

11
2 ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

EVOLUCION GEOLOGICA DE LA REGION DE
METZTITLAN/ZACUALTIPAN, ESTADOS
DE HIDALGO Y VERACRUZ.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A N :

José Teodoro Hernández Treviño
María del Sol Hernández Bernal

MEXICO, D. F.

FALLA DE ORIGEN

1991



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 está 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.

	Pág.
RESUMEN	1
CAPITULO UNO. INTRODUCCION	4
LOCALIZACION	5
VIAS DE ACCESO	5
POBLACION Y CULTURA	9
FISIOGRAFIA	9
Orografia	9
Hidrografia	10
CLIMAS	15
VEGETACION Y USO DEL SUELO	15
GEOMORFOLOGIA	17
Relieve de rocas sedimentarias	17
Montañas calcáreas	17
Lomeríos y cañadas	17
Montañas conglomeráticas	18
Relieve de rocas ígneas	18
Mesas Ignimbríticas	18
Mesas basálticas	18
Remanentes volcánicos	18
Relieve acumulativo	19
Planicies disecadas	19
Bajada	19
Brecha de colapso	19
Planicie aluvial	19

CAPITULO DOS. ESTRATIGRAFIA	21
ERATEMA PALEOZOICA	22
Formación Guacamaya	22
ERATEMA MESOZOICA	27
Formación Huizachal	27
Formación Huayacocotla	33
Formación Cahuasas	39
Formación Tepexic	40
Formación Santiago	41
Formación Xaltipa	42
Formación Tamán	43
Formación San Andrés	44
Formación Pimienta	45
Formación Tlacoyalco	46
Grupo Tamaulipas	47
Formación Tamaulipas Inferior	49
Formación Otates	53
Formación Tamaulipas Superior	54
Formación El Abra	55
Formación Tamabra	56
Formación Mexcala	57
Formación Agua Nueva	58
Formación San Felipe	59
Formación Méndez	62
ERATEMA CENOZOICA	64
Sistema Terciario	64
Formación Chicontepec	64
Formación Metztlán	66
Formación Tarango	67

Sistema Cuaternario	68
Depósitos Recientes	68
ROCAS IGNEAS	70
Primera unidad volcánica	70
Segunda unidad volcánica	71
CAPITULO TRES. ESTRUCTURA GEOLOGICA	72
DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS	73
Bloques Alóctonos	73
Alóctono Tolantongo	73
Alóctono Las Canoas	76
Pliegues	76
Anticlinorio de Huayacocotla	76
Anticlinorio Texcatepec	76
Anticlinal Ixtatetla	77
Sinclinal Miguel Lerdo	77
Sinclinal Agua Fria	77
Sinclinal Tianguistengo	78
Fallas inversas	78
Cabalgadura Metztitlan	78
Fallas normales	78
Falla Ixtacapa	79
Falla Agua Hedionda	79
Falla Tolantongo	79
Falla Matlatenco	79
Falla Huichohuaya	79
Falla Maxala	80
Falla Zilacatipan	80
SINTESIS TECTONICA	80

CAPITULO CUATRO. EVOLUCION GEOLOGICA	82
Triásico Tardío - Jurásico Temprano	83
Jurásico Medio - Jurásico Tardío	83
Neocomiano - Aptiano	84
Albiano - Cenomaniano	84
Turoniano - Santoniano	84
Campaniano - Maestrichtiano	85
Paleógeno	85
Neógeno	85
Cuaternario	85
CAPITULO CINCO. CONCLUSIONES	86
Conclusiones Estratigráficas	87
Conclusiones Tectónicas	87
BIBLIOGRAFIA	90

RESUMEN

El área investigada corresponde con las cartas topográficas Metztlilán y Zacualtipán del INEGI; se encuentra en tres provincias geológicas, de Oeste a Este: La Plataforma de Valles-San Luis, El Anticlinorio de Huayacocotla y la Cuenca de Chicon-tepec.

El rango de las unidades reconocidas comprende desde el Pérmico Inferior hasta el Reciente. En el presente trabajo se pretende identificar y representar la distribución de las unidades, sus características litológicas y sus relaciones estratigráficas en forma consistente. De esta manera, se han diferenciado unidades que anteriormente habían sido cartografiadas como parte de otras secuencias.

Se reconocieron 33 unidades estratigráficas; una marina pérmica; una continental triásica; ocho jurásicas, seis marinas y dos continentales; diez unidades marinas del Cretácico; ocho terciarias, una marina, cuatro sedimentarias continentales y tres volcánicas. Además, se identificaron cuatro unidades de depósitos recientes. Por otra parte, se observó una unidad intrusiva tal vez del Mesozoico. Se midieron nueve unidades litoestratigráficas con un espesor total medido de 5613.0 m.

Se propone informalmente a la Formación Xaltipa (lechos rojos) como perteneciente al Kimmeridgiano (Hoja Zacualtipán) así como a la Formación Metztlilán (conglomerados continentales) perteneciente al Terciario (Hoja Metztlilán).

Se reconocieron dos discordancias principales; una entre el Pérmico y el Triásico Tardío; otra entre el Jurásico Temprano y el Calloviano; esta última se extendió hasta el Kimmeridgiano en el sector Oriente.

Los rasgos estructurales de la región tienen un rumbo general Noroeste - Sudeste.

Se identificó una estructura que puede corresponder con la cabalgadura maestra de la Franja de Pliegues y Cabalgaduras de la Sierra Madre Oriental; de tal forma, las secuencias propias de la Plataforma de Valles San Luis están yuxtapuestas sobre las unidades del Anticlinorio de Huayacocotla con un acortamiento mayor a los 10 km.

Con base en las características de las secuencias expuestas, a su distribución y a sus rasgos estructurales se pueda bosquejar la siguiente evolución geológica:

Después de la integración de Pangea, ya a finales del Triásico Tardío se desarrolló un proceso de fragmentación continental, dando lugar a la formación de Aulacógeno (Smith-Effing, 1980) (Amos Salvador, 1987). Dominio en el que se estableció primero sedimentación continental y posteriormente marina, en el lapso Triásico Tardío-Jurásico Temprano; la sedimentación culminó probablemente por una fase distensiva que provocó una dislocación y posteriormente su denudación. Conforme se denudó el área, se reestableció la sedimentación, en el marco de una transgresión marina de Poniente a Oriente evidenciada por la presencia de los cuerpos calcareníticos Tepexic del Calloviano en las cercanías de Matlatenco y San Andrés del Kimmeridgiano Tardío-Tithoniano Temprano en Maxala.

La transgresión continuó y hacia el Cretácico Temprano, en la región, Únicamente presistía una pequeña porción positiva, en la región de Emilio Hernández; la cual, aportaba sedimentos clásticos. En el resto del área, ocurrió sedimentación calcárea, en el marco de una subsidencia, evidenciada por la presencia de facies de aguas profundas.

Para el Albiano-Cenomaniano se estableció una sedimentación de Plataforma en el Sector Occidental; posiblemente en dos cuerpos arrecifales separados por un surco de aguas profundas. Mientras que, en el Oriente, ocurría sedimentación calcárea de facies cada vez más profundas.

En el Turoniano, regionalmente, se restringieron los desarrollos arrecifales; se desarrolla una acumulación flysch en el Poniente; misma que continuó el resto del Cretácico; en tanto que, hacia el Oriente, durante el Cretácico Tardío, se acumularon secuencias calcáreas; primero arcillosas en un ambiente euxínico; después con aporte de piroclastos y al final un flysch pelítico.

La región estuvo sometida a una fase compresiva en el Paleógeno; en cuyo marco se acumuló la secuencia flysch Chicontepec, en el ámbito marino que aún prevalecía en el Sector Oriental. Penecontemporáneamente, se desarrollaron depósitos continentales sin o postorogénicos en el Poniente. Esta fase compresiva yuxtapuso a la secuencia de la Plataforma de Valles-San Luis sobre las rocas del Anticlinorio de Huayacocotla tal como se presenta a lo largo de la traza de la Cabalgadura Metztlán.

En el Neógeno, ocurrieron: una fase distensiva que dislocó las estructuras laramidicas; la acumulación de rocas volcánicas de diverso tipo y una disección profunda.

CAPITULO UNO

INTRODUCCION

LOCALIZACION

El área de estudio se encuentra en los estados de Hidalgo y Veracruz (ver Fig. 1.1): comprende una superficie de 1910 km² que está ubicada entre los meridianos 99° 00' y 98° 20' de longitud Oeste y entre los paralelos 20° 30' y 20° 45' de latitud Norte. Dicha superficie es expresada cartográficamente por la Dirección General de Geografía (D.G.G.) en las cartas topográficas: Metztlitlán (F-14-D-61) y Zacualtipán (F-14-D-62). La zona incluye parcialmente a los siguientes municipios hidalguenses: Cardonal, Eloxochitlán, Metzquititlán, Metztlitlán, Molango, Tianguistengo, Kochicoatlán y Zacualtipán; además, a los veracruzanos: Huayacocotla, Ilamatlán, Texcatepec, Zacualpan y Zontecomatlán, como se observa en la Fig. 1.2.

VIAS DE ACCESO

El acceso a la región se efectúa desde la Ciudad de México por tres carreteras federales, como se puede observar en la Fig. 1.3.

-Al sector Occidental por la carretera No. 85 México-Laredo.

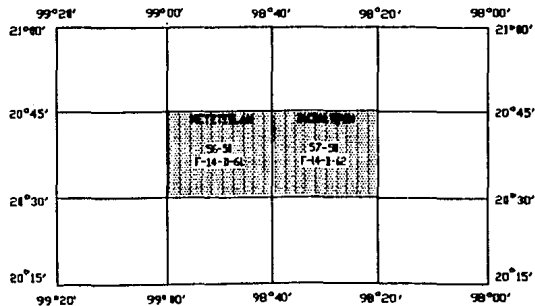
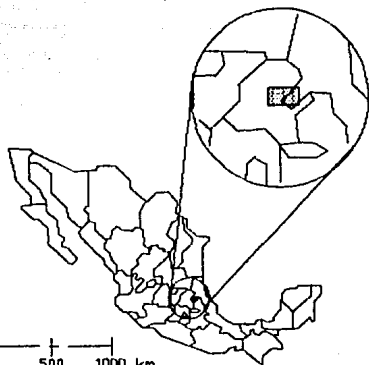
-A la porción central por la carretera No. 105 Pachuca-Tampico.


- Al sector Oriente por la carretera No. 130 Tulancingo-Tuxpan.

La primera comunica a los poblados de San Cristóbal, Tolan-tongo, San Pablo Tetlapaya y Chalmita; desde Ixmiquilpan se transita por la carretera estatal No. 27 a Cardonal, Hgo. hasta el entronque hacia Tolan-tongo, sobre esta ruta, el primer poblado dentro del área es San Cristóbal. Por otra parte, esta carretera facilita el acceso a Emilio Hernández y Milpa Grande; desde Lagunilla se viaja por carretera hasta Santiago de Anaya; desde ahí, parte una terracería hacia el Norte; esta vía se bifurca en Hermosillo hacia los destinos mencionados primero.

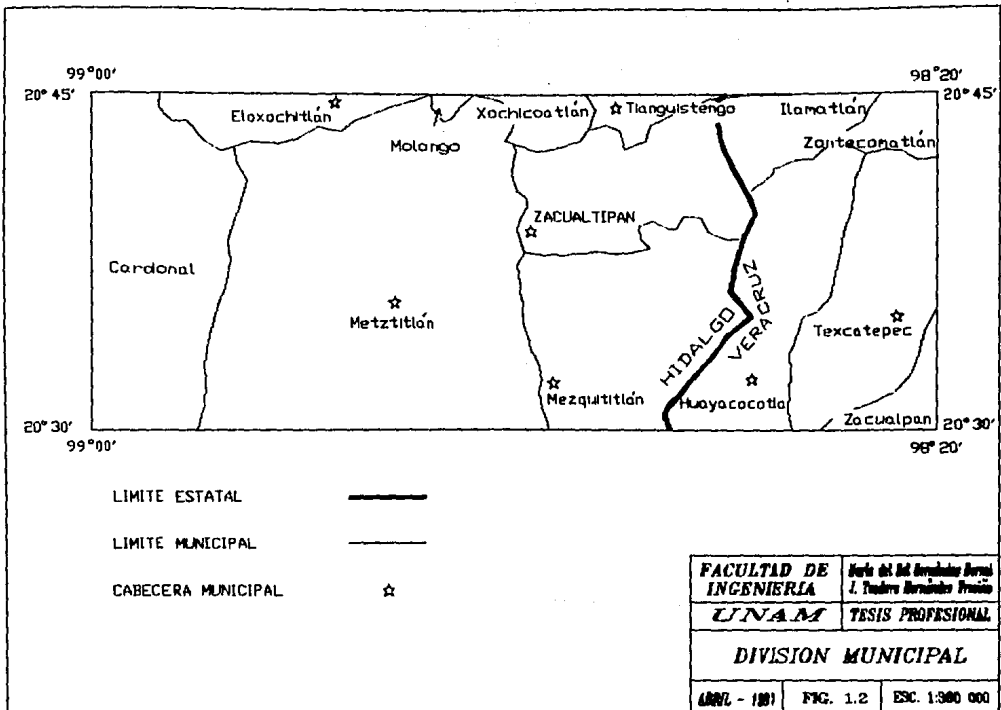
La carretera No. 105 cruza la zona en el tramo comprendido entre los kilómetros 70 y 123. De esta vía parte la carretera estatal No. 37 que comunica a lo largo del valle del Río Venados hasta Hualula y a partir de ahí, se desprende una terracería hacia Gilo. Como se puede observar en la figura 1.5, de la carretera Pachuca-Tampico parten otras vías secundarias y terracerías hacia numerosos puntos (Pemuxco, Jalapa, Huayacocotla, San Bernardo, entre otros).

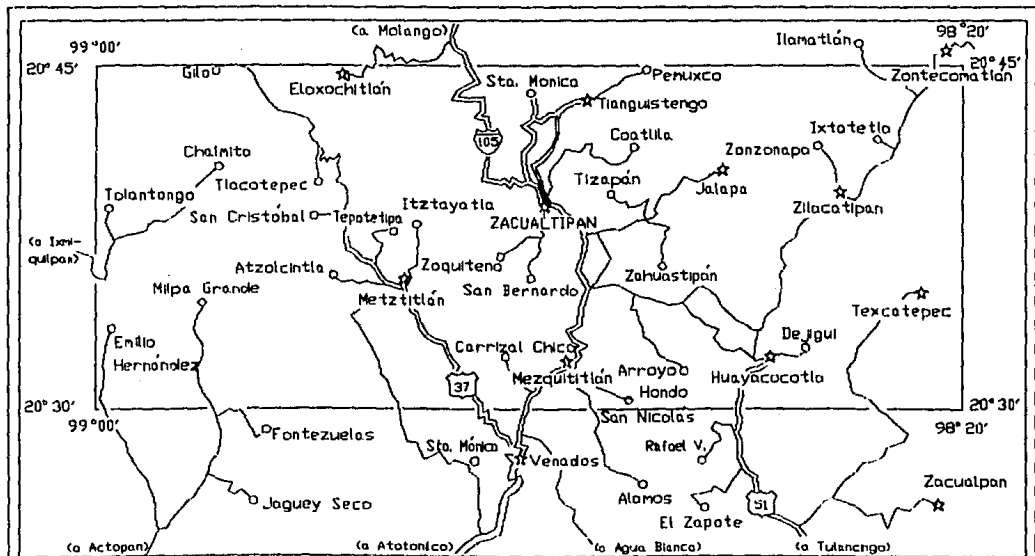
En el kilómetro 12 de la carretera No. 130, parte el tramo de la carretera estatal No. 51 a Huayacocotla; a partir de este poblado, se puede transitar hacia Zontecomatlán y a Chicontepec por una terracería que constituye el eje de las comunicaciones en el sector Oriente.



 AREA DE ESTUDIO

FACULTAD DE INGENIERIA	<i>María del Sol Hernández Torres J. Teodoro Hernández Franco</i>
UNAM	TESIS PROFESIONAL
LOCALIZACION	
ABRIL - 1991	FIG. 1.1 ESC. 1:1 250 000





Carretera pavimentada



Cabecera municipal ☆

Numeración de ruta
(Federal estatal)



Poblado ○

Terrocera



**FACULTAD DE
INGENIERIA**

UNAM

Mapa del Sol Oriental del
I. Tercero Alexander Príncipe

TESIS PROFESIONAL

VIAS DE ACCESO

ABRIL - 1991

FIG. 1.3

ESC. 1:360 000

POBLACION Y CULTURA

Algunas características socioeconómicas y los servicios de la región se muestran en las figuras 1.4.a y 1.4.b en donde se observa que las poblaciones con más servicios son Zacualtipán, Metzquititlán, Tlanguistengo y Huayacocotla; las tres primeras constituyen los centros de abastecimientos de la zona central; en tanto que la cuarta abastece al sector oriental. La zona occidental tiene como centro de abastecimiento a la ciudad de Ixmiquilpan.

Las principales actividades económicas son: Agricultura de riego en la Vega del Río Venados. Agricultura de temporal con el sistema de "roza, tumba y quema" en la región montañosa del Este. Ganadería principalmente en la zona de Huayacocotla. Explotación forestal en el sector de Carpinteros. Pastoreo en la región semiárida del Occidente.

METODO DE TRABAJO

El método de trabajo consistió en obtener información de trabajos previos de la zona de estudio (Fig. 1.5), se realizó una cartografía previa basada en fotointerpretación con lo que se procedió al de trabajo de campo llevándose a cabo las actividades siguientes :

- a) Levantamiento de ocho secciones geológicas (Fig 1.6).
- b) Medición de unidades Litoestratigráficas.
- c) Se verificaron algunos puntos de interés ya mencionados y observados por otros autores.

Posteriormente se procedió al trabajo de gabinete en el cual se revisó la fotointerpretación con el apoyo con los datos obtenidos en el campo, elaborándose el plano geológico en cartas escala 1:50 000 y por último se procedió al análisis de esta información con lo que se elaboró el presente trabajo.

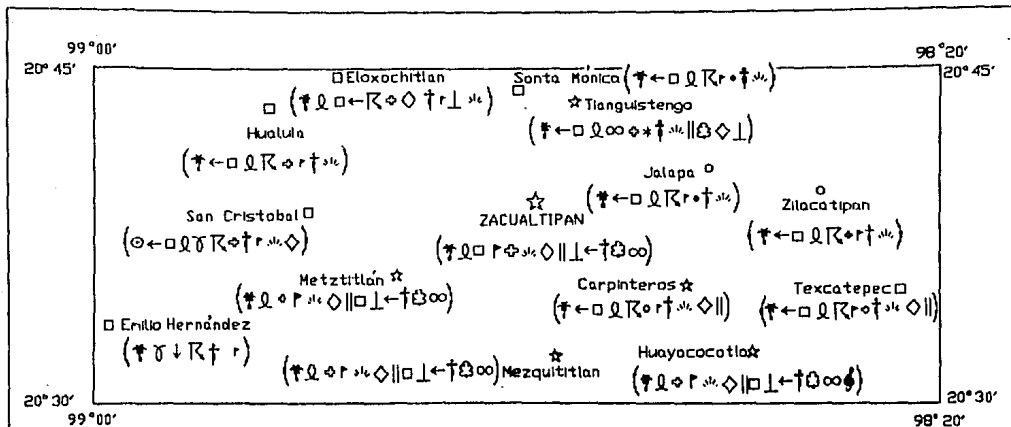
FISIOGRAFIA

El área de estudio está comprendida en las provincias fisiográficas Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico, de la primera en la Subprovincia Carso Huasteco y de la segunda en la Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo; de acuerdo a la clasificación de la D.G.G. (1981), ver fig. 1.7.

OROGRAFIA

La región se caracteriza por un relieve principalmente serrano con un desnivel máximo de 2100 m, entre el cerro El Escorpión (2620 m de altitud) en la Hoja Metzquititlán y la cota más baja del Río Los Naranjos (520 m) en la Hoja Zacualtipán; frecuentemente se presentan desniveles locales de 1000 m.

Las sierras tienen una orientación general Sudeste - Noroeste en la porción Occidental y Sudoeste - Noreste en la porción Oriental. En el conjunto serrano se presentan mesetas como la que se observa al sudeste de Zacualtipán y las mesas Chihuahua, Los Canes y Grande entre otras al norte y noreste de la Laguna de Metzquititlán.



Consultar simbología en Fig. 1.4-b

FACULTAD DE INGENIERIA	Unidad del Sistema Profesional J. Federico Hernández Treviño
UNAM	TESIS PROFESIONAL
POBLACION Y CULTURA	
ABRIL - 1991	FIG. 1.4-A ESC. 1:360 000

SIMBOLOGIA

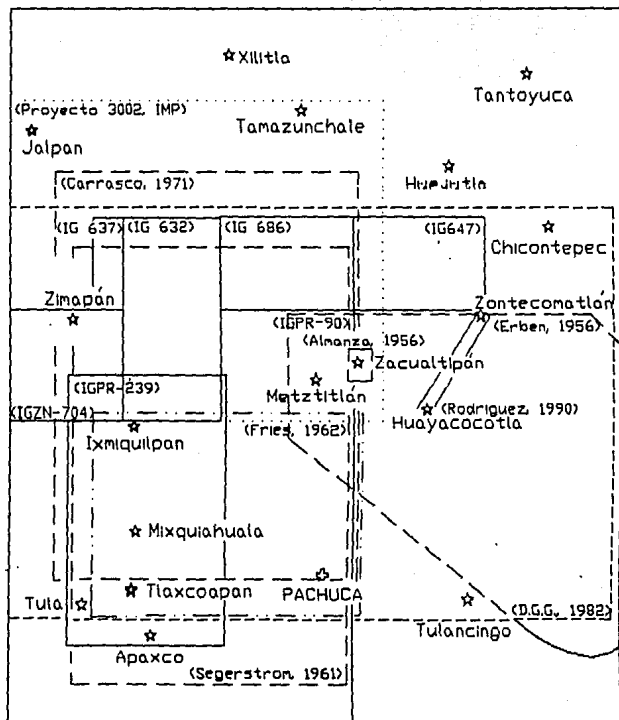
<p style="text-align: center;">HABITANTES</p> <p>☆ hasta 10,000</p> <p>☆ hasta 5,000</p> <p>□ hasta 750</p> <p>○ hasta 200</p> <p style="text-align: center;">A G U A</p> <p style="text-align: center;">ABASTECIMIENTO</p> <p>† de manantial</p> <p>○ de pozo</p> <p style="text-align: center;">MEDIO DE CONDUCCION</p> <p>ℓ por tubería</p> <p>∅ humana</p> <p style="text-align: center;">MEDIO DE ALMACENAMIENTO</p> <p>□ caja de agua</p> <p style="text-align: center;">DISTRIBUCION</p> <p>← toma domiciliaria</p> <p>↓ humana</p> <p style="text-align: center;">ELIMINACION DE EXCRETAS</p> <p>∞ alcantarillado</p> <p>℞ letrinas</p> <p style="text-align: center;">MUNICIPAL</p> <p>† cenenterio</p> <p>⊙ mercado</p>	<p style="text-align: center;">ASISTENCIA MEDICA</p> <p>⊕ hospital</p> <p>◇ clínica</p> <p>◊ centro de salud</p> <p>• casa de salud</p> <p style="text-align: center;">EDUCACIONAL</p> <p>r hasta primaria</p> <p>† hasta secundaria</p> <p>† hasta preparatoria</p> <p>* hasta normal</p> <p style="text-align: center;">CORRIENTE ELECTRICA</p> <p>∞ líneas</p> <p style="text-align: center;">COMUNICACIONES</p> <p>◇ correo</p> <p> telégrafo</p> <p>⊥ teléfono</p> <p>♫ radio difusora</p>
---	---


FACULTAD DE INGENIERIA	Escuela del Sr. Hermanos Bernal J. Tzucero Hernández Treviño
-------------------------------	---


UNAM	TESIS PROFESIONAL
-------------	--------------------------

POBLACION Y CULTURA

ABRIL - 1991	FIG. 1.4-B	ESC. 1:360,000
--------------	------------	----------------




I.N.E.G.I. 

I.M.P. 

PEMEX 

Publicaciones 

Tesis 

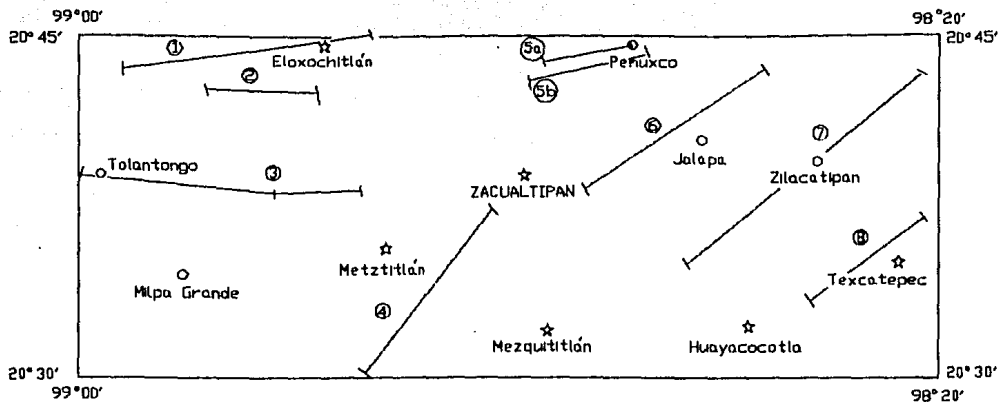
U.N.A.M. 

0 10 20 30 40 km

FACULTAD DE INGENIERIA	María del Sol Hernández Berasal J. Federico Hernández Treviño
UNAM	TESIS PROFESIONAL

TRABAJOS PREVIOS

ABRIL - 1991	FIG. 1.5	ESC. 1:1 000 000
--------------	----------	------------------

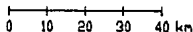
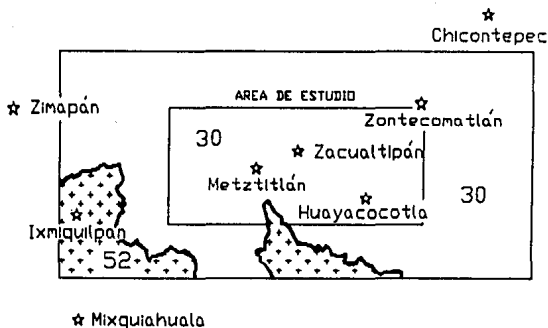


- ④ Línea de sección
- ☆ Cabecera municipal
- Población

FACULTAD DE INGENIERIA	María del Sol Hernández Torres & Tereasa Hernández Torres
UNAM	TESIS PROFESIONAL
INDICE DE SECCIONES GEOLOGICAS	
APRIL - 1981	FIG. 1.6
ESC. 1:360 000	



- I. PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA
- II. LLANURA SONORENSE
- III. SIERRA MADRE OCCIDENTAL
- IV. SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE
- V. SIERRA MADRE ORIENTAL
- VI. GRANDES LLANURAS DE NORTEAMERICA
- VII. LLANURA COSTERA DEL PACIFICO
- VIII. LLANURA COSTERA DEL GOLFO NORTE
- IX. MESA DEL CENTRO
- X. EJE NEOVOLCANICO
- XI. PENINSULA DE YUCATAN
- XII. SIERRA MADRE DEL SUR
- XIII. LLANURA COSTERA DEL GOLFO SUR
- XIV. SIERRAS DE CHIAPAS Y GUATEMALA
- XV. CORDILLERA CENTROAMERICANA



- Provincia Sierra Madre Oriental
- 30 Subprovincia Cerso Huasteco
- Provincia Eje Neovolcánico
- 52 Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo

TOMADO DE LA CARTA FISIOGRAFICA MEXICO
BGS (1962)

FACULTAD DE INGENIERIA	María del Sol Hernández Peralta J. Federico Hernández Treviño
UNAM	TESIS PROFESIONAL
PROVINCIAS FISIOGRAFICAS	
ABRIL - 1991	FIG. 1.7
ESC. 1:500 000	

Los valles fluviales tienen secciones en "V" muy angostas, excepto el valle del Río Venados, que tiene una amplitud de 400 m en la latitud de San Pedro Tlatemalco y de 3 km en su desembocadura en la Laguna Metztlán.

HIDROGRAFIA

La región pertenece a la Vertiente del Golfo de México; forma parte de la cuenca del Río Pánuco. En el área existe un parteaguas que coincide aproximadamente con la línea imaginaria Eloxochitlán - Zacualtipán - Atopixco - Cieneguilla - Viborillas. En el sector Occidental definido por dicho parteaguas, drena el Río Amajac y su afluente Almolón, mismo que recibe las aguas excedentes de la Laguna Metztlán; lago al que drena el Río Venados. Estas corrientes fluviales tienen una dirección general hacia el noroeste.

Dentro de la zona, la red de drenaje del Río Amajac es asimétrica; tiene mayor desarrollo en el Poniente, desde donde drenan sus afluentes principales: El Río Carrizal y el Río Tolantongo. Por su parte, el Río Venados tiene afluentes con mayor desarrollo en su margen Oriental, en la cual drenan el Río San Agustín y el Arroyo San Juan entre otros.

En la región Oriental, las principales corrientes fluviales drenan hacia el noreste; destacan los Ríos: Tizapán - Amajac (homónimo); Mimiaguaco - Garcés; El Viñazco y El Domeni.

El patrón de drenaje es subparalelo en el sector Occidental y burdamente rectangular y más denso, en el Oriental. La profundidad de la discción en las corrientes principales es de aproximadamente 1000 m.

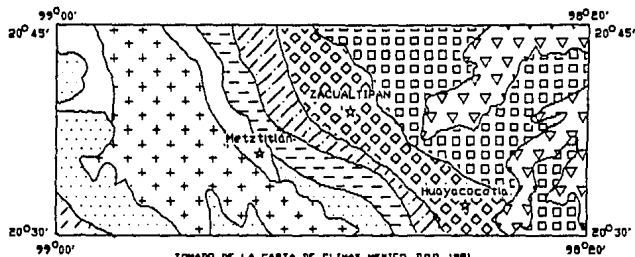
CLIMA

En el área investigada se presenta una amplia gama de climas de los grupos templados "C" y secos "B" de acuerdo a la D.G.G. (1981) como se expresa en la figura 1.8, los climas varían desde semicálidos y templados en el sector Oriental, hasta seco y semiseco en el Occidental, los cuales tienen una distribución en forma de franjas con un rumbo general Sudeste-Noroeste.

VEGETACION Y USO DEL SUELO

La zona estudiada presenta una gran diversidad en su cubierta vegetal; tanto natural, como inducida y cultivada. En forma general se definen dos regiones de acuerdo a la vegetación y al uso del suelo que INEGI (1984) cartografía; el límite entre dichas regiones se bosqueja según una línea recta que pasa por Eloxochitlán, Hgo. y Huayacocotla, Ver.

La región Occidental se caracteriza por vegetación natural de matorrales de los tipos: Submontano, Inerme, Subinerme, Craticaula y Cardonal; en las partes más altas se observan bosques de encino y de tascote; ambos con vegetación secundaria arbustiva. En tanto que, en las partes planas se desarrollan cultivos de temporal, excepto en la Vega del Río Venados, en donde los cultivos son de riego o de humedad.



CLASIFICACION DE CLIMAS SEGUN KOPPEN MODIFICADO POR GARCIA

CLIMAS TEMPLADOS



$C(w)$ Templado subhúmedo con lluvias en verano



$C(m)$ Templado subhúmedo con abundantes lluvias en verano



$C(w_0)(w)$ Templado subhúmedo con lluvias en verano



$C(w_z)$ Templado subhúmedo con precipitación menor a 5mm en invierno



$C(fm)$ Templado húmedo



$(A)C(fm)$ Semicaldo húmedo

CLIMAS SECOS



BS_{1hw} Semiseco templado con lluvias en verano



BS_{1kw} Semiseco templado con verano caliente



BS_{0hw} Semiseco con lluvias en verano



Población

FACULTAD DE INGENIERIA	María del Sol Hernández Peralta J. Producers Hernández Treviño
UNAM	TESIS PROFESIONAL
CLIMAS	
ABRIL - 1991	FIG. 1.8 ESC. 1:500 000

La región Oriental presenta principalmente bosques mesófilos de Montaña, Pino, Pino-Encino y Encino-Pino; se observan además pastizales inducidos y agricultura anual de temporal.

GEOMORFOLOGIA

La distribución de los elementos morfológicos de la región está controlada por los rasgos estructurales mayores; sin embargo, las características del relieve están controladas por la erosión de las diferentes litologías expuestas en el área.

El relieve regional se puede agrupar en tres categorías de acuerdo a su origen: De rocas sedimentarias, de rocas ígneas y acumulativo; las cuales en conjunto incluyen diez unidades geomorfológicas expresadas en la Figura 1.9. A continuación se describen las características generales que presentan dichas unidades:

RELIEVE DE ROCAS SEDIMENTARIAS

El relieve de rocas sedimentarias se localiza principalmente en el Poniente y Oriente de la zona de estudio; en dos franjas separadas entre sí por otros tipos de relieves.

MONTAÑAS CALCAREAS

Se localizan principalmente en dos franjas de orientación Noroeste-Sudeste ubicadas al poniente y oriente del área; la primera está labrada en las rocas de las formaciones El Abra, Tamabra y Tamaulipas Inferior, así como en el bloque calcáreo alóctono; la segunda franja se encuentra labrada en las rocas de las formaciones San Andrés, Tepexic, Tamaulipas y Agua Nueva. Se caracterizan por el desarrollo de laderas abruptas con interfluvios redondeados; con cañadas profundas, con un patrón de drenaje angular poco denso, su expresión morfológica contrasta notablemente con las formas de relieve adyacente; tanto con la unidad de lomeríos y cañadas, como con el relieve volcánico. En el sector Oriental se presenta un desarrollo cárstico incipiente. El Río Amajac diseña a la mayor unidad de las montañas calcáreas, ubicadas en la franja occidental.

LOMERIOS Y CAÑADAS

Este relieve está labrado en las secuencias arcillo-arenosas y calcáreo-arcillosas de las formaciones Chicontepec, Méndez, San Felipe, Agua Nueva y Mexcala; se distribuyen en franjas angostas de orientación Noroeste-Sudeste, bordeando a las unidades de montañas calcáreas y montañas clásticas. Se caracterizan por un patrón de drenaje con gran densidad e interfluvios angulosos. El Río Venados labra un valle amplio sobre esta unidad, en comparación con el Río Amajac, el cual corre paralelo, formando este último cañones angostos y profundos.

MONTAÑAS CONGLOMERATICAS

Se distribuyen a lo largo de una franja ancha de orientación semejante a la de las unidades anteriores, Noroeste-Sudeste, ubicada en el oriente de la región, en el centro de la Hoja Zacualtipán; están formadas por conglomerados, areniscas conglomeráticas y areniscas, de las formaciones Guacamaya, Huizachal, Cahuascal y Xaltipa; morfológicamente, son muy semejantes a la unidad de montañas calcáreas; constituye cañones profundos con laderas abruptas, comúnmente con paredes verticales, poco disecadas; en ocasiones, se confunde con la unidad de montañas calcáreas.

RELIEVE DE ROCAS IGNEAS

Se localizan en la porción central, con algunos cuerpos aislados hacia el Poniente, en la unidad de montañas calcáreas; presenta rasgos geomorfológicos importantes, ya que forman mesas y cerros gran pendiente. El relieve de rocas igneas se sobrepone al propio de las rocas sedimentarias.

MESAS IGIMBRITICAS

En este grupo se incluyen los relieves tabulares recubiertos por ignimbritas y vidrios silícicos; de tal forma en sus laderas se pueden observar otros tipos de litologías, por ejemplo, los basaltos y rocas epiclásticas expuestos en la cuesta de San Agustín Metztlán. El relieve original sub-horizontal de la unidad, se conserva en la región al sudeste de Zacualtipán; no así, al norte de Metztlán.

MESAS BASALTICAS

Las mesas basálticas son las geoformas mejor conservadas en el entorno de Hualulula (Hoja Metztlán); se caracterizan por su emplazamiento arriba de la cota 1800 m, son una clara evidencia del encajamiento reciente de la red de drenaje de más de 500 m.

REMANENTES VOLCANICOS

Como remanentes volcánicos se consideraron antiguas mesas basálticas, ahora desmanteladas; frecuentemente, estos restos volcánicos se encuentran asociados a depósitos continentales epiclásticos como aquellos que conforman la unidad de Planicies Disecadas, como se puede ver en las cercanías de Chalmita.

RELIEVE ACUMULATIVO

PLANICIES DISECADAS

Este tipo de relieve se localiza en la porción Occidental; entre los poblados Emilio Hernández y Tolantongo; se presenta con un estado de disección poco acusado; mientras que, en las inmediaciones de Metztlán, las formas de las planicies están profundamente desmanteladas y muy disecadas.

BAJADA

En Mesa Grande (Hoja Metztlán) existe una bajada disecada; misma que se acumuló sobre una mesa basáltica. Esta bajada atestigua antiguos abanicos aluviales que drenaban hacia un valle emplazado aproximadamente a una cota de 1950 m.

BRECHA DE COLAPSO

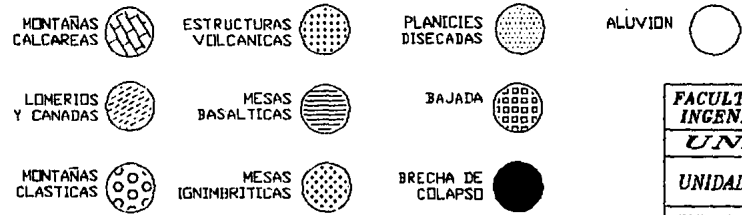
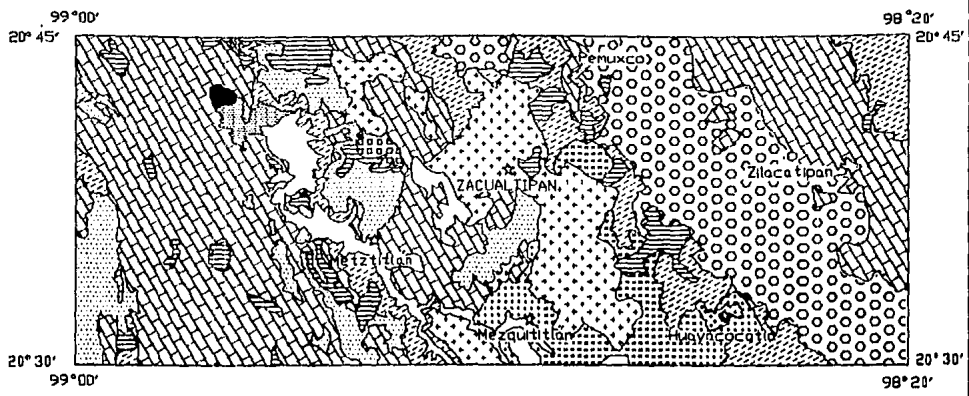
El embalse de la Laguna de Metztlán está definido por una brecha de colapso, cuya morfología contrasta con el resto de las formas calcáreas de la región, por el desarrollo de una topografía cárstica (Los Zótanos).

Sobre el Río Amajac, al Norte del poblado San Juan Amajac se observa otra brecha de colapso similar, con la diferencia de que el lago que generó, desapareció por el azolve del vaso y la posterior disección de la brecha.

PLANICIE ALUVIAL

El Río Venados fluye en una angosta planicie aluvial acumulada a raíz del embalse producido por el colapso de la ladera Oriente en la latitud de Hualula; de no existir dicho obstáculo, el río tendría una sección similar al del Amajac.

Otros rasgos asociados son las angostas terrazas fluviales que se encuentran en el valle del Río Amajac; terrazas que atestiguan un antiguo nivel de base similar al propio del Río Venados, en este caso se puede observar el remanente de la obstrucción a un kilómetro aguas abajo de la confluencia del Río Almolón.



FACULTAD DE INGENIERIA	Escuela del Sol Universidad Nacional J. Yanebra Hernández Príncipe	
UNAM	TESIS PROFESIONAL	
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS		
ABRIL - 1991	FIG. 1.9	ESC. 1:360 000

CAPITULO DOS

ESTRATIGRAFIA

En la región investigada están expuestas unidades que atestiguan un lapso comprendido entre el Pérmico Inferior y el Reciente; en la Tabla 2.1 se muestra su posición estratigráfica y correlación; las unidades corresponden a tres provincias geológicas:

La plataforma de Valles-San Luis se manifiesta por la presencia de la unidad Tlacoyalco, por el conjunto arrecifal El Abra-Tamabra y la Formación Mexcala.

En el Anticlinorio de Huayacocotla está expuesta una secuencia, constituida por las formaciones Huizachal, Huayacocotla, Cahuassas, Tepexic-Santiago-Xaltipa, Tamán-San Andrés, Pimienta, Tamaulipas Inferior, Otates, Tamaulipas Superior, Agua Nueva, San Felipe y Méndez.

De la Provincia Tampico-Misantla, aflora la Formación Chicon-tepec.

El resto de las unidades son depósitos continentales y rocas volcánicas cenozoicas ó cuaternarios.

En el presente trabajo se propone como unidad litoestratigráfica informal a la Formación Xaltipa para expresar mejor las características sedimentológicas durante el Jurásico en el área.

En los trabajos previos, frecuentemente se han confundido las diferentes unidades litoestratigráficas; por ejemplo: Se ha expresado como Formación Huayacocotla a la secuencia Cahuassas-Tepexic-Santiago (Carrillo-Bravo, 1965; p 85). Se ha cartografiado también como Huayacocotla, a la secuencia flysch de la Formación Guacamaya en el Río Tlahualompa, (Ramírez-Rubio, 1983). Esta situación aumenta los problemas de interpretación paleogeográfica. Este trabajo estuvo encaminado a reconocer en forma consistente, la distribución de las unidades, aunque no descartamos imprecisiones u omisiones en este trabajo.

DESCRIPCION DE LAS UNIDADES

LITOESTRATIGRAFICAS

ERATEMA PALEOZOICA

FORMACION GUACAMAYA

Definición. Carrillo (1961) propone como Formación Guacamaya a la secuencia rítmica de areniscas, conglomerados y lutitas de color gris oscuro, negro y gris verdoso de edad pérmica que afloran en el Anticlinorio de Huizachal - Peregrina. La localidad tipo se encuentra entre los ranchos La Guacamaya y La Peregrina, en el Cañón de la Peregrina.

Distribución. Se encuentra entre los poblados hidalguenses de Pemuxco y Jalapa, conforme a una franja de rumbo Sudeste-Noreste, sus mejores afloramientos se localizan sobre el Río Tlanguistengo.

Litología y espesor. En el área la formación consiste de una secuencia turbidítica que varía desde un flysch "salvaje" de facies de pendiente hasta un flysch pelítico arenoso de facies proximales. Los conglomerados masivos del flysch "salvaje" incluyen bloques de calizas coquinoideas con fusulinidos y crinoideos. (Fig.2.1-A) y (Fig.2.1-B)

Sobre el Río Tianguistengo, 350 m antes de su confluencia con el Río Amajac se midió una secuencia incompleta de 1081 m de la Formación Guacamaya, sin conocer su base ni su cima. A partir de la más antigua, se reconocieron las 14 unidades siguientes:

UNIDAD 1. Secuencia turbidítica en estratos entre 10 y 30 cm de espesor, con secuencia bouma completa en cada estrato; la fracción arenosa es de color pardo claro; en tanto que la fracción pelítica es de color gris oscuro. La unidad presenta algunos diques de arena. Espesor 74.0 m.

UNIDAD 2. Secuencia turbidítica en estratos con espesores entre 30 y 50 cm, en cuya fracción gruesa se encuentran algunos conglomerados con fragmentos de crinoideos, las areniscas presentan estratificación gradada, laminación paralela y rizaduras. La fracción pelítica tiene espesores entre 2 y 5 cm. Espesor 72.0 m.

UNIDAD 3. Secuencia flysch que consiste de una alternancia de horizontes arenosos de tonos claros en estratos de 10 y 20 cm de espesor y horizontes pelíticos de tonos oscuros con espesores entre 20 cm y 1 m. Espesor 60.0 m.

UNIDAD 4. Intercalación de lutitas y areniscas con secuencia bouma completa en estratos entre 10 y 40 cm de espesor. La relación entre las fracciones de arenisca y lutita varían entre 1:1 y 2:1. Espesor 92.0 m.

UNIDAD 5. Secuencia turbidítica en estratos entre 5 y 20 cm con una relación arenisca-lutita aproximada de 2:1. Las areniscas presentan los horizontes A, B, C, y D de la secuencia bouma, son de color gris claro y adquieren tonos ocráceos por intemperismo; contienen pequeños cristales de pirita. Las lutitas son de color gris oscuro. Espesor 32.0 m.

UNIDAD 6. Consiste de una secuencia de flysch "salvaje" en cuyos horizontes gruesos se observan gravas y bloques de rocas ígneas, lutitas y calizas; en algunos clásticos calcáreos se observan crinoideos y fusulinidos, en tanto que, en otros se observan nódulos de pedernal. La unidad incluye estratos turbidíticos con secuencia bouma completa. Por lo general los estratos tienen espesores entre 60 cm y 1 m. Espesor 91.5 m.

UNIDAD 7. En la parte basal presenta una secuencia turbidítica con horizontes clásticos de tonos claros y pelíticos oscuros, hacia la parte alta aumenta la proporción de areniscas; los estratos tienen espesores entre 20 y 100 cm. La unidad incluye estratos con lentes y algunos diques de arenisca de 25 a 30 cm de espesor. Espesor 75.5 m.

(m)

①

②

③

SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



LUTITA



ARENISCA



CONGLOMERADO

ARENISCAS
CONGLOMERATICAS

② ESPESOR DE ESTRATOS



delgada (1 - 10 cm)



mediana (10 - 30 cm)



gruesa (30 - 100 cm)



masiva (> 100 cm)

③ ATRIBUTOS

Crinoides

Estratificación gradada

Estratificación cruzada

Estratificación flosser

Fusulíndos

FORMACION GUACAMAYA

91.5

75.5

91.5

32.0

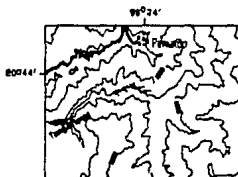
92.0

60.0

72.0

74.0

588.5

FACULTAD DE
INGENIERIAEscuela de Ingeniería de
J. Teodoro Hernández Treviño

UNAM

TESIS PROFESIONAL

FORMACION GUACAMAYA
MEDIDA EN EL
ARROYO TANCUISTENGO

ABRIL - 1991 | FIG. 2.1-A. ESC. 1:2.500

(m)

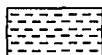
①

②

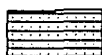
③

SIMBOLOGIA

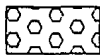
① LITOLOGIA



LUTITA



ARENISCA



CONGLOMERADO

② ESPESOR DE ESTRATOS

delgado (1 - 10 cm)

mediano (10 - 30 cm)

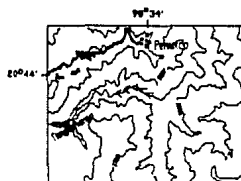
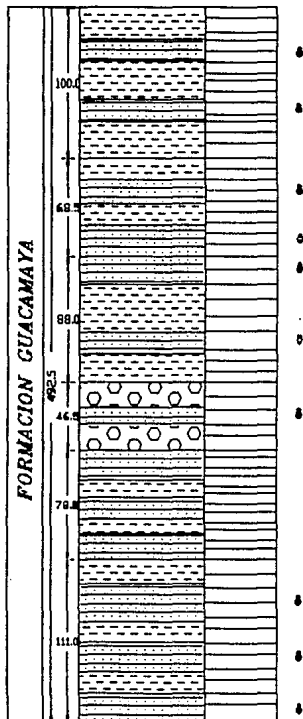
grueso (30 - 100 cm)

masivo (> 100 cm)

③ ATRIBUTOS

◻ Crinoides

● Estratificación gradada

FACULTAD DE
INGENIERIAMaría del Sol Hernández Bernal
J. Teodoro Hernández Treviño

UNAM

TESIS PROFESIONAL

FORMACION GUACAMAYA
MEDIDA EN EL
ARROYO TIANGUISTENGO

ABRIL - 1991

FIG. 2.1-B

ESC. 1:2,500

UNIDAD 8. La unidad inicia con estratos masivos de flysch "salvaje" con bloques de calizas con crinoideos y fusulinidos. En la parte alta se observan estratos turbidíticos con estratos con espesores entre 20 y 50 cm de color amarillo claro con secuencia bouma completa. Espesor 91.5 m.

UNIDAD 9. Secuencia flysch con horizontes arenosos de color gris claro con estratos entre 20 y 50 cm de espesor; la parte pelítica es de color gris oscuro y los estratos varían en espesor de 20 a 30 cm. Espesor 111.0 m.

UNIDAD 10. Turbiditas en estratos delgados. Los horizontes de arenisca tienen estratificación gradada y rizaduras, son de color pardo amarillento y presentan espesores entre 5 y 20 cm; mientras que, los de lutita son negros y sus espesores varían entre 4 y 10 cm. Espesor 78.5 m.

UNIDAD 11. Secuencia turbidítica con horizontes gradados que incluyen una fracción conglomerática con clastos de lutitas; estos horizontes tienen espesores aproximados de 60 cm, mientras que el resto de los horizontes miden entre 13 y 20 cm. La unidad es de color gris oscuro. Espesor 46.5 m.

UNIDAD 12. Secuencia turbidítica con horizontes arenosos de aproximadamente 20 cm de espesor y horizontes pelíticos entre 1 y 2.6 m de espesor. Algunas areniscas son conglomeráticas y presentan fragmentos de crinoideos. La unidad incluye lentes de arenisca y diques sedimentarios. Espesor 88.0 m.

UNIDAD 13. Turbiditas en estratos delgados (10 - 15 cm) en los cuales predomina el horizonte arenoso con gradación, estas rocas son de color gris claro y la parte pelítica es negra. Espesor 68.5 m.

UNIDAD 14. Turbiditas de color gris oscuro con secuencia bouma completa cuyos horizontes arenosos tienen espesores entre 8 y 10 cm, en tanto que, los pelíticos, son de aproximadamente 30 cm. Espesor 100.0 m.

Relaciones estratigráficas. en el área investigada no se observa la base de la Formación Guacamaya, pero se ha informado de un contacto discordante con el Gneis Huiznopala (Carrillo Bravo, 1965).

El contacto superior es discordante con los lechos rojos de la Formación Huizachal, tal como se observa en los cortes de la terracería cerca de Jalapa, Hgo. En el Río Tianguistengo la F. Guacamaya se observa en contacto por falla normal con la Formación Huizachal.

Edad y correlación. La Formación Guacamaya contiene fusulinidos índices del Pérmico Temprano; *Schwagerma* sp. y *Triticites* sp.; además de otros como *Boultonia* sp.; *Bendotiridos*, *Lunucamina* sp. y *Globivulvulina* sp. También contiene fragmentos de equinodermos, de briozoarios y de braquiopodos (Pérez-Ramos, 1978).

La unidad se correlaciona con las formaciones de Plomasas de Placer de Guadalupe; Caliza la Vainilla de Chicomuselo, Chis. y Tigre de Sonora entre otras. También en Ciudad Victoria aflora dicha unidad.

Ambiente de depósito. Las variaciones verticales en la secuencia medida en el Río Tlanguistengo, indican una acumulación turbidítica cuyas facies primero fueron de pendiente y después proximales; las intercalaciones conglomeráticas con bloques coquinoideos de fusulinidos, sugieren la denudación de una plataforma calcárea y el transporte subacuoso de sus fragmentos hacia cañones submarinos. Así la unidad se acumuló en el borde del talud continental como en la margen, en el marco tectónico de la integración del Continente Pangea; proceso cuyas particularidades en la región no están comprendidas.

ERATEMA MESOZOICA

SISTEMA TRIASICO

FORMACION HUIZACHAL

Definición. Carrillo (1961) propone denominar como Formación Huizachal "a una secuencia en ocasiones de más de 2000 m de espesor, de lutitas, lutitas arenosas, areniscas y conglomerados de color rojo, verde y gris verdoso (predominando el color rojo) con flora del Triásico Superior, que en el Anticlinorio de Huizachal - Peregrina cubren en discordancia angular, algunas veces a sedimentos paleozoicos y en otras a rocas de probable edad Pre-cámbrica; subyacen en fuerte discordancia angular en algunos casos a una delgada sección de sedimentos viejos de probable edad Jurásico Superior (Formación La Joya), en otras a calizas oxfordianas de la Formación Zuloaga o capas yesíferas de la Formación Olvido y que en la porción sur de la zona petrolera Pánuco-Ebano, se halla cubierta por capas del Liásico". La localidad tipo es el valle de Huizachal, aproximadamente a 20 km al suroeste de Ciudad Victoria, Tamps.

Antecedentes. Seemes (1921) utilizó el nombre para designar a la secuencia que consideró como del Pérmico o del Triásico.

Imlay et al. (1948) consideraron como Formación Huizachal a todos los lechos rojos de la Sierra Madre Oriental y los supusieron del Jurásico Medio.

Mixon (1958) propuso como Grupo Huizachal a la secuencia de lechos rojos del Valle Huizachal; constituido por dos unidades; denominó como Formación La Boca a las rocas triásicas y como Formación La Joya a las rocas del Jurásico Superior.

Carrillo (1959) designa como Formación Cahuasas a la secuencia de lechos rojos de edad post-liásica y pre-calloviana.

Distribución. La formación está expuesta en una franja con un ancho hasta de 10 km, con orientación Sudeste-Noroeste en el sector central de la Hoja Zacualtipán; en el extremo noroeste de la franja se encuentra el poblado de Chochochia; en tanto que, hacia el Sudeste se localiza el poblado Cerro Delgado.

Litología y espesor. La Formación Huizachal en el área consiste de una gruesa secuencia de lechos rojos en estratos masivos y lenticulares, caracterizados por conglomerados polimicticos basales con abundantes lechos de cuarzo lechoso; areniscas conglomeráticas con estratificación cruzada; lentes conglomeráticos y areniscas de grano grueso. La formación también incluye desarrollos carbonosos entre los estratos limo-arenosos y conglomeráticos. Las rocas de la unidad están formadas principalmente por clásticos de cuarzo lechoso y de rocas volcánicas con un rango granulométrico amplio, desde el tamaño de limo hasta algunos bloques, los cuales se encuentran cementados por óxidos de hierro y por sílice.

En la sección 6 sobre la terracería que une a los poblados de Jalapa y Ohuesco, Hgo. se midió un espesor total de 1925 m de esta formación; espesor que se puede separar en 15 unidades con características distintivas; a continuación se describen dichas unidades, a partir de la base: (Fig 2.2-A) y (Fig 2.2-B).

UNIDAD 1. Areniscas cuarcíferas de grano grueso, areniscas conglomeráticas y conglomerado con clastos subredondeados de cuarzo de color pardo rojizo, en estratos cuyo espesor varía de 1 a 2 m. Espesor 31.5 m.

UNIDAD 2. Arenisca conglomerática de color pardo rojizo con abundante cuarzo subredondeado, feldespatos y líticos, cuyos clastos más grandes tienen un diámetro promedio de 1.5 cm. Los estratos presentan espesores entre 60 cm. y 1.5 m. Espesor 66.0 m.

UNIDAD 3. Arenisca de color rojizo por la abundancia de óxidos, con cuarzo y fragmentos de roca no diferenciados, en estratos de 1 a 1.5 m. de espesor; se observa estratificación cruzada. Espesor 15.0 m.

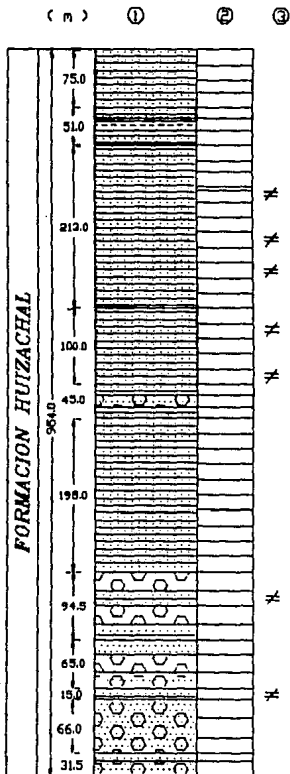
UNIDAD 4. Arenisca conglomerática que consiste de fragmentos de roca y cuarzo, el contenido de cuarzo aumenta al subir estratigráficamente hasta formar un conglomerado oligomictico con clastos subredondeados de hasta 3 cm. de diámetro y estratos de 1.5 a 3 m. de espesor; la unidad es de color gris rojizo. Espesor 94.5 m.

UNIDAD 5. Areniscas laminadas de color gris verdoso interestratificadas con estratos conglomeráticos que contienen clastos subredondeados de hasta 5 cm. de diámetro de fragmentos de areniscas y cuarzo. En la arenisca se observa estratificación cruzada, sus estratos tienen espesores entre 60 y 80 cm; mientras que, la parte conglomerática tiene estratos hasta 3 m de espesor. Espesor 94.5 m.

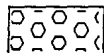
UNIDAD 6. Arenisca con granulometría variable, en algunas porciones grano fino y en otras grano grueso, compuesta por fragmentos de roca, feldespatos muy intemperizados y cuarzo en estratos de 40 a 60 cm. de espesor, con laminación donde existen sedimentos finos. La roca es de color gris verdoso y por intemperismo se observa rojo violáceo. Espesor 198.0 m.

UNIDAD 7. Areniscas con algunas intercalaciones de areniscas conglomerática de color pardo rojizo con abundantes fragmentos de roca en estratos cuyo espesor varía de 30 a 50 cm. Espesor 45.0 m.

SIMBOLOGIA



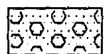
① LITOLOGIA



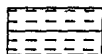
CONGLOMERADO



ARENISCA



ARENISCA
CONGLOMERATICA



LIMOLITA

② ESPESOR DE ESTRATOS



delgada (1 - 10 cm)



mediano (10 - 30 cm)



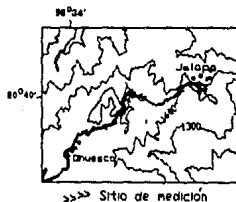
gruesa (30 - 100 cm)



masiva (> 100 cm)

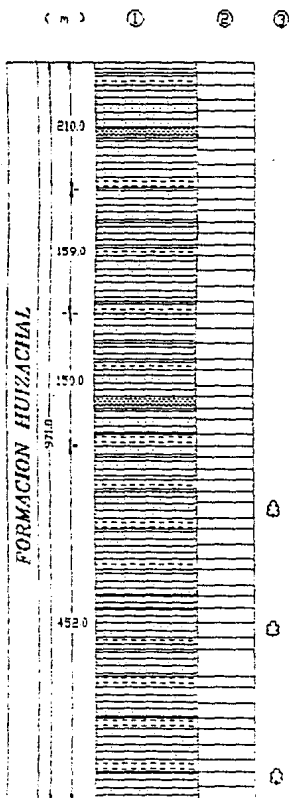
③ ESTRUCTURAS

⌘ Estratificación cruzada

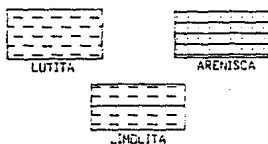


FACULTAD DE INGENIERIA	Maria del Sol Hernández Bernal J. Federico Hernández Treviño
UNAM	TESIS PROFESIONAL
FORMACION HUIZACHAL MEDIDA ENTRE LOS POBLADOS DE JALAPA Y OHUESCO	
ABRIL - 1991	FIG. 2.2-A ESC. 1: 2 500

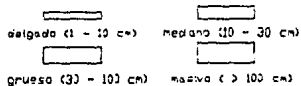
SIMBOLOGIA



① LITOLOGIA

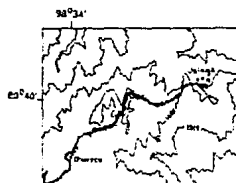


② ESPESOR DE ESTRATOS



③ ESTRUCTURAS

④ Plantas fosiles



FACULTAD DE INGENIERIA Departamento de Ingeniería Civil
 Instituto Tecnológico de Veracruz

UNAM TESIS PROFESIONAL

FORMACION HUIZACHAL
 MEDIDA ENTRE LOS POBLADOS DE
 JALAPA Y OMETZACO

ABRIL - 1991 FIG. 22-B ESC. 1:2,500

UNIDAD 8. Arenisca de grano fino a medio de color gris verdoso que por intemperismo se observa rojizo. La roca contiene líticos y fragmentos de cuarzo en estratos con espesores entre 40 cm. y 1 m de espesor, en algunos de los cuales se observa laminación y estratificación cruzada. Espesor 100.0 m.

UNIDAD 9. Areniscas de grano fino de color pardo rojizo con matriz arcillosa en estratos de 30 a 60 cm. de espesor, algunos con estratificación cruzada. Espesor 213.0 m.

UNIDAD 10. Paquete compuesto por una alternancia de areniscas de grano fino con limolitas de color amarillo rojizo en estratos de 20 a 50 cm de espesor que se presentan laminados. En los limos se observan pistas de gusanos?. Espesor 51.0 m.

UNIDAD 11. Areniscas de grano grueso en estratos de 40 a 60 cm de espesor con intercalación de areniscas de grano fino en estratos de 20 a 30 cm de espesor de color gris verdoso en roca fresca y con tonos rojizos por intemperismo. Espesor 75.0 m.

UNIDAD 12. Arenisca formada por fragmentos de roca, feldespatos y cuarzo, con intercalaciones de limolitas que presentan una coloración pardo rojiza. En estas rocas se encuentran restos de hojas fósiles y pequeños horizontes de carbón. El espesor de los estratos varía de 20 cm a 80 cm. Espesor 452.0 m.

UNIDAD 13. Areniscas de grano fino de color amarillo rojizo con algunas intercalaciones de limolitas y horizontes de lutita de color negro. Las areniscas presentan laminaciones y están dispuestas en estratos de 15 a 40 cm. Espesor 150.0 m.

UNIDAD 14. Areniscas de color amarillo rojizo en estratos de 30 a 60 cm de espesor con intercalaciones de horizontes de limolitas. Espesor 159.0 m.

UNIDAD 15. Areniscas de color amarillo claro con algunas intercalaciones de limolita y lutita de color gris. Se observan concreciones arenosas y pistas de organismos. Los estratos tienen espesor entre 15 cm y 40 cm. Espesor 210.0 m.

Relaciones estratigráficas. El contacto inferior de la unidad fue observado sobre la terracería que va del poblado de Jalapa a Tlahualompa, Hgo. Este contacto es discordante con la secuencia turbidítica de la Formación Guacamaya. En la terracería Huayacocotla-Zontecomatlán, cerca del caserío Mina Vieja se puede observar el contacto superior de la Formación Huizachal con la Formación Huayacocotla; dicho contacto tiene un carácter transicional: se encuentra una intercalación de conglomerados cuarzosos de color amarillento con horizontes calcáreo-arcillosos; estos últimos, presentan numerosos fósiles de pelécipodos, aproximadamente a 25m arriba del contacto descrito. Por otra parte, en el Río Mimiaguaco, entre Zonzonapa y Xaltipa, la Formación Huizachal presenta un contacto superior discordante con una secuencia de lechos rojos muy probablemente del Jurásico Tardío; a la cual se denominó informalmente en este trabajo como Formación Xaltipa. La discordancia está evidenciada por estratos masivos de conglomerados de fragmentos de la Formación Huizachal.

También en el Río Mimiaguaco se observó una relación de corte por falla normal entre un cuerpo intrusivo del Mesozoico? y la Formación Huizachal.

Carrillo (1965, p. 83) en su descripción de la Formación Huizachal, en el camino Tlahualompa, Hgo.-San Mateo, Ver. incluye "por lo menos dos horizontes con pelecípodos"; porción que se asignó a la Formación Huayacocotla, separada de la Formación Huizachal por un contacto transicional que Carrillo no incluye en su trabajo. El contacto superior discordante que Carrillo (op. cit. p. 83) menciona con la Formación Huayacocotla en el Río Chinameca, es discordante, pero con la Formación Cahuwasas de acuerdo a su propia descripción de esta última y al carácter de la secuencia sobreyacente: La Formación Huayacocotla que describe en tal localidad (Carrillo op. cit. p. 85), corresponde a la secuencia de las formaciones Cahuwasas, Tepexic y Santiago.

Edad y correlación. La edad de esta formación ha sido muy discutida. Erben (1956) la consideró del Jurásico Medio confundiéndola con la Formación Cahuwasas, con la parte basal no más antigua que el Jurásico Inferior. A raíz de los estudios en la región de Ciudad Victoria, llevados a cabo por Mixon y colegas (1959) y por Carrillo (1965), se descubrieron en la parte media e inferior de esta formación, plantas bien conservadas de indudable edad Triásica Tardía. Las primeras plantas colectadas en el Cañón del Novillo, cerca de Cd. Victoria fueron identificadas como *Pterophyllum fragile* Newberry, *Pterophyllum inaequale* Fontaine, *Cephalotaxopsis carolinensis* Fontaine y fragmentos de Podozamites.

En la parte alta de la formación, en el Cañón de la Reja, se reportó *Williamsonia netzahualcoyotli* Wieland que según Silva (1978) es considerada como del Jurásico Inferior. Schmidt (1980) reporta también fósiles de edad Hettangiano.

Carrillo (1965), reporta las siguientes plantas fósiles: *Todites* sp, *Mertensides bullatus* Bunbury, *Thaumatopteris* ef. *T. kochibeai*, *Sphenopteris* cf. *S. desmomeri* Sapporta, géneros del Triásico Superior, aunque los dos últimos se encuentran también en el Jurásico Inferior y Medio. Encuentra además, los géneros *Otozamites hespera* Wieland y *O. reglei* Brongniart; que han sido reportados por otros autores como del Jurásico Inferior.

Con base en el contenido fosilífero y su relación estratigráfica con la Formación Huayacocotla se le asigna una edad correspondiente al Triásico Tardío - Jurásico Temprano.

Se correlaciona con la Formación Todos Santos del Sudeste de México y con la secuencia flysch de la Formación Zacatecas de la Cuenca Mesozoica del Centro de México.

Ambiente de depósito. El carácter de la secuencia sugiere un medio de depósito fluvial meándrico; en tanto que su gran espesor, se puede explicar por una acumulación en una área subsidente asociada a una tectónica distensiva tipo "rift"; en el marco de la disgregación del supercontinente Pangea.

SISTEMA JURASICO

FORMACION HUAYACOCOTLA

Definición. Imlay et al. (1948) propone denominar como formación Huayacocotla a una secuencia del Jurásico Inferior de 300 a 400 m o más, constituida principalmente de lutitas oscuras con algunas intercalaciones de areniscas, conglomerados y pocos lentes de caliza; expuesta en la región limítrofe de Veracruz-Puebla e Hidalgo. Dichos autores consideran como sección tipo a las rocas que afloran a lo largo del Río Vihasco, entre El Rancho Calera y el vado hacia Batdá.

Antecedentes. Böse (1898) se refirió a la misma secuencia como Lutitas Potrero. Fehr y Bonnard la llamaron Formación San Bartolo en un trabajo inédito para la compañía "Mexican Oil Company" (Imlay et al. op. cit.).

Redefiniciones. Erben (1956) propuso tres unidades litoestratigráficas para invocar a las rocas marinas del Jurásico Inferior: Formación Totolapa para designar a la secuencia principalmente pelítica, expuestas en la región de Huauchinango, Ver. Formación Huayacocotla a la secuencia calcáreo arcillosa de la localidad tipo. Formación Divisadero consistente de limolitas y areniscas; expuestas al noroeste de la población de Huayacocotla, Ver.

Carrillo Bravo (1965) apeló a la definición original en su trabajo sobre el Anticlinorio de Huayacocotla.

Schmidt-Effing (1980) denomina como Grupo Huayacocotla a la secuencia expuesta en Tenango de Doria, Hgo. En este grupo incluye a la Formación Huizachal y a las formaciones nuevas que propone: Las Juntas, lutitas oscuras del Sinemuriano Inferior Temprano; Temaxcalapa, secuencia flyschoides arcillo-arenosa del Sinemuriano Inferior Tardío; Despi, consistente de lutitas limolitas y areniscas del Sinemuriano Superior Temprano; Tenango, arcillas negras del Sinemuriano Superior tardío y "Plant beds" probables depósitos deltaicos con abundantes plantas terrestres; tal vez del Pliensbaquiano Inferior.

En el presente trabajo se reconocieron algunas de las unidades de Erben (op. cit.) y de Schmidt-Effing (op. cit.); sin embargo no se identificaron claramente su extensión espacial ni sus relaciones estratigráficas; por lo cual se usará la nomenclatura de Imlay et al. (op. cit.).

Distribución. Se encuentra en afloramientos discontinuos al Sudoeste de la franja de exposición de la Formación Huizachal. Sus afloramientos más accesibles se encuentran sobre la terracería Huayacocotla-Zontecomatlán entre Huayacocotla y Mina Vieja.

Litología y espesor. En el área, la unidad es de carácter

limo-arenoso con desarrollos arcillosos. Contiene nódulos limosos y ferrosos en sustratos basales; incluye paquetes arenos-arcillosos con marcado contraste entre sus estratos. Además la unidad se caracteriza por un contenido abundante de fósiles (pelecípodos y amonoideos). En las cercanías de Matlatenco (hoja Zacualtipán), la formación presenta numerosos fragmentos de plantas.

Sobre la terracería "Huaya - Zonte", entre los poblados Buena vista y Mina vieja se midieron 833 m de la secuencia que Erben (1956) denominó Formación Divisadero. La medición se inició a partir de la base de la unidad; se reconocieron las siguientes 23 unidades: (Fig 2.3-A) y (Fig 2.3-B).

UNIDAD 1. En la base se observa un horizonte conglomerático lenticular de 4 cm de espesor con fragmentos subredondeados de cuarzo lechoso en una matriz limo-arcillosa. En segunda se encuentra una intercalación de lutitas, limolita y algunas areniscas de grano medio conglomeráticas en estratos entre 80 y 90 cm. Las limolitas y lutitas son de color gris con tonos de verde e intemperizan en tonos de ocre. Las areniscas son gris claro al fresco y amarillentas en superficie intemperizada. La unidad contiene algunos pelecípodos en la cima. Espesor 15.0 m.

UNIDAD 2. Limolitas verde oscuro al fresco, intemperizan en pardo y negro, están dispuestas en estratos de 50 y 90 cm. La unidad presenta lentes arenosos y nódulos de siderita alargados, algunos de los cuales están oxidados, contiene escasas amonitas en la base. Espesor 16.5 m.

UNIDAD 3. Cubierto. Espesor 9.0 m.

UNIDAD 4. Consiste de lutitas y limolitas color verde olivo con intemperismo pardo y rojizo, en estratos de 80 cm; presenta bancos lenticulares (aproximadamente de 3 m x 10 m) de pelecípodos con algunos corales y amonoideos. En la cima de la unidad se encuentran areniscas de grano medio con espesores entre 30 y 50 cm. Estas areniscas también contienen pelecípodos. Espesor 45.0 m.

UNIDAD 5. Limolitas y lutitas de color verde oscuro en estratos con espesores mayores a 1 m, intercaladas con areniscas cuarzosas de grano medio y fino de color gris claro con tonos ocráceos al intemperismo cuyos espesores varían de la base a la cima de 90 a 20 cm. La unidad termina con un estrato de lutita con abundantes pelecípodos. Espesor 40.5 m.

UNIDAD 6. Intercalación de lutitas y areniscas en estratos de 20 a 50 cm de espesor. Las lutitas son de color verde al fresco e intemperizan en pardo amarillento y blanquecino. Las areniscas son de grano medio a fino y son de color gris e intemperizan en tonos pardos. Las lutitas contienen pelecípodos y amonoideos (entre otras *Arnioceras* sp.). En la parte media la unidad presenta nódulos de óxido de hierro de 2 a 4 cm de diámetro. Espesor 52.5 m.

UNIDAD 7. Consiste de lutitas y areniscas intercaladas. Las lutitas forman paquetes de hasta 6 m de espesor y contienen algunos restos de troncos fósiles; en la base las rocas son de color gris, conforme se asciende, adoptan tonos de verde; en la parte media se observa un paquete de 1 m de tonos muy

(a)

①

②

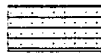
③

SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



LUTITAS



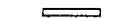
ARENISCAS



LIMOLITAS

SE DESCONOCE
LITOLOGIA

② ESPESOR DE ESTRATOS



delgada (1 - 10 cm)



mediana (10 - 30 cm)



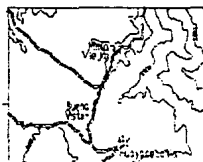
grueso (30 - 100 cm)



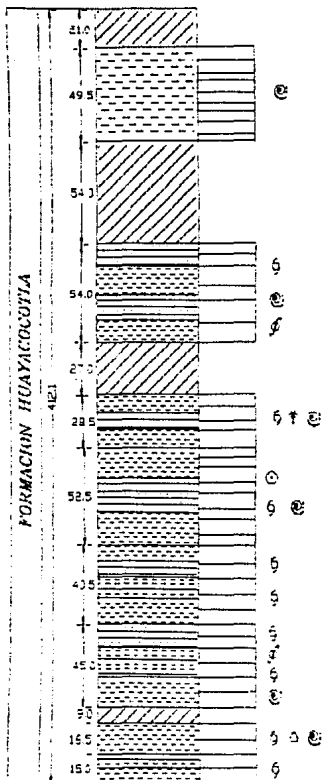
masiva (> 100 cm)

③ ATRIBUTOS

- ⊙ Nódulos de hierro
- Nódulos de siderita
- Nódulos de limonita
- ⊙ Amonitas
- ⊙ Pelecípodos
- ⊙ Gasterópodos
- ⊙ Corales
- † Troncos fósiles



99°37'



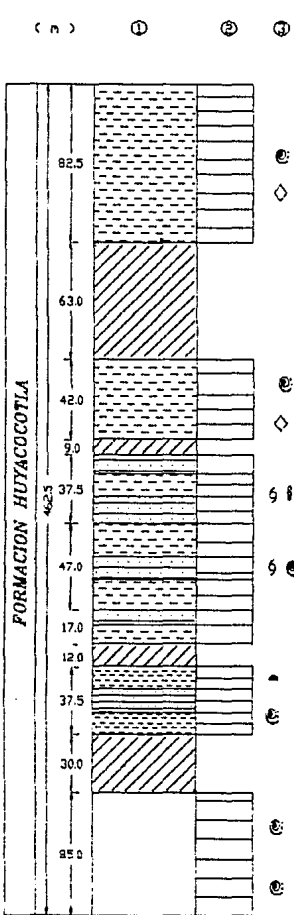
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela de Ingeniería Civil
J. Federico Hernández Treviño

UNAM TESIS PROFESIONAL

FORMACION HUAYACOCOTLA
MEDIDA ENTRE
BUENAVENTURA Y MINA NUEVA

ABRIL - 1991 FIG. 2.3-A ESC. 1:2,000

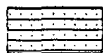


SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



LUTITAS



ARENISCAS

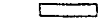


SE DESCORRE
LITOLOGIA

② ESPESOR DE ESTRATOS



delgada (1 - 10 cm)



mediana (10 - 30 cm)



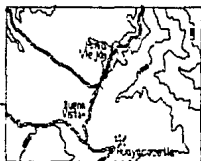
grueso (30 - 100 cm)



masiva (> 100 cm)

③ ATRIBUTOS

- Nódulos de limonita
- ⊙ Amonites
- ⊖ Pelecípodos
- ⊗ Gasterópodos
- ◇ Micas



FACULTAD DE
INGENIERIA

Work of: Sol Hernández Escal
J. Teodoro Hernández Treviño

UNAM

TESIS PROFESIONAL

FORMACION HUAYACOCOTLA
MEDIDA ENTRE
BUENAVISTA Y MINA VIEJA

ABRIL - 1931 FIG. 2.3-B ESC. 1:2,000

en la parte media se observa un paquete de 1 m de tonos muy claros. Las areniscas tienen espesores entre 20 y 40 cm, son de grano medio con abundantes fragmentos líticos y de cuarzo. La unidad contiene algunos amonoides y pelecípodos; hacia la cima los estratos de lutita miden 2 m y los de arenisca de 40 a 50 cm. Espesor 28.5 m.

UNIDAD 8. Cubierto. Espesor 27.0 m.

UNIDAD 9. Alternancia de lutitas y areniscas y algunas limolitas. Las lutitas son fisiles, de color verde claro y algunas verde oscuro, al intemperismo adoptan tonos blanquecinos y ocres respectivamente; se presentan en estratos de 10 cm de espesor. Las areniscas son de color pardo al fresco y tienen tonos rojizos al intemperismo, son de grano medio, están constituidas por fragmentos de cuarzo, fragmentos de roca, feldspatos y minerales oscuros, están dispuestas en estratos de 70 cm a más de 1 m de espesor. Las areniscas contienen fósiles completos e impresiones de pelecípodos y algunos amonoides. Espesor 54.0 m.

UNIDAD 10. Cubierto. Espesor 54.0 m.

UNIDAD 11. Es de carácter areno-arcilloso con predominio de lutitas, las cuales presentan color verde claro al fresco y intemperizan en pardo claro, se presentan en estratos de 10 a 15 cm de espesor y contienen abundantes moldes e impresiones de amonoides hasta de 10 cm de diámetro. Las areniscas son de grano fino en estratos de 5 cm de espesor. Hacia la cima se observan estratos de areniscas de grano medio y la presencia de amonitas disminuye notablemente. Espesor 49.5 m.

UNIDAD 12. Cubierto. Espesor 21.0 m.

UNIDAD 13. Consiste de lutitas fisiles en estratos mayores de 1 m, de color amarillo claro que intemperizan en tonos de café. Contiene amonoides de los generos *Arnioceras* sp. *Vermiceras* sp. y *Coroniceras* sp. Espesor 85.0 m.

UNIDAD 14. Cubierto. Espesor 30.0 m.

UNIDAD 15. Consiste de lutitas y areniscas en estratos de aproximadamente 20 cm de espesor. Las lutitas son fisiles de colores gris y verde con tonos claros. Las areniscas son de grano fino. En la base predominan las lutitas; en tanto que en la parte alta se observa una intercalación. La unidad presenta nódulos hematizados y de limolita. Espesor 37.5 m.

UNIDAD 16. Cubierto. Espesor 12.0 m.

UNIDAD 17. En la base y en la cima se observan estratos de lutitas; mientras que, en la parte media consiste de areniscas de grano fino y medio de color café amarillento en estratos con espesores entre 30 cm y 1 m; los granos de las areniscas son principalmente de cuarzo y algunos de micas. En esta porción se observan intercalaciones de lutitas de 2 cm de grueso. Espesor 17.0 m.

UNIDAD 18. Alternancia de lutitas y areniscas. Las primeras son de color pardo con tonos de verde e intemperizan en tonos de

ocre, se presentan en estratos de 40 a 70 cm de espesor y en ocasiones presentan paquetes de 3 m. Las areniscas son de color amarillento blanquecino al fresco y beige al intemperismo; consisten de granos de cuarzo y de líticos; Presentan concreciones, bancos de pelecípodos. Se encuentran en estratos con espesores entre 40 y 70 cm. Espesor 47.0 m.

UNIDAD 19. En la base se encuentra un paquete de 6 m de espesor de areniscas de grano medio que contiene estratos de aproximadamente 1 m de espesor; dicho paquete consiste de areniscas de cuarzo, fragmentos líticos y plagioclasas; contiene pelecípodos. Hacia arriba se observan areniscas finas con laminaciones en estratos de 40 cm de espesor, intercaladas con paquetes de lutitas de color gris con tonos de verde. Las areniscas contienen pelecípodos y gasterópodos. Espesor 37.5 m.

UNIDAD 20. Cubierto. Espesor 9.0 m.

UNIDAD 21. Constituida por lutitas y limolitas de color gris verdoso claro al fresco e intemperizan en tonos rojizos. Presentan micas y contienen amonitas. Espesor 42.0 m.

UNIDAD 22. Cubierto. Espesor 63.0 m.

UNIDAD 23. Consiste de una secuencia similar a la descrita en la unidad 21. Espesor 82.5 m.

Relaciones estratigráficas. La unidad sobreyace mediante un contacto transicional a la Formación Huizachal, caracterizado por una intercalación de conglomerados (¿continentales?) y estratos calcáreo-arcillosos marinos, tal como se observa a 500 m del poblado Mina Vieja situado sobre la terracería Huayacocotla-Zilacatipan. El contacto superior es discordante con cualquiera de las siguientes formaciones: Cahuassas, Tepexic ó Xaltipa.

Edad y Correlación. En la unidad se colectaron numerosos ejemplares de amonoides de los géneros *Vermiceras*, sp. *Cononiceras*, sp. y *Arnioceras*, sp. que indican una edad Sinemuriano Temprano. Schmidt-Effing (op. cit.) reporta para el área de Tenango de Doria, además los siguientes géneros: *Agassiceras*, sp. *Enagassiceras* sp., *Philoceras* sp., *Burckhardticerias* sp., *Paltchioceras* sp., *Epophioceras* sp., *Detosiceras* sp., *Microderoceras* sp., *Tetraspidoceras* sp., *Echioceras* sp., *Oxynoticeras* sp., *Agasteroceras* sp. y *Tropidoceras* sp., los cuales en conjunto representan una edad que comprende todo el Sinemuriano. Schmidt-Effing (op. cit.) considera que la unidad tal vez exprese también el Pleinsbaquiano Temprano.

La unidad es isócrona con el Grupo Tecocoyunca del área de Tezoatlán Oax. También, se correlaciona con las secuencias del Grupo Barranca de Sonora.

Ambiente de depósito. La acumulación de la unidad se realizó en un Aulacógeno; de tal forma, la batimetría de la cuenca era muy contrastada, en un marco sedimentológico así, es posible explicar la yuxtaposición de facies someras y profundas como las documentadas por Schmidt-Effing (op.cit.), incluso probablemente deltaicas, como lo sugiere dicho autor.

FORMACION CAHUASAS

Definición. Carrillo(1958), designa como Formación Cahuasas a una secuencia en ocasiones de más de 1,000 m. de espesor, de areniscas, conglomerados y limolitas de color rojo, que aflora en la porción central de la Sierra Madre Oriental (estados de Hidalgo y Veracruz) y al sur de la región petrolera de Pánuco - Ebano. Carrillo (op. cit.) ubica estratigráficamente a la formación entre la secuencia marina del Jurásico Temprano y el Jurásico Tardío mediante contactos discordantes. Como localidad tipo propone al rancho Cahuasas, sobre el río Amajac, al sudeste de Chapulhuacán, Hgo.

Distribución. La unidad únicamente se reconoció al noreste de Zacualtipán en las cercanías de Santa Mónica.

Litología y espesor. La unidad consiste de una secuencia de areniscas de grano medio con fragmentos de sílice y líticos cementados por sílice; de color gris claro que intemperizan en tonos rojizos y ocres. Incluye horizontes limo-arcillosos de color negro en superficie fresca y con tonos ocres al intemperismo; también presenta algunos conglomerados polimicticos con fragmentos de areniscas, rocas volcánicas y de cuarzo. Los estratos son lenticulares y tienen espesores que varían desde 10 cm hasta más de un metro. En el área cercana a Nonoalco, Hgo. se estima que la unidad tiene un espesor de 300 m.

Relaciones Estratigráficas. La Formación Cahuasas sobreyace discordantemente a la Huayacocotla y subyace también discordantemente a la Formación Santiago, en el área de Nonoalco - Santa Mónica (sector septentrional del límite entre las Hojas Metztitlán y Zacualtipán). En el río Amajac fuera de la zona de trabajo se ha reportado a la Formación Tepexic cubriendo discordantemente a la F. Cahuasas (Carrillo 1965 p. 88).

Edad y correlación. En la investigación que se informa no se encontró material fosilífero. Por otra parte, en los trabajos previos no se ha reportado contenido fósil alguno para la unidad; ante lo cual, se asigna la Formación Cahuasas al Jurásico Medio por sus relaciones estratigráficas: Es más joven que la Formación Huayacocotla del Liásico y más vieja que las formaciones Santiago del Caloviano Superior - Oxfordiano Superior y que la Tepexic del Caloviano Medio. Con la reserva debida, la unidad se puede correlacionar con El Grupo Tecocoyunca del oriente de Guerrero y occidente de Oaxaca y con la Formación Tecmazuchil del sector Huajuapán Oaxaca, Petlalcingo Puebla.

Ambiente de depósito. La Formación Cahuasas se acumuló en un ambiente fluvial en un valle amplio al que fluyeron aguas marinas en una entrante similar a un estero con lo cual terminó su acumulación.

FORMACION TEPEXIC

Definición. Erben (1956). Nombró como calcarenita Tepexic a la secuencia calcárea con fósiles Calovianos expuesta en la barranca del Río Necaxa entre el campamento Tepexic y el Puente Acazapa. Localidad que consideró como tipo. Después Bonet y Carrillo (1961) le asignaron categoría de Formación.

Distribución. La Formación Tepexic fue identificada en la terracería Tlanguistengo - Pemuxco, en el poblado denominado Matlatenco, en donde presenta desarrollo de una topografía cárstica. Sus afloramientos se extienden hacia Zahuastipán.

Litología y espesor. La unidad esta constituida por calizas packstone y grainstone color gris oscuro en estratos cuyo espesor varia entre 25 cm y 1.2 m. La formación incluye calizas arenosas con fragmentos de cuarzo y estratos coquinoides con pelecipodos en una matriz espática. En el área de Matlatenco (hoja Zacualtipán) presenta desarrollo de relieve cárstico.

En el presente trabajo no se midió la formación; se estima que en el área tiene espesores que varían entre 50 y 120 m.

Relaciones Estratigráficas. En el presente trabajo no se observan claramente los contactos de la Formación Tepexic; sin embargo se puede afirmar que la unidad sobreyace discordantemente a la Formación Huayacocotla en la región Matlatenco - Zahuastipán y sobreyace concordantemente a la Formación Santiago. Cantú (1971) reporta un contacto inferior discordante con la Formación Cahuasas, en la localidad tipo y en el área de Huehuetla, Hgo. En tanto que el contacto superior lo señala concordante y transicional con la Formación Santiago.

Edad y correlación. En la unidad se colectaron abundantes ejemplares de *Liogryphaea nebrascensis* ? identificada por el Ing. Gilberto Silva, en las cercanías de Matlatenco; los cuales caracterizan a la segunda unidad litológica reconocida por Cantú (op. cit.) en Huehuetla, Hgo.: unidad que Cantú ubica tentativamente en el Caloviano Medio porque infrayace a rocas con *Neuqueniceras neogaum*.

La Formación Tepexic se correlaciona con la parte basal de la Formación Santiago en algunas localidades por ejemplo en Villa Juárez en el río Tezcapa y en Pisaflores Hgo. Esta misma correlación es para el área.

Ambiente de depósito. La unidad se acumuló en una bahía similar a un estero, a la cual eran transportados algunos clásticos cuarzosos.

FORMACION SANTIAGO

Definición. Cantú (1969) propuso denominar como Formación Santiago a la secuencia arcillosa que infrayace a la Formación Tamán, secuencia previamente descrita por Reyes (1964, p. 5) en el informe Geológico num. 508 de la Superintendencia General de Exploración de Tampico, Tamaulipas, como un miembro de la Formación Tamán.

Antecedentes. Las rocas de la Formación Santiago previamente fueron incluidas en la Formación Tamán (Carrillo, 1965).

Distribución. Los afloramientos de la Formación Santiago definen una franja de orientación general Sudeste-Noroeste entre los poblados de Soyatla y Zahuastipán. (Hoja Zacualtipán).

Litología y espesor. Consiste de lutitas calcáreas muy fisiles de color negro que intemperizan en pardo claro con tonos ocres, dispuestas en estratos delgados de 3 a 10 cm de espesor con marcas de carga y crucero de roca. Los estratos se observan con laminaciones de colores rojizos y pardo claros. La secuencia se caracteriza porque contiene nódulos calcáreos con diámetros hasta de 15 cm y de color negro en superficie fresca y gris con tonos de verde por intemperismo. También contiene pelecípodos con tamaños entre 2 y 3 mm.

La unidad no fue medida por los numerosos pliegues secundarios que presenta; sin embargo, se estima que su espesor es de aproximadamente 160 m.

Relaciones estratigráficas. La unidad sobreyace en forma discordante a la Formación Cahuassas al este de Nonoalco, Hgo. (Hoja Metztlán). Mientras que en el sector Soyatla - Zahuastipán cubre concordantemente a la Formación Tepexic. El contacto superior es concordante y transicional con la Formación Tamán, como se puede observar en el área de Nonoalco, Hgo.

Edad y correlación. Se considera válida la edad que le asigna Cantú (1971) en Huehuetla, Caloviano Superior - Oxfordiano Superior; por sobreyacer a rocas con *Neuquenicerias neogaum* (Burckhardt) y *Reineckeia* sp. del Caloviano Medio y subyacer a una secuencia de micritas arcillosas con *Ataxioceras* sp. del Kimeridgiano Inferior. Por otra parte, en Pisaflores, Hgo. contiene *Reineckeia* sp., lo cual sugiere que el rango de edad se extiende en algunos lugares desde el Caloviano Medio; como puede ser en el área de Nonoalco; en donde tal vez, la base de la Formación Santiago se correlaciona con la Formación Tepexic.

Ambiente de depósito. La Formación Santiago se acumuló en un ambiente somero pero oxigenado con aporte de material arcilloso; tal vez en una plataforma adyacente a una masa continental con poco relieve.

FORMACION XALTIPA

Definición. En este trabajo se propone denominar informalmente como Formación Xaltipa a la secuencia de lechos rojos que descansan discordantemente sobre la Formación Huizachal y están cubiertos en forma transicional por la Formación San Andrés. Los lechos rojos están constituidos por brechas y conglomerados masivos de clastos gruesos de areniscas y conglomerados similares a los que constituyen a los de la Formación Huizachal; hacia la cima la unidad consiste de areniscas gruesas y conglomerados con gravas subangulares de cuarzo en una matriz calcárea. Como localidad tipo se proponen los cortes de la terracería hacia Texcatepec; antes del poblado El Tomate. El nombre se adopta del poblado Xaltipa que se encuentra sobre el Río Mimiaguaco.

Antecedentes. La secuencia es la misma que Cantú (1971) describe sin carácter litoestratigráfico en Pie de la Cuesta, Ver.

Distribución. La Formación Xaltipa está expuesta en la región Este del área entre los poblados Conquexsta y La Pezma.

Litología y espesor. La Formación Xaltipa está formada por conglomerados y brechas masivas en su base y por areniscas conglomeráticas y conglomerados en su cima. Los conglomerados basales presentan tonos rojizos y verdes, se encuentran en estratos hasta de 3 m. de espesor conformados por fragmentos de conglomerados, areniscas y limolitas procedentes de la Formación Huizachal hasta de 30 cm de diámetro. Los líticos son de subredondeados a subangulosos y se aprecian en una matriz arenolimsa de color pardo con tonos rojizos.

En la parte alta de la formación, el tamaño de los clastos decrece (entre 0.5 mm y 1 cm.) y su composición es principalmente de cuarzo, pedernal y líticos y los estratos presentan espesores entre 40 y 60 cm.; así, se observan areniscas conglomeráticas y areniscas de grano grueso con horizontes definidos por variación en la granulometría; el cementante es de sílice y óxidos, paulatinamente el cementante es sustituido por carbonato de calcio, hasta que se pasa transicionalmente a las calizas arenosas de la Formación San Andrés; además, en la parte superior de la unidad se aprecian algunos estratos delgados y medianos de limolitas rojizas laminadas.

Relaciones Estratigráficas. Descansa discordantemente sobre la Formación Huizachal; tal como se observa sobre el Río Mimiaguaco en las cercanías de Xaltipa; y subyace transicionalmente a la Formación San Andrés; como se observa en las cercanías de El Tomate, Ver., sobre la terracería hacia Texcatepec, Ver.

Edad y correlación. La unidad no contiene fósiles por lo cual su edad se debe establecer con base en la propia de las unidades adyacentes. Se considera que la unidad es Post-Triásico Superior dado que cubre discordantemente a la Formación Huizachal y que es Pre-Tithoniano Superior puesto que infrayace a la secuencia San Andrés - Pimienta. Muy probablemente su edad

corresponda con el Kimmeridgiano; de ser así, puede ser tentativamente correlacionada con parte de la Formación Santiago. También se puede correlacionar con las Formaciones La Gloria y La Joya.

Ambiente de depósito. El miembro conglomerático basal se acumuló como abanicos aluviales cuyos ápices se localizaban hacia el Oriente. Este ambiente evolucionó a uno fluvial que paulatinamente se convirtió en un estero con poco aporte de clásticos.

FORMACION TAMAN

Definición. El nombre de Formación Tamán fue propuesto por Heim (1926, p. 84) para denominar a una secuencia de calizas de grano fino y microcristalinas de color negro, bien estratificadas y con lutitas negras. Posteriormente se incluyeron dentro de la formación unidades con otro carácter litológico por ejemplo a la Formación Santiago.

Distribución. La Formación Tamán fue reconocida en afloramientos aislados entre Nonoalco, Hgo. y la Cañada del Río Papaxtla.

Litología y espesor. La Formación Tamán consiste de calizas laminadas gris oscuro que intemperizan en gris claro y calizas arcillosas; dispuestas en estratos delgados de 7 a 25 cm. La unidad contiene manganeso en forma de nódulos y como pirolusita que rellena las discontinuidades de las rocas. En el área de Nonoalco, Hgo., el manganeso se presenta en forma masiva y es objeto de explotación comercial. La formación está muy plegada conforme a estructuras en chevrón; motivo por el cual no se midió su espesor; el cual se estima en aproximadamente 400 m.

Relaciones estratigráficas. La Formación Tamán tiene relaciones transicionales y concordantes: abajo con la Formación Santiago y arriba con la F. Pimienta, como se observa en las cercanías de Nonoalco, Hgo. Fuera del área; en el Río Apulco, Pue. y en Texaxacach, Pue., la unidad sobreyace al Miembro San Andrés. (Cantú, 1971).

Edad y correlación. En el Río Papaxtla se colectaron fragmentos de Amonoides de la familia de los Perisphintáceos. Cantú (1969) reporta para localidades fuera del área, la presencia en orden ascendente, de los géneros *Ataxioceras* sp., *Idoceras* sp., *Glochiceras* gr. *fialar*, *Virgatosphinctes mexicanus* y *Aulacomyella* sp. con los cuales, fecha a la unidad como del Kimmeridgiano Inferior - Tithoniano Inferior.

La formación Tamán se correlaciona con parte de la Formación Las Trancas de la región de Zimapán y con la cima de la Formación Zuloaga expuesta en la Curvatura de Monterrey y en la Cuenca Mesozoica del Centro de México.

Ambiente de depósito. La unidad se acumuló probablemente en una plataforma subsidente poco oxigenada; hacia la cual fueron transportados materiales finos: arcillas procedentes de una área continental con poco relieve y cenizas aportadas por un arco volcánico ubicado en el occidente.

FORMACION SAN ANDRES

Definición. Se considera informalmente como formación al Miembro San Andrés de la Formación Tamán (Campa, 1970) dado que: a) Dentro del área, no existen afloramientos en los cuales se aprecie su relación con la Formación Tamán; donde aflora esta última, no se encuentra el cuerpo calcáreo en cuestión. b) Las dimensiones de sus afloramientos permiten cartografiarla; aún a escala 1:50 000; sobre todo en el área de "Texca". Proponemos que se refiera a la unidad como Miembro, en aquellas localidades en las que se observe su relación con la Formación Tamán y asignarle el rango litoestratigráfico de Formación, cuando se le encuentre con relaciones de superposición con otras unidades diferentes a aquella.

Antecedentes. Burckhardt (1930) describió a la unidad, en el sur de Huayacocotla, como "Calizas con Nerineas"; a las cuales Cantú (1971) considera como Miembro San Andrés e incluso propone a la localidad como tipo; Cantú (op. cit. desecha, tácitamente, la asignación de Erben (1956); quien juzga a dichas calizas como Formación Tepexic. En el presente trabajo no se valoraron dichos afloramientos; sin embargo, opinamos que la secuencia expuesta pertenece a la Formación San Andrés; en virtud del contenido de *Nerineas, sp.*; las cuales, pueden ser un criterio adicional para reconocer a la unidad en cuestión.

Distribución. Sus afloramientos se localizan en el sector Oriental del área, entre Conquexsta y La Rana (Hoja Zacualtipán). Los mejores afloramientos se observan entre Agua Linda y "Texca".

Litología y Espesor. Consiste de una secuencia calcárea en estratos gruesos y masivos con espesores entre 15 cm y más de un metro. En su base se observan calizas conglomeráticas y arenosas con fragmentos angulosos de sílice y caliza de hasta 3 cm; mientras que, hacia su cima presenta numerosos bancos calcáreos con *Nerinea sp.* identificadas por Hernández Bernal y Hernández Treviño, de calizas mudstone-wackestone con piritita diagenética de hasta 2 cm, en estratos entre 40 y 60 cm de colores gris oscuro en superficie fresca y con tonos blanquecinos al intemperismo. Las calizas presentan fracturas ampliadas por disolución. La formación San Andrés tiene espesores que se estima varían entre 20 m, en las cercanías de Zilacatipan hasta 250 m, en la región de Texcatepec.

Relaciones estratigráficas. La Formación San Andrés sobreyace mediante un contacto transicional a la Formación Xaltipa; este contacto se caracteriza por la paulatina desaparición de clásticos cuarzosos en su parte basal, tal como se observa en Agua Linda. En tanto que su contacto superior es concordante y nítido con la Formación Pimienta. Los desarrollos clásticos de la San Andrés, provocan colapsos de la Formación Pimienta en sus cavernas, con lo cual este contacto en ocasiones se aprecia con irregularidades. De acuerdo a Cantú (1971); el Miembro San Andrés ocupa una posición estratigráfica diferente en distintas localidades fuera del área: En el Río Apulco y en Texacacach, Pue., subyace a la Formación Tamán que contiene *Idoceras sp.* En el Río Tezcapa se observa intercalado entre las rocas de la Formación Tamán, se depositó arriba de la zona con *Idoceras, sp.* y abajo de la zona con *Virgatosphinctes mexicanus*

y *Aulacomyella* sp.

En el Río San Marcos se observa arriba de esta última zona.

Edad y correlación. La Formación San Andrés contiene abundantes *Nerinea*, sp. en la región de Texcatepec; cuya clasificación específica no se realizó; por lo cual, se le asigna una edad pre-Tithoniano Superior, con base en su posición infrayacente a una secuencia con *Suarites bituberculatum* del Tithoniano Superior.

La unidad se correlaciona con la cima de la Formación Tamán y con la base de la Formación Pimienta expuestas en la región de Nonoalco, Hgo. Por otra parte, se correlaciona con parte de las formaciones Trancas y Zuloaga.

Ambiente de depósito. La base de esta unidad se acumuló en un ambiente mixto similar a un estero con poco aporte de clásticos finos; en tanto que el resto se depositó en una plataforma de aguas cálidas y bien oxigenadas.

FORMACION PIMIENTA

Definición. Heim (1926, p. 86) denominó como Formación Pimienta a una secuencia de calizas densas negras o negras y blancas en estratos delgados con abundantes horizontes de pedernal negro, a la cual consideró como del Jurásico Superior. Edad que demuestra Cantú (1969). Se considera como localidad tipo al rancho Pimienta (km 337-338 de la carretera México-Laredo).

Distribución. Los afloramientos de la unidad están distribuidos en dos franjas de rumbo general Sudeste-Noroeste; una entre la cañada de Papaxtla y Eloxochitlán y otra entre "Texca" y San Antonio Ixtatetla. Sus mejores afloramientos se encuentran en esta última; más cerca de Zilacatipan y otros en Agua Linda.

Litología y espesor. La Formación Pimienta es de carácter arcillo-calcáreo con intercalaciones de areniscas y limolitas. Se presenta en estratos delgados de 5 a 20 cm de espesor; los horizontes de la unidad son del tipo de las bentonitas, las cuales le imprimen tonalidades verdosas. Las calizas son por lo general mudstone y wackestone de Calpionelas, presentan color gris e intemperizan en tonos de crema; contiene bandas de 5 a 12 cm de pedernal negro ocasionalmente laminado. Las areniscas son arenitas líticas y contienen fragmentos de cuarzo, feldspato y líticos de origen ígneo; presentan estratificación gradada, son de color gris oscuro e intemperizan en tonos ocres. Las limolitas están compuestas en horizontes delgados menores a 2 cm. La unidad contiene nódulos de pirita hematizada de hasta 3 cm de diámetro; en las porciones más arcillosas presenta cristales autígenos de cuarzo de hasta 2 cm.

En la región la unidad presenta numerosos pliegues secundarios que impiden la correcta medición de la secuencia; sin embargo, en el presente trabajo se estima que el espesor de la unidad es de aproximadamente 200 m; el espesor estructural de la unidad en el área de Zonzonapa, es considerablemente grande, ya que se estima de 800 m.

Relaciones Estratigráficas. La unidad sobreyace concordantemente y en forma transicional a la Formación Tamán en la franja central de afloramientos Jurásicos; en tanto que en el sector Xaltipa - Texcatepec, sobreyace mediante un contacto concordante y nítido a la Formación San Andrés. Su contacto superior es concordante y transicional con la Formación Tamaulipas Inferior, expresada ésta última como tal, en Eloxochitlán, Hgo. o indiferenciada dentro del Grupo Tamaulipas.

Edad y correlación. En Agua Linda (Hoja Zacualtipán) se colectaron ejemplares de los géneros *Suarites Bituberculatum*. (Cantú, 1967) y otros probables himalayitidos no clasificados. De acuerdo a Cantú (1971); el género *Suarites sp.* representa al Tithoniano Superior, edad que se le asigna a la Formación Pimienta expuesta en el sector Xaltipa - Texcatepec. En tanto que, en el área Nonoalco - Zacualtipán, es probable que la unidad tenga una edad que incluya a todo el Tithoniano como lo reconoce Cantú (op. cit.) para la región de Huehuetla, Hgo.

Ambiente de depósito. Con base en las características litológicas de la unidad y en su contenido fosilífero, se infiere que la Formación Pimienta se acumuló en una plataforma subsidente con aporte de material arcilloso; paulatinamente este ámbito se profundizó; recibió flujos turbidíticos procedentes de la plataforma continental y de una pequeña isla ubicada en la región que ahora corresponde a Emilio Hernández, en el Sudoeste del área. La batimetría de la región fué tal que la precipitación calcárea fue inhibida en forma intermitente y se acumularon lentes de pedernal singenético.

La unidad se correlaciona con la parte alta de la Formación Las Trancas del área de Zimapán y con la Formación La Caja de la Cuenca Mesozoica del Centro de México.

SISTEMA MESOZOICO

FORMACION TLACOYALCO

Definición. Tarango (1975) denominó informalmente como Formación Tlacoyalco a una secuencia de calizas de color gris claro a gris verdoso con intercalaciones de lutitas y areniscas de color gris verdoso. Las calizas se caracterizan por la presencia de numerosos ejemplares de *Chofatella sp.*, escasos miliólidos y textuláridos. La descripción de Tarango (op. cit.) corresponde a los afloramientos cercanos al Rancho Los Mendoza, lugar donde se perforó el Pozo Ixmiquilpan 1; al noreste de Progreso de Obregón; en la región de Actopan, Hidalgo.

Distribución. Dentro del área, está expuesta únicamente en un afloramiento alargado de 6.5 km por 300 m de ancho, al oriente de Emilio Hernández (Hoja Metztlitlán).

Litología y espesor. En la barranca El Mijhé consiste de una intercalación de lutitas y areniscas en estratos delgados; con espesores entre 15 y 20 cm. Las areniscas son del tipo de las litarenitas con abundantes fragmentos de cuarzo de grano fino con cementante calcáreo; se observan laminadas, algunas con marcas de base, presentan abundantes vetillas de calcita;

tienen color amarillo ocre, intemperizan en tonos rojizos. Las lutitas son limosas y están cementadas por carbonato de calcio. La unidad incluye algunos horizontes de limolita.

Sánchez-Martínez (op. cit.) informa de la presencia de horizontes bentónicos, en la parte media de la unidad; en el área del rancho Los Mendoza.

Relaciones estratigráficas. Su contacto inferior no está expuesto; en las demás localidades donde se ha reportado no se conocen afloramientos de tal contacto. En el Pozo Ixmiquilpan 1 (proyecto Progreso UNAM) se reporta concordante con la Formación Las Trancas. Subyace concordantemente a las rocas de la Formación El Abra; tal como se observa en su único afloramiento del área.

Edad y correlación. En los trabajos que se informan se observaron rudistas silicificados mal preservados y pelecípodos; los cuales no fueron clasificados, por lo que no se puede establecer su edad. Se considera Pre-Albiano, con base en su posición estratigráfica abajo de la Formación El Abra. Sánchez-Martínez (1989?) la considera del Aptiano; además de su posición estratigráfica, con base en su contenido de microfósiles bentónicos; tales como, *Chofatella decipiens* Munier y *Ch. decipiens* Slumbergeri y microfósiles: Placas de equinodermos y fragmentos de algas del género *Salpingoporella* sp. y de *Toucasia* sp.

La unidad se correlaciona con las secuencias calcárea de la Formación Tamaulipas Inferior y con la calcáreo-arcillosa de la Formación Otates; de restringirse la edad de la Formación Tlacoyalco al Aptiano, únicamente sería isócrona con la última.

Ambiente de depósito. Las características de la unidad y los reportes previos de contenido fosilífero sugieren una Plataforma somera de aguas cálidas con el desarrollo de bancos arrecifales; en las cercanías de una zona positiva; la cual aportaba terrígenos areno-arcillosos. Las bentonitas reconocidas en el rancho Los Mendoza (Sánchez-Martínez, op. cit.) indican la ocurrencia de volcanismo explosivo contemporáneo, al occidente del área investigada.

GRUPO TAMAULIPAS

Definición. De acuerdo a Muir (1936), Stephenson (1921) fué quien utilizó por primera vez el término Tamaulipas para referirse a la secuencia calcárea que se encuentra en el núcleo de la sierra de Tamaulipas, sin proponer localidad tipo. En tanto que Belt (1925 pp. 138-139) menciona la Caliza Tamaulipas con una breve descripción y refiere el nombre a la ocurrencia y desarrollo de la unidad en el estado de Tamaulipas.

Como la secuencia calcárea en cuestión está fraccionada por la presencia de un paquete calcáreo-arcilloso intermedio (Horizonte Otates), Muir (op. cit. p. 31) considera más adecuado denominar Formación Tamaulipas Inferior a los estratos que se encuentran abajo del Horizonte Otates, los cuales corresponden al Cretácico Inferior y propone denominar como Formación

Tamaulipas Superior a la secuencia calcárea arriba de dicho horizonte.

Durante el presente trabajo, únicamente se observó la división tripartita de Muir (op. cit.) en las cercanías de Eloxochitlán, Hgo. (Hoja Metztlán). Hacia la región de Zilacatipán - Miguel Lerdo (Hoja Zacualtipán) no se reconoció el horizonte calcáreo arcilloso de la Formación Otales; ante lo cual se optó por cartografiar en forma indiferenciada a las formaciones Tamaulipas Inferior, Otales y Tamaulipas Superior; dentro de una unidad que se denominó informalmente como Grupo Tamaulipas.

Distribución. Esta unidad se encuentra ampliamente distribuida en el sector oriental, con dos áreas de afloramientos principales: una entre Zacualtipán y Metztlán y otra entre Cholula y La Florida.

Litología y espesor. Está constituida por una secuencia de calizas de color gris claro al fresco y tonos blanquecinos por intemperismo. Incluye calizas wackestone y packstone de microfósiles, en estratos entre 40 cm y más de 1 m de espesor. Las calizas presentan desarrollo de estilolitas, nódulos de óxidos de hierro y lentes de pedernal de color gris claro que intemperizan en tonos amarillentos.

Sobre la terracería "Huaya" - "Zonte" en las cercanías de Miguel Lerdo, se midió una secuencia incompleta del Grupo Tamaulipas de 364.5 m; a partir de su base, se describen las seis unidades que se identificaron: (Fig. 2.5)

UNIDAD 1. Consiste de calizas mudstone y wackestone de microfósiles; la parte basal en estratos entre 40 y 60 cm de color gris oscuro que intemperizan en color gris claro; presenta bandas y nódulos de pedernal negro y estilolitas paralelas a la estratificación. En la cima, las calizas son de color gris claro e intemperizan en gris blanquecino, por lo general son de textura mudstone, se presentan en estratos entre 80 y 100 cm con estilolitas; contienen nódulos de pedernal gris claro y nódulos de hematita. Espesor 160.5 m.

UNIDAD 2. Calizas con textura wackestone (lámina delgada FIC50) en estratos entre 15 y 30 cm de color gris claro al fresco que intemperizan en gris blanquecino. Espesor 25.5 m.

UNIDAD 3. Calizas mudstone - wackestone de color gris claro, intemperizan en tonos blanquecinos, en estratos entre 15 y 60 cm, algunos con estratificación ondulada. Hacia la cima los estratos intemperizan en tonos de ocre y presentan vetillas de calcita parda amar, nódulos y algunas vetillas de hematita, y nódulos de pedernal blanquecino (lámina delgada FIC52). Espesor 106.5 m.

UNIDAD 4. Calizas mudstone en estratos entre 20 y 30 cm, algunos arcillosos, las más calcáreas con estilolitas. Presentan horizontes de lentes de pedernal blanco y otros negro; hacia la cima se observan algunos estratos de calizas bituminosas laminadas gris oscuro. La unidad contiene belemnites y amonoideos (*Brancoceras* sp.). Espesor 12 m.

UNIDAD 5. Cubierto. Espesor 34.5 m.

UNIDAD 6. Calizas de textura mudstone de color gris claro al fresco que intemperizan en gris blanquecino; presenta lentes de pedernal y vetillas de calcita. Espesor 25.5 m.

Después de 46.5 m de secuencia cubierta, se observaron estratos correspondientes a la base de la Formación Agua Nueva.

La unidad es más delgada en esta región, que en Eloxochitlán, Hgo.; lugar en donde las tres unidades que integran al Grupo Tamaulipas presentan un espesor acumulado de aproximadamente 670 m.

Relaciones estratigráficas. Esta unidad tiene un contacto inferior concordante con la Formación Pimienta; tal como se observa sobre la terracería Huayacocotla - Zontecomatlán; contacto en el cual se presentan algunos manantiales de pequeño gasto. El contacto superior es concordante y transicional con la Formación Agua Nueva.

Edad. En la secuencia expuesta en Miguel Lerdo, Rodríguez-Osorio (1990) reporta un amonoideo correspondiente al género *Brancoceras* sp. (Albiano Inferior Tardío - Albiano Medio Temprano) y los microfósiles *Calpionellites darderi*, *Tintinnopsella longa*, *Tintinnopsella carpathica*, *Globochaete alpina*, *Calpionellopsis oblonga*, *Resaniella cadishina*, *Lorenziella hungarica*, *L. plicata*, *Cadosina*, sp. (Berriasiano Superior-Valanginiano Inferior), radiolarios calcificados y fragmentos de ostrácodos y de equinodermos en la parte basal de la unidad; en tanto que en la parte alta informa: *Hedbergella gorbachiki*, *H. planispira*, *H. excelsa*, *Cadosina* sp. y radiolarios calcificados (Abiano-Cenomaniano). Este conjunto fosilífero, aunado a que la unidad sobreyace concordantemente a una secuencia con fósiles del Tithoniano Superior, permiten asignarle una edad Neocomiano-Cenomaniano.

Nota. La correlación de la unidad y su ambiente de depósito se mencionarán en las descripciones de las formaciones que componen al grupo.

FORMACION TAMAULIPAS INFERIOR

Definición. Muir (op. cit.) considera como Formación Tamaulipas Inferior, a una secuencia de calizas densas de grano fino, ligeramente cretosas, de color crema amarillento en estratos ondulados con espesores de 20 a 25 cm; hasta más de 50 cm que contienen nódulos esféricos y elongados de pedernal amarillo. La localidad tipo se encuentra en el Cañon de la Borrega de la Sierra de Tamaulipas, localidad en la cual está expuesto un espesor de 400 m.

Distribución. La formación fué reconocida y cartografiada en la región de Eloxochitlán, Hgo.

Litología y espesor. En la terracería entre Eloxochitlán y Molango, Hgo. se midió una columna completa de la unidad con un espesor total de 291 m, en la cual se diferenciaron 9 unidades que se describen a continuación a partir de la más antigua: (Fig2.4)

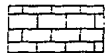
SIMBOLOGIA

(m) ① ② ③ ④

① LITOLOGIA



LUTITA



CALIZA

② ESPESOR DE ESTRATOS

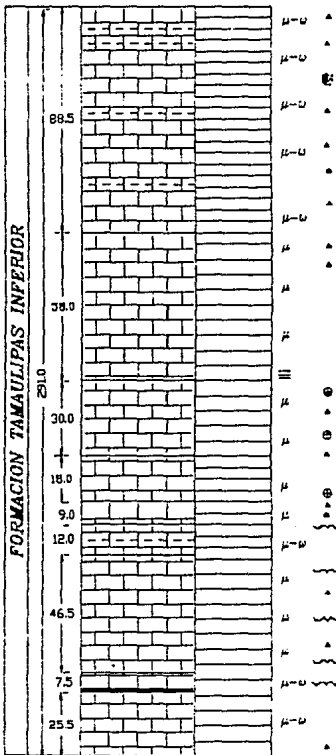
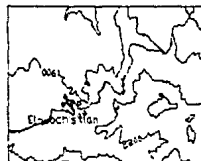
delgada (1 - 10 cm) mediana (10 - 30 cm)
 gruesa (30 - 100 cm) masiva (> 100 cm)

③ TEXTURA DE LAS CALIZAS

(M) Mudstone (Y) Grainstone
 (W) Wackestone (B) Boundstone
 (P) Packstone (≡) Arcillosa

④ OTROS ATRIBUTOS

▲ ● Pedernal (bandas, nódulos)
 ⊕ Concreciones de pirita
 ⊙ Amonitas
 ~ Estiolitas



FACULTAD DE INGENIERIA María del Sol Hernández Peral
 J. Federico Hernández Treviño

UNAM TESIS PROFESIONAL

FORMACION TAMAULIPAS INFERIOR
 MEDIDA ENTRE
 ELOXCHITLAN Y MOLANGO

ABRIL - 1971 FIG. 2.4 ESC. 1:1,600

(m)

①

②

③

④

SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



CALIZAS

SE DESCONOCE
LITOLOGIA

② ESPESOR DE ESTRATOS



delgado (1 - 10 cm)



mediano (10 - 30 cm)



grueso (30 - 100 cm)



masivo (> 100 cm)

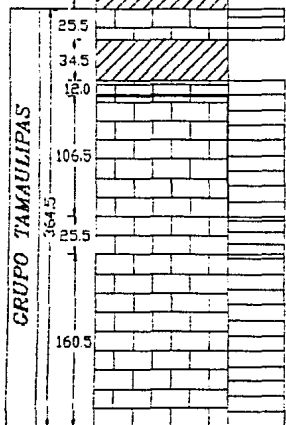
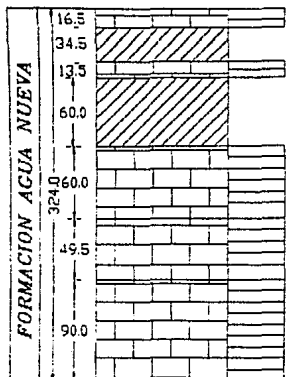
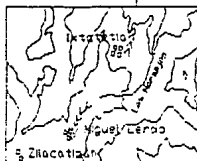
③ TEXTURA DE LAS CALIZAS

- (μ) Muestone (γ) Grainstone
(u) Wackestone (β) Boundstone
(ρ) Packstone

④ OTROS ATRIBUTOS

- Pederns (nódulos)
● Nódulos de pirita
● Nódulos de hematita
● Glicohermas
● Belemnites
● Estratificación ondulada
● Venillas de calcita
● Calizas bituminosas
● Estiloides

98°23'

FACULTAD DE
INGENIERIAEscuela del Sol Seminario Normal
I. Facultad Escuelas Avanzadas

UNAM TESIS PROFESIONAL

GRUPO TAMAULIPAS
Y FORMACION AGUA NUEVA
MEDIDAS EN MIGUEL LERDO

ABRIL - 1991 | FIG. 2.5 | ESC. 1:3,300

UNIDAD 1. Calizas mudstone wackestone de color gris medio al fresco que intemperizan a gris claro; en estratos gruesos de 90 cm. Presenta lentes de pedernal negro que al intemperismo adopta tonos de pardo, hasta de 10 cm de espesor. Espesor 25.5 m.

UNIDAD 2. Calizas mudstone wackestone de color gris medio que intemperizan a gris oscuro en estratos de 45 cm de espesor, presenta estilolitas paralelas a la estratificación con amplitud de 10 cm. Espesor 7.5 m.

UNIDAD 3. Calizas mudstone gris medio en superficie fresca y gris oscuro al intemperismo con estratos entre 40 y 60 cm de espesor. Contiene lentes de pedernal negro que intemperizan en blanco amarillento, con espesores de 2 a 3 cm. Presenta estilolitas de 1 a 2 cm de amplitud. Espesor 46.5 m.

UNIDAD 4. Caliza mudstone wackestone gris medio que intemperiza a gris claro en estratos que miden entre 13 y 40 cm. En los dos primeros metros tiene intercalaciones de rojo violeta y bandas de pedernal de 3 a 6 cm. El resto de la unidad intemperiza en gris oscuro y se presenta en estratos de 90-160 cm, tiene nódulos de pedernal negro que intemperizan en tonos de pardo; además presenta estilolitas paralelas a la estratificación en los últimos metros. Espesor 12.0 m.

UNIDAD 5. Caliza de textura mudstone gris medio a oscuro con tonos ocres. Estratos entre 15 a 30 cm. Contiene también intercalaciones de lutitas rojo-violeta de 2-3 cm. Además de nódulos y lentes de pedernal presenta concreciones de pirita hematizadas con diámetros de 3 cm. Espesor 9.0 m.

UNIDAD 6. Calizas mudstone gris medio a gris oscuro en estratos de 30 a 45 cm en sus primeros metros y el resto en estratos de 20 a 35 cm. Presenta estilolitas entre 2-3 cm de amplitud. Espesor 18.0 m.

UNIDAD 7. Caliza mudstone gris medio al fresco, que intemperiza en gris oscuro en estratos entre 30 a 60 cm con lentes de pedernal negro y concreciones de pirita hematizada de 3.5 cm. Espesor 30.0 m.

UNIDAD 8. La unidad presenta en su base calizas arcillosas de color gris claro en estratos de 1 m de espesor; el resto es de calizas mudstone en estratos con espesores entre 30 y 60 cm, son de color gris y intemperizan a gris claro. Contiene lentes de pedernal negro. Espesor 58.0 m.

UNIDAD 9. calizas mudstone y wackestone en color gris al fresco y gris oscuro por intemperismo, en estratos de 15 a 30 cm de espesor intercalados con lutitas negras con tonos de café al intemperismo. Presenta lentes y nódulos de pedernal negro; así como algunas amonitas hematizadas de 2 a 3 cm de diámetro. Espesor 88.6 m.

Relaciones estratigráficas. La formación sobreyace concordantemente a la Formación Pimienta; a su vez, subyace a la secuencia calcáreo arcillosa de la Formación Otates.

Edad y correlación. En el presente trabajo no se identificaron fósiles en la secuencia descrita. Se asigno al Neocomiano con base en el conjunto microfósilífero que la reportan en el Proyecto Huiznopala (Geomesa, 1987): *Calpionella alpina*; *Calpionellites neocomiensis*; *Calpionellopsis darderi*; *Tintinopsaella carpathica* y *T. oblonga*, en su base; en tanto que, *Nanoconus wasalli* y *N. globulus* en las partes media y cimera. Estos microfósiles corresponden parcialmente a los reportados por Rodríguez-Osorio (op. cit.) en la base del Grupo Tamaulipas.

En el área tal vez se correlacione con parte de la Formación Tlacoyalco. Se correlaciona con la Formación Santuario de la región de Ixmiquilpan, Hgo. y con la Formación Taraises de la Cuenca Mesozoica del Centro de México.

Ambiente de depósito. Las características litológicas y el contenido fosilífero de la unidad sugieren que se acumuló en un ambiente de mar abierto.

FORMACION OTATES

Definición. El nombre de Horizonte Otates fué introducido por vez primera, como ya se expuso previamente, por Muir (1936), quien lo tomó del Cañon del mismo nombre en la Sierra de Tamaulipas. En este sitio aflora una secuencia de calizas arcillosas de color gris, gris oscuro y negro con estratos cuyo espesor varia desde unos cuantos centímetros hasta 50 cm. Presenta intercalaciones de lutitas laminares del mismo color y ocasionalmente se observa pedernal negro.

Distribución. La unidad fué identificada únicamente en las cercanías de Eloxochitlán, sobre la terraceria hacia Molango, Hgo.

Litología y espesor. Se compone de una secuencia de calizas wackestone, calizas arcillosas y lutitas de color gris oscuro en superficie fresca y color gris claro con tonos amarillentos por intemperismo. Presenta nódulos de pedernal negro y los estratos presentan espesores entre 5 y 20 cm. En el área de la Hoja Calnali al norte de la Zacualtipán, Geomesa (1987) reporta en la cima de la unidad un cuerpo de rocas igneas; el cual no fué reconocido en los afloramientos cercanos a Eloxochitlán; también informa en la Otates, una secuencia de bentonitas, calizas y pedernales; secuencia que, de acuerdo a nuestras observaciones en la región investigada, corresponde con la Formación Pimienta.

Esta unidad presenta plegamiento intenso, por lo que no fue posible medir su espesor con precisión; sin embargo, se estima que es de 80 m.

Relaciones estratigráficas. Esta unidad se encuentra sobreyaciendo en contacto concordante a la Formación Tamaulipas Inferior y subyace de la misma manera a la Formación Tamaulipas Superior.

Edad y correlación. En otras localidades se han reportado abundantes amonitas y *Colomiella Mexicana Bonet*, que la ubican en el Aptiano. En el área se le asignó una edad aptiana por su posición estratigráfica abajo de la secuencia del Albiano-Cenomaniano y arriba de la Formación Tamaulipas Inferior del Neocomiano.

La Formación Otates se correlaciona con la Formación Tlacoyalco expuesta en la Barranca Mijhé y se correlaciona además, con la Formación La Peña expuesta ampliamente en el noreste de México.

Ambiente de depósito. Por las características litológicas que presenta se interpreta que se acumuló en un ambiente de plataforma abierta con aporte de terrígenos.

FORMACION TAMAULIPAS SUPERIOR

Definición. Muir (op. cit.) propone como Formación Tamaulipas Superior a la secuencia de calizas blancas con pedernal blanco y de calizas grises con pedernal negro; secuencia que se encuentra arriba del Horizonte Otates en el cañón de la Borrega en la sierra de Tamaulipas. Localidad que considera tipo.

Distribución. Aflora principalmente en la margen oriental del Río Venados y al Noreste de San Agustín Eloxochitlán; áreas en las cuales, la unidad fué cartografiada en forma independiente a las otras secuencias del Grupo Tamaulipas. También fué reconocida en el frente de la cabalgadura Metztlitlán, en las cercanías de la laguna homónima.

Litología y espesor. La Formación Tamaulipas Superior esta constituida por una secuencia de calizas de color gris claro y oscuro en estratos gruesos con texturas wackestone y packstone de microfósiles; al intemperismo adquieren tonos rojizos y amarillentos. La formación incluye una unidad con concreciones elipsoidales y esféricas de pedernal; también contiene nódulos de pedernal y estilolitas; en algunos sitios muestra un incipiente desarrollo cárstico.

En este trabajo se estimó que esta formación tiene un espesor de aproximadamente 300 m.

Relaciones estratigráficas. La unidad sobreyace concordantemente a la Formación Otates tal como se observa al oriente de Eloxochitlán y subyace también en forma concordante a la Formación Agua Nueva; tal como se observa en la margen oriental del Río Metztlitlán. Al poniente de Hualula (Hoja Metztlitlán) se encuentra sobre la Formación Méndez mediante un contacto tectónico.

Edad y correlación. La Formación Tamaulipas Superior contiene microfósiles planctónicos como los siguientes: *Colomiella recta Bonet*, *C. mexicana Bonet*, *Microcalamoides diversus Bonet* y *Rotalipora*, sp. que indican una edad correspondiente al lapso Albiano-Cenomaniano. Se correlaciona con las Formaciones El Abra y Tamabra expuestas en el sector occidental de la zona de trabajo. Su cima se correlaciona con la Formación Cuesta del Cura.

Ambiente de depósito. La F. Tamaulipas superior se acumuló en un ambiente de mar abierto que se profundizaba hacia el Oriente.

FORMACION EL ABRA

Definición. Garfias (1915), utilizó por primera vez el nombre de "El Abra Limestone". Este término fué elevado al rango de Formación por Kellum (1930), para referirse a un complejo de rocas carbonatadas de facies de plataforma depositadas durante el Albiano-Cenomaniano, en las plataformas de Valles-San Luis Potosí y de Tuxpan. Esta Formación fué dividida por Kellum en "Miliolina Phase" y "Taninul Phase", las que posteriormente fueron estudiadas como facies "El Abra" y "Taninul" por Bonet (1952, 1956, 1963), Guzmán (1967) y Griffith (1969). La localidad tipo se encuentra en el cañón El Abra, en la sierra del mismo nombre, sobre la carretera San Luis Potosí-Tampico, a 10 km al oriente de Cd. Valles.

Distribución. Aflora únicamente en la porción sudoeste del área de estudio entre los poblados de San Pedro Ayostla y Fontezuelas, y entre Metznoztla y El Tablón; todos ellos dentro de la Hoja Metztlán.

Litología y espesor. Se compone de una secuencia de calizas de color gris claro en estratos gruesos y masivos de color gris en superficie fresca y color gris claro cenizo por intemperismo. Las calizas son boundstone y packstone de rudistas, gasterópodos y pelecipodos. También se encuentran calizas packstone de miliólidos y estratos de dolomías de color gris oscuro y textura sacaróide. La unidad incluye calizas con estructuras primarias tales como: laminaciones, bioturbación y grietas de desecación. Algunos estratos son de calizas wackestone con laminaciones de color rosa y amarillo; las cuales presentan nódulos de pedernal negro.

La Formación El Abra tiene un gran espesor en el área meridional de la Plataforma de Valles-San Luis. Carrasco (1970) informa una medición de 2098 m; sin conocer ni la base ni la cima de la unidad, en la Sierra de San Miguel de la Cal, al sudeste de Ixmiquilpan, Hgo. Por otra parte, en la Cumbre de Zapata, al oriente de Ixmiquilpan, alumnos de la Facultad de Ingeniería en el proyecto Progreso UNAM (1984); midieron a partir de la base, un espesor incompleto de 2,900 m. En este trabajo no se midió la formación; sin embargo, se estima que tiene un espesor de cuando menos 2000 m.

Relaciones estratigráficas. Su contacto inferior es concordante con la secuencia clásica de la Formación Tlacoyalco, tal como se observa en la barranca Mijé. El contacto superior es también concordante con la Formación Mexcala; esta relación se encuentra frente al poblado de Mantha en la parte sureste de la carta.

Edad y correlación. La Formación El Abra contiene microfósiles como: *Globigerinelloides bentonensis* Morrow, *Heterohelix morenani* Cushman, *Calcisphaerulla innominata* Bonet, *Pithonella ovalis* Bonet, *Stomiosphaera sphaérica* Kaufman, *Clavinedbergella simplex* Morrow; reportados por la Facultad de Ingeniería (1984), que la ubican en un rango cronoestratigráfico del Albiano al Cenomaniano.

Esta formación se correlaciona dentro del área con las formaciones Tamabra y Tamaulipas Superior. Para otras regiones se correlaciona con las formaciones Cuesta del Cura, El Doctor, Orizaba y Morelos.

Ambiente de depósito. Con base en las características litológicas y en su contenido fosilífero, se infiere que se acumuló en un ambiente de plataforma, en facies de arrecife.

FORMACION TAMABRA

Definición. Heim (1940) consideró como Formación Tamabra al complejo calcáreo abajo de las formaciones San Felipe o Xilitla (Agua Nueva). Para Heim (op. cit.) las calizas Tamaulipas, Tanunil y El Abra son facies de la misma Formación Tamabra; las cuales se interdigitan lateralmente y en ocasiones se repiten una arriba de la otra en la misma localidad. Según Carrasco (1977), la Formación Tamabra es motivo de controversia en la Faja de Oro; mientras que, para Barnette e Illing (1956); Bebout et al. (1969) y Coogan et al. (1972) se trata de una acumulación arrecifal in situ; para Bonet (1956), Viniegra y Castillo (1970), Becerra (1970), Carrillo (1971) y Enos (1975) los constituyentes de la unidad fueron acarreados desde aguas someras por flujos de gravedad y se acumularon en forma de brechas calcáreas. Este último uso del término, es el más aceptado en la región de la Plataforma de Valles-San Luis y a él se referirá.

Distribución. La formación esta ampliamente expuesta al Occidente del Río Venados. Sobre la terracería que va hacia San Pablo Tetlapaya, se observan buenos afloramientos. La unidad conforma las sierras del poniente del área como El Cordón Cerro Alto.

Litología y espesor. Consiste de una secuencia muy gruesa de brechas calcáreas en estratos gruesos y masivos formados por fragmentos angulosos de calizas gris con secciones de pelecípodos, fragmentos de pedernal negro y pardo claro; fragmentos de caliza recristalizada, calizas mudstone, calizas wackestone y calizas dolomitizadas; con tamaños desde gravas hasta bloques. Los estratos son gruesos y masivos con espesores de 50 cm a más de 3 m.

Se estima que la unidad tiene un espesor mayor de 2000 m.

Relaciones estratigráficas. La formación se interdigita con las calizas arrecifales de El Abra en la región de Loma Larga y con las calizas de la Formación Tamaulipas Superior en las cercanías de la laguna Metztlán. El contacto inferior no se encuentra expuesto en el área; en tanto que, el contacto superior es discordante por falla, con la Formación Mexcala. Se observa cubierto discordantemente por unidades cenozoicas como la Formación Tarango.

Edad y correlación. Se le asigna una edad correspondiente al Albiano-Cenomaniano por su relación de interdigitación con las rocas arrecifales de la Formación El Abra. La Tamabra se correlaciona dentro del área con las formaciones El Abra y Tamaulipas Superior; también es isócrona con la Formación El Doctor del área de Zimapán y con la Formación Cuesta del Cura de

la Cuenca Mesozoica del centro de México.

Ambiente de depósito. Se acumuló en el talud continental como flujos de escombros.

FORMACION MEXCALA

Definición. El nombre de Formación Mexcala fué propuesto por Fries (1962), con base en la sección tipo que describió Bonhnenberg (1955) entre la colonia Valerio Trujano y el Río Balsas. La localidad tipo se encuentra en el poblado de Mexcala, Gro. en el cruce entre el río homónimo y la carretera México-Acapulco (km 220). En ese sitio aflora una alternancia de areniscas, limolitas y lutitas calcáreas.

Distribución. Esta unidad aflora en la porción occidental del área entre Tolantongo y Emilio Hernández, Hgo. región en la que conforma lomeríos frecuentemente cubiertos por caliche.

Litología y espesor. consiste de una secuencia flysch en estratos medianos y gruesos con espesores entre 30 cm y más de 1.5 m. Las areniscas presentan marcas de base y estratificación gradada; son de color gris verde e intemperizan en tonos ocres y amarillos. Los horizontes de lutita son de color gris oscuro al fresco e intemperizan en tonos ocres. La unidad presenta un bloque exótico de calizas arrecifales en Tolantongo; al poniente de dicha localidad, en el Arroyo Hondo se puede distinguir la relación estratigráfica-estructural del bloque. El carácter de dichas calizas arrecifales contrasta notablemente con las brechas calcáreas de la Formación Tamabra expuestas al oriente, sobre el arroyo Tolantongo.

La unidad incluye una secuencia delgada de rocas arcillo-calcáreas correspondientes a la Formación Soyatal de la región de Zimapán; secuencia que fue reconocida claramente en el Arroyo Hondo (al oeste de la zona investigada) y no se observó en las cercanías de Tolantongo.

En el área no se midió la secuencia turbidítica correspondiente a esta Formación, pero se estima que tiene un espesor aproximado de 500 m.

Relaciones estratigráficas. Sobreyace mediante un contacto discordante por falla a la Formación Tamabra en el sector Occidental en el río Tolantongo. Se encuentra cubierto discordantemente por las diferentes unidades cenozoicas.

Edad y correlación. La Formación Mexcala ha sido asignada en la región como Turoniano? - Maestrichtiano por su posición estratigráfica sobre las brechas calcáreas de la Formación Tamabra.

Esta unidad se correlaciona parcialmente con las formaciones Agua Nueva, San Felipe y Méndez, expuestas en el Oriente del área; por otra parte se correlaciona también parcialmente con las unidades Tamasopo y Cárdenas expuestas en la región de la Plataforma Valles-San Luis. Es correlacionable también con la Formación Indidura y con la secuencia también flysch de la Formación Caracol del Centro y Norte de México.

Ambiente de depósito. Las características litológicas y las

estructuras primarias que presenta, indican un ambiente de depósito de abanico abisal, hacia el cual se deslizaron bloques de calizas arrecifales de procedencia desconocida como el que se observa en Tolantongo.

FORMACION AGUA NUEVA

Definición. El nombre de Agua Nueva fué mencionado inicialmente por Stephenson (1921), para referirse a unas rocas calcáreo-arcillosas que afloran en el cañón de la Borrega, en el flanco Oeste de la sierra de Tamaulipas al oriente de la estación del ferrocarril Zaragoza. Posteriormente Muir (1936), les asignó a esas rocas el rango de formación, a las que dividió en dos miembros; un miembro inferior que consiste de capas de estratificación gruesa a media, de calizas arcillosas y lutitas, con laminaciones de lutita negra, la parte media de este miembro es más arcillosa. En el horizonte de lutitas negras es frecuente encontrar impresiones de *Inoceramus labiatus*. El miembro superior consiste de calizas de estratificación media y delgada. El espesor medido en la sección tipo es de 127 m.

Distribución. En la Hoja Meztitlán se cartografió en la margen oriental de la Vega de Metztitlán; entre Hualula y La Paila. Mientras que, en la Hoja Zacualtipán se expresa asociada a la Formación San Felipe; pues no se observa un contraste morfológico que permita separar sus áreas de afloramiento mediante criterios fotogeológicos; esta asociación se observa en una franja con rumbo general Sudeste - Noroeste en el sector Noreste, entre Pino Suárez y el Cerro.

Litología y espesor. Esta formación consiste de calizas wackestone, calizas arcillosas y lutitas calcáreas en estratos ondulados delgados y medianos con espesores entre 15 y 40 cm. La unidad tiene colores gris claro y gris oscuro en superficie fresca e intemperiza en tonos amarillentos.

En la terracería "Huaya" - "Zonte" a la latitud de San Antonio Ixtatetla, se midió la unidad con un espesor parcial de 324 m (la base está cubierta). A continuación se describe la secuencia observada a partir del tramo basal.

UNIDAD 1. Calizas laminadas bituminosas negras y calizas mudstone de color gris claro (lámina FIC57), en estratos entre 10 y 20 cm ligeramente ondulados; se observan interestratos bituminosos de 4 cm. La unidad presenta bandas y nódulos de pedernal negro, pirita en los estratos bituminosos. las calizas intemperizan en tonos amarillentos y contienen concreciones de pirita oxidada con estructura radial, algunos estratos intemperizan en tonos de gris verde. Espesor 90 m.

UNIDAD 2. Unidad parcialmente cubierta; se observan estratos de calizas wackestone de globigerínidos con espesores entre 10 y 30 cm. Las calizas son de color gris oscuro e intemperizan en gris claro. Espesor 49.5 m.

UNIDAD 3. En la base, calizas arcillosas y calizas wackestone de color gris oscuro con tonos de café, intemperizan en tonos rojizos, en estratos entre 25 y 50 cm con bandas delgadas (1 cm) de pedernal; se observan varias bandas en un mismo estrato. Hacia el tercio medio consiste de calizas wackestone de globigerinidos en estratos de 25 a 30 cm de color gris claro. En la cima presenta concreciones de pirita oxidada; las calizas wackestone son gris claro e intemperizan con tonos amarillentos, contienen nódulos de pedernal blanco. Espesor 60 m.

UNIDAD 4. Cubierto. Espesor 60 m.

UNIDAD 5. Calizas limo-arcillosas laminadas color gris con tonos de pardo, limolitas calcáreas y algunos horizontes de bentonita; las calizas contienen pedernal laminado de color negro. La unidad intemperiza en tonos de pardo y rojizos. Espesor 13.5 m.

UNIDAD 6. Cubierto. Espesor 34.5 m.

UNIDAD 7. Calizas wackestone (lámina delgada FIC62) en estratos entre 15 y 30 cm de espesor de color gris oscuro con tonos de pardo, intemperizan en crema con tonos rojizos; la unidad contiene bandas de pedernal negro con nódulos de óxido de hierro. Espesor 16.5 m.

Relaciones estratigráficas. Esta formación se encuentra sobreyaciendo en contacto concordante a la Formación Tamaulipas Superior y subyaciendo de la misma forma a la Formación San Felipe en la margen oriental de la vega de Metztlán.

Edad y correlación. Esta formación fué fechada en el reporte del pozo Jasso No. 1, como del Cenomaniano Superior-Turoniano por su contenido de los microfósiles *Globigerinoides bentonensis* Marrow y *Pithonella ovalis* Kaufman y por los fósiles acompañantes *Rotalipora* sp y *Heterohelix* sp. La formación es considerada en el mencionado reporte, como un cambio de facies de la secuencia arcillo-calcárea de la Formación Soyatal.

La Formación Agua Nueva se correlaciona con la Formación Indidura del noreste de México y con la Formación Ojinaga expuesta en Chihuahua.

Ambiente de depósito. Se acumuló en una plataforma restringida en un ambiente reductor con aporte de terrígenos finos.

FORMACION SAN FELIPE

Definición. El nombre de Formación San Felipe fué originalmente introducido por Jeffreys (1910), quien la definió como una alternancia de calizas y lutitas de color gris verdoso, de estratificación delgada y con pequeñas capas de bentonita verde; de edad Coniaciano-Santoniano Inferior. Su localidad tipo se encuentra al Oeste del poblado de San Felipe S.L.P.

Distribución. En la Hoja Meztitlán se cartografió en la margen oriental de la Vega de Metztlán; entre Hualula y La Paila. Mientras que, en la Hoja Zacuaitipán se expresa asociada

a la Formación Agua Nueva; pues no se observa un contraste morfológico que permita separar sus áreas de afloramiento mediante criterios fotogeológicos; esta asociación se observa en una franja con rumbo general Sudeste - Noroeste en el sector Noreste, entre Pino Suárez y el Cerro.

Litología y espesor. El rasgo distintivo de la formación es la presencia de horizontes tobáceos y bentoníticos entre estratos de calizas wackestone y margas. Las calizas se presentan en estratos medianos con espesores entre 15 y 40 cm, son de color gris claro e intemperizan en tonos ocrés. Las margas son de color gris con tonos verdes. Los horizontes tobáceos son de color verde olivo; en ocasiones presentan estratificación gradada con piroclastos y fragmentos de cristales en su base esta característica se aprecia en la terracería de Miguel Lerdo a Los Naranjos en la hoja Zacualtipán. Los estratos frecuentemente tienen marcas de carga, almohadillas e intrusiones diapíricas. En ocasiones se observan nódulos de pirita hematizados en la superficie de contacto entre las calizas y las tobas.

Sobre la terracería Los Naranjos - Ilamatlán se midió parcialmente la unidad; desde sus estratos más antiguos expuestos en el puente del Arroyo El Parán, hasta su contacto transicional con la Formación Méndez, en la cuesta hacia Los Naranjos. Se reconocieron tres unidades con un espesor parcial de 192 m; mismas que se describen a continuación a partir de la más antigua: (Fig 2.6)

UNIDAD 1. Calizas wackestone intercaladas con tobas; las calizas son de color gris e intemperizan en tonos claros, presentan marcas de carga y concreciones de pirita hematizada; sus estratos varían entre 5 y 60 cm. Las tobas son de color verde pistache, intemperizan en tonos claros, presentan aspecto cristalino y son de grano ms grueso en la base; hacia la cima, por lo general son de grano fino y deliznables; se presentan en estratos entre 1 y 10 cm de espesor; la unidad se caracteriza por un ritmo en el espesor de los estratos, se observan conjuntos de 8 a 10, el primero más grueso y el resto cada vez más delgado; en el último tercio las tobas son más frecuentes. Espesor 78 m.

UNIDAD 2. Intercalación de margas, calizas arcillosas, tobas y bentonitas. Las margas y calizas arcillosas son de color gris con tonos de verde al fresco y al intemperismo con tonos de beige amarillento; se presentan en estratos entre 10 y 60 cm; las tobas y bentonitas son de color verde blanquecino al fresco e intemperizan en tonos ocrés, se presentan en estratos entre 2 y 35 cm (láminas delgadas FIC40 y FIC42). Las margas y tobas se presentan principalmente en los dos primeros tercios, en tanto que las bentonitas en el último tercio. Espesor 69 m.

UNIDAD 3. Margas y lutitas con algunos estratos de bentonitas. Las margas son de color gris verdoso e intemperizan a crema amarillento; sus estratos tienen espesores de aproximadamente 70 cm. Las lutitas son de color verde blancuzco al fresco y beige al intemperismo; en estratos de 2 cm. Las bentonitas son de color verde al fresco y pardo al intemperismo; se presentan en horizontes de 2 cm. Espesor 45 m.

(m)

①

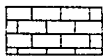
②

③

④

SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



CALIZAS



TDBAS



MARGAS



LUTITAS

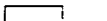
② ESPESOR DE ESTRATOS



delgado (1 - 10 cm)



mediano (10 - 30 cm)



grueso (30 - 100 cm)



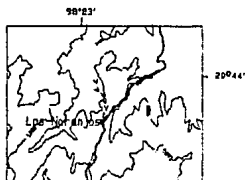
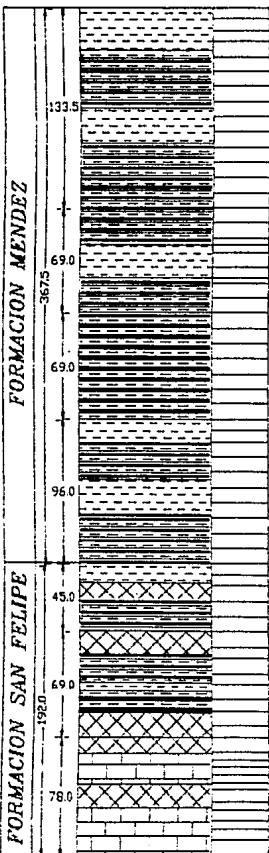
masivo (> 100 cm)

③ TEXTURA DE LAS CALIZAS

- ▲ (μ) Mudstone
- ▲ (γ) Grainstone
- ▲ (ω) Wackestone
- ▲ (ρ) Packetone
- ▲ (β) Boundstone

④ OTROS ATRIBUTOS

- ▲ Hóclulos calcáreos
- ⊕ Concreciones de pirit
- * Marcos de carga

FACULTAD DE
INGENIERIAEscuela de Estudios Avanzados
Dr. Teodoro Hernández Treviño

UNAM

TESIS PROFESIONAL

FORMACIONES SAN FELIPE Y MENDEZ
MEDIDAS ENTRE
EL ARROYO EL PARAN Y NARANJOS

ABRIL - 1991

FIG. 2.6

ESC. 1:2,500

Relaciones estratigráficas. La unidad sobryace concordantemente y en forma transicional a la Formación Agua Nueva y subyace; también en forma concordante y transicional a la Formación Méndez.

Edad y correlación. La secuencia expuesta en Los Naranjos, contiene *Frustrella* sp. Por otro lado en el Prospecto Huiznopala reportan en la unidad *Globotruncana fornicata*, *G. Concavata*, *G. calcarenata*, *G. lapparenti*, *G. elevata*, *Calcisphaerulla inominata*, *Heterohelix* y *Globigerinas*; contenido microfossilífero que indica una edad Coniaciano - Santoniano.

La Formación San Felipe se correlaciona con la Mexcala expuesta en la región Occidental del área y con la Formación Caracol de la Cuenca Mesozoica del Centro de México; también se correlaciona con la cima de la Formación Tamasopó de la Plataforma de Valles-San Luis.

Ambiente de depósito. Se depositó en una plataforma abierta a la cual arribaban abundantes piroclásticos finos en forma periódica. Este aporte interrumpía el proceso de sedimentación calcárea.

FORMACION MENDEZ

Definición. Jeffreys (1910), fué quien propuso por primera vez el nombre de Formación Méndez. Posteriormente De Goyer (1916), la definió formalmente como una secuencia que consiste principalmente de margas grises y azules estratificadas en capas de distinto espesor, que van desde unos cuantos centímetros hasta uno o más metros. Presenta fractura concoidal muy característica. En la parte superior presenta un aspecto rosado, por lo que se le ha llamado "Méndez Rojo"; este miembro presenta algunas intercalaciones de margas grises y en ocasiones pueden verse capas de areniscas en la parte superior de la formación, cercano al contacto con las formaciones Velasco o Chicontepec.

Su localidad tipo se encuentra al Este de la estación Méndez, en el kilómetro 629 del ferrocarril San Luis Potosí-Tampico.

Distribución. La Formación Méndez aflora en una franja a lo largo de la Vega de Metztlitlán y en la porción oriental entre Pino Suárez y La Canoa.

Litología y espesor. Esta unidad es de carácter eminentemente pelítico, aunque en la región de Metztlitlán, sus estratos presentan un horizonte arenoso menor de 1 cm de espesor con grano fino y estratificación gradada. Las lutitas de la formación son calcáreas, fisiles, de color verde en superficie fresca e intemperiza en tonos amarillentos; frecuentemente presenta microfósiles; en la cima de la unidad se observan nódulos calcáreos discoidales.

En el área de Los Naranjos, Ver. en los cortes de las terracerías Los Naranjos - Ilamatlán y "Huaya" - "Zonte" se midió completa la Formación Méndez, con un espesor total de 367.5 m. De la base a la cima se subdividió en las siguientes cuatro unidades:

UNIDAD 1. Margas con intercalaciones de lutitas. Las margas son de color gris verdoso al fresco y gris verdoso oscuro al intemperismo; el espesor de los estratos varia entre 20 y 50 cm. La unidad incluye algunas margas de color beige a rojizo al intemperismo. Espesor 96.0 m.

UNIDAD 2. Margas con nódulos de caliza de aproximadamente 13 cm; las margas se fracturan en astillas. Espesor 69.0 m.

UNIDAD 3. Intercalación de margas con lutitas calcáreas y calizas arcillosas. Las margas son de color gris verdoso al fresco y beige amarillento al intemperismo. Las lutitas son de color beige. El espesor de los estratos en las margas y las calizas por lo general es de 60 cm, en tanto que en las lutitas es de 5 cm (lámina delgada FIC-47).

UNIDAD 4. Los estratos de esta unidad son de margas y lutitas calcáreas; se caracterizan por la presencia de un horizonte basal de areniscas de grano fino; sus espesores disminuyen hacia la cima, varían entre 20 y 30 cm. Algunos estratos presentan ichnofósiles. Espesor 133.5 m.

Relaciones estratigráficas. La Formación Méndez sobreyace en forma concordante y transicional a la Formación San Felipe, como puede verse sobre la terracería Naranjos-Ilamatlán a 1 km del primer poblado. Su contacto superior es concordante con la Formación Chicontepec.

Edad y correlación. En las muestras de mano de la unidad se observaron con la lupa de campo numerosos Globotruncanas. En el Prospecto Huiznopala se reporta el siguiente contenido de microfósiles: *Globotruncana contusa*, *G. Subcircumodifer*, *G. stuarti*, *G. suartiformis*, *G. conica*, *Calcisphaerula innominata*, *Pitonella ovalis* y Globigerinidos; los cuales representan en conjunto un rango estratigráfico del Campaniano - Maestrichiano.

Se correlaciona con parte de las formaciones Caracol y Mexcala; así como con la Formación Cárdenas de la Plataforma de Valles-San Luis.

Ambiente de depósito. Esta formación se acumuló en una zona de turbiditas en la facie distal; ya que dicha formación esta constituida por sedimentos muy finos.

ERATEMA CENOZOICO
SISTEMA TERCIARIO
FORMACION CHICONTEPEC

Definición. Dumble (1918) definió como Formación Chicontepec a la secuencia de areniscas arcillosas de grano fino alternadas con limolitas y lutitas expuestas a 2.5 km al oriente de Chicontepec, Ver. Nuttal (1931) la subdividió con base en consideraciones micropaleontológicas en tres unidades a las cuales les otorgó categoría de formación. Así, se han aceptado las formaciones Chicontepec Inferior, Chicontepec Medio y Chicontepec superior. De las cuales, la secuencia expuesta en el área puede corresponder con la Chicontepec Inferior.

Distribución. Aflora en la porción noreste de la Hoja Zacualtipán, sus mejores afloramientos se observaron 4 km al norte del área, en las cercanías de Zontecomatlán.

Litología y espesor. Está conformada por turbiditas caracterizadas por la presencia de la secuencia bouma completa (Fig. 2.7); sus estratos tienen espesores entre 20 y 50 cm y por lo general muestran marcas de base; algunas marcas de carga y esporádicas pistas.

La Formación Chicontepec fué medida parcialmente a 1.2 km del límite noreste del área; en el Río Los Naranjos cerca de Zontecomatlán. Se midieron nueve unidades con un espesor parcial de 284.0 m a partir de su contacto con la Formación Méndez. A continuación se describen las unidades reconocidas en sentido ascendente: (Fig 2.7).

UNIDAD 1. Secuencia flysch en estratos entre 15 y 45 cm de color gris con tonos de pardo, interperiza en tonos amarillentos. La porción arenosa es de grano fino, con estratificación gradada y con marcas de base. La proporción arenisca - lutita es aproximadamente de 8.5:1.5. Espesor 12.0 m.

UNIDAD 2. Cubierto 24.0 m

UNIDAD 3. Consiste de areniscas con secuencia bouma completa y marcas de base en estratos entre 20 y 40 cm. La relación arenisca - lutita es de 7:3. La unidad presenta colores gris verde e interperiza en tonos ocres. Espesor 16.5 m.

UNIDAD 4. Turbiditas gris verde con proporción arenisca - lutita 9:1, con marcas de base, gradación y rizaduras; en los horizontes pelíticos se observan galerías rellenas por areniscas. Los estratos presentan espesores entre 30 y 50 cm. Hacia la parte media se observa un ritmo de 2 ó 3 estratos medianos y después 4 ó 6 delgados con espesores entre 5 y 10 cm con horizonte pelítico del 60 al 70%. La unidad termina con un estrato grueso de 90 cm. Espesor 44.5 m.

UNIDAD 5. Secuencia turbidítica con flysch en estratos entre 5 y 20 cm con algunos estratos de 60 cm de areniscas y lutitas, color gris verdoso en superficie fresca y con tonos amarillentos. Relación arenisca - lutita 6:4 y 7:3. Algunos estratos presentan marcas de carga y galerías, otros no tienen el horizonte pelítico. Espesor 30.0 m.

(n)

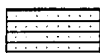
①

②

③

SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



ARENISCAS



LUTITAS

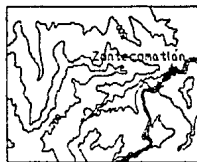
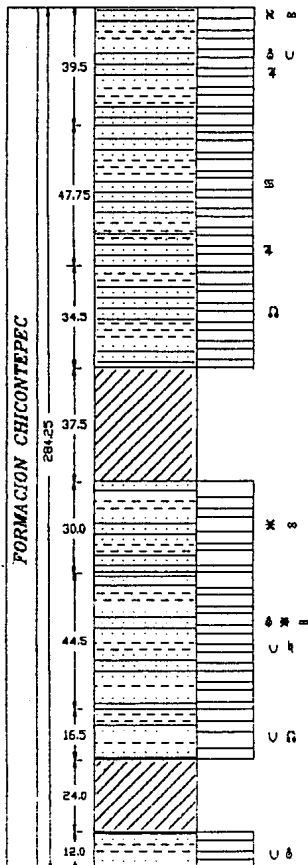
② ESPESOR DE ESTRATOS

- delgada (1 - 10 cm) mediana (10 - 30 cm)
 gruesa (30 - 100 cm) masiva (> 100 cm)

③ ATRIBUTOS

- U Marcos de base
- ⊕ Estratificación gradada
- Ω Secuencia Bouma completa
- ⊛ Marcos de carga
- Galerías
- ⌘ Pistas
- ⌘ Ripples
- ⊞ Laminación convoluta
- ⊞ Fragmentos de madera

FORMACION CHICONTEPEC



98°20'

FACULTAD DE INGENIERIA

María del Sol Hernández Espinal
J. Federico Hernández Treviño

UNAM

TESIS PROFESIONAL

FORMACION CHICONTEPEC
MEDIDA EN ZONTECOMATLAN

ABRIL - 1991

FIG. 2.7

ESC. 1:1,250

UNIDAD 6. Cubierto 37,5 m.

UNIDAD 7. Areniscas con secuencia bouma en estratos entre 2 y 15 cm. Proporción arenisca - lutita 3:2 ó 1:1. La unidad tiene tonos verde y ocre. (Lámina delgada FIC - 26). Espesor 34.5 m.

UNIDAD 8. Turbiditas con horizonte de laminación convoluta en estratos entre 3 y 20 cm con un ritmo de 3 ó 4 de 15 a 20 cm y después de 4 ó 6 de 3 a 10 cm. Los primeros con una relación arenisca - lutita 8.5:1.5, en tanto que los segundos tienen una relación 1:1. Algunos estratos presentan pistas. Las turbiditas son de color gris verde e intemperizan en tonos ocre. Espesor 46.0 m.

UNIDAD 9. Secuencia turbidítica en estratos entre 4 y 15 cm de arenisca y lutitas con marcas de base con proporción arenisca - lutita 8:2 y 7:3; los estratos más delgados tienen una relación 1:1. Espesor 39.5 m.

Relaciones estratigráficas. En el área la unidad sobreyace concordantemente a la Formación Méndez; tal como se observa en Los Naranjos; sobre la terracería "Huaya" - "Zonte" y está cubierta discordantemente por rocas basálticas del Plioceno en el Cerro El Plumaje (Hoja Zacualtipán).

Edad y correlación. En la presente investigación no se colectó material fósil. Se le asigna una edad correspondiente al Paleoceno - Eoceno de acuerdo al reporte de Bush y Goveia (1978). La Chicontepec se correlaciona con la Formación Velasco de la cuenca sedimentaria Tampico Misantla.

Ambiente de depósito. La unidad se acumuló por corrientes de turbidez en un ambiente de talud en facies proximales de acuerdo a las características litológicas y estructurales ya descritas.

FORMACION METZITLAN

Definición. Se propone denominar informalmente como Formación Metztitlán a la secuencia de conglomerados continentales constituidos por fragmentos de calizas y algunos de pedernal; expuestos en las cercanías de Metztitlán. Como localidad tipo se puede considerar al afloramiento localizado a 1 km del poblado sobre la carretera estatal de acceso.

Distribución. La formación fué cartografiada en tres afloramientos pequeños en las cercanías de Metztitlán; además, se reconoció en otros afloramientos no cartografiables en la misma región.

Litología y espesor. Esta constituida por conglomerados policimcticos de clastos subangulosos a subredondeados, mal clasificados de caliza y algunos de pedernal negro, en una matriz areno-limosa y con cementante calcáreo. Los líticos son de calizas wackestone, calizas laminadas y de calizas con pedernal; tienen tamaños que varían entre 2 mm y 50 cm. La unidad está dispuesta en estratos masivos de color gris claro con tonos departo. En ocasiones se observa un paleosuelo en la unidad subyacente. En este trabajo no se midió su espesor; sin embargo, se estima que es del orden de los 150 m.

Relaciones estratigráficas. El conglomerado Matztitlán sobreyacen en discordancia angular a las formaciones Tamaulipas Superior y Agua Nueva, en su localidad tipo; su contacto superior se observa en afloramientos pequeños; en los cuales aparece subyaciendo discordantemente a las rocas volcánicas del Terciario.

Edad y correlación. La formación no contiene fósiles; ante lo cual su edad precisa no se puede establecer; sin embargo, se considera que su acumulación ocurrió en el Paleógeno. Tal vez sea correlativa con otras unidades continentales de composición similar como la Formación El Morro. También es probable que se correlacione con la Formación Chicontepec.

Ambiente de depósito. Esta unidad se depositó en un ambiente continental, como abanicos aluviales al pie de las montañas calcáreas. Como producto de la erosión de los relieves recién incorporados al ámbito continental.

FORMACION TARANGO

Definición. Bryan (1948) propuso el nombre de Formación Tarango para designar a los sedimentos volcánicos expuestos al sudoeste de la colonia Mixcoac de la Cd. de México en la barranca homónima; donde consta de tobas, aglomerados, depósitos fluviales y capas delgadas de pómez.

Distribución. La Formación Tarango está expuesta ampliamente en el área; se le observa en el sector occidental conformando lomeríos disecados por barrancas; en tanto que, en la región de Matztitlán se encuentra en las partes altas, en forma de mesas parcialmente desmanteladas, atestiguando una inversión reciente del relieve.

Litología y espesor. En el área la Formación Tarango consiste de limolitas, tobas, tobas híbridas, pedernales lacustres y calizas lacustres. Las limolitas son de color blanquecino, están dispuestas en estratos delgados de 10 cm; presentan horizontes con abundantes raíces fósiles silicificadas y algunos con gasterópodos pequeños. Las tobas son por lo general líticas, de tonos blaquesquinos y rosas con abundantes fragmentos de vidrio negro de 0.5 a 2cm de diámetro y clastos calcáreos recristalizados angulosos de 1.5 a 20 cm; mientras que, las tobas híbridas presentan piroclastos básicos alterados y fragmentos de líticos de basalto y algunos de pómez. Los estratos de las silcretas y los pedernales son discontinuos, tienen espesores entre 6 y 10 cm; sus superficies son irregulares; se observan colores miel, blanquecinos y negros. En tanto que, las calizas lacustres son de color crema, imtempizan a gris, son packstones con gasterópodos y están dispuestos en estratos con espesores entre 25 y 60 cm.

En el área de Hualula, Hgo. la Formación Tarango consiste de rocas epiclásticas y rocas ígneas extrusivas básicas; principalmente de brechas volcánicas y algunos derrames intercalados.

Como parte de la formación se reconocieron; además, tres miembros, uno de carácter basáltico, otro conglomerático y el tercero de brecha sedimentaria.

Miembro Basáltico. Representa las secuencias lávicas que conforman las mesas del Sector Hualula (Hoja Metztlán). Los basaltos por lo general son vesiculares y tienen una brecha basal. En algunos casos son amigdaloidales con relleno de calciedonia y ópalo; se encuentran cubriendo a las brechas volcánicas y están cubiertos por el miembro de conglomerado. Estas mesas atestiguan una inversión del relieve y una profunda disección reciente.

Miembro Conglomerático. Se reconoció una secuencia de conglomerados acumulados como abanicos aluviales al pie de las rocas volcánicas del área de Metztlán. Los conglomerados tienen matriz limo-arenosa y sus líticos son de origen sedimentario y volcánico.

Miembro Brecha de colapso. En el sector septentrional de la Hoja Metztlán se identificaron dos cuerpos de brecha sedimentaria conformadas por bloques de la Formación Tamabra cementados por carbonatos; el carácter de esta última, enmascara el origen por colapso del miembro; sin embargo, los criterios de identificación fueron: El contraste morfológico entre los afloramientos de cada una de ellas (la brecha de colapso presenta un acusado desarrollo cárstico; en tanto que, las brechas calcáreas de la F. Tamabra conforman cordones serranos sin rasgos cársticos) y el emplazamiento de las brechas de colapso sobre los valles fluviales de los ríos Amajac y Venados. Además, una unidad de este tipo explica la acumulación fluvio-lacustre de la Vega de Metztlán.

Relaciones estratigráficas. Sobreyace discordantemente a la Formación Guacamaya y a las diferentes unidades mesozoicas y terciarias; a su vez, está cubierta de igual forma, por los depósitos recientes.

Edad y correlación. Ante el desconocimiento de fechamientos isotópicos de esta formación; se le asigna tentativamente una edad correspondiente al Plioceno con base en su posición estratigráfica. Se correlaciona con unidades continentales tales como El Conglomerado Reynosa y otras similares.

Ambiente de depósito. La Formación Tarango se acumuló en un ambiente continental en el marco de una distensión en sentido Norte-Sur; la cual desarticuló el drenaje regional; propició la sedimentación fluvio-lacustre y la emisión de derrames y piroclásticos basálticos.

SISTEMA CUATERNARIO

DEPOSITOS RECIENTES

Definición. Las acumulaciones continentales cuaternarias se han desarrollado en pequeñas áreas de la región estudiada. Se reconocieron y cartografiaron cuatro unidades de depósitos recientes: caliche, talud, aluviones y terrazas fluviales. Dichas unidades se identificaron principalmente con base en su emplazamiento y en su morfología.

Distribución. Las unidades de depósitos recientes ocupan una mínima parte de la superficie cartografiada. Se cartografiaron principalmente en la Hoja Metztitlán; excepto dos afloramientos de aluvión en la Hoja Zacualtipán: uno al oriente de Santa Mónica y otro en el valle del Río San Agustín. La unidad más extensa es precisamente la aluvial; que se observa ampliamente en el Valle del Río Metztitlán y como delgadas cintas aluviales en los otros ríos.

Litología y espesor. consisten de líticos sedimentarios y volcánicos de subredondeados a subangulosos en una matriz arenolimosas; en ocasiones presentan cementante de carbonato de calcio; frecuentemente están cubiertos por una costra de caliche.

Los depósitos de caliche se han desarrollado principalmente sobre las rocas calcáreas de las formaciones El Abra y Tamabra, en el sector occidental del área; en donde se observan los climas secos y semisecos que propiciaron la acumulación petrocalcica; en ocasiones estos depósitos se encuentran intercalados con las demás unidades recientes o constituyen el cementante de éstas.

Los depósitos de talud están formados por materiales clásticos gruesos y angulosos poco transportados, acumulados al pie de algunas sierras o mesas.

Las pequeñas terrazas aluviales del Río Amajac atestiguan un antiguo nivel de acumulación producto de la obstrucción del cauce por un deslizamiento de la ladera, aguas abajo de la confluencia del Río Almolón. Fenómeno similar y probablemente contemporáneo al del Río Venados; los deslizamientos generaron envases lacustres; el correspondiente al Río Venados se encuentra en una etapa de azolve; en tanto que, el del Amajac, actualmente ya no existe y sus sedimentos están en proceso de remoción.

.. Los aluviones se componen de líticos diversos con granulometría de limos, arenas y gravas; la redondez de los fragmentos varía entre angulosos y subredondeados. Los aluviones rellenan los valles fluviales en el sector occidental.

El espesor de estas unidades de depósitos recientes varía desde decenas de centímetros hasta decenas de metros. Si tomamos en cuenta el desnivel entre la planicie de la Vega de Metztitlán el el talweg del Río Almolón; el relleno de la Vega puede ser del orden de los 300 m.

Relaciones estratigráficas. Cubren discordantemente a las diferentes unidades estratigráficas expuestas en el área, tanto a las mesozoicas como a las cenozoicas.

Edad. Por su posición estratigráfica y por sus recientes y/o actuales proceso de formación, se les asigna una edad que corresponde al Cuaternario.

Ambiente de depósito. Estos depósitos recientes se encuentran en un proceso de acumulación en los diferentes medios enunciados en su descripción.

ROCAS IGNEAS

ROCAS VOLCANICAS

En ella región se observan rocas volcánicas cuya composición varía desde básica hasta silícica; de acuerdo a sus características litológicas y a sus relaciones espaciales, se agruparon en dos unidades informales. La primera de carácter principalmente básico y la segunda silícica; la cual, cubre a la anterior y conforma principalmente mesas. A continuación se describen dichas unidades:

PRIMERA UNIDAD VOLCANICA (Tsv₁)

Distribución. Los afloramientos de esta unidad se restringen a la porción central Sur del área, presenta sus mejores exposiciones sobre la carretera federal 105, en el tramo comprendido entre Mezquititlán y El Banco; así como en Atecoxico, Viborillas y Zahuastipán.

Litología y espesor. Esta unidad volcánica está conformada por tres miembros; los cuales se describen a continuación:

Miembro 1: Consiste de aglomerados de clastos redondeados de basaltos y andesitas; son de color gris oscuro, intemperizan en tonos pardos, con textura vesicular e intemperismo esferoidal; varían en tamaño desde 2 hasta 65 cm. predominan los clastos de 30 a 40 cm. Se encuentran en una matriz de cenizas de color amarillo oscuro. Se presentan como cuerpos irregulares, con espesores variables, desde 25 cm hasta 30 m.

Miembro 2: El miembro anterior se encuentra intercalado con derrames de andesitas gris oscuro, las cuales intemperizan a pardo claro; presentan textura porfídica con fenocristales de plagioclasas de hasta 3 mm en una matriz afanítica.

Miembro 3: Cubriendo de manera discordante a las dos secuencias anteriores, se tiene una brecha volcánica de clastos angulosos de basalto de color negro, los cuales intemperizan en tonos rojizos; con diámetros entre 2 y 80 cm; textura vesicular, se observan cristales de plagioclasa y epidota; se encuentran en una matriz de cenizas de color pardo claro con tonos verdes.

El espesor total de la secuencia fluctúa entre unos cuantos metros hasta 300 m en el Arroyo Blanco, al poniente de Mezquititlán.

Relaciones estratigráficas. Sobreyace de manera discordante a toda la secuencia sedimentaria mesozoica, subyace de igual forma a la segunda Unidad Volcánica (Tsv₂).

Edad. La unidad se acumuló probablemente en el Oligoceno; no se tiene ninguna referencia de algún fechamiento isotópico.

SEGUNDA UNIDAD VOLCANICA (Tsv₂)


Distribución. Se distribuye en una franja amplia de orientación noroeste-sudeste, localizada en la porción central del área; abarcando desde los poblados de Eloxochitlán (Hoja Metztlán) hasta Cieneguillas (Hoja Zacualtipán). Conformamos mesas de gran extensión.


Litología y espesor. Está constituida por dos paquetes; el primero conformado por una secuencia de tobas; las cuales varían desde tobas vitreas, con fragmentos de pumicita de 2 mm, laminadas; tobas de cenizas color ocre con cristales de cuarzo, anfíboles y feldespatos, algunas presentan estructuras primarias tales como estratificación cruzada, gradada y laminaciones; tobas de lapilli y tobas híbridas basálticas. El segundo paquete consiste principalmente de ignimbritas de color rosa y gris claro; las cuales intemperizan en tonos de amarillo y gris oscuro. Presentan estructura fluidal, en la cual se pueden observar fragmentos de basaltos vesiculares; se encuentran intercalados con horizontes vitreos de hasta 20 cm, el vidrio es de color gris medio y textura perlítica, está devitrificado y contiene abundantes esferulitas de feldespato potásico de hasta 5 cm de diámetro de color rosa. Hacia la base de estas últimas se observan abundantes fragmentos de obsidiana de hasta 40 cm de diámetro. El espesor total de la unidad varía desde unos cuantos metros hasta 400 m, como puede observarse entre Chichinapa y Cieneguillas (Hoja Zacualtipán).

Relaciones estratigráficas. Sobreyace discordantemente a la Primera Unidad Volcánica, así como a la secuencia mesozoica; está cubierta por la secuencia clástica de la Formación Tarango.

Edad. Almanza (1956) le asigna una edad correspondiente al Mioceno, con base en un vertebrado. Se opina que la unidad pueda tener una edad Mioceno - Plioceno.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	TEST PROFESIONAL Tomado del Anuario de 1991	PROSPECTO	PROSPECTO	PROSPECTO	PROSPECTO	HIDALGO	ÁREA JALPAN	REGIÓN CENTRAL	CUENCA DE
					ZIMAPAN FAC. HUELVA Univ. 1989	PROGRESO FAC. HUELVA Univ. 1989	MUJICAPALA (Oaxaca-Huelva, 1987)	PUERTO-VILA (Oaxaca-Huelva, 1987)	MERIDIONAL DE LA PLATAFORMA VALLES-SIP	Y OCCIDENTAL DE LA PLATAFORMA VALLES-SIP	DE AMPICO-TUXPAN (Oaxaca-Huelva)	
CENOZOICO	Terciario	NEO-CENOZOICO	TERCIARIO	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga
		MIOCENO	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga
		PLEISTOCENO	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga
		CUATERNARIO	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga
		PREHISTÓRICO	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga	Teranga
MESOZOICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO
		MESOZOICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO
		JURÁSICO	JURÁSICO	JURÁSICO	JURÁSICO	JURÁSICO	JURÁSICO	JURÁSICO	JURÁSICO	JURÁSICO	JURÁSICO	JURÁSICO
		TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO
PALEOZOICO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
PALEOZOICO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
PALEOZOICO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
PALEOZOICO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
PALEOZOICO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
PALEOZOICO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO
		PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO	PERMIANO

 Ausente por erosión o no depositado

 Contacto inferior no depositado

CAPITULO TRES

ESTRUCTURA GEOLOGICA

En la zona se definen dos regiones estructurales: una occidental, dentro de la cual se reconoció una cabalgadura que puede corresponder con la Cabalgadura Maestra de la Franja de Pliegues y Cabalgaduras laramídicas y otra región caracterizada por pliegues dislocados por fallas normales. En la Fig. 3.1 se puede observar el contexto estructural regional, en tanto que en la Fig. 3.2, se muestra en forma sintética las características principales de las estructuras cartografiadas en el área investigada.

En el área de estudio se reconocen estructuras que contrastan, con ellas es posible definir dos fases de deformación principales; las cuales son evidentes, la primera de carácter compresivo, formó pliegues y fallas inversas, y una fase distensiva posterior que se caracteriza por un sistema de fallas normales. También se reconocieron en la porción occidental dos bloques alóctonos sinsedimentarios.

La fase compresiva corresponde con la franja de pliegues y cabalgaduras laramídicas, que en este estudio se refleja en la megaestructura denominada Anticlinorio de Huayacocotla y por la cabalgadura Metztlán; el anticlinorio presenta numerosos pliegues secundarios.

La fase distensiva se manifiesta en una serie de fallas normales con una orientación general Sureste-Noroeste que dislocan a la secuencia plegada.

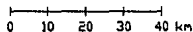
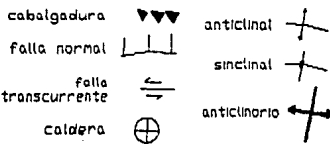
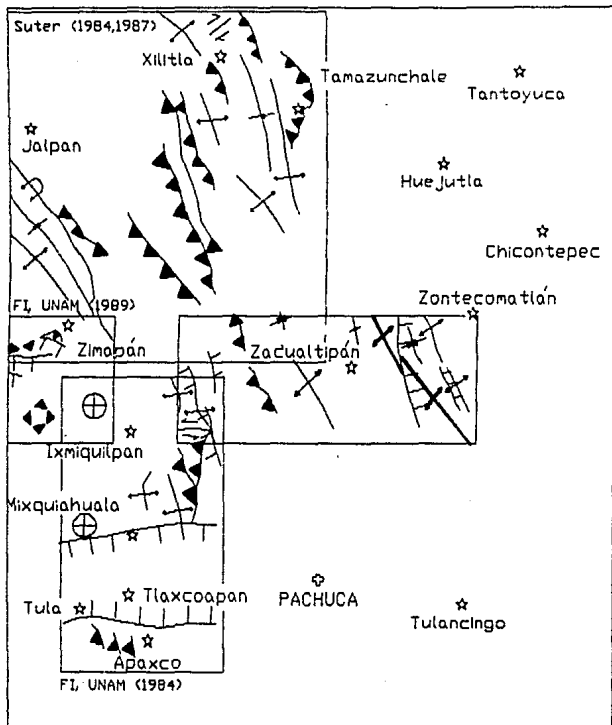
Asociado a las estructuras mayores se reconocieron numerosas estructuras menores no cartografiables, a las escalas de representación de estos mapas; principalmente en el Anticlinorio de Huayacocotla. Las más comunes son los pliegues chevrón, pliegues isopacos y pliegues disarmónicos; estrías de deslizamiento; fallas inversas de poco desplazamiento. También se presentan grietas en echelón, diques sedimentarios y algunos pliegues de caja.

DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS

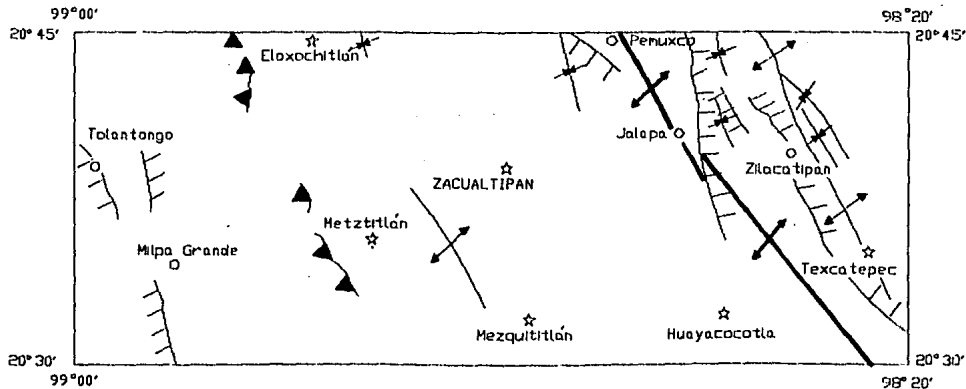
BLOQUES ALOCTONOS

ALOCTONO TOLANTONGO

En el sector más occidental se reconoció el carácter de bloque alóctono de una masa arrecifal alojada en la secuencia turbidítica de la Formación Mexcala; el bloque tiene una relación estratigráfico-estructural similar a la observada en el Alóctono de Xajhá (Fac. de Ingeniería UNAM, 1989). Este enorme bloque calcáreo exótico tiene aproximadamente 7 km de largo (5.5 km están comprendidos dentro del área); el ancho del bloque mide 2.5 km en su porción más ancha; la superficie de afloramiento tiene una forma de gota alargada con el ápice en la cercanías de la zona de manantiales del balneario de Tolantongo. El eje mayor del bloque tiene un rumbo Sureste 9° Noroeste.



FACULTAD DE INGENIERIA	Marta del Sol Hernández Domínguez J. Federico Hernández Domínguez
UNAM	TESIS PROFESIONAL
ESQUEMA ESTRUCTURAL REGIONAL	
ABRIL - 1981	FIG. 3.1
ESC. 1:1 000 000	



Falla normal



Sinclinal



Cabalgadura



Anticlinal



Anticlinorio



FACULTAD DE
INGENIERIA

María del Sol Hernández Bernal
J. Tadeo Hernández Treviño

UNAM

TESIS PROFESIONAL

ESQUEMA ESTRUCTURAL

ABRIL - 1991

FIG. 3.2

ESC. 1:360,000

El Alóctono Tolantongo visto desde el Balneario ejidal homónimo, aparentemente es concordante; esto se observa en sus estratos en posición vertical al igual que los estratos de la Formación Mexcala; sin embargo, en el Arroyo Hondo (a 1 kilómetro al oeste de la zona de estudio) se presentan los estratos calcáreos subverticales del alóctono truncados contra la secuencia clástica de la F. Mexcala que lo engloba.

ALOCTONO LAS CANOAS

Se considera como bloque Alóctono a las rocas arrecifales expuestas al Sur del Alóctono Tolantongo. La relación estratigráfico-estructural del bloque no fue observada; sin embargo, su geometría y su falta de continuidad hacia el Norte permite inferirle carácter de olistolito. La superficie de afloramiento de este cuerpo es de 4 por 1.7 km, es alargado de acuerdo un rumbo Sureste 6° Noroeste.

PLIEGUES

ANTICLINORIO DE HUAYACOCOTLA

La región correspondiente a la Hoja Zacualtipán se encuentra en la megaestructura denominada Anticlinorio de Huayacocotla (Erben 1956); la cual, en la región tiene un rumbo general Sudeste 40° Noroeste. La estructura tiene numerosos pliegues; entre estos se cartografiaron los mayores; que describen más adelante; por otra parte el anticlinorio está localizado por fallas normales con rumbos Sudeste-Noroeste.

En el eje de la estructura se tienen afloramientos de las formaciones Guacamaya y Huizachal. Como referencia geográfica se localizan los poblados Pemuxco, Hgo. y San Mateo, Ver.

Considerando las unidades expuestas en el anticlinorio, la estructura es asimétrica. En el flanco Suroeste aflora la secuencia Jurásica: Huayacocotla-Cahuasas-Tepexic-Santiago-Tamán y Pimienta; mientras que, en el flanco Noreste está expuesta la siguiente columna Jurásica: Xaltipa (Formación propuesta en este trabajo), San Andrés y Pimienta.

ANTICLINAL TEXCATEPEC

Este pliegue se localiza en el flanco Noreste del Anticlinorio de Huayacocotla se extiende a lo largo de 25 km, entre los caseríos: Conquexa y el Zótano en la Hoja Zacualtipán; tiene un ancho de 3 km y un rumbo general Sureste 28° Noroeste.

La estructura está abierta en la Formación Xaltipa en su extremo septentrional; en tanto que, en el sector meridional, en el núcleo se presenta la Formación Huizachal. La Formación Agua Nueva es la unidad más joven expuesta en el pliegue.

En la localidad Chinancahua, Ver., la estructura se bifurca; la rama menos desarrollada se describirá como Anticlinal Ixtatetla que se encuentra separada del Anticlinal Texcatepec por el Sinclinal Miguel Lerdo. El anticlinal se encuentra truncado en su porción Occidental por la falla normal Zilacatipan.

ANTICLINAL IXTATETLA

Estructura simétrica de 9.5 km de longitud y un ancho de 2.4 Km, tiene un rumbo general Sureste 30° Noroeste. El anticlinal presenta intacta su charnela. El pliegue está conformado principalmente en las rocas del Grupo Tamaulipas, pero también presenta afloramientos de las formaciones Xaltipa, San Andrés y Pimienta. Este pliegue, como ya se mencionó es una bifurcación del Anticlinal Texcatepec.

SINCLINAL MIGUEL LERDO

Esta estructura se encuentra entre los Anticlinales Texcatepec e Ixtatetla, en el flanco Noreste del Anticlinorio de Huayacocotla. El sinclinal tiene una orientación de Sureste 30° Noroeste, un ancho promedio de 2.5 km y una longitud de 6.3 Km. En su porción sur afloran las rocas jurásicas de las formaciones Xaltipa, San Andrés y Pimienta; en su parte norte se tienen afloramientos del Grupo Tamaulipas, Agua Nueva y San Felipe.

SINCLINAL AGUA FRIA

Este pliegue es el único que se cartografió en la Hoja Metztlán ya que la mayoría de estas estructuras se encuentran cubiertas por rocas volcánicas terciarias. El sinclinal se encuentra al Oriente de Eloxochitlán, Hgo. Dentro del área, tiene una longitud de 2.5 km y un ancho de 4 km. La estructura es simétrica con un rumbo Sureste 9° Noroeste, en su núcleo se observa la Formación Tamaulipas Superior. En su flanco Noreste está expuesta la secuencia Cahuásas, Santiago, Tamán, Tamaulipas Inferior, Otates y Tamaulipas Superior; en tanto que, en su flanco Suroeste, la secuencia expuesta empieza con la Formación Tamán.

El sinclinal tiene una expresión morfológica invertida, hacia el Sur está cubierto por rocas volcánicas y tal vez está truncado por una falla normal cubierta por unidades ígneas. Hacia el Oriente no se reconoció claramente la porción del eje de la estructura Anticlinal adyacente; únicamente se reconoció que esta última tiene un rumbo Sureste 37° Noroeste, como se aprecia en Nonoalco Hgo.

SINCLINAL TIANGUISTENGO

El Sinclinal Tianguistengo se localiza en el extremo Noroeste de la Hoja Zacualtipán, en sus extremos se encuentran los poblados de Tlapixhuela y Coatila. Presenta una orientación Sureste 22° Noroeste y una longitud dentro de la zona de 8 Km. En el núcleo de la estructura afloran rocas de la Formación Santiago y en sus flancos rocas de las formaciones Tepexic y Huayacocotla.

FALLAS INVERSAS

CABALGADURA METZTITLÁN

Esta estructura se localiza en la parte central de la Hoja Metztlán, presenta una orientación general de Sureste 30° Noroeste, y una longitud dentro del área de estudio de 30 km, ya que tiene continuidad tanto al Norte como al Sur.

Geomorfológicamente, la Cabalgadura Metztlán esta representada por un escarpe en las formaciones Tamaulipas Superior y El Abra, que se suaviza en el contacto con la Formación Méndez. En algunos lugares, la traza de la cabalgadura se encuentra cubierta por rocas volcánicas terciarias.

Los mejores afloramientos se observan al Noroeste de Metztlán, en la porción oriental del Cerro Partido, y al poniente de Hualula, en el borde oriente de la Mesa Chalchimán. En estos sitios, se tiene a la secuencia calcárea de la Formación Tamaulipas Superior como bloque del techo y a la secuencia calcáreo-arcillosa de la Formación Méndez como bloque del piso. Esta relación se observa a partir del Cerro Partido hacia el Norte; en cambio, hacia el Sur, la Formación El Abra es la que se sobrepone a la Formación Méndez.

Asociada a esta estructura mayor, existen escamas tectónicas donde se sobrepone a la Formación Tamabra con la Formación Tamaulipas Superior, tal como se observa al poniente de San Cristobal y otra que se observa al Sur de Atzocintla en la Formación El Abra.

FALLAS NORMALES

Estas estructuras se caracterizan por presentar un rumbo general Sudeste-Noreste y por estar localizadas en dos zonas principales dentro del área de estudio. Una zona se encuentra en la porción Sudoeste de la Hoja Metztlán entre Tolantongo y Mantla; la conforman las fallas Tolantongo, Ixtacapa y Agua Hedionda. La otra zona se encuentra en la parte central de la Hoja Zacualtipán dislocando al Anticlinorio de Huayacocotla con las fallas Matlatenco, Huichohuaya, Maxala y Zilacatipan. A continuación se describen sus principales características:

FALLA IXTACAPA

Este rasgo estructural se encuentra en el área de la Hoja Metztitlán al Poniente de San Pablo de Tetlapaya; tiene una longitud de 6 km; disloca a las brechas calcáreas de la Formación Tamabra según una traza con rumbo Sudeste 9° Noroeste; su bloque de techo es el Noreste, el desplazamiento que se infiere en la sección 3 - 3' es de aproximadamente 1340 M.

FALLA AGUA HEDIONDA

Esta falla yuxtapone a las formaciones Tlacoyalco y El Abra en la región Sudoeste de la Hoja Metztitlán; la estructura tiene una longitud dentro de la zona de 11 km, su bloque de techo es el Sudoeste; el salto de esta falla puede ser mayor a los 1000 m, dado el espesor de la Formación El Abra.

FALLA TOLANTONGO

Esta estructura se localiza en la parte poniente de la Hoja Metztitlán, tiene una orientación general de Sudeste 25° Noroeste y una longitud dentro del área investigada de 7.5 km. El bloque del techo es el del Sudoeste, presentando afloramientos de la Formación Mexcala y en el bloque del piso se encuentran rocas de la Formación Tamabra, como puede verse en la sección 3 - 3'. Se infiere un desplazamiento mayor a 800 m.

FALLA MATLATENCO

Se localiza en el sector Noreste de la Hoja Zacualtipán, presenta un rumbo general de Sudeste 43° Noreste con bloque de techo al Sudoeste y una longitud dentro del área de 6 km. Con base en la construcción de secciones, se calcula salto aproximado de 500 m.

Esta falla yuxtapone a las Formaciones Huizachal y Tepexic en la terracería Tianguistengo-Pemuxco tal como se expresa en la sección 5a-5a'; mientras que, sobre el Río Tianguistengo, pone en contacto estructural a las Formaciones Guacamaya y Huizachal (ver sección 5b - 5b').

FALLA HUICHOHUAYA

Esta falla se encuentra en el centro del sector Septentrional de la Hoja Zacualtipán; en donde presenta un rumbo general Sudeste 12° Noroeste con bloque de techo al Noreste; se expresa como una alineación desde el Arroyo El Jonote, pasa al oriente de Chochochla y continúa al Norte de la región. Tiene una longitud de 18 km dentro de la zona investigada. El bloque de techo al Noreste, la estructura yuxtapone a las Formaciones Guacamaya y Huizachal, como se observa en la sección 6 - 6'.

La falla tiene un salto mayor en su parte Norte, de aproximadamente 1500 m, como puede verse en la sección 6 - 6'; en tanto que en el Sur el salto es del orden de 1180 m, como se aprecia en la sección 7-7'.

La estructura fue reportada con otro carácter en el área de Tehuetlán (Geomesa, 1987), donde se describe como la falla inversa Tlanchinol-Chintiacalnalito, la discrepancia puede deberse a que se trate de una falla jurásica reactivada posteriormente.

FALLA MAXALA

La Falla Maxala se reconoció al Oeste del poblado homónimo; tiene una longitud de 4.5 km con bloque de techo al Sudoeste. Esta estructura yuxtapone tectónicamente a las Formaciones San Andrés, Pimienta y Tamaulipas con la Formación Xaltipa. En la construcción de la sección 6-6' se le infirió un salto de 360 m.

FALLA ZILACATIPAN

Este rasgo estructural de rumbo Sudeste 31° Noroeste y con bloque de techo al Noreste constituye una discontinuidad morfológica notable; pues prácticamente es el límite entre los afloramientos clásticos del Triásico Superior-Jurásico Inferior al Sudoeste y los afloramientos calcáreos del Jurásico Superior-Cretácico al Noreste. La falla es de tijera con salto mayor hacia el Sudeste de aproximadamente de 1720 m, como puede verse en la sección 8 - 8'; en tanto que hacia el Norte, en la sección 7 - 7' el salto estimado es de 1400 m. Dentro del área tiene una longitud de 24 km.

El tipo de falla es evidente en las corrientes que la disecan perpendicularmente como son El Arroyo Toluca - Río Chiquito al Sur de Zilacatipan y el Río Viñazco.

SINTESIS TECTONICA

Además de las dos fases de deformación que son evidentes en la configuración estructural actual de la región; se pueden postular otras fases de deformación, que se manifiestan en el carácter de las secuencias y sus relaciones estratigráficas. Así, se postulan las siguientes fases de deformación:

a) Una fase compresiva Permo-Triásica asociada a la integración de Pangea. En cuyo marco se acumuló y fue deformada la secuencia turbidítica de la Formación Guacamaya.

b) Una fase distensiva tipo "rift" que fragmentó la corteza continental triásica y generó el Aulacógeno de Huayacocotla hacia el Triásico Tardío - Jurásico Temprano. Surco sedimentario en donde se acumularon las secuencias de las formaciones Huizachal y Huayacocotla.

c) Una fase tectónica distensiva que dislocó a la región según fallas normales y de desplazamiento lateral?, hacia finales del Jurásico Temprano - inicio del Jurásico Medio. Esta fase es la responsable de las discordancias que se reconocen; una entre las formaciones Huayacocotla y Cahuizas - Tepexic, en la región Santa Mónica - Zahuastipán; la otra discordancia que evidencia la fase es la reconocida entre las formaciones Huizachal y Xaltipa (formación propuesta en este trabajo).

d) Una fase compresiva del Paleógeno (Orogenia Laramide) que generó pliegues y cabalgaduras; la fase yuxtapuso, mediante la Cabalgadura Metztlán, a la secuencia acumulada en el borde Oriental de la Plataforma de Valles-San Luis sobre la secuencia propia del Anticlinorio de Huayacocotla. El acortamiento que produjo esta fase no fue cuantificado; sin embargo, las secciones estructurales expresan un acortamiento de más de 10 km.

e) Una fase distensiva con un campo de esfuerzos en sentido Sudoeste-Noreste, acaecida en el Neógeno; la cual, dislocó las estructuras laramidicas y propició la exposición de la Formación Guacamaya. Las corrientes fluviales del sector Oriental, son antecedentes a tal dislocación y permiten evaluar claramente el tipo de estructuras.

CAPITULO CUATRO

EVOLUCION GEOLOGICA

La evolución geológica regional pre-Triásico Tardío - Jurásico Temprano es incierta, dado que no se cuenta con elementos para bosquejar una reconstrucción paleogeográfica diferente a las propuestas para el ensamble del supercontinente Pangea. Los hechos evidentes asociados a dicho proceso son que la acumulación tipo flysch del Pérmico Temprano ocurrió primero en un ambiente proximal al cual se deslizaban bloques calcáreos procedentes de una plataforma ubicada tal vez hacia el Norte. Posteriormente la secuencia fué acumulada en un ambiente distal.

Durante el lapso Pérmico Tardío - Triásico Medio acontecieron:

a) La integración de Pangea en el marco de la colisión Apalachiana - Marathoniana - Oachitana de Gondwana contra Norteamérica ancestral..

b) Posteriormente la región estuvo sujeta a erosión, sin que exista algún registro de dicha denudación.

TRIASICO TARDIO - JURASICO TEMPRANO

Hacia finales del Triásico, la masa continental Pangeana se fragmentó en diversos puntos triples, de las cuales, dos ramas evolucionaron en el proceso de divergencia hasta el punto de generación de corteza oceánica, con lo cual se inició la separación del actual Cratón Norteamericano de una masa continental constituida por Sudamérica y África, y la apertura del Océano Atlántico y del Golfo de México. Las terceras ramas de los puntos triples evolucionaron como aulacógenos; en ellos se instauraron primero ambientes continentales; y posteriormente sedimentación marina.

Como se ha propuesto para explicar la acumulación de las formaciones Huizachal y Huayacocotla (Smith-Effing, 1980), (Amos Salvador, 1987). De acuerdo a estos autores, el aulacógeno tendría un rumbo general Sudeste - Noroeste y se extendería desde Huauchinango, Ver., hasta la región de Huizachal - Peregrina. El marco tectónico reseñado, fué modificado hacia finales del Jurásico Temprano, durante el cual, la región fue dislocada por fallas, cuya geometría se desconoce, pero sus efectos son conocidos. Se interrumpió la sedimentación marina y los bloques definidos en tal proceso distensivo fueron denudados profundamente, en ocasiones fue removida toda la cubierta Paleozoico - Jurásico Inferior, hasta ser expuesto el basamento, tal como se observa al oriente de Otlamala, en donde la secuencia San Andrés - Pimienta cubre discordantemente al Gneis Huiznopala.

JURASICO MEDIO - JURASICO TARDIO

El relieve continental Eojurásico, fue contrastado como lo atestiguan las gruesas secuencias continentales calovianas; paulatinamente fué peneplanizado con lo cual se instauraron ambientes marinos someros caracterizados por aguas cálidas como se infiere de las secuencias calcáreas de la Formación Tepexic. Esta transgresión está registrada en el área como proveniente del Occidente, ocurrió durante el Caloviano Medio en la región Matlatenco y hasta el Kimeridgiano - Tithoniano Temprano en Tex-

catepec, en la Formación San Andrés. Así mientras que en "Texca" estaban sujetas a erosión las rocas de la Formación Huizachal, en el sector Nonoalco - Pemuxco se acumulaba la secuencia Tepexic - Santiago y la parte basal de la Formación Tamán, en un ambiente somero con aporte creciente de sedimentos arcillosos.

Al extenderse la transgresión y cubrir las aguas someras a la secuencia continental Xaltipa, acumulada en el sector "Texca", se depositó la secuencia calcárea de la Formación San Andrés penecontemporáneamente a la cima de la Formación Tamán. Hacia el Tithoniano Tardío se generalizó la sedimentación calcárea arcillosa de la Formación Pimienta en un ambiente de profundidad creciente excepto en las cercanías de la región que ahora ocupa Emilio Hernández, en donde se infiere un islote que aportó sedimentos arenosos intercalados en la secuencia de la Formación Pimienta. Los horizontes bentoníticos reconocidos en esta unidad, expresan vulcanismo asociado a una margen convergente instaurada en regiones occidentales. Las rocas asociadas al arco volcánico están expuestas en el sector Tolimán - San Javier, Gro. (Facultad de Ingeniería, UNAM, 1989).

NEOCOMIANO - APTIANO

El aporte de material arcilloso cesó en el Berriasiano; de tal forma, la sedimentación fue únicamente calcárea en un ambiente de mar abierto.

Estas condiciones sedimentológicas estuvieron vigentes en casi toda el área, hasta el fin del Neocomiano; excepto en el entorno del islote de Emilio Hernández, en donde la sedimentación fue de carácter arenoso durante ese tiempo. En el Aptiano ocurrió un aporte de material terrígeno que únicamente fue reconocido cerca de Eloxochitlán; sin embargo se infiere su presencia en toda el área de afloramientos del Grupo Tamaulipas. Es probable que en el sector Occidental se haya establecido un ambiente de plataforma calcárea en el Aptiano; tal como lo reconoció Hernández-Cuervo (198-).

ALBIANO -CENOMANIANO

En este tiempo, cuando se estableció una sedimentación calcárea en el Noreste de México, el área evolucionó de la siguiente manera: El ambiente de plataforma calcárea supuesto desde el Aptiano, se desarrolló plenamente. el islote de Emilio Hernández fue cubierto por las aguas, y se definieron facies arrecifales en el sector Sudoeste y prearrecifales en extensas zonas ahora expuestas en las margenes del Río Amajac. Hacia el Oriente, la acumulación calcárea ocurrió en aguas más profundas, en mar abierto.

TURONIANO - SANTONIANO

Hacia finales del Cenomaniano e inicios del Turoniano, el ámbito marino de la región recibió un aporte de material clástico proveniente de los terrenos volcánicos situados al Occidente; el carácter de la secuencia estuvo condicionado por la presencia de la plataforma calcárea que paulatinamente tuvo

mayor tirante de agua; al inhibirse los crecimientos arrecifales por el aporte de terrígenos, la subsidencia regional no fue compensada por la vigorosa edificación biógena que floreció en el Albiano - Cenomaniano. Regionalmente, sólo prevalecieron algunos desarrollos arrecifales en el Turoniano, como aquellos que aportaron los bloques alóctonos inmersos en la secuencia turbidítica.

El relieve submarino de la plataforma calcárea controló la dispersión de los clásticos. Así en el sector Occidental se acumularon secuencias turbidíticas durante el Turoniano - Senoniano; mientras que hacia el Oriente, la sedimentación baltial no fué perturbada por corrientes de turbiedad y las rocas turonianas se depositaron en condiciones tranquilas en un ambiente poco oxigenado; posteriormente la actividad volcánica Occidental aportó piroclásticos en forma intermitente y deformaron sinsedimentariamente a la secuencia coniaciana - santoniana.

CAMPANIANO - MAESTRICHTIANO

Con la continua subsidencia regional y el aporte clástico procedente del Occidente, el relieve submarino fue azolvado. De tal forma se generalizó la sedimentación turbidítica; con facies más proximales en el Occidente (formaciones Mexcala y/o Caracol) y distales en el Oriente (Formación Méndez).

PALEOGENO

En el Paleógeno ocurrió la fase compresiva conocida como Orogenia Laramide; la cual generó estructuras plegadas y cabalgaduras con vergencia al Oriente; la secuencia arrecifal del Albiano - Cenomaniano fue yuxtapuesta sobre el flanco Sudoeste del Anticlinorio de Huayacocotla. La deformación migró de Oeste a Este; mientras que, en la región de Zimapán se acumulaban rocas clásticas continentales del Paleoceno?, que fueron cubiertas tectónicamente por la secuencia mesozoica, en la región Oriental del área, se depositó una secuencia turbidítica. La fase de deformación cesó hacia el Eoceno. También durante el Paleógeno, se acumuló una secuencia conglomerática continental en las depresiones definidas por las estructuras laramídicas y posteriores.

NEOGENO

Durante el Neógeno la región estuvo expuesta a erosión, ocurrió una fase distensiva que dislocó las estructuras laramídicas; la acumulación de rocas volcánicas de diversos tipos y una disección profunda.

CUATERNARIO

Durante el Cuaternario se desarrollaron diversos tipos de acumulaciones recientes.

CAPITULO CINCO

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES ESTRATIGRAFICAS

-Las rocas expuestas en la región representan un lapso que comprende desde el Pérmico hasta el Reciente.

-Se identificaron tres secuencias sedimentarias que corresponden con las provincias geológicas: Plataforma Valles-San Luis, de la cual se reconocieron las formaciones El Abra, Tamabra y Mexcala; Anticlinorio de Huayacocotla, representado por las formaciones: Guacamaya, Huizachal, Huayacocotla, Cahuassas, Tepexic, Santiago, Xaltipa (nombre nuevo), Tamán, San Andrés, Pimienta, Tamaulipas Inferior, Otates, Tamaulipas Superior, Agua Nueva, San Felipe y Méndez y La Provincia de la Cuenca de Chicontepec expresada en el área por la Formación Chicontepec.

-Se identificaron tres unidades volcánicas: una de rocas basálticas intercaladas con brechas andesíticas; otra de rocas silícicas y la tercera de derrames basálticos recientes.

-Se reconocieron cuatro tipos de depósitos recientes: caliche, de talud, terrazas fluviales y acumulaciones aluviales.

-Se midieron nueve unidades litoestratigráficas con un espesor total medido de 5613 m. A continuación se describen las características y espesores de las unidades reconocidas:

CONCLUSIONES TECTONICAS

Se reconocieron dos estilos de deformación principales, el primero se caracteriza por pliegues y fallas inversas; el segundo por un sistema de fallas normales.

Para el área se pueden postular las siguientes fases de deformación:

a) Una fase compresiva Permo-Triásica asociada a la integración de Pangea.

b) Una fase distensiva tipo "rift" que fragmentó la corteza continental triásica y generó el Aulacógeno de Huayacocotla hacia el Triásico tardío.

c) Una fase tectónica distensiva que dislocó a la región según fallas normales y de desplazamiento lateral?, hacia finales del Jurásico Temprano - inicio del Jurásico Medio.

d) Una fase compresiva del Paleógeno que generó pliegues y cabalgaduras.

e) Una fase distensiva con un campo de esfuerzos en sentido Sudoeste-Noreste; ocurrida en el Neógeno.

Unidad y descripción:	espesor (medido) (+ mayor de) (* estimado)
Formación Guacamaya. Secuencia turbidítica con bloques calcáreos fosilíferos (fusulinidos y crinoideos).	+ 1081.0 m
Formación Huizachal. Areniscas, conglomerados y limolitas con fragmentos de flora fósil.	1995.0 m
Formación Huayacocotla. Secuencia de Areniscas, limolitas y lutitas con amonoides del Liásico.	+ 875.0 m
Formación Cahuasas. Areniscas y conglomerados continentales que subyacen a las calizas de la F. Tepexic.	* 800.0 m
Formación Tepexic. Calizas arenosas y calizas packstone con <i>Liogryphaea</i> sp.	* 80.0 m.
Formación Santiago. Lutitas gris oscuro con nódulos calcáreos y pequeños cristales de pirita.	* 160.0 m
Formación Xaltipa. (Propuesta en este trabajo) Conglomerados de líticos de areniscas y conglomerados intercalados con areniscas, subyace a las calizas de la F. San Andrés.	* 650.0 m
Formación Tamán. Calizas arcillosas gris oscuro en estratos medianos; en ocasiones con óxidos de manganeso.	* 400.0 m
Formación San Andrés. Calizas arenosas, conglomeráticas y calizas con <i>Nerinea</i> , sp	* 250.0 m
Formación Pimienta. Calizas, lutitas calcáreas, areniscas, bandas de pedernal y horizontes de bentonita con fósiles del Tithoniano Tardío.	* 200.0 m
Formación Tlacoyalco. Intercalaciones de lutitas y areniscas, en estratos delgados, con cemento calcáreo, laminaciones y marcas de base, con abundantes vetillas de calcita.	+ 100.0 m
Grupo Tamaulipas. Calizas mudstone y wackestone en estratos medianos algunos con nódulos de pedernal.	+ 464.5 m
Formación Tamaulipas Inferior. Calizas mudstone y wackestone.	+ 291.0 m

Formación Otates. Calizas arcillosas y lutitas calcáreas en estratos delgados.	* 80.0 m
Formación Tamaulipas Superior. Calizas wackestone y packstone.	* 300.0 m
Formación El Abra. Calizas wackestone de miliólidos con desarrollos de rudistas.	* 2000.0 m
Formación Tamabra. Brechas calcáreas en estratos masivos.	* 2000.0 m
Formación Mexcala. Lutitas y areniscas turbidíticas en estratos medianos.	* 500.0 m
Formación Agua Nueva. Calizas arcillosas y bituminosas color negro en estratos medianos.	+ 324.0 m
Formación San Felipe. Calizas gris claro con intercalaciones de tobas y bentonitas, en estratos delgados y medianos.	+ 192.0 m
Formación Méndez. Lutitas calcáreas y margas de color verde olivo.	367.5 m
Formación Chicontepec. Unidad flysch; con secuencia bouma casi siempre completa, en estratos delgados y medianos.	+ 284.0 m
Formación Metztlán. (Propuesta en este trabajo) Conglomerados de fragmentos de calizas en una matriz limo-arenosa y cementante calcáreo.	* 150.0 m
Formación Tarango. Secuencia fluvio-lacustre, calizas lacustres, silcretas, limolitas y horizontes piroclásticos.	+ 50.0 m

BIBLIOGRAFIA

FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM (1991)

BIBLIOGRAFIA

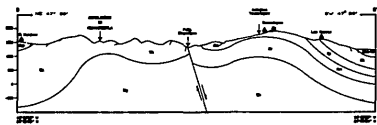
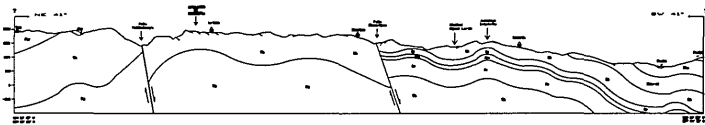
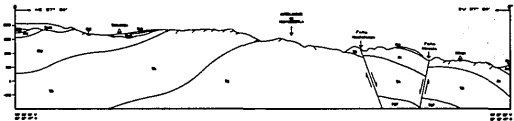
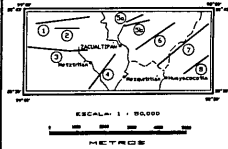
- Almanza-Vera, Eliseo, 1956. Cuenca Carbonifera de Zacualtipán. Estado de Hidalgo. Instituto Nacional para la Investigación de Recursos Minerales. Bol. n. 35.
- Amos Salvador 1987. "Late Triassic-Jurassic paleogeography and origin of Mexico Basin" Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. v. 71 no. 4
- Bonet, F. 1952. La Facies Urganiana del Cretácico Medio de la región de Tampico: Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol; v 4, p 153.
- Busch Daniel A. y Goveia S. Amado, 1978. Stratigraphy and structures of Chicontepec, turbidites, southeastern Tampico-Misantla Basin, Mexico. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin. V.62, no. 2. p. 235-246, 9 figs.
- Campa Ma. Fernanda, 1970. Clasificación de las rocas carbonatadas sedimentarias y su aplicación en una área de Poza Rica, Ver. Rev. IMP. Vol. II. No. 1.
- Cantú, A. 1969, "Estratigrafía del Jurásico medio-superior del subsuelo de Poza Rica, Ver. (Área de Soledad-Miquetla) Revista del Inst. Mex. del Petróleo. v. 1, n. 1, pp. 3-9.
- Cantú-Chapa 1967. Estratigrafía del Jurásico de Mazatepec, Pue. (México). Parte 1, 2 y 3. Inst. Mex. del Petróleo. Tecnología de la Exploración, Sección Geología, monografía num. 1 Julio Publicación 7A1-II.
- Cantú-Chapa 1971. La Serie Huasteca (Jurásico Medio-Superior) del centro este de México. Rev. Inst. Mex. del Petróleo (abril de 1971).
- Carrasco, J.B., 1970. La Formación El Abra (Formación El Doctor) en la Plataforma Valles-S.L.P.: Revist. Inst. Mex. Petróleo, v.2, n.3, pp.97-99.
- Carrasco, J.B., 1971. Litofacies de la Formación El Abra en la Plataforma de Actopan, Hgo.: Revista del Inst. Mex. Petróleo, v.3, n.1, pp. 3-26.
- Carrillo, B.J., 1961. Geología del Anticlinorio Huizachal-Peregrina, al N-W de Cd. Victoria Tamps. Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol. XIII.
- Carrillo, B.J., 1965. Estudio Geológico de una parte del Anticlinorio de Huayacocotla: Asoc. Mex. de Geol. Petrol. Vol. 17, p. 73-96.
- Carrillo, B.J., 1971. La Plataforma de Valles - S.L.P. Rev. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, v.23, n.1-6, pp. 1-112.
- Carrillo, M.M. y Suter, M., 1982. Tectónica de los alrededores de Zimapan, Hidalgo y Querétaro: Soc. Geol. Mexicana, Libro-guía de la excursión geológica a la región de Zimapan, pp. 1-20.

- Comisión de Estudios del Territorio Nacional 1971. Carta Topográfica Metztlán (F-14-D-61). Secretaría de la Presidencia. México. Primera edición.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional 1971. Carta Topográfica Zacualtipán (F-14-D-62). Secretaría de la Presidencia. México. Primera edición.
- Dirección General de Geografía 1981. Carta de Climas México esc. 1:1 000 000. Primera Edición.
- Dirección General de Geografía 1981. Carta Fisiográfica, en el Atlas Nacional del Medio Físico. Sria. Programación y Presupuesto, Dir. Gral. Geografía, esc. 1:1 000 000.
- Dirección General de Geografía 1983: " Cartas Pachuca F-14-11" serie Cartas Geológicas 1:250 000 Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, Secretaría de Programación y Presupuesto. Primera edición (Edición experimental automatizada).
- Erben, H.K. 1956, "El Jurásico Inferior de México y sus amonitas". Publicación del XX Congreso Geológico Internacional, México 1956, 393 p.
- Erben, H.K., 1956. "Estratigrafía y Paleontología del Jurásico Inferior y medio marino de la Región Central de la Sierra Madre Oriental". Libro-guia, Excursión C-8 p. 9-30 XX Congreso Geológico Internacional.
- Erben, H.K., 1956. El Jurásico Medio y el Calloviano en México. Inst. de Geología. XX Congreso Geológico Internacional. México, 140 p.
- Facultad de Ingeniería, U.N.A.M. 1984. Informe Geológico del Prospecto Progreso IGPR 239. Area Zimapán-Pachuca.
- Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 1986. Informe Geológico Final IGZN 679 Prospecto Salinas. Petróleos Mexicanos. Superintendencia de Operación Geológica. Zona Norte. Inédito.
- García, E. 1973 Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana Instituto de Geografía UNAM 2a. Edición 1973 p. 246.
- Garfias, V.R., 1915. The Oil Region of North Eastern Mexico: Econ. Geology, v.10, 195 pp.
- Griffith, L.S., Pirher, M.G. y Wesley, G., 1969. Quantitative Environmental Analysis of a Lower Cretaceous Reef Complex: Soc. Econ. Pal. Min., Special Pub. 14, 120.
- Heim A., 1926. Notes on the Jurassic of Tamazunchale (Sierra Madre Oriental, México) Ed. Geol Helvetiae v. 20, p. 84-87.
- Inlay, R., Cepeda, E., Alvarez, M. Jr., Diaz, T., 1948. Stratigraphic Relations of certain Jurassic Formations in eastern Mexico: Amer. Assoc. Petroleum Geologists, Bull., v.32, pp. 1750-1761.

- Kellum, L.B., 1930. Similarity of Surface Geology in Front Range of Sierra Madre Oriental to Surface in Mexican South Fields: Amer. Assoc. Petroleum Geologists, Bull., v.14, n.73.
- Muir, J. 1936. Geology of the Tampico Región. Mexico. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. v.20. 280 pp.
- Pérez-Ramos, O 1978. Estudio Bioestratigráfico del Paleozoico Superior del Anticlinorio de Huayacocotla en la Sierra Madre Oriental. Bol. Soc. Geol. Mexicana t. 39, n. 2, pp. 126-135.
- Ramírez R. C., 1983. Prospecto Huiznopala, Petróleos Mexicanos. Informe I.G-647 (Inédito).
- Rodríguez-Osorio, R. 1990. "Geología de la Sección Huayacocotla - Zontecomatlán, Edo. de Veracruz": Facultad de Ingeniería U.N.A.M. Tesis profesional.
- Sánchez Martínez, R. 1989. Análisis Paleoambiental y diagenético de la secuencia carbonatada del Cretácico Medio en el área de Ixmiquilpan, Estado de Hidalgo. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería, UNAM. Tesis de maestría en Ingeniería (Exploración). Inédita.
- Schmidt, E. 1980. The Huayacocotla Aulacogen in México (Lower Jurassic) and the origin of the Gulf of Mexico Proceeding of a Symposium. The Origin of the Gulf of Mexico in the Early Opening of the Central North Atlantic Ocean.
- Tarango, G., 1975. Informe Geológico final IGPR-126, Prospecto Ixmiquilpan 1974; Petróleos Mexicanos Superintendencia General de Exploración, Zona Poza Rica, pp. 45. Inédito.
- Wilson, B.W., Hernández, P. y Meave, T.E., 1955. Un banco calizo del Cretácico en la parte oriental del Edo. de Querétaro; Bol. Soc. Geol. Mexicana, v.18, n.1, pp. 1-10.

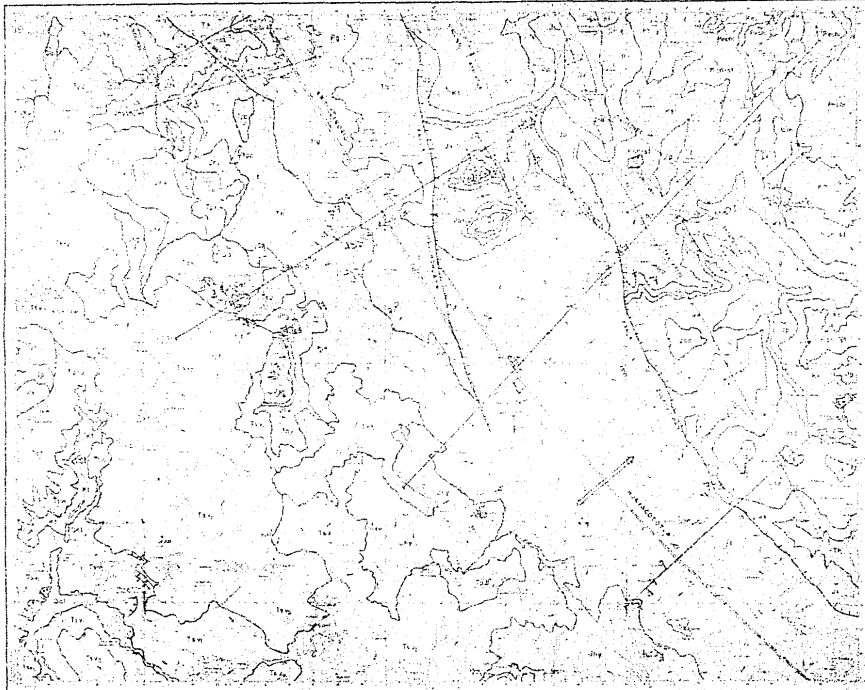
SIMBOLOGIA ESTRATIGRAFICA

INDICE DE SECCIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 TESIS PROFESIONAL
 María del Sol Hernández Traveña
 Secciones Geológicas Hoja Zacatlipan

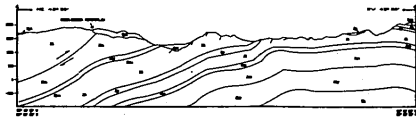
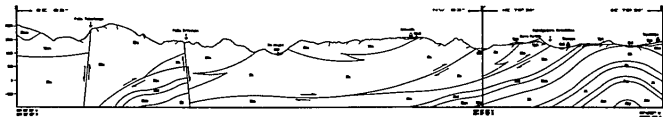
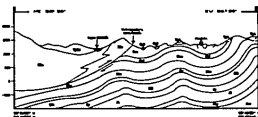
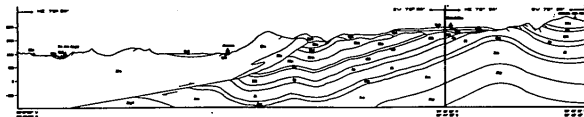
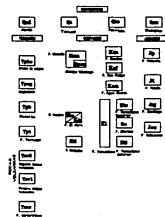
ZACUALTIPAN



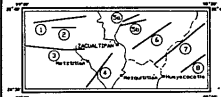
LEYENDA

LEYENDA	
[Symbol]	Carretera Nacional
[Symbol]	Carretera Federal
[Symbol]	Carretera Local
[Symbol]	Rio
[Symbol]	Arroyo
[Symbol]	Quebrada
[Symbol]	Monte
[Symbol]	Finca
[Symbol]	Parcela
[Symbol]	Parcela de reserva
[Symbol]	Parcela de uso común
[Symbol]	Parcela de uso particular
[Symbol]	Parcela de uso agrícola
[Symbol]	Parcela de uso ganadero
[Symbol]	Parcela de uso forestal
[Symbol]	Parcela de uso industrial
[Symbol]	Parcela de uso residencial
[Symbol]	Parcela de uso comercial
[Symbol]	Parcela de uso público
[Symbol]	Parcela de uso privado
[Symbol]	Parcela de uso mixto
[Symbol]	Parcela de uso múltiple
[Symbol]	Parcela de uso exclusivo
[Symbol]	Parcela de uso restringido
[Symbol]	Parcela de uso prohibido
[Symbol]	Parcela de uso no especificado

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE INGENIERÍA
	INGENIERO PROFESIONAL
MARIO HERNÁNDEZ RIVERA	
MANZO 192	CARTA GEOLÓGICA ZACUALTIPAN



INDICE DE SECCIONES



ESCALA 1 : 50,000

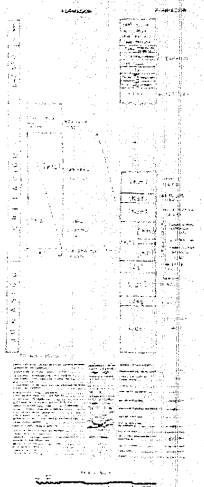



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TESIS PROFESIONAL
 Tema del Sol: **HERNANDEZ** Barro
 José Tardío Trujillo
 Secciones Geológicas Hoja Mexziflan

METZTITLAN



LEYENDA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS PROFESIONAL

INGENIERO JOSÉ TEÓFILO HERNÁNDEZ TRAVEZ
INGENIERO JOSÉ TEÓFILO HERNÁNDEZ TRAVEZ

MAPA GEOGRÁFICO
CARTA GEOGRÁFICA
METZTITLAN