a diversos sitios de la región: el Bosquejo Geológico de México de Aguilera, Ordóñez y Buena. En 1903, Charles E. Hall publica en la famosa Sociedad Científica Antonio Alzate sus "Notes on a geological section from Iguala to Teloloapan, State of Guerrero, México". Posteriormente, en 1918, Teodoro Flores publica "Los Criaderos Minerales de Campo Morado y La Suriana, Distrito de Aldama, Estado de Guerrero". En 1929 aparece el trabajo de Santillán "Geología Minera de las Regiones Norte, Noroeste y Central del Estado de Guerrero". En 1930 aparece el "Etude Synthétique sur le Mésozoïque Mexicain" de C. Burckhardt donde se hace mención a el área de estudio. En el

Congreso Geológico Internacional de 1948, Fowler et al presentaron el trabajo "The Taxco Mining District, Guerrero, México", donde se colocan las bases de la estratigrafía del área.

Otro trabajo importante que aporta la descripción general más completa del metamórfico de Taxco, es el que presentó Osborne en el Congreso Geológico Internacional de México, realizado en 1956: "Geología y Depósitos Minerales del Distrito Minero de Taxco".

En 1959 se tiene el primer estudio geológico de la región de Huetamo con la magnífica publicación alusiva de J. Pantoja. Mención especial merece el famoso trabajo de Fries "Geología del Estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero. Región Central Meridional de México" publicado en 1960, que sintetiza la estratigrafía de la llamada cuenca de Morelos y Guerrero.

En 1975, de Cserna et al publica los resultados radiométricos de muestras de Taxco el Viejo en su artículo "Edad Precámbrica Tardía del Esquistos Taxco, Estado de Guerrero".

Paralelamente a las publicaciones mencionadas, existen numerosos informes geológico-petroleros y geológico-mineros inéditos; también hay numerosas tesis de la UNAM e IPN.

Marco Geográfico.—

La región estudiada está enclavada en la Cuenca del Río Balsas y en sus fronteras con el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur.

* *Petróleos Mexicanos*

La menor elevación de la cuenca es de 300 m.s.n.m. y las elevaciones mayores alcanzan más de 4000 m.s.n.m., en el Nevado de Toluca.

Tanto el Río Balsas, como sus afluentes vierten sus aguas del Océano Pacífico, y sus cursos siguen el sistema de diaclasas y fallas activas de la zona: NW-SE, NE-SW Y N-S principalmente. Un ejemplo magnífico lo constituye la desembocadura del Río Cutzamala en el curso del Río Balsas a la altura de Cd. Altamirano.

Marco Geológico

Los antecedentes mencionados han conformado, junto con otros de áreas aledañas las ideas geológicas regionales. A la fecha se reconocen unidades litoestratigráficas paleozoicas y pre-cámbricas (basamento metamórfico), así como mezozoicas (calizas y terrígenos del Cretácico y Jurásico Superior) y capas rojas continentales terciarias, así como diversas manifestaciones magmáticas intrusivas y volcánicas terciarias y recientes.

La evolución tectónico-histórica, sigue los esquemas similares propuestos por Fries (1960), quien cartografió la porción nororiental y consideró que las áreas metamórficas de Taxco y Taxco Viejo eran esquistos y roca verde del Paleozoico y Triásico, respectivamente. Estas rocas formaron una paleopenínsula que se hundió y emergió a través de la historia geológica regional, durante distintas etapas marcadas por las rocas cretácicas, terciarias y recientes que afloran en la zona.

“El primer evento registrado en la región es el depósito de tobas riolíticas con materiales clásticos interestratificados que forman el Esquisto Taxco. Estas rocas se acumularon en fechas desconocidas probablemente en la segunda mitad del Paleozoico”, (Fries, p. 160). El mismo autor agrega adelante que estas rocas se deformaron, metamorizaron y más tarde se erosionaron. “Encima del esquisto erosionado fueron depositadas las rocas andesíticas de la Rocaverde Taxco Viejo, probablemente en la segunda mitad del Triásico. Las rocas volcánicas verdes parecen haber sido plegadas y metamorizadas ligeramente, antes de que se depositaran encima de las capas calcáreas y arcillosas de la formación Acahuizotla, probablemente en la última parte del Jurásico”. (Op. cit. — p. 160).

“Cuando menos pudo haber habido algo de plegamiento débil o de combamiento después del depósito de la formación Acahuizotla, ya que ésta se conserva únicamente en lugares aislados debajo de la formación suprayacente inmediata, o sea la

formación Auitlapán: . . . cuya edad corresponde probablemente al Neocomiano” “La lutita filítica de la formación Auitlapán, pasa gradualmente hacia arriba a la caliza Xochicalco, de edad aptiana, sin discordancia aparente”.

Posteriormente, “un combamiento hacia arriba para formar la paleopenínsula de Taxco y un hiato largo, aunque de duración desconocida ocurrieron entre el depósito de la caliza Xochicalco y el de la Formación Morelos suprayacente, cuya edad varía del Albiano medio al Cenomaniano Temprano. . . El relieve de la superficie pre-Morelos fué considerable y la formación no llegó a cubrir completamente la paleopenínsula de Taxco (op. cit. p 161)”.

Después la región volvió a emerger y erosionarse la caliza Morelos, sobre la que se depositó, a principios del Turoniano, la Formación Cuautla. “Hacia el final del Turoniano un cambio de sedimentación interrumpió la acumulación de la caliza, iniciando el depósito del lodo, limo, arena y conglomerado de grano fino que ahora constituyen la Formación Mexcala”. (op. cit., p. 162).

Durante el Eoceno emergió definitivamente la región, según lo demuestran las capas continentales del Grupo Balsas, sobre el cual se depositó la Riolita Tilzapotal a finales del Oligoceno. Posteriormente continuó el fenómeno volcánico, pero depositando lavas intermedias y básicas, durante el Mioceno.

Hacia el Plioceno se renovó el fallamiento y el depósito de material epiclástico de la Formación Cuernavaca. Finalmente "la extravasación de las lavas del Grupo Chichinautzin debió haberse iniciado hacia el final del Plioceno y particularmente durante el Pleistoceno, a causa de las fallas laterales profundas de la corteza que definen la Zona Neovolcánica" (op. cit. p. 164). Siguiendo ese modelo, Pantoja (1959) y Salazar (1973) describen las estructuras mesozoicas del área de Huetamo. Salazar (1973) agrega: "Las características estructurales de la región muestran la influencia tectónica del Macizo de Zitácuaro -Taxco por el Oriente y Noreste (1973 p. 43). . . y adelante dice: Durante el Cretácico Medio los mares transgredieron a los macizos de Guerrero, Oaxaca y Zitácuaro-Taxto, dejando como testigos continentales a las islas de Balcones y de Taxco" (op. cit., p. 51).

ESTRATIGRAFIA Y PALEOGEOGRAFIA

Las rocas que afloran en el área estudiada son mesozoicas y cenozoicas. Como se muestra en la Fig. 2, las columnas estratigráficas representativas de la región son cuatro:

Sierra de Taxco-Iguala.—

La columna muestra afloramientos del basamento compuesto por rocas metamórficas de edad precámbrica (De Cserna, 1975). Estas rocas metamórficas son también una secuencia volcánico-sedimentaria que guarda muchas semejanza con la que aflora al occidente de Teloloapan (columna A), por cuya razón se está revisando la edad reportada por De Cserna.

En esta sierra aflora una potente secuencia de bancos y capas de caliza con parches de biostromas que contienen capríidos *Teocasia* sp., *Actaenoella* sp., *Nerinea* sp., *Numoloculina heimi* *Dicyclina Schlumbergeri*, que los fechan como Albiano-Cenomanianos. Aquí la formación Morelos tiene un espesor de 1200 m. según Fries (1965) y Tarango (1973).

Sobre los bancos, aflora una franja de 100 m. de espesor con capas de calizas delgadas con *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella*, *Ovallis*, *Pithonella trejoi*, *Stomiosphaera cardiformis*, *Heteroelix*, que datan las capas del Albiano al Turoniano. Esta franja (Formación Cuautla o Agua Nueva) subyace concordantemente a la secuencia rítmica de lutita y arenisca de la formación Mexcala del Cenoniano y que mide 1200 m. de espesor, según Fries (1965). Nosotros medimos en el sinclinal de Taxco para la Formación Mexcala un espesor máximo de 600 m. corregido por pliegue. Sobreyaciendo discordantemente a la secuencia anterior, se observan capas de limolita y conglomerado calcáreo rojos continentales de la Formación Balsas, que por correlación, ha sido fechada Eoceno-Oligoceno Inferior. Sobre la anterior descansa discordantemente el depósito de ignimbrita y lava riolítico-dasíticas de edad Oligoceno Superior-Mioceno con cerca de 500 m. de espesor.

Chilacachapa—Ixcateopan.—

Está formada por una secuencia de margas y calizas arcillosas con horizontes faunísticos con *Chofatella decipiens*, *Orbitolina* sp., *Nannoconus bucheri*, *Nannoconus truitti*, *Nannoconus Minutus*, que datan al conjunto dentro de los límites del Aptiano-Albiano. El espesor medido alcanza hacia el lado occidental de la sierra, los 650 m. concordantemente sobrepuestos afloran bancos de calizas con parches de biostromas con caprinidos, *Toucaia* sp., *Actaenoella* sp., *Nerinea* sp. *Numoloculina Heimi*, que datan a la secuencia dentro del Albiano Cenomaniano (Formación Morelos). El espesor de esta formación pasa de los 1000 m. Hacia el oriente de la sierra, afloran capas delgadas de caliza con bandas y nódulos de pedernal con microfauna: *Colomiella mexicana*, *Colomiella recta*, *Calcisphaerula innominata*, *Nannoconus truitti*, *Nannoconus minutus*, que fechan a la secuencia dentro de los límites del Aptiano-Albiano (Formación Xochicalco). El espesor medido es de 400 m. y 100 m.

En el camino de Ixcateopan-San Miguel-Huixtác aflora la misma secuencia, pero el espesor de la Formación Xochicalco (Formación Tamaulipas Superior) parece menor ya que su estilo de deformación en pliegues chevrón hace que aparezca con espesores exagerados. Llegando a San Miguel parece subyacer a los bancos de la Formación Morelos, lo que unido a la fauna que la caracteriza, parece más bien un cambio de facies del Aptiano-Albiano.

En el valle sinclinal aflora una alternancia rítmica de lutita y arenisca con algunas capas de cal-

carenita con líticos de plataforma conteniendo *Numoloculina heimi* en matriz de micrita (mudstone) con fauna de cuenca con *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella Ovalis* del Albiano-Cenomaniano.

(Formación Mexcala). El espesor medido por nosotros no pasa de los 600 m.

El Cenozoico es el mismo y con relaciones similares de superposición discordante que las otras columnas.

Sierra de Amatepec-Teloloapan-Arcelia.

El occidente de la región cartografiada muestra una potente secuencia de la vas (almohadilladas), tefra (toba y brecha) y pequeños intrusivos (diques y sills) de composición esencialmente andesítica. Esta secuencia volcánica está interestratificada con sedimentos terrígenos (lutita, arenisca y caliza que contienen amonitas del Jurásico Superior, *Wichmannicera* sp. y *Microcantoceras* sp.).

El conjunto está afectado por una deformación regional por aplanamiento, pliegues superpuestos y afallamiento, de tal manera que las relaciones de sus diversos paquetes son tectónicas. Hay áreas en las que existen serias evidencias a favor de que los sedimentos cretácicos afloren en posición de ventanas debajo de la misma secuencia volcánicas jurásicas que los cubre. Por ejemplo en el área de El Pochote, aflora un paquete de sedimentos asociados: caliza-lutita del Aptiano-Albiano con amonitas: *Parahoplites* sp. y *Hamites* sp. (Formación El Pochote) y Caprinidos; así como microfauna: *Calcisphaerula innominata* y *stomiosphaera sphaerica*.

Algunas calcarenitas contienen *Numoloculina heimi*, que además alternan con lutitas y que son similares a la Formación Mexcala. En otros casos, donde el conjunto presenta segregación de esquistos calcáreos, la relación de la caliza con las volcánicas, es de interestratificación aparente.

El espesor de esta secuencia no se conoce hasta la fecha, debido a que en el área estudiada no aflora la base de la misma y las relaciones con el resto de la columna son tectónicas. Los trabajos detallados de A. Parga (1976) en la región de Ixtapan del Oro, Mex. aportan un espesor del orden de los 2000 m. y los de U. Gutiérrez (1975) en Ixcatepec aportan un espesor de 1600 m. para el conjunto.

Sobrepuesto en discordancia angular, se encuentran limolitas y conglomerados rojos de la Formación Balsas, que por correlación han sido fecha-

W

E

Figura 3

SECCIONES ESTRUCTURALES QUE MUESTRAN LAS RELACIONES ESTRUCTURALES DE LAS PLATAFORMAS DE MORELOS-GUERRERO (E) Y DE HUETAMO-MICHOACÁN (W) CON EL ARCO VOLCÁNICO MEXICANO DE TOLLOAPAN-ARCELIA.

dos Eoceno—Oligoceno Inferior. Sobre lo anterior descansa discordantemente la ignimbrita y lava riolítico—dasítica de edad Oligoceno Superior—Mioceno correlacionadas con la Formación Tilzapotla.

Zona de Huetamo—Coyuca.—

En la zona de Huetamo—Coyuca, zona occidental, la secuencia más antigua comienza con un marcado predominio de rocas volcánicas y volcánicas (grauvacas y lavas) de composición esencialmente andesítica. Los terrígenos interestratificados contienen amonitas del grupo *Ancyloceras* del Jurásico Superior—Cretácico Inferior. Este tipo de sedimentación comienza a variar, hasta encontrar un predominio de terrígenos rítmicos con amonitas del género *Criceratitidos* y *Leópoldia* sp., durante el Neocomiano. Al término del Cretácico Inferior, comienza a desarrollarse una plataforma con capas de calizas con *Orbitolina* sp., *Toucasia* sp., *Nerinea* sp. y otros fósiles, capas interestratificadas con terrígenos finos rítmicos con ostreas, y *Nerinea* sp., que datan a esos depósitos en los límites del Aptiano—Albiano. Hasta aquí llega la sedimentación netamente marina ya que durante el Cretácico Superior hay un cambio a la sedimentación de capas rojas.

El Cenozoico está representado por depósitos puramente continentales: en la base del mismo, durante el Eoceno y Oligoceno, se depositaron capas rojas (limolita y conglomerado principalmente), sobre las que se depositaron lavas e ignimbritas de composición andesíticas y dacítica principalmente.

Si estas columnas estratigráficas de la Fig. 2 se comparan, se verá que la región de Huetamo—Coyuca juega el papel de transición entre las condiciones de sedimentación interna (Arco Insular Volcánico—Mar Marginal) del Jurásico—Cretácico Inferior y la sedimentación de plataforma plenamente desarrollada en Taxco y Morelos. La comparación de esas columnas nos presenta sus similitudes y diferencias.

Tanto en Huetamo—Coyuca como en Amatepec—Teloloapan—Arcelia, los depósitos son similares durante el Jurásico Superior (abundancia de depósitos volcánicos y volcánicos) pero hacia el término del Cretácico Inferior, en la región occidental de Huetamo—Coyuca se desarrolla una plataforma calcárea incipiente mientras que en la región central de Amatepec—Palos Altos—Teloloapan, continúan las condiciones del Jurásico Superior, o sean abundantes rocas volcánicas.

Otra diferencia fundamental, es el metamor-

fismo regional que afecta la porción central y su total ausencia en la zona occidental (Morelos—Guerrero). O sea que, si tomamos el paquete de rocas formadas por la secuencia volcánica sedimentaria metamorfizada, y lo colocamos al occidente de Huetamo—Coyuca y por ende, éste último entre el anterior y la plataforma Morelos—Guerrero, la zona de Huetamo Coyuca representaría el cambio de facies lateral de la plataforma de Taxco, en sus límites transicionales con otro ambiente paleogeográfico donde abunda el depósito volcánico marino y los terrígenos marginales. Se observa también una polaridad de W a E, en la precocidad del depósito.

En este momento solo quedan dos alternativas que expliquen la sedimentación mezosoica desde Michoacán hasta Guerrero—Morelos.

A).— Que la región central que divide a esas plataformas de Guerrero y Michoacán, constituida por la secuencia volcánica sedimentaria metamorfizada, constituya desde el comienzo un arco volcánico entre dos plataformas separadas. O bien

B).— Que esa región metamorfizada central esté ahora emplazada en ese lugar, pero que no necesariamente lo haya estado antes durante los depósitos plataforma albianos y que por lo tanto, las llamadas cuencas de Michoacán y Guerrero—Morelos, en realidad sean parte de un sólo ambiente de plataforma antigua (Albiano—Cenomaniano).

La primera alternativa (A), funciona como hipótesis hasta el momento en que no puede contestar a la pregunta ¿cómo se metamorfizó la región central y no así los depósitos laterales, especialmente los de Michoacán que son penecontemporáneos?.

Tampoco puede responder al hecho de que no se presentan cambios de facies de las plataformas laterales hacia el arco central. Solamente con la aloctanía de esa zona metamorfizada puede explicar por ahora, su foliación regional, y por ello, parece más coherente considerar a la plataforma de Huetamo—Coyuca como los límites de la gran plataforma que se formó en la zona de Taxco y estado de Morelos continuación del mismo dominio paleogeográfico y el Arco—Mar Marginal que originaron la actual secuencia volcánica—sedimentaria, hacia el W de Huetamo—Coyuca.

El marco estratigráfico anterior nos sirve de base para construir el esquema de evolución paleogeográfica siguiente, según la Fig. No. 5: No sabemos desde cuando comenzaron a desarrollarse un arco insular y un mar marginal occidentales porque

no aflora la base de los depósitos datados hasta ahora como Jurásico Superior. Sin embargo es evidente que desde entonces hasta el Albiano prevalecieron condiciones similares de vulcanismo andesítico, en oposición a la sedimentación calcárea del oriente. Hacia fines del Cretácico Inferior comenzaron a desarrollarse los bordes de una plataforma que se desarrollaría cada vez más al oriente y cada vez más joven (bancos con rudistas del Turoniano del estado de Morelos, Formación Cuautla de Fries).

Al término del Cretácico Inferior (Albiano), en el área de Huetamo y a principios del Cretácico Superior (o Cretácico Medio), en el área de Morelos-Guerrero, culmina el desarrollo de la plataforma, en oposición a los depósitos volcánicos y vulcanoclásticos interestratificados con terrígenos y calizas, que caracterizan otra zona interna más occidental.

De esta manera se desarrollan dos dominios paleogeográficos opuestos: un dominio oriental externo caracterizado por facies de sedimentación no vulcanógenas y un total ausencia de metamorfismo regional e intrusiones graníticas precoces.

Esta polaridad marca claramente dos dominios paleogeográficos opuestos en sus facies pero, paralelos en el tiempo: al dominio de arco insular y mar marginal (zona interna) y el dominio de plataforma (zona externa).

La zona Morelos-Guerrero corresponde a éste último, mientras que la secuencia volcánico-sedimentaria metamorfozada, ahora emplazada en Teloapán-Amatepec, corresponde al dominio de arco insular-mar marginal. La zona de Michoacán-Guerrero representa la transición entre ambos.

Durante el Cretácico Superior hasta el Paleoceno, en la región oriental continúa la sedimentación marina con el depósito de flysch que rellena la cuenca finalmente (Formación Mexcala), mientras que en la región occidental no hay ningún depósito, y en la zona de transición hay depósitos de capas rojas de ambiente continental marginal. Esto evidencia que la región occidental sufre una gran deformación durante el Cenomaniano que hace que el dominio externo sufra plegamiento y metamorfismo regional, se efectúe la intrusión de masas graníticas y la zona de transición emerja definitivamente hasta nuestros días.

Al término del Mesozoico, durante el Paleoceno, todavía la región sufre otra deformación que provoca la aloctonía y corrimiento de los depósitos del dominio interno sobre la plataforma, así como

la formación de las grandes estructuras anticlinales y sinclinales que afectan los depósitos de la plataforma.

En la región de transición de Michoacán-Guerrero continúa el depósito de capas rojas y comienza en el oriente. A partir del Eoceno toda la región emerge en definitiva hasta nuestros días y tiene una historia común: capas rojas continentales y depósitos de vulcanismo ácido intermedio.

Se producen las primeras fosas, con lo cual comienza la deformación neotectónica que continúa hasta nuestros días.

Desde el Plioceno hasta el Reciente, se producen movimientos tensionales principalmente, que provocan grandes fallas en sistemas y el relleno ulterior de fosas. Comienza el vulcanismo básico, andesítico-basáltico hasta llegar a nuestros días con la formación de conos y colados de material volcánico que han conformado el Eje Neovolcánico que sirve de límite norte a la región estudiada.

TECTONICA

Los fenómenos responsables de las deformaciones de las rocas, lo mismo que los procesos sedimentológicos que dan origen a la estratificación, tienen una historia. De la misma manera que la estratigrafía estudia los sedimentos en orden cronológico, la geología estructural debe estudiar las deformaciones de acuerdo con el lapso en que se produjeron, toda vez que lo observado en nuestros días no es más que la suma resultante de las diversas deformaciones superpuestas a lo largo de la historia geológica de la región estudiada.

Basados en lo antes dicho, analizamos aquí las fases de deformación con el mismo criterio de la Estratigrafía, o sea de la más antigua a la más reciente.

DEFORMACIONES SUPERPUESTAS

Basamento Pre-Mesozoico.—

La discordancia de los depósitos mesozoicos sobre un basamento paleozoico o precámbrico no se observa en la región estudiada pero hay que inferirla del hecho de desarrollarse una plataforma arrecifal en la zona oriental.

En Acahuizotla, se observa claramente la discordancia de la plataforma sobre un basamento metamorfozado.

En los límites de Guerrero y Oaxaca, también se observa una sedimentación Cretácica Inferior y Jurásica por debajo de los bancos de la plataforma que se ha reportado discordantemente sobre un basamento metamórfico Paleozoico y Precámbrico (Esquistos Acatlán).

Primera Fase del Cenomaniano.—

En la región estudiada no aflora el basamento pre-mezosoico. La deformación que implica el depósito discordante del Mesozoico sobre un Zócalo o basamento preexistente, por lo tanto, no se observa.

La primera fase de deformación compresional claramente evidenciada en el área es la fase Cenomaniana. Su manifestación más clara es el metamorfismo que plegó y folió la secuencia volcánico-sedimentaria que se había depositado hasta el Albiano, y que ahora se encuentra en la zona central. Las rudistas encontradas por Rodríguez (1977) en una breccia volcánica andesítica, de la misma especie que los encontrados en la caliza arrecifal, son fósiles índices del Albiano Basal sin lugar a dudas (comunicación personal de la Dra. Gloria Alencáster); estos fósiles (*Coeloceras* sp.) nos dan la clave para reconocer que el fenómeno de vulcanismo andesítico occidental mesozoico llegó hasta el Albiano. Por lo cual, el metamorfismo que afectó depósitos volcánicos andesíticos similares de la zona de Amatepec-Teloloapan, debe ser fechado como post-Albiano Basal.

Sin embargo, las estructuras más antiguas de la región son necesariamente aquéllas que van asociadas al metamorfismo. La secuencia volcánico-sedimentaria presenta como rasgo distintivo la foliación y los pliegues de estilos diversos. La foliación afecta todos los rasgos relictos de la estructuras originales y aunque no logra borrarlos debido a que el metamorfismo es débil, aplasta los componentes y recrystaliza a minerales nuevos propiamente metamórficos: clorita, mica blanca, epidota, granate. Estos planos de foliación S1, están plegados conformando a su vez otros planos, S2, que siguen direcciones diversas. Los pliegues tienen estilos diferentes: de rodilla (Kink), similares, chevrones, paralelos abiertos, etc. observándose disarmonías notables y comunes. El metamórfico, también presenta segregaciones de calcita y cuarzo en forma de pliegues complejos propios de niveles estructurales inferiores.

Los diversos estilos en el plegamiento pueden deberse a diferentes deformaciones. Así por ejemplo, los pliegues chevrones no son exclusivos del

metamórfico, ya que se observan en la caliza y en el flysch; sin embargo, los pliegues de rodilla (kink o knick) solo han sido observados en las rocas metamórficas, de manera que los pliegues chevrones, paralelos abiertos, etc. de estilo diferente a los "kinks" pueden deberse a deformaciones distintas y quizá generalizando pudieran deberse a fases diferentes: la fase subhercínica es responsable de los "kink" y la fase laramide de los chevrones. Sólo parece importante agregar que los datos analizados este año, confirmaron la posición relativa de los conjuntos de rocas verdes (metavolcánicas) sobreyaciendo discordantes a los conjuntos esencialmente metasedimentarios. Este hecho puede ser explicado tectonicamente, según se muestra en la Fig. No. 5, como un arco insular (rocas verdes) y sedimentos de mar marginal, (deformados por un fenómeno de metamorfismo regional de bajo grados (facies de esquistos verdes). La fase Cenomaniana también se manifiesta en la actividad magmática. El magmatismo ácido que produjo la intrusión del batolito de Placeres justamente en este lapso.

Otra manifestación más también fundamental, es la expresada en el cambio de sedimentación marina a continental de toda el área, pero especialmente de la región de Huetamo. Las capas rojas comienzan a depositarse después del Albiano observándose un cambio transicional del ambiente marino que prevaleció hasta el Albiano, por otro ambiente cada vez más continental, a partir del cual, emergió la región en definitiva hasta nuestros días.

Segunda Fase del Paleoceno.—

Esta segunda fase compresional que, superpuesta a la anterior, es la responsable de los grandes pliegues anticlinales y sinclinales de la región de Huetamo, así como del emplazamiento anormal del metamórfico en la zona de Amatepec Teloloapan, produjo en la región de Taxco-Iguala los grandes anticlinorios y sinclinorios con estructuras directas, ya que los primeros conforman las sierras y están constituidos por caliza Albiano-Cenomaniano de las formaciones Morelos, Xochicalco, Chialachapa-Acahizotla, y los segundos rellenan el valle sinclinal con flysch Turoniano-Cenomaniano de la Formación Mexcala.

Este plegamiento disarmónico va acompañado del desarrollo de un clivaje paralelo al plano axial, el cual se hace muy abundante hacia el occidente y desaparece al E. De esta manera a lo largo de la carretera de Iguala a Cd. Altamirano, este clivaje no se observa en el sinclinal de Taxco en contraste con su desarrollo intenso a partir del sinclinal de Ixcateopan-Pachivía.

Los caracteres estratigráficos y estructurales de este dominio mezosoico oriental son significativamente idénticos a los descritos en el Estado de Morelos por Fries (1968). A su vez, el conjunto es fundamentalmente idéntico al conjunto de la Sierra Madre Oriental al sur del Eje Neovolcánico, es decir que forma parte del miogeosinclinal mexicano.

En el capítulo de Estratigrafía se describieron dos secuencias que durante el Cretácico Inferior, se fueron individualizando hasta corresponder a dominios paleogeográficos opuestos: por un lado, el desarrollo de una plataforma calcárea incipiente del Aptiano al Albiano, y por el otro, depósitos volcánicos y vulcanogénicos con intercalaciones de lentes y capas de lutita, caliza y cuarcita. En otras palabras, una zona externa y una zona interna.

Zona Externa.— La región de Huetamo, actualmente occidental, se caracteriza, como antes se dijo, por sus impresionantes pliegues sinclinales y anticlinales conformados en caliza de plataforma del Albiano—Aptiano (Formación Morelos) terrígenos y material volcánico del Neocomiano (Formación San Lucas) así como el aumento de depósitos volcánicos y vulcanoclásticos del límite Jurásico Cretácico (Formación Angao). Los sinclinales tienen morfología directa, en contraste con los anticlinales que la presentan invertida, ya que en sus núcleos se desarrollan los valles.

Por otro lado, hay que hacer notar que las estructuras muestran una tendencia a recostarse hacia el Oriente puesta en evidencia especialmente en el Anticlinal de Characo.

Los caracteres estratigráficos y estructurales de este dominio mezosoico de Huetamo pueden corresponder a los límites laterales de la plataforma de Guerrero—Morelos teniendo en cuenta su correlación con Chilacachapa, límite occidental de la plataforma calcárea. De manera que, hablando de la plataforma calcárea desarrollada en los límites del Cretácico Inferior y el Cretácico Superior, Chilacachapa viene a ser la transición entre la plataforma desarrollada con magnificencia en Guerrero—Morelos (continuación hacia el sur de la misma plataforma que aflora en la Sierra Madre Oriental) y la plataforma incipiente de Huetamo.

Es evidente el cambio de condiciones ambientales de depósito durante el Albiano Aptiano: Taxco, Gro. y Estado de Morelos representa un mar de aguas someras, cálidas, límpido sin aporte de terrígenos que permitió el depósito de biostromas y algunas facies transicionales de capas de caliza de cuenca (Formación Xochicalco), especialmente en

el paso hacia el florecimiento de la plataforma en sus strictus tiene un desarrollo más limitado y co-participa transicionalmente de margas hacia su base (ya había algún aporte de terrígenos en la Formación Chilacachapa). Finalmente Huetamo, muestra capas y lentes de caliza de plataforma, similares a las de Chilacachapa, pero interestratificadas con terrígenos y tobas.

Hay que agregar además, que algunos terrígenos del Barremiano contienen carbón y plantas fósiles, lo que implica condiciones marginales de depósito tranquilo con aporte de aguas continentales (hojas y troncos fósiles) y estancadas (carbón). Por otro lado, los caracteres estructurales de la región de Huetamo, Chilacachapa y Taxco son similares, aunque la relación entre la plataforma de Taxco, Guerrero—Morelos y la de Huetamo no se observa, ya que en medio de ambas aflora el paquete metamorfizado de la secuencia volcánico—sedimentaria, o sea el arco que representa la Zona Interna.

Zona Interna.— Formado por una potente secuencia de depósitos volcánicos andesíticos y sedimentos de lutita, caliza y cuarcita, afloran numerosos derrames andesíticos almohadillados, como por ejemplo: en San Bárbara, Palmar Grande, San Juan Tetitlán Laguna de Palos Altos y Pesoapa. Solamente se encontraron radiolarios en las cuarcitas de las Ceibas, Gro. Esta secuencia fué metamorfizada por un fenómeno regional de bajo grado (facies de esquistos verdes) que produjo una foliación general y pliegues de estilos y direcciones diversas.

Los caracteres estructurales y estratigráficos de este dominio permiten correlacionarlo con secuencias esencialmente iguales que afloran en áreas separadas a lo largo del Pacífico: La Sierra Madre del Sur, hasta Chiapas y Guatemala Sinaloa, Sonora y Baja California.

Esta disposición representa caracteres de arco volcánico insular desarrollado durante el Mezosoico, asociado a un mar marginal, ambos bordeando en un cinturón al occidente de México. Sin embargo, el emplazamiento de este dominio interno en la región intermedia entre la zona de Huetamo y de Taxco, Gro. — Morelos es a todas luces anormal. Para explicarlo, se ha observado que: A primera vista, la potente secuencia metamorfizada parece una barrera entre la plataforma de Michoacán (Huetamo) y la de Morelos—Guerrero (Taxco—Cautla). Se supo en un tiempo que se trataba de basamento o zócalo premezosoico (Macizo Taxco—Zitácuaro).

Ahora se tienen nuevos datos que indican que

el metamórfico de Zitácuaro, Valle de Bravo, Ixtapan de la Sal, Teloloapan, Amatepec, Arcelia, es Mesozoico. Se tienen fósiles índices que indican que al finalizar el Cretácico Inferior, la secuencia volcánico-sedimentaria (metamorfizada en el Cenomaniano), se estaba depositando simultáneamente con las plataformas de Guerrero-Morelos y Michoacán.

Luego entonces, no se trata de un basamento o zócalo pre-mesozoico (también llamado "Macizo Taxco-Zitácuaro").

Otra explicación entonces, puede ser, un arco insular volcánico entre ambas plataformas. Sin embargo, la plataforma de Guerrero-Morelos no muestra ninguna influencia volcánica-volcanoclástica en su sedimentación. Tampoco se puede entender como se metamorfizó posteriormente el arco intermedio sin afectar las plataformas calcáreas laterales.

En el área de Taxco-Teloloapan, la relación de la secuencia metamorfizada con la plataforma calcárea, es una relación tectónica de cabalgadura, fechada como paleocena, en su emplazamiento (Campa et al, 1976).

Tanto en la región de Taxco como en la de Huétamo, nunca se ha observado la secuencia "sana" sobre el metamórfico.

Sólo en el frente de la cabalgadura, la caliza muestra en ocasiones cantiles con un relieve sobresaliente, que no son continuos, y que hemos explicado como fallas normales posteriores.

Dentro de la enorme extensión que abarca el metamórfico, no existe ningún testigo de erosión que indicara la sobreposición de la plataforma sobre el metamórfico. Al contrario, el emplazamiento es inverso en numerosas ocasiones, según advirtió desde hace 77 años Hall, "I am not able to determine the structure". (1903, p. 329). O sea que dibuja en su sección el depósito metavolcánico sobre los sedimentos de la ventana de El Pochote y no encuentra explicación a esa estructura (Fig. No. 3).

Las anomalías gravimétricas registradas por Geoca, S.A. comunicación verbal del Ing. César Jacques, en la zona metamórfica de Arcelia-Teloloapan, muestran una tendencia que acusa un potente espesor de la cobertura, o sea que apoyan la interpretación de que el basamento se profundiza en esta área. La tendencia gravimétrica registrada hacia lo que serían el llamado Macizo de Taxco-Zitácuaro y Alto de los Balcones, acusa contadí-

toriamente un bajo.

Las observaciones y razonamientos anteriores, pueden encontrar salida con una posible explicación: que la zona interna sea un alóctono desplazado por la deformación paleocena de occidente hacia su emplazamiento actual. La mezcla desordenada de diversas litologías que difícilmente pueden cartografiarse y que sin embargo guardan una uniformidad general que las hace aparecer como una unidad morfológica unitaria, apoyaría esa hipótesis.

Tercera Fase del Fin del Mioceno.—

Las capas de conglomerado y limolita rojas de la Formación Balsas afloran en las inmediaciones de la Sierra de Taxco y en la fosa de Tierra Caliente. Siempre presentan inclinaciones variables, pero con una clara tendencia al NE de más de 40° promedio, que no pueden ser atribuidas simplemente a inclinaciones de depósito; se ha propuesto, como explicación a esa observación regional (en el estado de Morelos lo mismo que en Michoacán y sur de Guerrero), que se tratan de bloques afallados (Fries, de Cserna, Pantoja, etc.) o bien debido a intrusivos (De Cserna, comunicación verbal). Sin embargo, en el camino de San Pablo Puerto Oscuro-Velixtla se observa un combamiento del metamórfico que termina hacia el Valle del Río Sultepec-Presa Vicente Guerrero en las cercanías de Arcelia. Otras observaciones en regiones cercanas, como la del Valle de Bravo, Tejupileo y Huitzucó, indican que ese combamiento es regional y conforma un gran levantamiento de gran radio de curvatura con una orientación NNW-SSE que afecta inclusive a los depósitos de vulcanismo ácido del Oligo-Mioceno, tal y como se ve claramente también en la Sierra de Taxco. Estos depósitos de nubes ardientes que se depositan rellenando zonas bajas de valles antiguos están presentes entre Valle de Bravo-Sultepec y Taxco, en la actualidad se encuentran en posición anormalmente elevada, lo mismo que las capas de la Formación Balsas y que el metamórfico. (Campa et al, 1977).

Los "domos cóncavos invertidos", testigos de erosión de lo que fueron grandes combamientos que afloran en la fosa de Tierra Caliente y las posiciones anormalmente elevadas del metamórfico conjuntamente con otras unidades litoestratigráficas premiocénicas, que afloran en las sierras y conforman combamientos regionales, son los caracteres producidos por esta tercera fase superpuesta a las anteriores.

El combamiento mayor es el de Tlalchapa,

ocupando el centro de la fosa y está formado por capas rojas terciarias y depósitos de ignimbrita ácida-intermedia. Hacia el NE se levanta otro combamiento alargado que se va desde Santa Ana Zicatcoyan-Amatepec Sierra de la Goleta, y que choca con el combamiento Valle de Bravo-Huitzuco (Campa et al, 1977).

En el norte del área estudiada se cartografiaron los límites de la Sierra de Nanchititla, que también muestra un relieve inclinado del tipo de combamiento sinforme.

Otras estructuras de este tipo se desarrollan en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, límite suroccidental de la región estudiada.

La única diferencia está, en que aquí están constituidas por depósitos andesíticos e ignimbrita. Estas estructuras no afectan depósitos pliocénicos en la región de Temascaltepec y Valle de Bravo, así como en Ixtapan de la Sal y Cuernavaca. Este hecho fecha sin lugar a dudas esta fase en los límites del Mioceno y Plioceno.

Esta fase marca, a su vez, el final de la deformación esencialmente compresional y sirve de paso a la deformación extensional que sigue activa hasta nuestros días.

NEOTECTONICA

Los depósitos Plio cuaternarios solamente están afectados por fallas y diaclasas que acusan el cambio en el estilo de las deformaciones anteriores. Además de las fosas, semifosas y pilares, también se conservan terrazas, superficiales de erosión y valles relictos, que descubren la historia postmiocénica hasta nuestros días.

Las fosas más características se observan en las mesetas del Valle de Ixtapan de la Sal: la de Coatepec Harinas Pilcaya, Ixtapan de la Sal El Mogote, Villa Guerrero Zumpahuacán, son rellenos epielásticos de la Formación Cuernavaca (también denominada Chontalcoatlán), con una orientación NW-SE que conforman una gran fosa que delimita el combamiento del fin del Mioceno de Taxco al SW y el Anticlinorio N-S de Monte Grande San Gaspar y otro combamiento NE-SW de Chalma-Coatetelco. Al sur las fosas de Iguala y Los Cedros-Cocula, y la semifosa de Ahuehuepan-Xalostoc, son los ejemplos más claros de la neotectónica.

La fosa de Iguala está conformada por aluvión reciente y conos conglomerados de cuaternario antiguo que han sido contrahuidos con la Formación

Balsas, de la misma manera que el relleno de la semifosa de Ahuehuepan, está formado por ese aluvión.

En cambio la fosa Cocula-Los Cedros muestra una estructura superpuesta de pliegues sinclinal-anticlinal-sinclinal y aluvión en el fondo de la fosa limitada al norte por las semifosas de Huahuaxtla y de Ahuehuepan, con los que guarda un desnivel de cerca de 1000 m. lo mismo que con sus límites E y W conformados por los anticlinorios de Chilacchapá y de Coacoyula.

Otra fosa importante es la de Tierra Caliente que afallando depósitos miocénicos, cayó en posición de fosa mientras que el occidente se rompía en pequeñas fosas y pilares, que continuaron desarrollándose. La llamada depresión del Balsas debe ser una fosa reciente. Una red de fallas normales y diaclasas conforman un diagrama de esfuerzos cuyas direcciones fundamentales controlan el drenaje de la zona, y en diversas ocasiones los contactos litológicos. Estos movimientos póstumos completan el relieve actual.

CONCLUSIONES

Las columnas estratigráficas, la paleogeografía, así como la historia de las deformaciones diversas sufridas por las rocas nos conducen a distinguir cuatro dominios paleogeográficos tectónicos que confluyen en la región (Fig. 4).

Los dominios mezozoicos contrastantes: interno, representando por un arco andesítico insular y un mar marginal, desarrollados durante el Jurásico Superior Cretácico Inferior, y una zona externa, representada por una plataforma y desarrollada durante el Cretácico Inferior y su relleno flysch ulterior del Cretácico Superior. Hay una zona de transición entre ambas paleogeográficas diferentes.

Estos dos dominios y su transición, han sufrido dos deformaciones compresionales: la Cenomaniana con polaridad manifiesta de occidente a oriente, y otra Paleocena, con polaridad de oriente a occidente. Se observa magmatismo intrusivo precoz en occidente y tardío en el oriente.

Ambos dominios son cubiertos discordantemente por molasas continentales y por otros dominios Cenozoicos: el vulcanismo ácido-intermedio tipo Sierra Madre Occidental. Estos depósitos y los mezozoicos, sufren una ulterior deformación compresional que conforma combamientos amplios: la deformación de fines del Mioceno.

Todo el conjunto de rocas y sus deformaciones compresionales superpuestas, se hundieron debajo del más joven y espectacular dominio Cenozoico; el vulcanismo básico-intermedio, cuyos conos recientes se alinean con los sistemas preferentes de fracturas, que afectan hasta nuestros días la región estudiada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CAMPA M. F., CAMPOS M., FLORES R., OVIEDO R. 1974.— La secuencia Mesozoica Volcánico-Sedimentaria Metamorfizada de Ixtapan de la Sal, Méx. — Teloloapan, Gro. Bol. Soc. Geol. Mex., Vol. 35: p. 7-28.
- CAMPA M. F., FLORES R., GUERRERO P., LIMON M., RAMIREZ J., VAZQUEZ M. 1977.— La evolución tectónica y la mineralización en la región de Valle de Bravo Méx. e Iguala, Gro., A.I.M.M.G.M., Mem. Tec. XII, p. 143-169.
- DE CSERNA Z. 1960.— Orogénesis in time and Space in México. Geol. Rund., v. 50, p. 595-605.
- DE CSERNA Z., FRIESC., RINCON H., SOLORIO J., SCHMITTER E. 1975.— Edad Precámbrica Tardía del Esquisto Taxco, Estado de Guerrero. Bol. Asoc. Mex. Geol. Pet., Vol. XXVI, No. 4-6, p. 183-193 (1974).
- FRIES C., 1960.— Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, Región Central Meridional. Bol. No. 60, Inst. Geol., UNAM; 236 p.
- GUTIERREZ U. 1975.— Prospecto Arcelia-Teloloapan Pemex.— Informe Inédito.
- PARGA A., 1976.— Prospecto Zitácuaro.— Pemex.— Informe Inédito.
- RODRIGUEZ O., 1977.— Prospecto Tecmán-Colima. Pemex.— Informe Inédito.
- ONTIVEROS TARANGO, G. 1973.— Estudio estratigráfico de la porción Noroccidental de la Cuenca Morelos Guerrero. Bol. 4-6, Vol. XXV AMGP. pp. 190-234.
- SALAZAR M. S., 1975.— Prospecto Huetamo-Morelia.— Pemex.— Informe Inédito.