



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
DE LA TIERRA

TESIS
ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA HOJA DE COYUCA DE
CATALÁN, ESTADOS DE GUERRERO Y MICHOACÁN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
GEÓLOGO

PRESENTAN

Carlos Manuel Ramos Ramos

Mario Adolfo Molina Perez

Director de Tesis

Ing. Ricardo Roberto Rojo Yaniz



México, D. F. 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Doy las más cumplidas gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme permitido estudiar en sus instalaciones. El más cordial agradecimiento al Ex director de la Facultad de Ingeniería, Ing. Javier Jiménez Espriú por el apoyo e impulso que le dio a los estudiantes para poder realizarse como hombres y como profesionistas.

Asimismo, agradezco profundamente la valiosa y generosa colaboración del Ing. Ricardo Roberto Rojo Yániz, por sugerir el tema de tesis y por la dirección de la misma, que gracias a su experiencia encontré el apoyo necesario para llevar a cabo el presente trabajo.

El más sincero agradecimiento a la Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez del Departamento de Paleontología por la identificación de los ejemplares de invertebrados recolectados en campo y por los consejos, observaciones y correcciones acertadas. También mi mayor reconocimiento para el Ing. Bernardo Martell Andrade por su desinteresada ayuda y experiencia para el mejor desarrollo de este trabajo.

Mi gratitud al Ing. Germán Arriaga García, quién aparte de dirigir en su tiempo los estudios petrográficos, haciendo observaciones que fueron importantes para el desarrollo de este manuscrito, así como de sus valiosa amistad a la que he sido favorecido después de haber terminado mis estudios y al que reconozco como un excelente ingeniero, profesor y persona de calidad humana.

Mi agradecimiento al honorable jurado integrado por la Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez, Ing., Ricardo Roberto Rojo Yániz, Dra. Silvia Elizabeth Rivera Olmos, Ing. Alberto Arias Paz, Ing. Juan José Medina Ávila por haber revisado críticamente la tesis.

Estos reconocimientos no estarían completos sin mencionar especialmente a mi amigo el Sr. José Lauro Ramírez (Q.E.P.D.), por su importante colaboración en la elaboración del plano foto geológico, así como por sus consejos y ayuda brindada durante mi inicio y terminación de mi carrera.

A mis estimados amigos y compañeros Ing. Mario Molina Pérez, Ing. Adalberto Barragán Hernández, Ing. Lucio Jorge Roldán Oseguera, Ing. Melitón Figueroa Palacios e Ing. Nelson Piñón y a todos aquellos compañeros que formaron parte de mi vida estudiantil, así como a mis profesores de la carrera.

Mí gratitud a mis padres y principalmente a mi Madre quién siempre me guió desde joven cuando falleció mi Padre y me inculcó el amor por el estudio y el trabajo. A mis hermanos quienes me han apoyado siempre y me han aguantado mis tropiezos y participado de mis triunfos, a todos ellos les dedico este trabajo que es parte de una de mis metas que me propuse en mi vida.

ESTUDIO GEOLÓGICO DE HOJA COYUCA DE CATALÁN, ESTADO DE GUERRERO Y MICHOACÁN

CONTENIDO	Página
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	2
1.1 MÉTODO DE TRABAJO	2
2.- OBJETIVO DEL TRABAJO	3
2.1 TRABAJOS PREVIOS	4
3.- GENERALIDADES	5
3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	5
3.2 VÍAS DE LA COMUNICACIÓN	6
3.3 CLIMA Y VEGETACIÓN	8
3.4 ECONOMÍA Y CULTURA	9
4.- FISIOGRAFIA	10
4.1 PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS	10
4.2 GEOMORFOLOGÍA	14
4.3 HIDROGRAFÍA	14
5.- GEOLOGÍA	16
5.1 ESTRATIGRAFÍA	16
5.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	40
5.3 GEOLOGÍA HISTORICA	42
6.-. TECTÓNICA	45
7.- PERSPECTIVAS ECONÓMICAS	47
7.1 MANIFESTACIONES DE HIDROCARBUROS	50
7.2 OTRAS POSIBILIDADES ECONOMICAS	52

BIBLIOGRAFÍA CITADA

ILUSTRACIONES

Figura 1. Mapa de localización.

Figura 2. Mapa de carreteras.

Figura 3. Clima en el Estado de Guerrero.

Figura 4. Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur.

Figura 5. Regiones Hidrológicas.

Figura 6. Plano Geológico del área de estudio.

Figura 7. Secciones Geológicas

Tabla No. 1 de Correlación Estratigráfica..

ESTUDIO GEOLOGICO DE LA HOJA DE COYUCA DE CATALAN, ESTADO DE GUERRERO.

RESUMEN

El estudio geológico de la hoja de Coyuca de Catalán que se localiza entre los estados de Guerrero y Michoacán, se realizó con el propósito de conocer las condiciones estratigráficas y estructurales de los sedimentos marinos mesozoicos. La zona estudiada abarca una superficie de 964 km² aproximadamente, en la parte sureste del estado de Michoacán y noroeste del Estado de Guerrero y se localiza en la porción sur de la Cuenca del Balsas, provincia que forma una gran depresión, donde las rocas sedimentarias mesozoicas de origen marino y los sedimentos de origen continental del Terciario Medio, se encuentran sumamente erosionados.

En esta región, se observan además, rocas intrusivas, extrusivas y rocas que definen una columna estratigráfica que incluye conglomerados, areniscas y lutitas del Jurásico Superior y Cretácico Inferior de la Formación San Lucas; calizas del Cretácico Inferior de la Formación Morelos; areniscas y cuerpos arcillosos del Cretácico Superior de la Formación Malpaso y sedimentos de origen continental del Eoceno–Oligoceno que conforma al Grupo Balsas. Es notable el predominio de sedimentos terrígenos en la columna estratigráfica, la que tiene más de 3,000 m de espesor total.

Las características estructurales más sobresalientes en la región son una serie de pliegues angostos y alargados que están orientados NNW–SSE, que en conjunto forman el Anticlinorio de Potrero.

INTRODUCCIÓN

Los datos estadísticos de consumo de energéticos en los años pasados, proporcionaron a Petróleos Mexicanos entre otros aspectos, las bases para pronosticar la demanda en los años venideros, y por supuesto, permitieron elaborar los programas de inversiones de exploración para alcanzar el objetivo de abastecer al país de los energéticos que necesita con absoluta independencia de fuentes externas.

Normalmente, los campos explotados tradicionalmente ofrecen pocas perspectivas de incrementos sustanciales de reservas, por lo que Petróleos Mexicanos, ha orientado su política exploratoria a buscar hidrocarburos en provincias nuevas. Tal es el caso del “Prospecto Altamirano, Área Huetamo”, motivo de este trabajo de tesis.

1. MÉTODO DE TRABAJO

El trabajo se dividió en dos etapas para el mejor alcance de los objetivos:

1. GABINETE

Primeramente se efectuó la compilación de la información existente sobre el área de estudio y zonas aledañas.

Posteriormente se llevó a cabo la interpretación de dicha información para así integrar un mapa fotogeológico, con base en las fotografías aéreas de línea de vuelo 148(09-13), 149 (09-13) 150 (15-09) y las cartas topográficas escala 1:50,000 (Hoja E14A74 de Coyuca de Catalán, INEGI) en el año de 1996 (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática), se marcaron los posibles contactos litológicos, e identificaron los poblados y rancherías, una vez efectuado esto, se procedió al levantamiento geológico.

2. CAMPO

El trabajo de campo que duró un lapso de un año y medio, consistió primeramente, en un reconocimiento del área y de sus alrededores con el fin de localizar zonas de interés y planificar con detalle los levantamientos de campo.

En la realización de este estudio, existieron diversas salidas para el trabajo de campo que fueron intermitentes. El tiempo necesario para la culminación del trabajo fue de aproximadamente 18 meses, haciendo un total de 10 visitas durante este período con una estadía de 10 a 20 días por visita.

a. Se tomaron datos estructurales con un intervalo de aproximadamente de 50 m en ocasiones y otros de hasta 100 m para hacer una descripción de las estructuras observadas en campo.

b. Además se realizaron muestreos y descripciones de rocas, así como la determinación de los ambientes de depósito.

Las muestras que se recolectaron en el campo, fueron enviadas al Consejo de Recursos Minerales (hoy Servicio Geológico Mexicano) para su estudio petrográfico.

2. OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo primordial del presente trabajo, fue el estudio geológico de semidetalle con el fin de determinar las condiciones geológicas (estratigráficas-estructurales) de los sedimentos marinos mesozoicos, así como la evaluación de sus posibilidades petroleras.

Con base en estudios de tipo y distribución de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, en la determinación de la edad o del sistema de unidades sedimentarias (con sus principales rasgos estructurales y estratigráficos), se seleccionaron las áreas consideradas con características geológicas petroleras a fin de proponer otros programas de exploración que condujeran a una evaluación más completa.

2.1 TRABAJOS PREVIOS

Los estudios geológicos regionales efectuados en Huetamo, Michoacán y Zitácuaro (Pantoja-Alor, 1959; 1990, 1993; Pantoja-Alor *et al.*, 1994) mostraron la existencia de una amplia cuenca sedimentaria con desarrollo de facies de plataforma y de cuenca, que se extiende del Macizo de Taxco-Zitácuaro hacia el poniente y suroeste, en donde se localizaron algunas manifestaciones superficiales de aceite vivo. Con base en estas condiciones favorables, se programó el estudio geológico a semidetalle desde el punto de vista geológico-petrolero de la Hoja de Coyuca de Catalán, estados de Michoacán y de Guerrero.

Existe escasa información geológica del área estudiada y de la que existe, está referida solamente a los alrededores de Huetamo, Michoacán, y de Ciudad Altamirano, Guerrero.

En 1959, Pantoja Alor, realizó el “Estudio geológico de reconocimiento de la región de Huetamo, Estado de Michoacán”.

Ayala-Castañares (1960), estudió muestras recolectadas por Pantoja-Alor, describiendo una especie nueva de foraminíferos Orbitolínidos que nombró *Orbitolina morelensis* procedente de la Formación Morelos del Cretácico Inferior (Albiano), en la región de Huetamo, Michoacán, México. López-Ramos (1979), elaboró las cartas geológicas escala 1:500,000 de los estados de Guerrero y Michoacán, mediante una compilación de los estudios geológicos que se habían realizados en estos estados.

Otros autores que estudiaron la geología de la región comprendida entre Iguala, Ciudad Altamirano, Guerrero y Temascaltepec, localizado en el Estado de México, fueron Fries, (1956; 1956-1957; 1960); Cserna de *et al*, (1956); Cserna de y Palacios, (1978).

Los estudios geológicos regionales efectuados en Huetamo y Zitácuaro, Michoacán (Pantoja, 1959; 1990; 1992; 1993, 1999) mostraron la existencia de una amplia cuenca sedimentaria con desarrollo de facies de plataforma y de cuenca, que se extiende del Macizo de Taxco-Zitácuaro hacia el poniente y suroeste, en donde se localizaron algunas manifestaciones superficiales de aceite vivo. Con base en estas condiciones favorables, se programó el estudio geológico a semidetalle desde el punto de vista geológico-petrolero de la Hoja de Coyucah de Ca talán, estados de Michoacán y de Guerrero.

3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El área estudiada se localiza a 200 km al S 75° W de la Ciudad de México, D.F., y abarca una superficie irregular de 964 km² aproximadamente repartidos entre la parte oriental del estado de Michoacán y noroccidental del estado de Guerrero, entre las coordenadas geográficas 18° 15' y 19° 30' de latitud norte y de 100° 40' y 101° 40' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich (Figura 1).

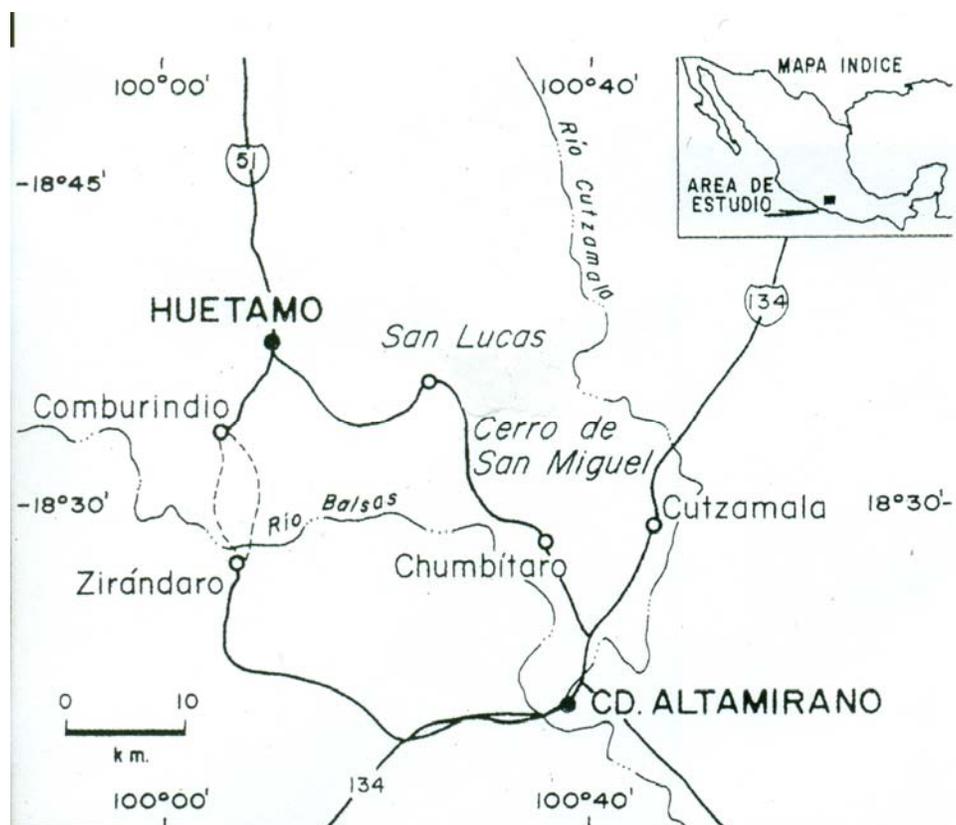


Figura 1. Mapa de localización

3.2. VÍAS DE COMUNICACIÓN

El área cuenta con diversas vías de comunicación pavimentadas. La principal es por la carretera Federal No. 134 que comunica a Toluca

del Estado de México, con Ciudad Altamirano, Guerrero hacia el sur. Al llegar a esta última se va hacia el sur 5 km por la misma carretera Federal No. 134 hacia Coyuca de Catalán, se recorren 11 km. hacia Ixtapa para después tomar la desviación al poniente hacia el poblado de Zirándaro, Guerrero donde se recorren 56 km más (Figura 2).

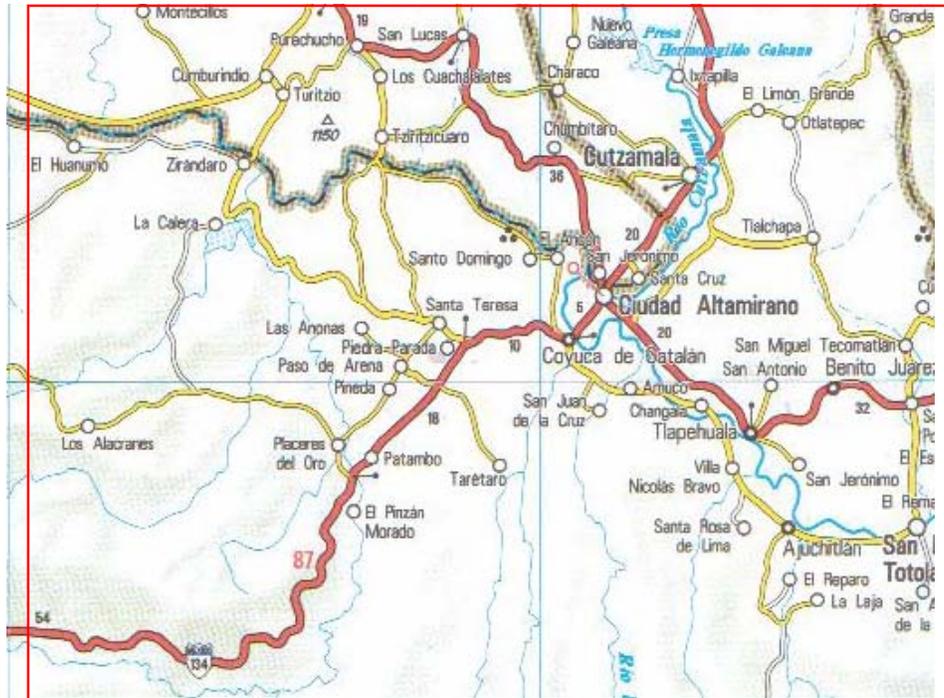


Figura 2. Mapa de carreteras

En la parte occidental del área también existe un camino de terracería entre las poblaciones de la Huacana, Inguarán y Nuevo Churumuc o en Michoacán. Por último, en la parte central del área se cuenta con dos brechas entre las poblaciones de Huetamo y Chumbítaro, Michoacán una de ellas y la otra entre San Lucas y Añago, Michoacán. En la margen oriental se encuentra un camino entre Ciudad Altamirano, Coyuca de Catalán y Arroyo Grande, Guerrero.

EXPLICACIÓN	
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	
a. El más seco	Aw ₀
b. Con humedad intermedia	Aw ₁
c. El más húmedo	Aw ₂
Semicálido húmedo con lluvias intensas en verano	ACm
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	ACw
Templado húmedo con lluvias intensas en verano	C(m)
Templado subhúmedo con lluvias en verano	Cw
Semiseco muy cálido con lluvias en verano	BS ₁ (h)
Seco muy cálido con lluvias en verano	BS(h)

Figura 3.- CLIMA EN EL ESTADO DE GUERRERO

El primero está dentro de los 18° 40' de latitud norte, este clima es de tipo templado lluvioso con temperaturas superiores a 18° C., en el mes más caluroso y superiores a 0° C., en el mes más frío.

Se registran entre 600 y 1,000 mm de lluvias bien definidos entre los meses de Junio a septiembre.

Al sur de los 18° 40' aproximadamente, en la región denominada de Tierra Caliente o Cuenc a Baja de I Balsas, el clima es caliente, acercándose al tropical seco que tiene como exponente térmico una media anual con cifras superiores a 24° C. y precipitación media inferior a 650 mm. al año, con temporada de lluvias en el verano.

La vegetación varía dentro del área desde bosques mixtos o mezclados en las zonas montañosas y de altura media de la parte norte, donde abundan el pino, cedro, oyamel, ahuehuete, encino, fresno, nogal y roble, hasta la transición en las regiones bajas del sur, donde se observa la asociación de árboles aislados con abundantes arbustos como el huizache (INEGI, 1996).

3.4. ECONOMÍA Y CULTURA

Las poblaciones principales de la región de acuerdo a su importancia son Ciudad Altamirano, Coyuca de Catalán y Zirándaro en el estado de Guerrero.

La densidad promedio de la población es de 46.9 habitantes por km² en la que predomina la población rural, que está representada por mestizos y en menor proporción por otomíes, que en general se dedican al cultivo del maíz, frijol y haba.

El nivel cultural es bajo como en la mayoría de la población rural del país.

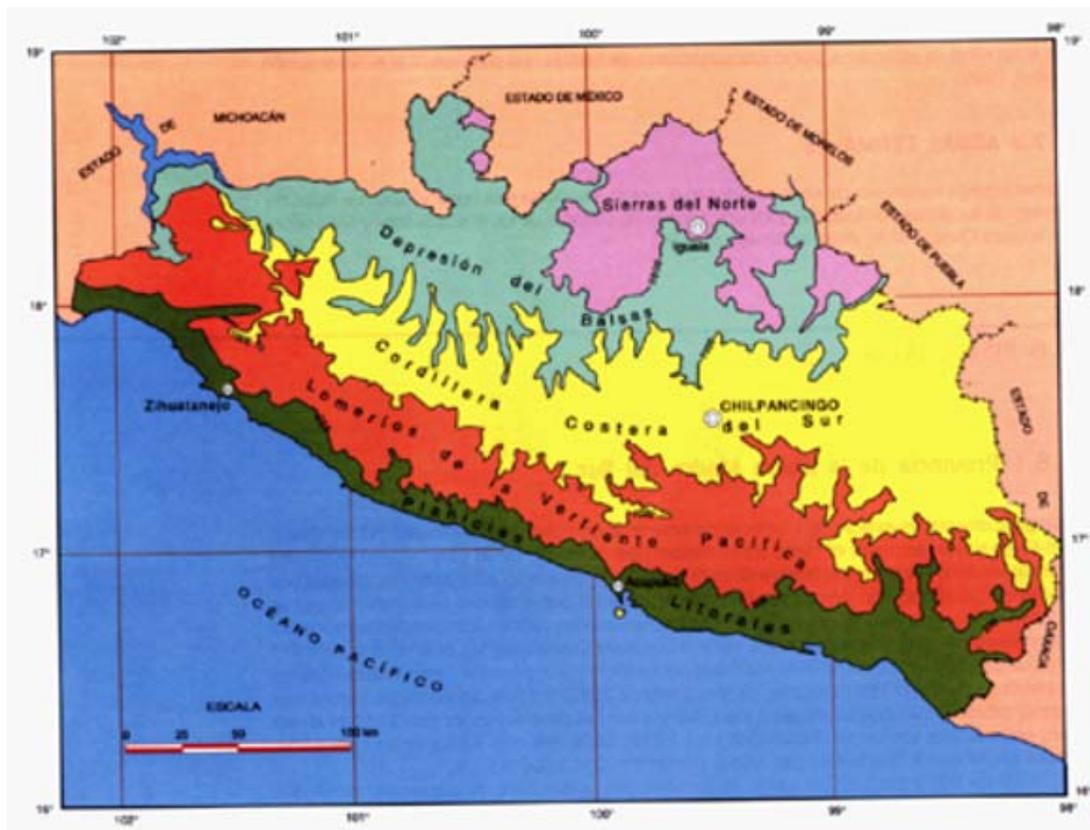
En cuanto a las enfermedades endémicas de la región, las que afectan los aparatos digestivos son sin duda las que más víctimas causan, así como el de padecimientos pulmonares.

En la actividad económica en los principales sectores de productos y servicios destaca en agricultura la producción de sorgo, maíz, frijol y haba, sandía, mango, plátano, limón y tamarindo (INEGI, 1996).

4. FISIOGRAFÍA

4.1 PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

De acuerdo a la división de las provincias fisiográficas de la República Mexicana que fue propuesta por Raisz (1959), el área de estudio está ubicada en la Subprovincia de la Cuenca del Balsas–Mezcala, que pertenece a la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre del Sur (Figura 4).



EXPLICACIÓN

Sierras del Norte	_____	
Depresión del Balsas	_____	
Cordillera Costera del Sur	_____	
Lomeríos de la Vertiente Pacífica	_____	
Planicies Litorales	_____	
Límite de subprovincia	_____	

Figura 4.- FISIOGRAFÍA DEL ESTADO

Esta subprovincia está caracterizada por ser una zona de depresión rellena por depósitos continentales del Grupo Balsas, que se encuentra en un periodo de erosión bastante avanzado.

SIERRA MADRE DEL SUR

Incluye toda la región montañosa al sur del Eje Neovolcánico desde la porción sur del estado de Oaxaca, abarcando parte de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz. Se ha dividido en seis subprovincias que son:

La Meseta del Norte, La Cuenca del Balsas–Mezcala, la Vertiente Sur, la Meseta de Oaxaca, Sierras del Noreste y la Planicie Costera del Pacífico (Raisz, 1959).

La Meseta del Norte, consiste principalmente de metasedimentos del Paleozoico representados por esquistos, cuarcitas, gneiss y mármoles, que en muchos lugares están cubiertos por depósitos continentales (conglomerados, gravas, arenas y areniscas) y marinos (lutitas, limonitas y calizas) del Mesozoico y Terciario. Hay escasos volcanes, pero grandes áreas cubiertas por materiales piroclásticos (NW de Guerrero, S. de Michoacán y S. de Morelos y SE de la ciudad de Oaxaca) (Raisz, op. cit.).

"En general la región es una serie de cuencas en forma de platillo, con depresiones centrales drenadas por los ríos San Pedro, Tepalcatepec, Balsas-Mezcala, Verde y Tehuantepec, que las separan en subcuencas" (Raisz, op. cit.).

La sismicidad de esta provincia es alta. Se encuentra en la zona que Jesús Figueroa describe como de sismicidad frecuente en su Carta Sísmica de la República Mexicana (Figueroa, 1959).

Subprovincia de la cuenca Balsas–Mezcala. Orientada ESE–WNW, se extiende en esta dirección unos 650 Km, limitada al norte y poniente por el Eje Neovolcánico, al sur por la subprovincia de la Vertiente del Sur y al oriente por la subprovincia de la Meseta de Oaxaca, abarca parte de los estados de Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Puebla y Oaxaca.

Su forma en general es alargada un poco más ancha hacia el este, cerca con su límite con la Meseta de Oaxaca (Raisz, 1959).

Formada por profundos y sinuosos valles a lo largo de los cuales los ríos Balsas, Mezcala y Tepalcatepec han ido labrando las sierras en algunas partes hasta de 3,000 m (Sierra Madre del Sur), dándole a esta cuenca una topografía muy abrupta (Raisz, op. cit.).

Los cerros constituidos por calizas y conglomerados muestran generalmente un aspecto redondeado con un drenaje ampliamente espaciado. Los formados por lutitas, areniscas, limonitas y rocas ígneas tienen un aspecto anguloso y su drenaje está bien desarrollado. En general se puede decir que la región está en una etapa de madurez en lo referente a su morfología (Fries, 1956).

Afloran en la región rocas desde el Paleozoico, representadas por los esquistos Taxco, series volcánicas del Triásico; tobas y brechas andesíticas de la Serie Taxco Viejo; calizas, areniscas, lutitas, pizarras y filitas de las formaciones Acahuizotla, Chimeco, Grupo Teconcoyuca y Grupo Consuelo al NE de la subprovincia; calizas, lutitas y areniscas del Cretácico en las formaciones Xochicalco, Morelos, Cuautla, Mezcala, Acuitlapán y depósitos sedimentarios Terciarios constituidos por lutitas, arenas, conglomerados, lavas andesíticas y dacíticas que corresponden a elementos constitutivos de las formaciones Sabana Grande,

Cuernavaca, Balsas, Chilpancingo, Series agua de Obispo y Papagayo; además se pueden observar algunos intrusivos granodioríticos cerca de los límites entre Guerrero y Michoacán. En presencia de rocas calcáreas las formas kársticas son abundantes, fenómeno observable claramente en la región cercana a Chilpancingo en la zona de la laguna de Tixtla y áreas vecinas, lo mismo que en la cuenca del río Amacuzac y en la zona de Iguala-Chilpancingo.

4.1.1 GEOMORFOLOGÍA.

La morfología del terreno presenta algunas variantes que facilitan la distinción de las formaciones rocosas existentes en la región. En el área que se halla en la provincia del Eje Neovolcánico las rocas han resistido bastante

a la erosión, formando mesetas altas constituidas principalmente por basaltos. En el área que se encuentra en la cuenca del Balsas la erosión ha actuado en mayor intensidad, formando valles en las partes donde afloran las rocas arcillo-arenosas del Cretácico Inferior, y sierras, y partes altas donde se hallan rocas resistentes como son las ígneas y las calizas.

4.1.2 HIDROGRAFÍA

El área estudiada se encuentra en la vertiente del Pacífico y las corrientes que la drenan están en la cuenca de captación del río Balsas, que es el río principal de la región; éste se halla en la parte sur, entre poblaciones de Cd. Altamirano, Zirándaro y Nuevo Churumuco, sus

aguas corren en sentido general de oriente a poniente y a su paso recogen el agua de numerosos tributarios como son los ríos Cutzamala, Huetamo, Purungueo, Carácuaro y Tacámbaro, a los que se unen numerosos arroyos de menor importancia, que en general forman un sistema de drenaje en enrejado en la parte central y sur del área, y dendrítico en la porción norte la cual pertenece a la región hidrológica N°-18 de la cuenca del medio y bajo balsas (Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1971), (Figura 5)

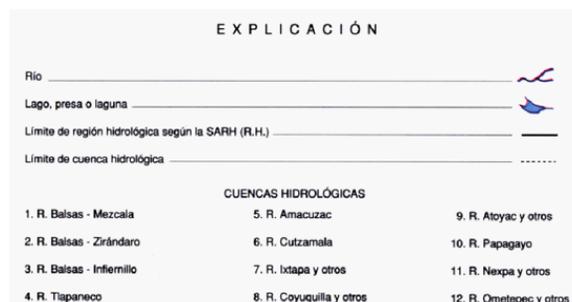
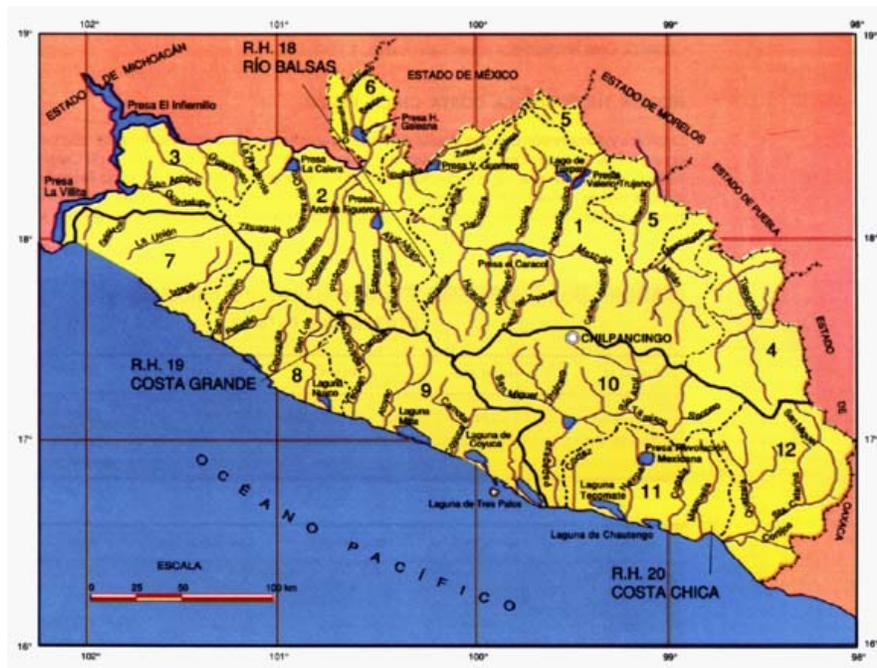


Figura 5.- REGIONES HIDROLÓGICAS

5. 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).

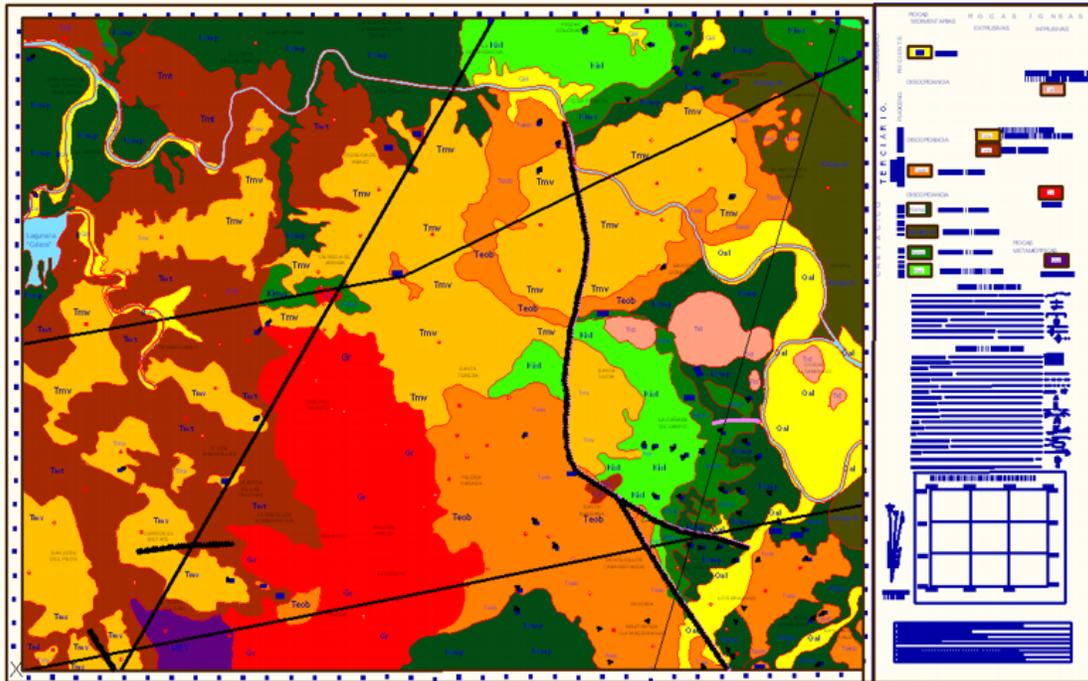


Figura 6.- PLANO GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

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 al to 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. p g. 1 2) 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 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 Apti ano 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 Acahuzotla 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 se paró esta unidad de la Formación Morelos y se nombró Anhidrita Huitzucó (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 Igual a 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 capríidos 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 Luis 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 conglomerao 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 Monera, 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 Tiringuc ha 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 microfaua 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.

Gyrodontes 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 (reellenos de canchales), 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 Chumbitaro, 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 ciertos taxos, 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 pardoso; 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 estas 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 de I Pilon 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 Charácuaró 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 las 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.

Asimismo, 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), $(100 \pm 10 \text{ Ma (Aptiano)})$; PEMEX (1987), $100 \pm 5 \text{ Ma (Albiano)}$; $115 \pm 6 \text{ Ma (Barremiano-Aptiano)}$ y $51 \pm 3 \text{ Ma (Eoceno medio)}$, (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 Babilasas 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 asimétrica y está compuesta 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 encuentran 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 transcurrencia 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 transcurrencia 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 a aproximadamente de 4 km. Se trata de una falla normal en 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 se sitúa en el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano y su posición es cabalgante sobre los depósitos de caliza de la zona externa (Campa *et al.* 1976). Cserna *et al.* (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

6. TECTÓNICA

6.1 TECTÓNICA REGIONAL:

Las características estructurales de la región muestran la influencia tectónica del Macizo de Zitácuaro–Taxco por el oriente y noreste, que de manera general ejerció un control sobre los plegamientos que se desarrollaron en las rocas sedimentarias del Mesozoico. La orientación de los ejes longitudinales en sentido general es de NNW a SSE, sugiere que los esfuerzos actuaron en sentido de poniente a oriente, es decir, del Portal del Balsas hacia el Macizo de Zitácuaro–Taxco, de tal forma que este último actuó como masa resistente, influyendo en la orientación de los ejes estructurales.

Los esfuerzos pudieron generarse bajo dos condiciones diferentes:

1°. Los estratos que se encuentran en el Portal del Balsas fueron levantados durante la orogenia Laramide y al deslizarse por gravedad, ejercieron esfuerzos compresionales en los bordes de la cuenca de depósito, los que al oriente, en el área estudiada, encontraron la resistencia del macizo antes mencionado, dando origen así a los plegamientos y fallas en las rocas mesozoicas.

2°. Durante los movimientos orogénicos gestados por la Revolución Laramide, tuvo lugar el emplazamiento de un batolito que intrusionó la parte suroccidental del área estudiada en una gran superficie fuera de ella hacia el suroeste, en la región de Arteaga, Michoacán, el cual originó grandes esfuerzos que causaron el plegamiento de las formaciones que se encuentran en el área de Huetamo, al ser comprimidos contra el Macizo de Zitácuaro–Taxco.

La presencia del batolito es evidente dentro y fuera del área estudiada, y aunque en algunas partes no se observa por estar bajo una cubierta de rocas volcánicas, induce su existencia tomando en cuenta la cantidad de yacimientos minerales, principalmente de cobre, que se reconocen en la región.

La edad de esta masa intrusiva no se determinó en estos trabajos, pero se tiene el antecedente que en 1957 el U.S. Geological Survey, determinó la edad, por radiometría, de muestras de granito colectadas por de Cserna d' y Fries en el sur de México (Edo. de Guerrero) entre las que se encuentra una recolectada en Placeres del Oro, a la que le fue asignada una edad del Cenomaniano.

Esa intrusión es probable que sea del mismo granito que se observa en el área estudiada y forme parte del mismo batolito; por lo que, la edad de este último debe ser del Cenomaniano y posiblemente hasta el Turoniano.

Los movimientos de la Laramide complementaron la acción de los esfuerzos originados por la intrusión, dando continuidad a los eventos tectónicos que plegaron los estratos mesozoicos a fines del Cretácico.

7. PERSPECTIVAS ECONÓMICA

Si bien es cierto que en México, los primeros campos petroleros se descubrieron en las regiones en que existían numerosas chapopoterías y en donde las perforaciones encontraban yacimientos comerciales a poca profundidad (en general menores de 1,000 m). Posteriormente se fueron desarrollando los métodos de localización de los posibles yacimientos de petróleo y gas, en estructuras anticlinales y en los cauces de antiguos ríos, con los que se relacionaban las acumulaciones de hidrocarburos.

Con los avances de las técnicas de exploración y de perforación se ha ido desarrollando la producción en regiones alejadas de las áreas con manifestaciones superficiales de petróleo, dentro de la misma cuenca sedimentaria y a mayor profundidad.

De acuerdo con Arr edondo (1974), la formación de yacimientos de petróleo y gas depende de un gran número de factores y procesos geológico-geoquímicos en condiciones de sepultamiento y composición de la materia orgánica inicial, su transformación posterior en bituminoides, la migración de la parte de mayor movilidad de los hidrocarburos dispersos, de las rocas generadoras hacia las capas colectoras, y la acumulación de los hidrocarburos en los receptáculos naturales o trampas. Los procesos de generación, migración y acumulación de los hidrocarburos, están íntimamente ligados a la historia del desarrollo geológico de las cuencas petrolíferas, la cual determina las condiciones favorables para la formación de los yacimientos de petróleo y gas.

Los criterios geológico, geoquímicos, por su carácter son muy diversos; incluye todas las determinaciones directas o indirectas de las manifestaciones de petróleo, los cuales se consideran indicios

potenciales del carácter petrolífero de la región en estudio. Dentro de estos criterios generales se incluyen en cada provincia tectónica, sus características litológicas, y estructurales y estratigráficas.

Actualmente se explora con el fin de localizar rocas generadoras, ya que éstas se forman en mares de aguas poco profundas en las partes de los mares cercanos al litoral, en lagunas, en estuarios, lagos, es decir en condiciones que facilitan la acumulación del material orgánico de tipo sapropelítico o combinado, sapropelo-húmico; el material se depositó en agua salada, ligeramente salada, y posiblemente dulce, las principales rocas generadoras varían de las de tipo arcilloso, ricas en materia orgánica, sin descartar los depósitos de sedimentos areno-limolíticos y carbonatos.

La tercera parte de todas las reservas mundiales de petróleo están ligadas a receptáculos de tipo carbonatado; las rocas carbonatadas representan un medio favorable para la acumulación y transformación de la materia orgánica.

Con respecto a las rocas almacenadoras, dependen por supuesto de la magnitud del volumen poroso, así como de las características de filtración; la capacidad almacenadora depende también de las particularidades texturales, composicionales y estructurales de la roca; espesor de las rocas almacenadoras; edad de las mismas y profundidad de sepultamiento; características geotérmicas de la región, magnitud de la saturación de agua residual y grado de porosidad. Bajo esas condiciones, se cuenta con excelentes receptáculos en la Formación San Lucas como miembro calcáreo, por las características físicas que presentan de porosidad y permeabilidad que bajo condiciones estructurales y de sepultamiento, pudieran constituir buenos receptáculos de hidrocarburos.

Con respecto al tipo de trampas, es decir de porciones determinadas de los receptáculos naturales, en los que puede existir un equilibrio entre el gas, el petróleo y el agua.

La mayoría de los esquemas de clasificación de las trampas, utilizan como parámetros fundamentales, el estructural, el estratigráfico y el litológico. De acuerdo a las estadísticas, el 86% de las reservas mundiales de petróleo y gas corresponden a las trampas de tipo estructural.

7.1 MANIFESTACIONES DE HIDROCARBUROS

En la región entre Tiquicheo, Huéctamo y Cd. Altamirano, donde afloran la mayor parte de rocas sedimentarias de origen marino, existen abundantes manifestaciones superficiales de hidrocarburos, unos 300 m al sureste de La Parota a La Estancia, se observaron tres chapopoterías donde se encuentra aceite vivo en fracturas de calcarenitas y areniscas de la Formación San Lucas.

Aproximadamente a 1.5 km al oriente de San Lucas y 2 km al noreste de Sevilla, el aceite se observa en forma de gilsonita entre las fracturas de areniscas de la Formación San Lucas. En el Limón y en el camino de San Lucas a Angao, casi a la entrada de este último pueblo, existen dos pozos de agua que se encuentran azolvados, donde informaron los lugareños que el agua no se puede aprovechar porque "se formaba una nata aceitosa y tenía un penetrante sabor a petróleo"; esto se comprende como una manifestación más de la presencia de hidrocarburos, y también es conveniente hacer notar que

las calcarenitas y areniscas de la Formación San Lucas, así como algunas calizas de la Formación Morelos, emiten un fuerte olor fétido al partirlas, debido a la presencia de gas sulfhídrico.

A.- ROCAS GENERADORAS:

Las lutitas y las calizas arcillosas de la Formación San Lucas del Cretácico Inferior tienen características de rocas generadoras por su alto contenido de materia orgánica, coloración oscura y olor fétido. Estas rocas posiblemente generaron el aceite que se observó en la superficie en esta misma formación; sin embargo, no puede descartarse la idea que el aceite provenga de rocas más antiguas que no afloran, y por consiguiente sus características se desconocen.

B.- ROCAS ALMACENADORAS:

En la región existen bastantes rocas almacenadoras de hidrocarburos, partiendo de la base que las areniscas y conglomerados ofrecen buenas condiciones para considerarlas entre éstas, tomando en cuenta que la mayor parte de las cuencas petrolíferas del mundo, producen en rocas clásticas. Pueden considerarse rocas almacenadoras a las areniscas y conglomerados de la parte inferior de la Formación San Lucas y a las calcarenitas de la misma; todas estas rocas deben tener porosidad primaria y permeabilidad, la cual posiblemente haya sido aumentada por porosidad secundaria propiciada por fracturamiento.

Los grainstone y boundstone de la Formación Morelos podrían actuar como rocas almacenadoras de hidrocarburos, bajo condiciones apropiadas de entrapamiento, sólo que en esta región pierden su

interés económico por estar expuestas en la superficie, igual que las areniscas y conglomerados de la Formación Mal Paso, que en gran parte del área ya no se observan porque fueron erosionados.

C.- TIPOS DE TRAMPAS QUE PUEDEN ENCONTRARSE EN EL ÁREA ESTUDIADA.

En esta región se observan estructuras que a profundidad es probable que conserven sus características, que son favorables para considerar que exista entrapamiento de hidrocarburos, ya que reúnen las condiciones necesarias, como son:

- a) Estructuras anticlinales.
- b) Rocas generadoras (ya descritas)
- c) Rocas almacenadoras (ya descritas)
- d) Rocas sello en las lutitas y cuerpos arcillo arenosos de la parte superior de la Formación San Lucas.

Aunque la provincia geológica presenta estratigráficamente características del sistema petrolero, como: rocas generadoras, reservorios, trampas y rocas sellos; las rocas generadoras han sido afectadas por la actividad volcánica que ha rebasado la ventana del petróleo y tienden a las fases de carbonización y de biodegradación. Además la secuencia estratigráfica descansa sobre un basamento relativamente somero reduciendo el espesor de la columna estratigráfica por erosión por sus eventos tectónicos. Más aun, los sistemas de falla y fractura al canzan al basamento metamórfico e ígneo, para colarse el agua meteórica biodegradándose los hidrocarburos por estas razones, el área estudiada ofrece pocas posibilidades petrolíferas.

7.2.- OTRAS POSIBILIDADES ECONÓMICAS

Aunque no se realizó un estudio económico generalizado de la región, se observó que existen materiales que pueden utilizarse en la construcción y algunos yacimientos minerales, principalmente de cobre.

En el área de Huetamo y San Lucas, las calizas de la Formación Morelos podrían explotarse a cielo abierto, para fachadas y objetos decorativos, así como para diversos usos en la industria química y del cemento.

Además en el área existe abundante material, como areniscas y rocas ígneas, que pueden aprovecharse para producir grava y balastro que se utilizan como material de construcción.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES:

- 1.- Con objeto de conocer las condiciones estratigráficas y estructurales de los sedimentos marinos mesozoicos, se realizó el estudio geológico de la hoja de Coyuca de Catalán que se localiza entre los estados de Guerrero y Michoacán.
- 2.- El estudio geológico fue desarrollado en dos etapas, la primera consistió en un estudio estratigráfico de detalle y la segunda en un estudio geológico regional.
- 3.- La zona estudiada abarca una superficie de 964 km² aproximadamente. La principal vía de comunicación, es una carretera que parte de Morelia hacia el sur y que comunica con la Ciudad Altamirano, Guerrero.
- 4.- El área estudiada se encuentra en la porción sur de la cuenca del Balsas, provincia que forma una gran depresión con rocas sedimentarias de origen marino y sedimentos de origen continental del Terciario Medio.
- 5.- Para la realización de este estudio fue necesario llevar a cabo los siguientes trabajos: Fotointerpretación, medición de rumbos y echados y la recolección de muestras litológicas y de fósiles.
- 6.- En esta región se observan rocas intrusivas, extrusivas, conglomerados, areniscas, lutitas, calizas y sedimentos de origen continental.
- 7.- Las características estructurales más sobresalientes son una serie de pliegues que están orientados NNW–SSE.

8.- Esta región no tiene posibilidades favorables para considerarla como provincia petrolífera, a pesar de que presenta manifestaciones superficiales de aceite.

9.- Se estableció la columna estratigráfica que aflora en la región de Tiquicheo–Huetamo–Altamirano, que incluye formaciones de origen sedimentario marino, cuya edad varía del Jurásico Superior al Cretácico Superior, con un espesor mayor de 3,000 m. Las lutitas y rocas arcillo-arenosas y calcáreas de la Formación San Lucas del Cretácico Inferior que pudieran considerarse generadoras de hidrocarburos.

10.- Las areniscas, conglomerados y calcarenitas de la Formación San Lucas, tienen suficiente porosidad y permeabilidad como rocas almacenadoras.

11.- Las lutitas y cuerpos arcillo-arenosos que están en la parte superior de la Formación San Lucas pueden constituir un magnífico sello en condiciones apropiadas para el entrapamiento de hidrocarburos.

12.- En cuanto al comportamiento estructural de las formaciones del Mesozoico, se observan anticlinales y sinclinales de forma alargada orientados de NNW a SSE que constituyen dos estructuras principales: El Anticlinorio de Potrero y el anticlinal de Characo; las dos presentan un marcado buzamiento hacia el sureste, sin estar bien definidos en su extremo norte, donde se encuentran ocultas bajo una cubierta de rocas volcánicas. Estos anticlinales pueden formar trampas estructurales en el subsuelo, que sería conveniente investigar a través de perforaciones, después de realizar trabajos de detalle estructural y de geofísica para fijar las localizaciones, pues la región tiene muchas posibilidades para ser considerada como futura

provincia petrolífera, tomando en cuenta la abundancia de manifestaciones superficiales de hidrocarburos que, se han observado en la región, en las areniscas y calcarenitas de la Formación San Lucas.

B. RECOMENDACIONES

1.- Realizar estudios estratigráficos de detalle en la Formación Angao, que es la más antigua de las rocas sedimentarias que no se estudiaron, con objeto de fijar definitivamente su edad y conocer su origen con certeza, ya que con esto se podrá ubicar mejor esta área en la reconstrucción de la Paleogeografía, aspecto que es muy importante en la búsqueda de yacimientos de petróleo.

2.- Es necesario que se realicen estudios de gravimetría y sismología con objeto de contar con mayor información acerca del comportamiento estructural en el subsuelo, sobre todo hacia los bordes de la Isla de Balcones y de los macizos de Zitácuaro–Taxco y de Guerrero–Oaxaca, con lo que también se tendrá idea de los acúñamientos de las formaciones más antiguas hacia estos elementos.

3.- Que se estudien con detalle geológico estructural el Anticlinorio de Potrero y el Anticlinal de Characo, con objeto de comprobar si son estructuras favorables para proponer la localización de pozos de sondeo estratigráfico que investiguen posteriormente las condiciones geológicas del subsuelo y su importancia desde el punto de vista económico petrolero, ya que este estudio de reconocimiento indica buenas condiciones de entrapamiento y aporta datos sobre la existencia de manifestaciones superficiales de hidrocarburos.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Alencáster, G., & Pantoja-Alor, J. (1996a). New early Aptian rudists (Bivalvia-Hippuritacea) from the Huetamo area in southwestern Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 12, No. 2, p. 123-134.

Alencáster, G., & Pantoja-Alor, J. (1996b). The rudist *Amphitricoeelus* (Bivalvia-Hippuritacea) in the Lower Cretaceous of southwestern Mexico. *Journal of Paleontology* 70, p. 399-407.

Alencáster, G., & Pantoja-Alor, J. (1998). Two new Lower Cretaceous rudists (Bivalvia-Hippuritacea) from the Huetamo region, southwestern Mexico. *GE OBIOS, Mém. Spéc.* 22, p. 15-28.

Arredondo C. (1974). Criterios geológico-geoquímicos en la exploración petrolera, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, No. 2

Altamira-Areyán et al. (2000). Area de Cutzamala. [satori.geociencias.unam.mx/22-3/\(12\)Benammi.pdf](http://satori.geociencias.unam.mx/22-3/(12)Benammi.pdf)

Ayala Castañares, A. (1960). *Orbitolina morelensis* sp. nov. de la Formación Morelos del Cretácico Inferior (Albiano) en la región de Huetamo Michoacán, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, No. 6, 16 p.

Burckhardt, C. (1930). Étude Synthétique sur le Mésozoïque mexicain. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, vols. 40-50, 280 p.

Buitrón, B.E. (1973). *Tetragramma gloriae* n. sp., Equinoide de la Formación San Lucas (Hauteriviano-Aptiano) de la región de Huetamo, Michoacán. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, No. 36, 16 p. 38-43.

Buitrón B.E., 1981. Gasterópodos del Cretácico Temprano de México occidental y sus implicaciones paleobiogeográficas: Porto Alegre, Brasil, II Cong. Latinoamericano de Paleon., Anais. P. 343- 357, 2 fig., 12 tablas.

Buitrón B.E. y Rivera- Carrasco E. 1985 Nerineidos (Gastrópoda Nerineidae) Cretácicos de la región de Huetamo-San Lucas, Michoacán. Boletín Sociedad Geológica Mexicana Tomo 46, No. 1,2. p. 65-84.

Buitrón B.E. y J. Pantoja-Alor 1994. Esponjas perforantes de Moluscos del Cretácico Temprano de la región Centrooccidental de México, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Vol.11, No.2.; 222-231 p.

Buitrón B.E. y J. Pantoja-Alor 1998. Albian gastropods of the rudists bearing Mal Paso Formation, Chumbitaro Region, Guerrero, México. UNAM. Instituto de Geología, Revista de Ciencias Geológicas, Vol. 15, No.1, p14-20.

Campa, M.F., Flores R., y Oviedo R., (1974). La secuencia mesozoica volcánico-sedimentaria metamorfizada de Ixtapan de La Sal, Méx. –Teloloapan, Guerrero. Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. 35, p. 7-28.

Campa, M.F., Oviedo R., y Tardy, M. (1976). La cabalgadura laramítica del dominio volcánico-sedimentario (arco Alisitos-Teloloapan) sobre el miogeosinclinal mexicano en los límites de los Estados de Guerrero y México. Congreso Latinoamericano de Geología 3, Resúmenes, p. 23.

Campa, M. F. y Flores, R. (1981). Conjuntos estratotectónicos de la Sierra Madre del Sur, Región comprendida entre los Estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos. Sociedad Geológica Mexicana, Boletín .

Campa, M.F. & Coney, P.J. (1983). Tectonostratigraphic terranes and mineral resources distribution in Mexico. Canadian Journal of Earth Sciences 26, p. 1040-1051.

Cserna de. Z., (1965). Reconocimiento geológico en la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, estado de Guerrero. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista

Cserna, de, Z. y Palacios, N.M. (1978). Relaciones de facies de las rocas cretácicas en el noreste de Guerrero y en áreas colindantes de México y Michoacán. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 62, 76 p.

Figueroa J., 1959, "Carta sísmica de la República Mexicana"
www.unam.mx/db/english/5879_ing.html

Fries, Carl (1956). Bosquejo geológico de la región entre México D.F y Taxco, Guerrero, X Congreso Internacional México, Libreto Guía Excursiones A-4 y C-2.

Fries, Carl (1956-57). Bosquejo geológico de la región entre México D.F y Acapulco., Guerrero, XX Congreso Internacional México, Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, IX (5- & 9, p. 287-3343, 2 mapas.

Fries, Carl (1960). Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín No. 60, 236 p.

GARCIA DE MIRANDA, E. 1964-1981 Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana p. 71-252.

Guzmán, J.T. (1950). Geología del noreste de Guerrero Asociación Mexicana de Geólogos. Petroleros, Boletín I.2.2.

Hall, C.E., (1903). Notes on a geological section from Iguala to Totolapa, State of Guerrero, Mexico. Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate (México), vol. 13, p. 327-335.

Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI) 1996. Hoja E14A74 de Coahuila de Zaragoza de Catalán. Cartas topográficas escala 1:50,000.

López Ramos, E. (1979). Geología de México Basamento, Léxico Estratigráfico, Geología Histórica, Paleogeografía, Geosinclinales, Tectónica de Placas, Recursos Naturales, Cartas Geológicas. Editorial México, Tomo III, 446 p.

Miranda-Gasca M. A. Gómez Caballero A, Ponce Sibajae, Chávez Martínez, García F. J. (1977) Reconocimiento geológico geoquímico del cerro de Tzitzio-Altamirano, Estado de Michoacán y Guerrero. Consejo de Recursos Minerales

Miranda-Gasca M. A. (1974) Yacimientos minerales de la porción nor-este del estado de Guerrero. Consejo de Recursos Minerales.

Morán Zenteno, D.J., Cerca, M., Keppie, J.D., in A.F. Nieto-Samaniego and S.A Alaniz-Álvarez (eds), (2007). The Cenozoic tectonic and magmatic evolution of southwestern Mexico: advances and problems of interpretation. Geology of México: Celebrating the Centenary of the Geological Society of México. Geological Society of America Special Paper 422, p. 71-92 (version en inglés del volumen conmemorativo del Primer Centenario de la Sociedad Geológica Mexicana)..

Pantoja-Alor, J. (1959). Estudio geológico de reconocimiento de la región de Huetamo, estado de Michoacán. Consejo de Recursos Naturales No Renovables, Boletín No. 50, 36 p.

Pantoja-Alor, J. (1990). Redefinición de las unidades estratigráficas de la secuencia mesozoica de la región de Huetamo-Altamirano, Estados de Michoacán y Guerrero. Sociedad Geológica Mexicana, Convención Geológica Nacional 10th, México D.F., Resúmenes, p. 66.

Pantoja-Alor, J. (1992). La Formación Mal Paso y su importancia en la estratigrafía del sur de México. Sociedad

Geológica Mexicana. XI Convención Geológica Nacional, Veracruz, México. Libro de Resúmenes, p. 149-151.

Pantoja-Alor, J. (1993). Description of the localities visited in the Field Trip B, Geology and rudist communities of the Huetamo region, State of Michoacan, Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, International Conference on Rudists, 3rd, México, D.F., Guidebook of Field Trip B. p. 1-9.

Pantoja-Alor, J., Schroeder, R., Cherchi, G., Alencáster G. and Pons J.M. (1994). Fossils assemblages, mainly foraminifers and rudistas, from the early Aptian of Southwestern Mexico. Paleobiogeographical consequences for the Caribbean region. *Revista española de Paleontología*, vol. 9, p. 211-219.

Pantoja-Alor, J. (1999). Early Aptian rudistas from El Cajón Formation, San Lucas región, Michoacán, SW México. *Erlangwen geologische Abhandlungen, Sonderband 3*, Universität Erlangen-Nürnberg, Fifth International Congress on Rudists, Abstracts and Field Trips Guides, Erlangen, Germany, p. 39-41.

Pantoja-Alor, J. (1999). The Michoacán Archipelago: Rudist bioogeography and palaeogeography of the Huetamo-San Lucas region, SW Mexico. *Erlangwen geologische Abhandlungen, Sonderband 3*, Universität Erlangen-Nürnberg, Fifth International Congress on Rudists, Abstracts and Field Trips Guides, Erlangen, Germany, p. 43-44.

Paredes, T. (1980). El Petróleo en los límites de los estados de Oaxaca, Puebla y Guerrero.

Raisz, E. (1959). Landforms of Mexico. Cambridge, Mass, mapa con texto, escala 1:3,000,000.

Lehnert, K., Su, Y., Langmuir, C., Sarbas, Nohl, U., 2000, A global Sabanero–Sosa, H., 1990, La ruptura del extremo austral de la plataforma Guerrero–Morelos.

www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1026-87742009000100017&...

Salas, 1949. Control del marco rígido de las cuencas sedimentarias sobre las estructuras existentes dentro de ellas. Consejo de Recursos Minerales. Vol. X, 112 p.,

Secretaria de Recursos Hidráulicos, 1971. REGION HIDROLOGIA NUM. 18 (Parcial) Cuenca del Medio y Bajo Balsas. Boletín No. 49.

Skelton, P.W. & Pantoja-Alor J. (1999). Discovery of *Coalcomana* (Caprinidae) in the Lower Aptian El Cajón Formation in the San Lucas area, Michoacan, SW Mexico. Erlangen geologische Abhandlungen, Sonderband 3, Universität Erlangen-Nürnberg, Fifth International Congress on Rudists, Abstracts and Field Trips Guides, Erlangen, Germany, p. 43-44.