

V. GEOLOGIA

5.1. ESTRATIGRAFIA

En esta área afloran rocas de constitución litológica diversa, varían de rocas intrusivas y extrusivas a una columna estratigráfica que incluye desde areniscas y conglomerados del Eoceno-Oligoceno, encontrando entre ellas una secuencia donde predominan los sedimentos terrígenos, a excepción de la Formación Morelos del Cretácico Medio que está constituida por rocas carbonatadas (ver tabla No. 1 de correlación).

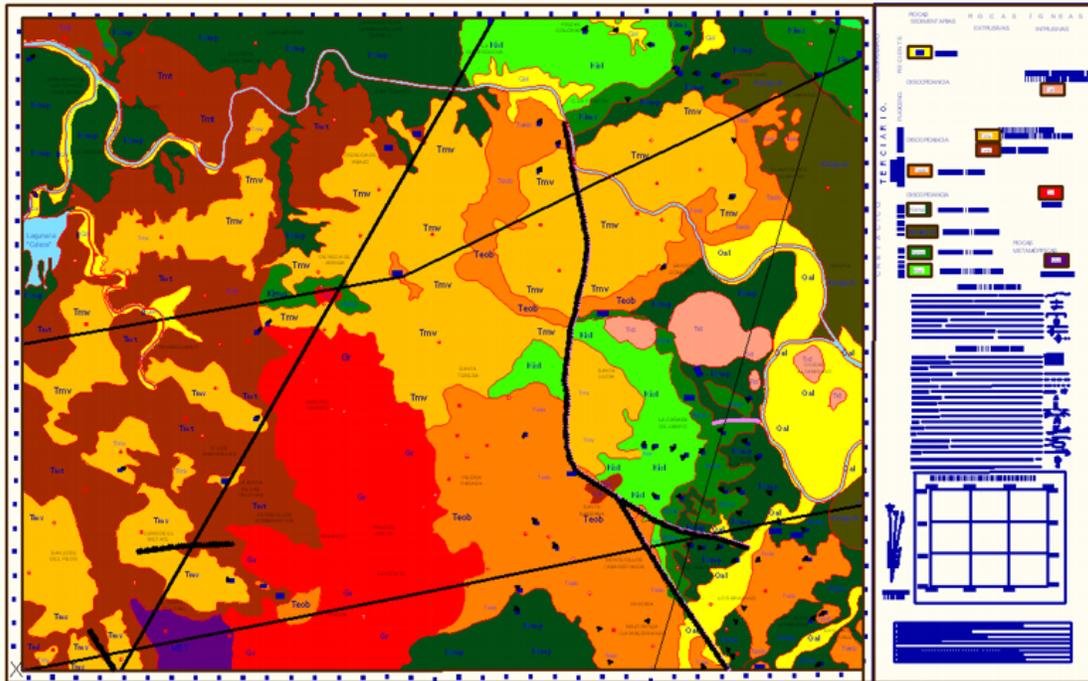


Figura 6.- PLANO GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

En las formaciones sedimentarias estudiadas se observan cambios litológicos y faunísticos en sentido lateral como reflejo de los distintos ambientes y profundidades en que se depositaron, variando también

en sentido vertical de acuerdo con la fuente de aportación de sedimentos.

La estratigrafía en esta región incluye diques que intrusionan a las formaciones sedimentarias y en algunos casos, a las rocas volcánicas, los cuales presentan alto grado de alteración; por lo que llegan a confundirse con areniscas alteradas.

Estas confusiones, que se manifestaron en los informes trimestrales de avance, han sido modificadas para su presentación en los mapas finales, los cuales son definitivos y se considera debe concedérseles el mayor crédito en este trabajo. Iniciamos la descripción estratigráfica de la región a partir del Jurásico Medio por no existir rocas más antiguas en el área de trabajo (Figura 6).

5.1.1.- ROCAS METAMÓRFICAS O COMPLEJO PLACERES DEL ORO. (TR (?)) Jm (?) (CM).

Se define como Complejo Placeres del Oro a una secuencia de rocas vulcano sedimentarias metamorfoseadas a facies de esquistos verdes que afloran en el límite suroccidental en los alrededores del poblado Puerto del Oro mediante una ventana estructural, aproximadamente a 12 km y se encuentra en contacto con rocas ígneas (granitos y lavas andesíticas).

Este complejo metamórfico proviene de una alternancia de rocas sedimentarias y volcánicas, estas últimas eran esencialmente andesíticas. El grado de metamorfismo que afecta las rocas, aún cuando ha producido el conjunto de minerales de clorita-calcita-cuarzo, correspondientes a las facies de esquistos verdes, es tan bajo que se preservaron las texturas y la estratificación original.

La secuencia estratigráfica metamorfizada está formada por filitas, pizarras, cuarcitas y calizas. Los depósitos son aglomerados, andesitas y con algunos derrubios ignimbríticos.

El espesor de la secuencia es difícil de estimar dado que la base no aflora, además de presentar complejidad interna tanto estratigráfica como estructural. Sin embargo se le ha considerado más de 800 m de espesor.

En otras localidades existen complejos similares como por ejemplo, en el área de Tzitzio el Complejo Carácuaro ha sido datado por el método K/Ar, obteniendo una edad de 157 Ma (Jurásico Superior), edad muy similar a la obtenida por Centeno-García (1994) en rocas similares (Complejo Arteaga) en la región de Arteaga, Michoacán, las que han sido interpretadas como edades de deformación y/o metamorfismo. En el área estudiada no se tiene fechamientos por lo que su edad es incierta.

5.1.2. SISTEMA CRETÁCICO

CRETÁCICO INFERIOR

HAUTERIVIANO-APTIANO INFERIOR

A). FORMACIÓN SAN LUCAS

1. Definición.- El nombre de esta formación fue propuesto por Jerjes Pantoja Alor en 1959 (Bol. No. 50 del C.R.M.N.R. pg. 12) para designar "una secuencia de clásticos marinos consistentes en arcillas, limolitas, lutitas, areniscas, conglomerados y calizas intercaladas", "la coloración varía de amarillo a rojo pardo pasando por verde, gris y pardo".

La localidad tipo se encuentra pasando las últimas casas del pueblo de San Lucas sobre el arroyo y a unos 50 m del camino a Huetamo, en un afloramiento de lutitas y areniscas de grano fino, de color oscuro con restos fósiles de plantas y amonitas, que en los estudios paleontológicos y estratigráficos se consideró como una facies infralitoral del Hauteriviano- Aptiano Inferior.

Esta unidad consiste en una secuencia rítmica potente (de más de 1,000 m.) de rocas clásticas marinas de tipo flysch que consisten en arcillas, limonitas, lutitas feldespáticas, areniscas tobáceas y microconglomerados con calizas arcillosas intercaladas, que yacen en contacto transicional sobre los estratos de la Formación Angao y están cubiertas en concordancia transicional por las calizas de la Formación Morelos.

La textura de esta unidad es extremadamente variable, lo mismo que su litología, existiendo, sin embargo, un predominio de material clástico-fino. Los colores de los estratos varían de amarillo a rojo pardusco, cambiando a verde, gris y pardo.

Los microconglomerados contienen fragmentos de basalto, andesita, grauwaca, caliza y esquisto, predominan junto con lutitas feldespáticas en la parte superior de la secuencia, mientras que en la parte inferior predominan las rocas pelíticas, consistentes en lutitas con intercalaciones de calizas arcillosas.

Con base en determinaciones paleontológicas, se considera una edad para esta unidad del Valanginiano tardío-Aptiano temprano (Pantoja-Alor, 1959; Buitrón, 1973; 1981; 1985; Buitrón y Rivera, 1985; Pantoja *et al.*, 1994; 1999; Alencáster y Pantoja, 1996^{a,b}; Alencáster y Pantoja, 1998;

Skelton y Pantoja-Alor, 1999).

2.- Distribución en el área estudiada.- Aflora al Norte de la hoja de Coyuca de Catalán cerca de los poblados de la la Quiringucua y Pizán Colorado; al sur se encuentra a 2 Kilómetros aproximadamente de la cañada de Jaripo y a 1 kilómetro aproximadamente de Santa Lucía; también se localiza en las inmediaciones del cerro Las Parotas y en la porción central de la carta se le encuentra a dos kilómetros al este del poblado de Santa Teresa.

En el área de estudio, la Formación San Lucas se encuentra en zonas intermedias entre Coyuca de Catalán y Santa Teresa, debido a que más al norte hacia Zirándaro, la presencia de esta Formación es casi nula.

3.- Litología y Espesor.- Las características de esta formación son persistentes en el área estudiada, presentando ligeros cambios en sentido vertical que aunque perceptibles, no pudieron medirse con detalle, debido a que estas capas se encuentran bastante plegadas y por ser demasiado plásticas, principalmente en la parte superior. Precisamente por la intensidad de plegamientos que ocasiona repetición de estratos, los espesores que se midieron en diferentes localidades varían considerablemente unos de otros.

De manera general consiste en una alternancia de lutitas y areniscas de color gris verdoso en capas que varían de 5 a 40 centímetros de espesor. La diferenciación litológica más notable es que en la parte inferior predominan las areniscas sobre las lutitas, con algunas intercalaciones de 20 a 50 centímetros de espesor de conglomerado gris claro constituido por cantos subangulosos de arenisca del mismo color y en menor proporción de roca ígnea gris verdoso.

A medida que se asciende en la columna estratigráfica, las intercalaciones de conglomerados son menos frecuentes hasta

desaparecer y en la parte media de la formación se observan intercalaciones de 15 a 30 centímetros de espesor de grainstone, de color pardo claro a gris claro que persisten hasta la parte superior, donde la secuencia se torna más arcillosa, las capas de lutitas y areniscas son más delgadas y están presentes algunos cuerpos formados por mudstone de color gris verdoso a gris oscuro en capas de 10 a 30 centímetros de espesor, los que desaparecen finalmente en la cima de esta formación que está constituida por capas delgadas de lutita y arenisca que empiezan a cambiar en forma transicional a grainstone pardo claro a medida que están más cerca del contacto con la Formación Morelos.

4.- Relaciones Estratigráficas.- Sobreyace en concordancia a la Formación Angao y su contacto superior es concordante transicional con la Formación Morelos; aunque en algunas localidades, como en la falda oriental de la sierra de Dolores y al oriente de Angao, se encuentra abajo de la Formación Morelos en aparente discordancia debido a la diferencia de competencia que existe entre las capas potentes de caliza de la Formación Morelos y las capas delgadas de lutita y arenisca de la Formación San Lucas, mientras las primeras presentan gran resistencia al plegamiento, las segundas son demasiado plásticas y se pliegan con menor esfuerzo. Sin embargo, las características estructurales regionales muestran concordancia y similitud, por lo que se descarta la posible existencia de un hiato que diera lugar a una discordancia, confirmado esto en el área de Characo y en el camino de Altamirano a Santa Teresa, donde se observa el cambio transicional entre las Formaciones San Lucas y Morelos.

5.-Edad y Correlación.- La edad de esta formación varía del Hauteriviano al Aptiano superior, de acuerdo con los estudios paleontológicos.

Choffatella decipiens Schlumberger

Cheloniceras sp.

Pseudohaploceras sp.

Zurcherella sp.

Pulchellina sp.

Holcodiscus sp.

Cossmanea (Eunerinea) titania (Félix)

Distoloceras sp.

Lunatia sp.

Pecten sp.

Nerinea sp.

Por su edad, esta formación es correlacionable con las Formaciones San Juan Raya de la región de Tehuacán, Puebla; Tamaulipas Inferior y Otates de la Cuenca Tampico–Misantla y Acahuizotla de la Cuenca Morelos–Guerrero.

6.- Sedimentología.- Las condiciones que prevalecieron durante el depósito de estos sedimentos guardan mucha semejanza con las descritas para la Formación Angao, con la variante de que los agentes erosivos actuaban con menor intensidad sobre los macizos de Guerrero–Oaxaca y Zitácuaro–Taxco, bajo la influencia de climas más estables. También la energía de las aguas se fue estabilizando, como

lo muestra la desaparición de los conglomerados en la columna y la aparición de rocas carbonatadas intercaladas.

Estos sedimentos se depositaron en una cuenca relativamente somera de profundidades neríticas, que experimentaba una lenta subsidencia, quizás a igual ritmo que la velocidad de depósito de los terrígenos, supuesto por la secuencia transgresiva que se observa en la columna estratigráfica.

5.1.3 CRETÁCICO INFERIOR-SUPERIOR.

ALBIANO- CENOMANIANO

B.- FORMACIÓN MORELOS

1.- Definición.- Esta formación fue descrita inicialmente por Fries (1956) refiriéndose a una potente sucesión de calizas y dolomías de edad Albiano–Cenomaniano que aflora en los estados de Morelos, México y Guerrero. Dicho autor no menciona localidad tipo y considera al estado de Morelos como región tipo de esta formación.

De las rocas sedimentarias, la Formación Morelos es la de mayor extensión territorial, con un predominio en las regiones Centro y Norte, de afloramientos importantes en la montaña y, en menor grado, en Tierra Caliente.

Esta formación está constituida por una potente sucesión de calizas y dolomías interestratificadas, con cantidades variables de pedernal en forma de nódulos, lentes y granos, con fragmentos de fósiles silicificados.

La base de la Formación la constituye, en algunas partes, un miembro de anhidrita pura que al hidratarse se convierte en yeso, en trabajos

anteriores se separó esta unidad de la Formación Morelos y se nombró Anhidrita Huitzucu (Fries, 1960)..

La textura de la caliza varía de calcilutita a calcirrudita, pero el tipo textural más común es el de calcarenita. Los estratos son por lo general bastante gruesos, variando de 20 cm a más de 1 m, el color cambia marcadamente de una capa a otra, de gris cremoso claro a negro. Las capas oscuras contienen material bituminoso en cantidad variable; las capas dolomitizadas presentan colores grisáceos con tintes parduscos por meteorización y están separadas de las capas contiguas, formando contactos bien definidos en los planos de estratificación.

El pedernal es abundante en ciertas porciones de la Formación, siendo pocas las capas donde falta cierta forma de sílice. Gran parte del pedernal aparece en forma de nódulos irregulares, nudosos o cordados, sobre los planos de estratificación, formando algunos de ellos, lentes más pequeños.

La anhidrita es laminar, de color variable de blanco a gris oscuro, fuertemente deformada por su plasticidad y por la deformación que han sufrido durante la Orogenia Laramide. El material superficial contiene una mezcla considerable de yeso, pero la roca relativamente inalterada más densa, es anhidrita casi pura. La relación entre la anhidrita/yeso y las calizas es muy regular, no se observa sobreposición, ni estratificación y su contacto es tectónico debido al diapirismo de la anhidrita. La presencia de la anhidrita en el subsuelo se infiere en algunas partes por el desarrollo extenso de dolinas y poljes.

El espesor varía considerablemente, cerca de Iguala se le estima en 400 m, mientras que más al norte alcanza 1,130 m. Su contacto

inferior con el Esquistos Taxco, el complejo Acatlán y otras formaciones más antiguas, es por tectonismo; con la Formación Zicapa es transicional y el contacto superior con la Formación Cuautla, es discordante (Fries, 1960). La Formación Morelos varía ampliamente en edad en esta provincia geológica.

En términos generales, en el Occidente tiene edades de límite Aptiano-Albiano al Albiano medio, hacia el Oriente alcanza el Cenomaniano tardío y hasta el Turoniano temprano en los alrededores de Chilapa.

2.- Distribución en el área de estudio.

En la zona de estudio, esta formación se encuentra cerca de Chumbítaro, población cercana a los límites de Michoacán-Guerrero, donde la Formación Morelos se presenta en los cerros Lezcano. También se localiza cerca de Coyuca de Catalán a 3 kilómetros aproximadamente; en la parte noroeste, cerca de Zirándaro, se presenta en afloramientos aislados (ver mapa geológico en anexos).

En la parte oeste, se localiza a 2 km aproximadamente de la población Ciénega de Arriba y a 4 km aproximadamente de Santo domingo.

En la parte este, se presenta cerca del cerro La Parota y al sureste se manifiesta a aproximadamente 4 kilómetros del pueblo Montecillos.

Se localiza también en otras partes, forma cerros aislados que sobresalen notablemente, como sucede al suroeste de Comburindio, en las cercanías de Turitzio, y al poniente de Coyuca de Catalán, sobre el camino a Santa Teresa.

3.- Litología y espesor.-

En la sierra de Dolores al poniente de Comburindio y en el flanco oriental del anticlinal de Characo, se observan capas potentes de más de 1 metro de espesor de packstone

pardo claro y boundstone del mismo color, en partes masivas, con abundantes rudistas y caprínidos en ocasiones silicificados no se ven en posición de crecimiento, pero abundan en estas rocas.

En la sierra de Saivilla–Mal Paso y en el área de Curindinchapio se observaron mudstone, wackestone y grainstone de color pardo claro a gris claro, en capas que varían de 40 cm a 1 m de espesor, con abundantes miliólidos y escasa macrofauna de rudistas. Consecuentemente el espesor de esta formación también varía dentro del área estudiada alcanza hasta 900 m en los desarrollos arrecifales al oriente de Coyuca de Catalán y disminuye a 300 m en el área, al oriente de Ciénega de Arriba, que se encuentra en la zona interarrecifal.

4.- Relaciones estratigráficas.- Sobreyace en concordancia transicional a la Formación San Lucas, su contacto superior con la Formación Mal Paso también es concordante.

5.- Edad y correlación.- En los estudios micropaleontológicos de las muestras recolectadas en el presente trabajo se identificaron las siguientes especies de la microfauna.

Orbitolina morelensis Ayala-Catañares.

Dicyclina schlumbergeri Munier Chalmas

Ouingueloculina heimi, Bonet

Rhaxella sp.

Nummoluculina sp.

Con estos fósiles se determinó la edad del Albiano–Cenomaniano para esta formación, lo que confirma lo expresado por Pantoja-Alor en 1959 y corrobora la edad asignada a esta formación por Ayala en 1960, cuando describió por primera vez a *Orbitolina morelensis* del Albiano, al estudiar unas muestras recolectadas por Pantoja-Alor (op. cit.) en el área de Mal Paso.

La Formación Morelos se correlaciona con las formaciones Orizaba de la cuenca de Veracruz; El Abra de la plataforma de Valles–San Luís Potosí y de la Faja de Oro; El Doctor del oriente de Querétaro y Tamaulipas Superior de la cuenca de Tampico–Misantla, entre otras.

6.- Sedimentología.- Los sedimentos que se depositaron en la plataforma interna se originaron por precipitación de carbonato de calcio en aguas tranquilas; en algunas localidades como al oriente de Cuataceo y al poniente de El Timbinal, hubo interrupción en la secuencia de carbonatos debido al aporte de terrígenos, que formaron lentes arcillosos.

C.- FORMACIÓN MAL PASO

1.- Definición.- El nombre de esta formación fue propuesto por Pantoja- Alor en 1959 para designar "una serie de clásticos marinos, consistentes en lutitas, areniscas, margas, calizas y conglomerados intercalados". En su descripción menciona: "La litología y la textura de los sedimentos de la Formación Mal Paso, es sumamente variada, siendo los colores predominantes, el amarillo, el gris y el rojo con sus diferentes tonalidades". Pantoja no señala una localidad tipo en

específico, debido a la heterogeneidad de los sedimentos que constituyen a la formación en mención.

2.- Distribución en el área de estudio.- La Formación se encuentra cerca de Chumbítaro en un área de aproximadamente 8 Km al noroeste. También se localiza cerca de Coyuca de Catalán y San Juan de la Cruz en un área de aproximadamente 6 Km.

Al este del poblado de el Coco, se presenta a aproximadamente a un kilómetro.

Alcanza su mayor distribución en el sinclinal de Chumbítaro, entre Cuataceo y Chumbítaro, en la porción norte –noroeste de la hoja Coyuca de Catalán donde se le encuentra entre los poblados de La Magueyera, San Pedrito, El Limón de los García, Ziritzícuaro, Charácuaro, El Naranjo, Zirándaro de los Chávez y al sur de la presa “Laguna La Calera”.

En la porción sur central de la zona de trabajo se le encuentra a tres kilómetros al suroeste del poblado de Montecillos.

3.- Litología y espesor.- Esta formación presenta cambios litológicos notables, tanto en sentido lateral como verticalmente, que sólo se explican por la inestabilidad tectónica que debe haber prevalecido durante el depósito de estos sedimentos. En el sinclinal de Chumbítaro y el noroeste de Angao la unidad está constituida, en su parte inferior por capas de conglomerado formado de cantos rodados subredondeados, de 2 a 5 cm de diámetro de caliza pardo claro con miliólidos, que subyacen a una secuencia de areniscas pardo rojizo, margas verdes y calizas arcillosas pardo claro, en capas intercaladas

que varían de 10 a 40 cm de espesor, entre las que se encuentran algunos gasterópodos mal preservados; por lo que se infiere que tal vez se trata de fauna retrabajada. A medida que se asciende en la columna, es notable el predominio de los terrígenos, observando solamente la arenisca parda rojiza de grano fino a medio, en capas de 10 a 30 cm de espesor, con intercalaciones de lutita arenosa del mismo color en capas de 5 a 15 cm de espesor.

En el área de Arroyo Grande–Atotonilco, La Morena, al oriente de Trincheras, al suroeste de Tiquicheo, al suroeste del Devanador y suroeste de Villa Madero, la Formación Mal Paso está constituida por arenisca que varía de grano fino a grano grueso y en partes conglomerática de colores pardo amarillento, verdoso y rojizo, en capas de 10 a 40 cm de espesor, con intercalaciones arcillosas rojizas, de 10 a 40 cm de espesor. En el área de Atotonilco las capas de areniscas contienen geodas con crecimiento de cristales de calcita, y entre las capas arcillo-arenosas se encuentran eventualmente algunos estratos calcáreos de 20 a 40 cm de espesor.

El espesor de esta formación no se midió completo por no observar su cima; en el área de Tiringucha se midieron más de 300 m en el sinclinal de Chumbítaro, aproximadamente 550 m y en Atotonilco–La Monera se estimaron aproximadamente 900 m por lo que se considera que su espesor total debe superar estas cifras.

La Formación Mal Paso está constituida por areniscas que varían de grano fino a grano grueso en partes conglomerática, de colores pardo amarillento, verdoso y rojizo; en capas de 10 A 40 cm de espesor, con intercalaciones arcillo rojizas, de 10 a 40 cm de espesor.

Se midieron en el Sinclinal de Chumbítaro más o menos 550 m por lo que se considera que su espesor total debe ser superior.

4.- Relaciones estratigráficas.- Sobreyace en concordancia a la Formación Morelos y subyace en discordancia erosional y angular, a los estratos continentales del Grupo Balsas.

5.- Edad y correlación.- En las muestras recolectadas en esta formación no se encontró microfauna para determinar su edad. La macrofauna que se recolectó es de edad imprecisa, y en algunos casos parece retrabajada y sólo se observan moldes donde los fósiles fueron sustituidos por material arcilloso. Los mejores ejemplares se enviaron al Instituto de Geología para su estudio y la Dra. Blanca E. Buitrón identificó los siguientes fósiles (fauna retrabajada) de probable edad Aptiano-Albiano (Buitrón y Pantoja, 1994; 1998).

Cossmanea (Eunerinea) titania (Félix)

Tylostoma torrubiae Sharpe

Lunatia? pedernalis (Roemer)

Nerinea luttickei Blanckenhorn

Cardium cottaldinum d'Orbigny

Cabe reiterar que los estratos de la Formación Mal Paso sobreyacen a la Formación Morelos, como puede observarse en el Sinclinal de Chumbítaro, que por su posición estratigráfica se observa con claridad y detalle.

En el trabajo realizado por Pantoja-Alor en 1959, se reporta macrofauna retrabajada del Cretácico Inferior y del Cretácico Superior:

Astarte sp.

Gyrodos sp.

Cardium sp.	Lunatia sp.
Cyprimeria sp.	Natica sp.
Ciprina sp.	Nerinea sp.
Ostrea sp.	Pleurotomaria sp.
Pinna sp.	Tylostoma sp.
Veniella sp.,	Turritella sp.
Cassiope sp.	

En láminas delgadas, Agustín Ayala en el año de 1960 encontró ejemplares de *Dicyclina schumbergeri* Munier-Chalmas del Cenomaniano.

Los conglomerados que se encuentran en la Formación Mal Paso están constituidos por cantos rodados de caliza de la Formación Morelos, lo que indica que el depósito de la Formación Mal Paso fue posterior al Cretácico Superior; por lo que se correlaciona con las formaciones Cuautla y Mezcala de la plataforma de Morelos–Guerrero y Agua Nueva, San Felipe y Méndez de la plataforma Tampico–Misantla, entre otras , se puede concluir que su edad es posterior al Albiano y anterior al Eoceno-Oligoceno (Pantoja- Alor, 1990).

6.- Sedimentología.- Los sedimentos terrígenos depositados en un ambiente nerítico sobre una zona de inestabilidad tectónica, reflejan las primeras pulsaciones de la Orogenia Laramide.

Estos sedimentos sepultaron a la plataforma que existió en el Cretácico Superior, por el rápido aporte de terrígenos en una etapa regresiva durante la orogénesis del continente que aportó sedimentos terrígenos.

5.1.5 CRETÁCICO SUPERIOR

Formación Cutzamala (Ks Cgp-Ar).

Nombre propuesto por Pantoja-Alor (1990) en su redefinición de las unidades estratigráficas en la región de Huetamo-Cd. Altamirano.

Altamira *et al.* (2000), estudiaron la zona entre Cutzamala y El Limón de Papatzingán, Michoacán, y dieron la siguiente descripción de los diferentes paquetes litológicos:

Planicies de inundación con desarrollo de horizontes de paleosuelos; consiste de una gruesa sucesión de areniscas masivas que gradúan a paquetes conglomeráticos (rellenos de canal), los cuales están cubiertos de manera transicional por alternancias rítmicas de limolitas y areniscas muy finas, caracterizadas por la presencia de niveles de calizas.

Se encuentra expuesta en la porción oriental de la carta, en las inmediaciones de los poblados de Chumbítaro, El Naranjo, Cuauhtémoc, Tacupa y a cuatro kilómetros al este del poblado El Coco, con las siguientes características: rocas volcánicas, areniscas y calizas en una matriz arcillosa de color rojo, se observan interdigitados conglomerados predominantemente calcáreos,

El contacto inferior es de forma concordante sobre la Formación Mal Paso, su contacto superior es discordante debajo de rocas terciarias. Con base en su posición estratigráfica se le asigna una edad tentativa del Cretácico superior. Sin embargo Altamira, *et al.*, (2000), determinan la presencia de palinomorfos dentro de los paleosuelos los cuales están representados por *Normapolles*, *Pseudoplicapollis*,

Myrtaceipollenites, *Nudopollis* y *Trudopollis pertrudens*. Otros palinomorfos de importancia bioestratigráfica son *Momipites microcoriphaeus*, *Caryapollenites* y *Momipites aff. tenuipolus*. De acuerdo con los rangos de ciertas taxas, tales como *T. pertrudens*, le asignan una edad máxima de Paleoceno tardío.

Su ambiente de depósito es de tipo continental asociado a planicies de inundación y ambiente fluvial con zonas de anegamientos temporales donde se depositaron las calizas.

5.1.5 SISTEMA TERCIARIO

EOCENO–OLIGOCENO

D.- GRUPO BALSAS

1.- Definición.- Este nombre fue propuesto por Fries (1960) para una sucesión de rocas sedimentarias de origen continental que incluyen conglomerados, areniscas y limolitas de color rojizo y amarillo ocre, en capas potentes. Dicho autor observó esta secuencia en los estados de Morelos y Guerrero, pero no menciona la localidad tipo.

2.- Distribución en el área de estudio.- Aflora en los alrededores de los siguientes poblados; Chumbítaro, Cuauhtémoc, San Juan de la Cruz, El Naranjo, Sto. Domingo, Santa Bárbara, Montecillo, Pancira, Maztranza, y Piedra Parada. Esta formación se restringe a la porción oriental del área de estudio, y aflora en aproximadamente 25% de toda la Hoja de Coyuca de Catalán.

3.- Litología y espesor.- La litología y textura de los componentes de este grupo es muy variable, muestra una gradación que varía de conglomerados a limolitas, pasando por areniscas de grano grueso a

medio y fino. Los conglomerados están constituidos por cantos rodados de 2 a 20 cm de diámetro, de rocas ígneas principalmente y mucho menor proporción de caliza; son de coloración rojiza y están en alternancia con areniscas y limonitas de color gris verdoso que intemperiza a pardo; de 1 a 2 m de espesor, con echados suaves y estratificación cruzada.

El espesor de la formación en el área estudiada es desconocido, ya que se encuentra bastante erosionada.

4.- Relaciones estratigráficas.- Al noreste de El Limón occidente de Las Anonas, oriente de Carácuaro y al oeste de Zirándaro, sobreyace en discordancia erosional a los Esquistos Taxco; al este de La Eréndira, oeste de Tiquicheo, al noreste de Paso de Núñez, en el área de Huetamo y al norte de Santa Teresa, descansa en discordancia angular sobre la Formación San Lucas.

5.- Edad y correlación.- No se tienen evidencias paleontológicas que indiquen con certeza la edad de estas rocas y sólo por correlación con los Conglomerados Rojos, que afloran en Guanajuato, se suponen de edad Eoceno Superior u Oligoceno Inferior, con base en los restos fósiles del "*Floresomys guanajuatoensis*", que recolectó Fries en 1955, en el distrito minero de Guanajuato. Es correlacionable también con la Formación Huajuapán (Salas, 1949), que aflora en el noroeste del estado de Oaxaca.

6.- Sedimentología.- Los sedimentos del Grupo Balsas son de origen continental y su depósito se efectuó en grandes cuencas aluviales y fluvio-lacustres formadas entre las partes altas que quedaron como remanentes erosionales de las formaciones mesozoicas, después de que éstas fueron levantadas durante la Orogenia Laramide. Los sedimentos que se derivaron de la erosión de esas formaciones

fueron acarreados hasta las cuencas para formar grandes depósitos aluviales y fluvio-lacustres.

5.1.6 ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS Y EXTRUSIVAS

A.- ROCAS ÍGNEAS EXTRUSIVAS

TERCIARIO EOCENO–OLIGOCENO

Rocas volcánicas andesíticas (Tov).

Se observaron, tres diferentes tipos de rocas ígneas extrusivas: Andesitas, riolitas y basaltos; las que muestran diferentes grados de alteración debido a la acción de meteorización.

El basalto alcanza gran distribución dentro del área estudiada, principalmente cerca de San José del Pilón al suroeste de la hoja de Coyuca de Catalán.

La roca es de color gris oscuro, de estructura compacta y textura afanítica, con abundantes fenocristales de labradorita, augita, hiperstena y olivino en matriz pilotaxítica de composición básica. Se estima un espesor aproximado de 40 a 100 m. Estas rocas, sobreyacen en discordancia litológica y erosional tanto a las rocas metamórficas como a las formaciones mesozoicas y aún están interdigitadas con las rocas terciarias del grupo Balsas, por lo que se deduce que la actividad volcánica sucedió a mediados del Terciario.

Al suroeste de la hoja de Coyuca de Catalán, se observa un aparato volcánico que sobresale unos 150 m aproximadamente, de las colinas que los rodean, constituidas por ignimbritas de colores claro, de rosa a

blanco, las cuales se extienden hacia el cerro del metate, alcanzando espesores de más de 100 m.

Al noreste del área estudiada en los cerros Sto. Domingo y Las Ánimas, afloran andesitas porfídicas de hornblenda, con matriz microlítica, constituida por fenocristales de oligoclasa y andesina. El espesor de este cuerpo es de 400 m aproximadamente, subyace en discordancia al basalto y riolitas del Terciario Superior y sobreyace discordantemente a las rocas cretácicas por lo que se interpreta del Terciario Medio, por posición estratigráfica.

TERCIARIO OLIGOCENO – MIOCENO

Tobas Riolíticas (Tmt)

Se define a una secuencia riolítica constituida de rocas ácidas, en forma de derrames, ignimbritas, tobas y brechas de composición esencialmente riolíticas, con rocas dacíticas y doleritas a la base.

Afloran en el límite occidental de la carta, en los alrededores de la ranchería El Limón de los García, así como en los cerros La Laguna, La Piñuela y El Metate.

La secuencia se encuentra sobreyaciendo de manera discordante a las andesitas y conglomerados terciarios.

El espesor de la unidad es variable con un máximo de 600 m descansa en aparente concordancia sobre la secuencia volcánica del Eoceno-Oligoceno. Por su posición estratigráfica y sobre todo por dataciones radiométricas que reportan edades de 33.4 Ma en la base de la unidad, se le asigna una edad del Oligoceno, con un alcance al Mioceno.

Se puede correlacionar por litología y edad con las series Characharando, Tilzapotla y Xochiltepec, al sureste de la carta (Pantoja-Alor., 1959).

Se considera como parte del vulcanismo ácido de la Sierra Madre del Sur, que es considerado como un magmatismo migrante de noreste a sureste y tiene sus manifestaciones más antiguas hacia la parte de Guerrero y Michoacán y las más jóvenes hacia el Istmo de Tehuantepec (Morán *et al.*, 2000).

En la parte norte de Zirándaro se localizan derrames lávicos, también en la parte noroeste de Charácuaro se presentan derrames lávicos y al noroeste de Pandacuaréo existen los mismos derrames.

En la parte sur y suroeste de la hoja de Coyuca de Catalán, cerca del cerro Las Zirandillas, la Junta de las Truchas, del cerro Los Sombreritos y en el Puerto del Oro, también se localizan lavas.

B.- ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS

Esta región ha sido bastante perturbada por intrusiones de diferentes tipos de rocas, entre la que se encuentran granitos y Dioritas.

Los granitos tienen amplia distribución en la parte suroccidental del área estudiada, dando la apariencia de una sola etapa intrusiva que alcanza dimensiones de batolito. Afloran en el área de Arroyo Grande, Paso de Arena y Pineda.

Es de grano medio a grueso, de color gris claro, textura fanerítica, compacta que gradúa de granito en su parte central a diorita en las partes periféricas del intrusivo. Su mineralogía es la siguiente: cuarzo, plagioclasas, feldespatos, micas y óxidos; presenta textura granular hipidiomórfica, la cual gradúa a porfídica de grano medio, con

ortoclasa, cuarzo, plagioclasas, hornblenda, moscovita, sericita y minerales arcillosos, sílice y hematita como minerales de alteración.

Asímismo, en Pandácuareo, se encuentra el contacto entre el granito y los derrames andesíticos y riolíticos.

Las rocas ígneas abarcan casi el 50% de la hoja de Coyuca de Catalán, siendo más abundantes en la parte suroeste del área de trabajo (ver mapa geológico).

Al noroeste y poniente de Ciudad Altamirano, al oeste de Jaripo y Paso de Arena, y al suroeste de Huetamo, existen intrusiones ígneas encajonadas en rocas del Grupo Balsas; se trata de sienita, de acuerdo con las determinaciones petrográficas de Pantoja-Alor (op.cit).

Al sur de Altamirano y al este de Paso de Arena, existen unas intrusiones de sienita encajonadas en rocas del Grupo Balsas, de acuerdo con las determinaciones petrográficas de Pantoja-Alor (op.cit).

Este intrusivo ha sido objeto de numerosos estudios radiométricos por parte de Frías (1962), (100 ± 10 Ma (Aptiano); PEMEX (1987), 100 ± 5 Ma (Albiano); 115 ± 6 Ma (Barremiano-Aptiano) y 51 ± 3 Ma (Eoceno medio), (Monografía de Guerrero CRM, 1999). Esta disparidad de edades genera una serie de controversias pero considerando el ambiente geodinámico regional y las relaciones de campo, se propone como un intrusivo sintectónico con emplazamiento seguramente, en el Cretácico Superior. La edad del intrusivo y su posición reflejan un emplazamiento sintectónico, dentro de la evolución de una cámara magmática producida por efectos de subducción.

5.1.7. DEPÓSITOS RECIENTES.

Aluvión (Qal)

Generalmente consiste en depósitos aluviales y son los sedimentos más jóvenes de la región, siendo el resultado de la desintegración y transporte de las unidades previamente descritas, los cuales se acumulan en los valles del río Balsas o al pie de las serranías, generalmente presentan poca consolidación. Están constituidos por fragmentos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas del tamaño de las gravas y arenas que varían entre 2 mm hasta 20 cm de diámetro.

5.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las rocas mesozoicas están plegadas y falladas, sus características estructurales están bien definidas y no presentan mayores complicaciones para su identificación.

Los pliegues son asimétricos y presentan una orientación general NW-SE, están afectados por algunas fallas, estas últimas son de tipo normal y de transurrencia, presentan dos orientaciones preferentes NW-SE y NE-SW, aunque existen algunas con orientación E-W.

5.2.1.-SINCLINAL DE CHUMBÍTARO:

Se encuentra en medio del anticlinal de Characo y el Anticlinorio de Potrero, entre las poblaciones de Cuataceo y Chumbítaro. Su eje longitudinal mide aproximadamente 15 km, con una orientación de

NW 24° SE, es asimétrico y está compuesto por rocas de la Formación Mal Paso, con echados que varían de 29° a 52°.

La depresión estructural coincide con la expresión topográfica, formada entre los flancos que están constituidos por calizas de la Formación Morelos.

C.- FALLAS:

En el área de estudio únicamente se encuentra dos estructuras de este tipo, siendo la más importante la que cruza de Sur a Norte con una longitud aproximada de 20 km, corresponde con una falla de transurrencia regional que parte del pueblo las Parotas y que se describe a continuación:

1. FALLAS DE LAS PAROTAS

Esta falla se observa en el norte del pueblo Las Parotas, en donde se aprecian dos movimientos, el primero originó una falla de transurrencia en sentido NE-SW, en la que el bloque norte no se movió y el bloque sur se desplazó unos 500 m hacia el oriente, con un desarrollo de 4.5 km en la superficie. El segundo originó una falla normal, por lo que, las capas de la Formación San Lucas quedaron en contacto con los conglomerados y areniscas de la Formación Mal Paso, con un salto de 500 m aproximadamente.

2.- FALLA MONTECILLO

En el área de estudio se encuentra una falla de transcurrencia regional que parte del pueblo de las Parotas y cruza de poniente a oriente, aproximadamente 6 km.

Se tiene una falla normal que se encuentra en la ladera occidental de la Sierra de Montecillo, al Norte de Coyuca de Catalán. Está representada topográficamente por un escarpe y se conjuga con la falla Las Parotas que se intercepta cerca del poblado Santa Bárbara, donde se vuelve una sola; en este sitio se encuentran escarpes muy abruptos y fracturados, con manifestaciones de hidrocarburos.

3.- FALLA EL METATE:

Se encuentra al oeste de Paracho con una orientación de NE 25° SW y un desarrollo en superficie aproximadamente de 4 km. Se trata de una falla normal en que la que los estratos del Terciario traslapan a las tobas andesíticas, con un salto de falla de aproximadamente 1,000 m.

5.3 GEOLOGÍA HISTÓRICA.

La región comprendida entre Teloloapan y Arcelia, han sido estudiado por varios investigadores desde principios del siglo pasado (Hall, 1903). Trabajos publicados por Burckhardt (1930), Fries (1960), Campa *et al.* (1974, 1976), Cserna de (1965), además de estudios inéditos con fines petroleros y mineros.

Dada su complejidad litológica y estructural ha motivado que su interpretación sea diversa. Fries (1960), propone un alto estructural formado por las unidades metamórficas; Taxco y Taxco Viejo del Paleozoico y Triásico respectivamente, que aparecen en las cercanías

de Teloloapan y Zacualpan, al que denomina Paleopenínsula de Taxco, que sirve de basamento a las unidades del Cretácico Temprano y se reafirma esta idea llamando al conjunto: Antigua Tierra de Taxco-Zitácuaro.

Campa *et al.*, (1974) considera que los afloramientos de Teloloapan-Arcelia-Ixtapan de la Sal, por sus relaciones litológicas y estratigráficas constituyen una sola secuencia volcánica sedimentaria metamorfizada representativa de zonas internas, cuya fauna encontrada la sitúa en el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano y suposición es cabalgante sobre los depósitos de caliza de la zona externa (Campa *et al.* 1976). Cserna de (1978) por su parte hace una interpretación de facies a partir del Aptiano al Cenomaniano tardío, desde la región oriental a Chilacachapa, hasta Huetamo, con actividad volcánica entre ellas a partir del Cenomaniano tardío-Turoniano.

De acuerdo con las características estratigráficas y estructurales observadas en esta región, es posible reconstruir la historia geológica a partir del Jurásico Superior, ya que de esa edad son las rocas sedimentarias más antiguas que afloran en esta área, sin que esto quiera decir que no se depositaron rocas marinas más antiguas; por el contrario, se supone que estas últimas están en el subsuelo aunque se desconozcan en la superficie.

En el Jurásico Superior los sedimentos terrígenos se depositaron en una cuenca de ambiente nerítico. Las fuentes de aportes de sedimentos la constituían por el sur, el Macizo de Guerrero-Oaxaca, y al noreste la Isla de Balcones; éstos eran elementos positivos que se encontraban en período de intensa erosión. Estas condiciones prevalecieron durante el Cretácico Inferior, cuando la cuenca experimentaba una subsidencia constante a medida que se

depositaba mayor volumen de sedimentos, hasta alcanzar cierta estabilidad en el Altiplano, lo que se deduce por la mejor clasificación Textura de los sedimentos que en la mayoría de los casos aumenta en razón directa a la tranquilidad de las aguas.

Durante el Cretácico Inferior los mares transgredieron a los macizos de Guerrero–Oaxaca y Zitácuaro–Taxco, dejando como testigos continentales a las Islas de Balcones y de Taxco. Las aguas en ese período eran tranquilas y en ellas predominó el desarrollo de arrecifes de barrera y la precipitación de carbonato de calcio, de la Formación Morelos depositados en ambientes someros sobre las plataformas de Huetamo y Zitácuaro–Taxco.

Durante el Cretácico Superior el mar cubrió totalmente al continente en el Turoniano, aunque con cierta inestabilidad tectónica causada por las primeras pulsaciones de la Orogenia Laramide y por el emplazamiento de grandes intrusiones graníticas, como puede apreciarse por las brechas y conglomerados que se observan en la parte inferior de la Formación Mal Paso, que se depositaron en un ambiente somero posiblemente hasta el Coniaciano y Santoniano, pasando lentamente a depósitos de ambiente mixto al finalizar el Cretácico Superior, tal vez hasta el Maestrichtiano.

Esto se deduce por la variación litológica que tiene la Formación Mal Paso, la cual contiene mayor cantidad de terrígenos en la parte superior, donde se observan limolitas y areniscas que en ocasiones muestran estratificación cruzada, dando la impresión de depósitos costeros, lo cual parece lógico ya que, al finalizar el Cretácico, el continente emergió nuevamente por efectos de la Orogenia Laramide, cuyos movimientos dejaron de sentirse en el Terciario Temprano,

quedando las formaciones mesozoicas expuestas a los agentes erosivos que actuaron con gran intensidad.

En el Terciario Medio las cuencas lacustres intermontanas se rellenaron con los depósitos que ahora constituyen el Grupo Balsas, y posteriormente, en el Terciario se registraron períodos de gran actividad volcánica, Precursores de la Provincia del Eje Neovolcánico