

9
Zejun



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO ESTRATIGRAFICO Y DIAGENETICO DE
LA SECUENCIA SEDIMENTARIA CRETACICA EN
EL AREA DE IGUALA, EDO. DE GUERRERO**

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A:

MARIA GUADALUPE HERNANDEZ REYES



MEXICO, D. F.

1995



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-I-023

SRITA. MARIA GUADALUPE HERNANDEZ REYES
Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Dr. Jaime Barceló Duarte, y que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero Geólogo:

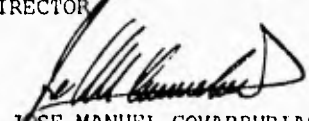
**ESTUDIO ESTRATIGRAFICO Y DIAGENETICO DE LA SECUENCIA
SEDIMENTARIA CRETACICA EN EL AREA DE IGUALA, EDO. DE GUERRERO**

	RESUMEN
I	INTRODUCCION
II	FISIOGRAFIA
III	ESTRATIGRAFIA
IV	INTERPRETACION PALEOAMBIENTAL
V	DIAGENESIS
	CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFIA
	ANEXOS

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, a 7 de Marzo de 1995
EL DIRECTOR


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

31.

**ESTUDIO ESTRATIGRAFICO Y DIAGENETICO
DE LA SECUENCIA SEDIMENTARIA CRETACICA
EN EL AREA DE IGUALA, EDO. DE GUERRERO**

"El cristal tiene una forma preestablecida en su propia composición química; cristaliza en ella o no, según los casos; pero nunca tomará otra forma que la propia. Al verlo sabemos lo que es, inconfundiblemente. De igual manera el hombre superior es siempre uno, en sí, aparte de los demás. Si el clima le es propicio conviértese en núcleo de energías sociales, proyectando sobre el medio sus características propias, a la manera del cristal que en una solución saturada provoca nuevas cristalizaciones semejantes a sí mismo, creando formas de su propio sistema geométrico. La arcilla, en cambio carece de forma propia y toma la que le imprimen las circunstancias exteriores, los seres que la presionan o las cosas que la rodean; conserva el rastro de todos los surcos y el hoyo de todos los dedos, como la cera, como la masilla; será cúbica, esférica o piramidal, según la modelen. Así son los caracteres mediocres: sensibles a las coerciones del medio en que viven, incapaces de servir a un ideal o a una pasión".

José Ingenieros
"El hombre mediocre"

A LA MEMORIA DE MI PADRE
A MI MADRE Y HERMANOS
A MIS AMIGOS
A MIS MAESTROS

AGRADECIMIENTOS

Un profundo reconocimiento al Dr. Jaime Barceló D., quien además de transmitir conocimientos, sabe motivar gran interés por la geología.

A los ingenieros Miguel Vera O., Jorge Nieto Obregón, Alfredo Victoria y al M. C. Víctor Dávila Alcocer, por su apoyo profesional y revisión crítica, que mejoró en mucho el presente trabajo.

A la Dr. Ma. Antonieta Sánchez del Instituto Mexicano del Petróleo por su valiosa colaboración en la datación de organismos.

Mi más sincero agradecimiento al Dr. John Larson., tanto por su respaldo moral como material, que hizo posible la terminación de este trabajo.

INDICE

RESUMEN		Pag.
I.- INTRODUCCION		
I.1.- Localización.....		1
I.2.- Vías de comunicación.....		2
I.3.- Objetivo.....		2
I.4.- Antecedentes.....		2
I.5.- Metodología.....		3
II.- FISIOGRAFIA		
II.1.- Provincia fisiográfica.....		5
II.2.- Clima y vegetación.....		5
II.3.- Geomorfología.....		5
II.4.- Hidrografía.....		8
III.- ESTRATIGRAFIA		
III.1.- Secuencia estratigráfica.....		9
Roca Verde Taxco Viejo.....		9
Formación Chilacachapa.....		11
Anhidrita Huitzuco.....		12
Formación Morelos.....		14
Formación Cautla.....		16
Formación Mexcala.....		17
Grupo Balsas.....		19
Riolita Tilzapotla.....		20
Andesita Buenavista.....		21
Clásticos Continentales.....		21
Rocas Intrusivas.....		23
III.2.- Secciones estratigráficas medidas		
Sección Icatepec.....		24
Sección Tehuiziapa.....		32
Sección Huahuaxtla.....		36
Sección Taxco Viejo.....		40
Sección Puente Campuzano.....		46
Sección Alvaro Obregón.....		52
IV.- INTERPRETACION PALEOAMBIENTAL		
IV.1.- Clasificación de litofacies.....		58
IV.2.- Correlación paleoambiental.....		73
IV.3.- Modelo evolutivo.....		78
V.- DIAGENESIS		
V.1.- Ambientes diagenéticos.....		81
V.2.- Etapas diagenéticas.....		84
V.3.- Procesos diagenéticos.....		86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		92
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		94

ANEXO I	.- Láminas de litofacies.....	101
ANEXO II	.- Láminas de procesos diagenéticos.....	112
ANEXO III	.- Paragénesis de las secciones medidas...	125

LISTA DE FIGURAS

Fig

- 1.- Localización del área de estudio
- 2.- Modelo ambiental y tabla de clasificación petrográfica.
- 3.- Plano geomorfológico
- 4.- Columna estratigráfica de la región de Iguala, Edo. de Guerrero.
- 5.- Localización de las secciones medidas
- 6.- Nomenclatura para secciones estratigráficas.
- 7.- Sección estratigráfica Icatepec
- 8.- Sección estratigráfica Tehuiziapa
- 9.- Sección estratigráfica Huahuaxtla
- 10.- Sección estratigráfica Taxco Viejo
- 11.- Sección estratigráfica Puente Campuzano
- 12.- Sección estratigráfica Alvaro Obregón
- 13.- Características generales de las litofacies
- 14.- Columna estratigráfica sintética de la sección Icatepec
- 15.- Columna estratigráfica sintética de la sección Tehuiziapa
- 16.- Columna estratigráfica sintética de la sección Huahuaxtla
- 17.- Columna estratigráfica sintética de la sección Taxco Viejo
- 18.- Columna estratigráfica sintética de la sección Puente Campuzano
- 19.- Columna estratigráfica sintética de la sección Alvaro Obregón
- 20.- Correlación de litofacies en el bloque tectónico I
- 21.- Correlación de litofacies en el bloque tectónico II
- 22.- Nomenclatura para etapas diagenéticas
- 23.- Límites y zonas de la diagénesis
- 24.- Paragénesis general de la región de Iguala, Gro.

RESUMEN

El área de estudio se ubica al norte del estado de Guerrero, entre las coordenadas geográficas, 18°15' a 18°30' de latitud y 99°20' a 99°40' de longitud, en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur.

Geomorfológicamente el área se dividió en 4 zonas que presentan características estrechamente relacionadas a la litología. Los lineamientos son un rasgo sobresaliente en la topografía.

La estratigrafía de la zona abarca desde rocas precretácicas de edad incierta representadas por la Formación Taxco Viejo, pasando a una secuencia marina cretácica, rocas volcánicas intrusivas y extrusivas terciarias, finalizando con depósitos continentales terciarios.

Para la secuencia marina cretácica se midieron 6 secciones estratigráficas en las que se obtuvieron los siguientes espesores; 500 m para la Formación Chilacachapa, 180 m a 625 m para la Formación Morelos como mínimo y máximo respectivamente, y para la Formación Mexcala un máximo de 160 m y un mínimo de 50 m; siendo notoria la total ausencia de la Formación Cautla en la zona, ya que 5 de las secciones medidas presentan, en cambio abrupto, el contacto entre las Formaciones Morelos y Mexcala; este cambio se ha interpretado en el presente trabajo como: (1) el hundimiento de la plataforma asociado a la fuerte actividad tectónica, (2) mayor aporte de sedimentos derivados de los arcos acrecionados a partir del Coniaciano. La variación es clara en el ambiente de depósito de condiciones muy someras a una sedimentación rápida con aporte de terrígenos que se inicia con un intervalo que puede emplearse como un horizonte de correlación clave en prácticamente todas las secciones, ya que es característica la presencia de fosfatos, fragmentos de material volcánico y en gran parte fragmentos de moluscos en una matriz arcillosa, formando un estrato de muy poco espesor. A partir de este intervalo la sedimentación posterior terrígena fué datada de edad Turoniano y Santoniano. Además de estos posibles eventos se pudo interpretar un corrimiento de la secuencia terrígena sobre los carbonatos, causando una discordancia estructural entre ambas unidades.

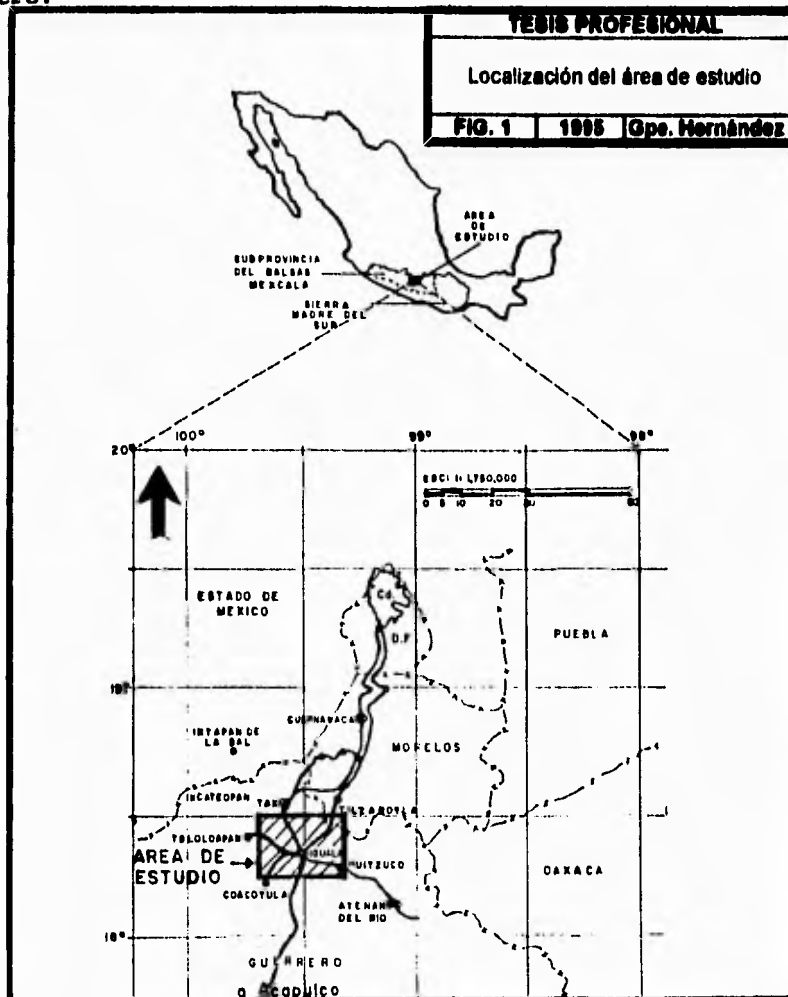
Una secuencia de sedimentos terciarios denominada "Clásticos Continentales", está directamente relacionada a un evento de tectónica transcurrente, que de acuerdo a dataciones con molares de equino (*Equus condorcidens*) corresponden al Plio-Pleistoceno.

El análisis diagenético de 350 láminas delgadas dió una paragénesis general de la zona basada en 18 eventos que indican las condiciones de depósito de los sedimentos, la maduración, migración y posterior entrapamiento de hidrocarburos, y la actividad tectónica desarrollada en la zona.

I.- INTRODUCCION

I.1.- Localización.

El área de trabajo se encuentra ubicada geográficamente al suroeste de México en el estado de Guerrero y parte del estado de Morelos, entre las latitudes $18^{\circ}15'$ - $18^{\circ}30'$ y longitudes $99^{\circ}20'$ - $99^{\circ}40'$ (hoja Iguala de INEGI) (Fig. 1). Fisiográficamente se ubica en la parte septentrional de la subprovincia Cuenca del Balsas-Mexcala, provincia de la Sierra Madre del Sur (Raiz, 1959). Geológicamente la zona se conoce como la Cuenca Morelos-Guerrero.



I.2.- Vías de comunicación.

El acceso a la zona es sobre la carretera México-Acapulco, hasta llegar a la ciudad de Iguala. En la figura 1 se puede observar que la zona se encuentra muy bien comunicada por carreteras pavimentadas que cubren los cuatro puntos cardinales del área. Existen además terracerías transitables durante todo el año, así como brechas y veredas que comunican con las zonas más alejadas.

I.3.- Objetivo

El área que comprende el presente estudio al igual que gran parte del país ha sido poco estudiada; por tanto, el principal objetivo que aquí se plantea es aportar bases estratigráficas y sedimentológicas mediante el estudio a semidetalle de la secuencia sedimentaria del Cretácico Superior, y realizar el reconocimiento geológico general; con el fin de que estos datos puedan ser empleados para trabajos posteriores regionales y de evaluación económica.

I.4.- Antecedentes

Entre los primeros trabajos geológicos realizados a nivel regional se pueden citar el de Guzmán (1950), la tesis profesional de Bohnenberger (1955), los trabajos de Fries (1956, 1957 y 1960), que fueron en los que se definió y sintetizó la estratigrafía de la Plataforma Morelos-Guerrero; posteriormente varios trabajos también a nivel regional han sido publicados por De Cserna *et al.*, los cuales incluyen estudios en la plataforma y áreas adyacentes, presentados en excursiones (1957, 1968, 1978, 1980) y reconocimientos geológicos (1965, 1981).

Algunos trabajos geológicos locales con los que se inician estudios más específicos en la zona son los de Pantoja A. (1959), Bolívar (1963), y varias tesis de licenciatura como las de Crespo Hernández (1963), Nájera Garza (1965), Seijas (1965), y Dávila A. (1974).

Los estudios de tectónica en la zona y áreas circundantes son iniciados por De Cserna (1960). Campa-Uranga *et al.* (1975 a 1978) publican nuevos conceptos sobre la tectónica del sur de México, planteando específicamente hipótesis sobre los terrenos tectonoestratigráficos y estudios estructurales sobre el área de Tierra Caliente ubicada al poniente de la Plataforma Morelos-Guerrero. Sobre este tema, Mauvois R. (1977) plantea por primera vez la existencia de cabalgaduras en la zona. Cabral-Cano, *et al.* (1986, 1993) dan seguimiento a los estudios de Campa-Uranga con bases paleomagnéticas. Vélez-Scholvinck (1989) propone la existencia de extenso fallamiento transcurrente en la zona.

Entre los trabajos estratigráficos es representativo el de Ontiveros Tarango (1973). Más tarde Ortega-Gutiérrez (1978, 1980) realizó estudios estratigráficos principalmente en las rocas que forman el basamento metamórfico aflorante a los alrededores de la

zona.

En la parte central de la plataforma Morelos-Guerrero han sido realizados por medio de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, en proyecto conjunto con PENEX, trabajos de investigación y tesis con enfoque sedimentológico y estratigráfico, con la finalidad de evaluar las posibilidades petroleras de la zona, entre estos estudios se pueden citar los de Ortega-González (1987) y López Sierra (1988) como trabajos de investigación, las tesis de González Pacheco (1988, 1989) y Martínez Medrano (1994); así como los proyectos de investigación de Barceló Duarte (1989, 1992).

I.5.- Metodología

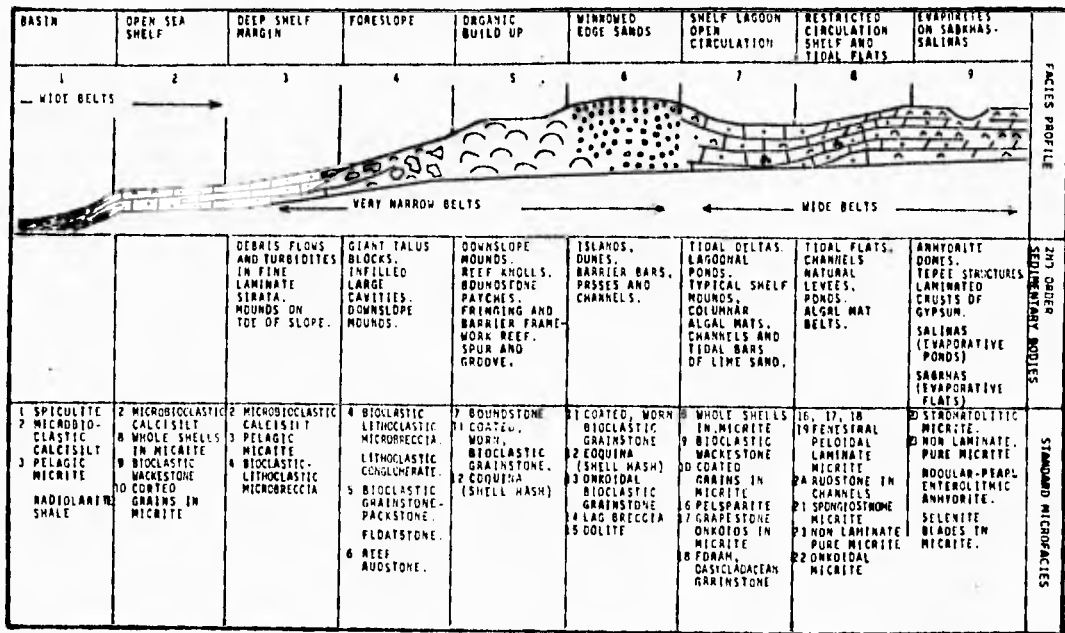
Como todo trabajo de investigación, se inició con la revisión bibliográfica de los trabajos previos, mencionados en antecedentes.

Se realizó la fotogeología para obtener el plano geológico que se presenta, el cual fue corregido y verificado con trabajo de campo y el análisis general de la imagen de satélite digitalizada del área.

Con la finalidad de medir la columna estratigráfica de la secuencia sedimentaria cretácica en la zona, durante el trabajo de campo, se levantaron 6 secciones estratigráficas que fueron medidas con brújula y pasos, muestrándose en cada zona de cambio litológico y/o sedimentológico importante (cambios en arcillosidad, espesor, estructuras sedimentarias, coloración, fauna, etc.). Dichas secciones fueron analizadas mediante el estudio petrográfico de 350 láminas delgadas, que fueron obtenidas de 175 muestras de campo procesadas por duplicado (corte vertical y horizontal de la muestra de mano), para elaborar así las columnas en las que se basó la interpretación paleoambiental, además de obtener la paragénesis de cada muestra para el estudio diagenético.

La clasificación petrográfica se realizó con base en Dunham (1962) para carbonatos y Folk (1968) para areniscas. Se empleó un modelo base para la interpretación ambiental, Wilson (1975), (Fig. 2).

Toda la información obtenida en campo y laboratorio de las secciones medidas fue sintetizada en columnas para poder realizar su correlación y establecer un modelo paleoambiental de la zona, así como un modelo diagenético.



Wilson (1974)

Allochthonous limestones original components not organically bound during deposition				Autochthonous limestones original components organically bound during deposition					
Less than 10% > 2 mm components			Greater than 10% > 2 mm components		Matrix supported	> 2 mm component supported	By organisms which act as baffles	By organisms which encrust and bind	By organisms which build a rigid framework
Contains lime mud (< 0.3 mm)		No lime mud	Grain supported	Mud supported					
Mud supported	Grain supported								
Less than 10% grains (> 0.1 mm < 2 mm)	Greater than 10% grains								
Mudstone	Wackstone	Packstone	Grainstone	Floatstone	Rudstone	Bafflestone	Bindstone	Framestone	

Dunham (1962)

Fig. 2.- Modelo ambiental y tabla de clasificación petrográfica.

II.- FISIOGRAFIA

II.1.- Provincia fisiográfica.

El área se encuentra ubicada en la parte septentrional de la subprovincia del Balsas-Mexcala, provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur que cubre grandes áreas en el sur y sureste del país, desde la cuenca hidrográfica del río Balsas hasta el Istmo de Tehuantepec (Raiss, 1959) (Ver figura 1).

II.2.- Clima y vegetación.

Las características climáticas de la región corresponden a un régimen térmico caluroso regular, cuya temperatura fluctúa alrededor de los 24° C. Una presión atmosférica baja que da origen a vientos periódicos que soplan calientes y húmedos (como promedio en el mes de julio). El régimen de lluvia es de 1000 mm de precipitación media anual, que corresponde a un régimen tropical, que abarca toda la Depresión del Balsas.

Estas características climáticas llevan a un tipo de clima (según la clasificación de Köppen) tropical lluvioso con lluvias en verano (Aw).

La vegetación es variable en función de la litología. En las rocas carbonatadas de la Formación Morelos se desarrolla principalmente selva baja y selva secundaria con vegetación de caducifolias y latifoliadas.

La secuencia arcillosa (Formación Mexcala) desarrolla buenos suelos que son utilizados para agricultura de temporal generalmente, y sólo desarrolla matorral subsereno de forma natural.

En las rocas ignimbríticas, al noreste del área, así como en las partes más altas, se desarrolla bosque natural de caducifolias, latifoliadas, encino, matorral subsereno y enebro.

En los depósitos más recientes se encuentran pastizales inducidos con muy escasa vegetación natural.

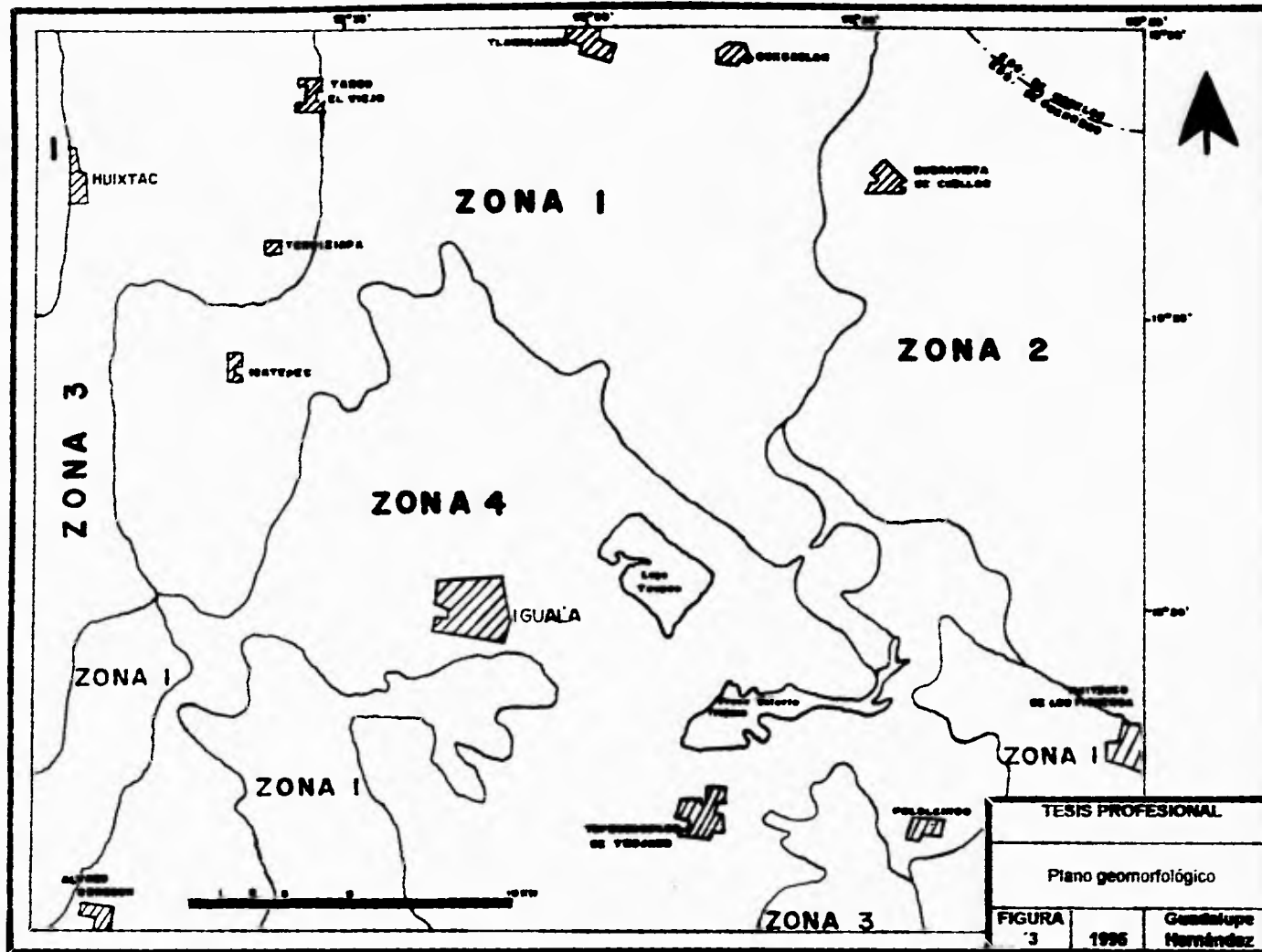
La comparación de la carta de uso del suelo y geológica de Iguala (INEGI) revelan la estrecha relación entre la litología y vegetación, con sólo algunas variaciones entre ambas.

II.3.- Geomorfología.

Debido a que la zona no presenta una geomorfología homogénea, se dividió en cuatro zonas de acuerdo con sus características generales más comunes. La distribución de estas zonas se muestra en la figura 3.

ZONA 1

Se puede decir que es la zona más importante de la región, ya que es la más sobresaliente en el paisaje de Iguala por sus formas, alturas y extensión. Con elevaciones que van desde los 700 msnm al suroeste hasta los 2000 msnm hacia el norte. Está asociada a rocas carbonatadas de la Formación Morelos, que por su pureza no han desarrollado grandes capas de material detrítico,



sino únicamente algunos suelos de terra rossa.

A esta zona se le puede considerar como netamente kárstica, ya que desarrolla desde karsticidad superficial conocida como lapiaz hasta formas de absorción mayores, como dolinas y uvalas; estas últimas menos comunes y encontrándose desarrolladas generalmente en las partes altas de las montañas. Otras formas como cavernas y tiros verticales están presentes también, desarrollándose en la Formación Morelos (Espinaza-Pereña *et al.*, en prensa).

La erosión que se presenta en esta zona es menor que en el resto del área, desarrollándose formas redondeadas con valles poco profundos; aunque en ocasiones la profundidad aumenta formando cañones asociados a sistemas de fallamiento.

ZONA 2

Con alturas que van desde los 1000 hasta los 2100 msnm. Es la zona con mayor elevación en el área. Corresponde a grandes depósitos de derrames piroclásticos con un grado de consolidación variable; en los cuales la erosión ha sido fuerte, principalmente en sentido vertical formando valles profundos en forma de "V".

ZONA 3

Las alturas en esta zona van desde los 700 hasta los 1500 msnm; corresponden a intercalaciones de lutitas y areniscas muy susceptibles a la erosión; que dan como producto acumulaciones detríticas extensas que cubren generalmente esta secuencia. El drenaje es profundo formando valles en "V" que se acentúan por la presencia de fallamiento en la zona. En general aflora en partes bajas, con excepción de la parte noroeste que es donde alcanza su máxima altura.

ZONA 4

Ocupa las partes más bajas de la región que van desde los 600 hasta los 900 msnm; formando una planicie muy extensa (Valle de Iguala). Es una planicie ondulada formada por los depósitos más recientes del área, y en ocasiones formando una planicie de lomeríos cuando se encuentra en conglomerados (Formación Balsas); o bien desarrollando conos de deyección cuya forma es característica. En esta zona la erosión es de tipo lateral ya que constituye la principal zona de descarga en toda la región. El resultado de esto son los ríos y arroyos principales que drenan el área así como un rasgo muy particular de la zona, el lago Tuxpan. Este lago parece estar asociado directamente al fallamiento del área, por su forma muy geométrica casi rectangular.

En general; en toda la región son sobresalientes los alineamientos que se acentúan en el drenaje, escarpes de falla, depósitos recientes, contactos litológicos, y como ya se mencionó antes, en la geometría del lago Tuxpan. El tipo de drenaje es dendrítico principalmente; paralelo en las zonas altas, y reticular en áreas donde la influencia del fallamiento fue mayor.

II.4.- Hidrografía.

La provincia fisiográfica en general es drenada por ríos y arroyos del sistema hidrográfico del río Balsas-Mexcala, siguiendo un curso perpendicular a la orientación de los ejes orográficos que forman las rocas cretácicas; constituyendo una corriente consecuente hasta cerca de su desembocadura en el Océano Pacífico.

Localmente, en el área no existen afluentes de gran importancia; los ríos mayores son el río Taxco, río San Juan, río Icatepec y algunos otros que se caracterizan por ser corrientes intermitentes.

Los cuerpos de agua más importantes del área son el lago Tuxpan y la presa Valerio Trujano.

En los alrededores existen muchas zonas de surgencias que indican la presencia de corrientes subterráneas (Espinaza-Pereña et al; en prensa). Dentro de la zona sólo existe en el poblado de Huixtac una surgencia que abastece de agua al poblado, por lo cual no se descarta la posibilidad de que existan corrientes subterráneas en lo que es la zona geomorfológica número 1.

III.- ESTRATIGRAFIA

III.1.- Secuencia estratigráfica

En este capítulo se definen las unidades que afloran exclusivamente en el área de estudio (Fig. 4), dándose además algunos puntos de vista sobre otras que no se encuentran en ella pero que tienen alguna relación con la geología e interpretación propuestas.

ROCA VERDE TAXCO VIEJO

Definición.- Con este nombre son definidas por Fries (1960), las rocas de color verde ligeramente metamorfoseadas que afloran al oriente del pueblo de Taxco Viejo, noroeste de Taxco y al poniente de Teloloapan, Gro.

Distribución.- En el área, esta secuencia aflora sólo en una pequeña porción al norte de Iguala, precisamente en la localidad tipo, cerca del poblado de Taxco Viejo, constituyendo la unidad más antigua de la zona.

Litología.- Consiste de una secuencia de tobas y lahares, con algunos intervalos de grauvacas y pizarras negras. Muchos fragmentos que componen la roca están comprimidos y alargados, sin duda como resultado del metamorfismo regional al que estuvieron sujetos. Durante el metamorfismo se formaron grandes cantidades de clorita que le dan su color característico y desarrollo de foliación (De Cserna y Fries, 1981).

En la localidad tipo lo que se puede observar es un gran predominio de metaconglomerados de color rojo formados por grandes fragmentos de cuarzo y líticos como componentes principales, incluidos en una matriz arcillosa cloritizada; intercalados en una secuencia rítmica con paquetes de tobas ligeramente esquistosas de color verde claro, cloritizadas. Es una unidad vulcanosedimentaria ligeramente metamorfoseada, con la total ausencia de grauvacas y pizarras negras que definió Fries (1960).

Edad.- No existen datos directos referentes a la edad de esta unidad, sin embargo, por su relación angular encima del Esquisto Taxco semejante con la Formación Acuitlapán, se infiere que puede pertenecer al Triásico Tardío y quizás el Jurásico Temprano. (De Cserna 1980; Fries, 1960). Aunque esto deja con una edad muy incierta ya que el Esquisto Taxco también ha sido reportado con edades muy dudosas. Lo que sí es claro es que en la zona de Taxco Viejo esta formación se encuentra estratigráficamente abajo de los carbonatos del Cretácico Inferior, por lo que se le puede considerar como de edad Precretácica sin más precisión, tal como fue considerado ya anteriormente por Ontiveros-Tarango (1973).

		SERIE	PICOS	FORMACION	DESCRIPCION LITOLOGICA	
C	U	HOLOCENO		ALUION		
		PALEO-CENO		"CLASTICOS CONTINENTALES"	-INTERVALOS DE LIMOLITAS DE COLOR ROJO INTERCALADAS CON LIMOLITAS QUE PRESENTAN INFLUENCIA VOLCANICA; POCO CONSOLIDADAS.	
		E	PLIOGENO			
			MIOGENO		AND. BUENAVISTA	-ROCAS ANDESITICAS CON ALGUNOS DEPAHES BASALTICOS.
			OLIOGENO		BIOL. TILAPOTLA	-DEPAHES PIROCLASTICOS DE COMPOSICION RIOLITICA A RIODACITICA.
			EOCENO			
PALEOGENO		F. BALSAS	-CONGLOMERADOS DE GUIJAS Y GUIJARROS PROCEDENTES DE UNIDADES CRETACICAS.			
M	E	SUPERIOR	MAASTRICHTA	I	F. MEXCALA	-ALTERNANCIA DE ARENISCAS, LIMOLITAS Y LUTITAS, MENOS FRECUENTES ALGUNOS-INTERVALOS CONGLOMERATICOS.
			CAMPANIANO	N		
			SANTONIANO	T		
			CONIACIANO	R		
			TURONIANO	U		
			CENOMANIANO	S		
		INFERIOR	ALBIANO	I	F. MORELOS	-INTERSTRATIFICACIONES DE CALIZAS Y DOLOMITAS. HACIA LA BASE SE ENCUENTRAN SECUENCIAS DE BRECHAS SEDIMENTARIAS Y BINDSTONES DE ALGAS.
			APTIANO	O	1 2	1.-A. HUISTEUCCO. YESOS CON DELGADOS -HORIZONTES ARCILLOSOS.
			NEOCOMIANO	S		2.-INTERCALACIONES DE LODOLITAS Y -CALIZAS ARCILLOSEAS DE LA FORMACION CHILACACHAPA.
JURASICO						
TRIASICO			R.V. TAX.VIEJO	METACONGLOMERADOS DE COLOR ROJO CON METAVASAS CLOBITIZADAS INTERCALADAS BITINICAMENTE.		

FIG. 4.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA REGION DE IGUALA EDO. DE GUERRERO (HERNANDEZ B. 1985).

Dataciones realizadas en esta secuencia (Cabral-Cano, *et al.*, 1993) no reflejaron la edad de la unidad, sino la edad de enfriamiento y levantamiento asociados a la Orogenia Laramide (83.2±2.2 M.A., y 94.4±2.4 M.A.)

Relaciones estratigráficas.-Su contacto inferior ha sido reportado como discordante con el Esquisto Taxco (Fries y De Cserna 1981). En el área esta relación no es visible, mientras que hacia la cima le sobreyace concordantemente una secuencia calcárea arcillosa del Cretácico Inferior (Formación Chilacachapa). En contacto tectónico es cubierto por los terrígenos de la Formación Mexcala.

Cabral-Cano *et al.*, (1993) ha considerado esta formación como una de las cinco unidades que forman el Complejo Tierra Caliente.

FORMACION CHILACACHAPA

Definición.- Esta formación fue nombrada por Campa (1976) como una secuencia arcillo-calcárea que aflora en los alrededores de Chilacachapa, Gro., de donde toma su nombre.

Distribución.- Las rocas clástico-carbonatadas de esta formación están expuestas al Este del poblado de Taxco Viejo, en una pequeña franja que Fries(1960) consideró como la Formación Acahuizotla; esta unidad se encuentra más ampliamente distribuida fuera de la zona de estudio, principalmente en el Anticlinorio de Chilacachapa de donde toma su nombre.

Litología.- En la localidad citada la unidad consiste de calizas arcillosas muy recristalizadas de estratificación delgada, grainstones-packstones de peloides en estratos de 1 m que se intercalan con lutitas color crema, intervalos considerables de wackestones de bioclastos, brechas, lodolitas recristalizadas, secuencias considerables de dolomías arcillosas y calizas orgánicas (Bindstones de algas), todas con muy alto contenido de material arcilloso e intercalándose con estratos delgados de lutitas y lodolitas.

Esta unidad fue medida la sección Taxco Viejo con un espesor de 500 m. Este espesor se considera dudoso ya que la deformación que se presenta puede ocasionar repetición de la secuencia que al variar tan poco en sus características, no es posible determinar si se repite o nó, sin embargo, sus características litológicas y ambientales son confiables.

Edad.- Esta es la unidad sedimentaria más antigua que aflora en la zona de estudio, considerada por De Cserna de edad Jurásico Tardío-Cretácico Temprano. Por su posición estratigráfica y la fauna reportada por Miranda C.E. (1989), descrita en la sección de paleontología; se le considera de edad Cretácico Temprano

(Aptiano Temprano-Albiano Temprano).

Relaciones estratigráficas.- Su base se encuentra en contacto estructural con una secuencia vulcanosedimentaria ligeramente metamorfoseada. El contacto superior de esta secuencia pasa transicionalmente a una secuencia calcárea de estratos medianos (Formación Morelos).

Por su edad y posición estratigráfica, esta unidad constituye un cambio de facies lateral con la Anhidrita Huitzucó que aflora al oriente del área.

Interpretación ambiental.- El estudio a semidetalle de esta formación permitió considerar que las condiciones en las que se depositaron estas rocas corresponden a un ambiente de plataforma somera, Sabkha "sensu stricto", en facies de supramarea y facies de terrazas lagunares. La primera determinada por la presencia de carpetas de algas, nódulos evaporíticos y cuarzo detrítico procedente del continente que son la principal evidencia de dicho ambiente, y la segunda, una litología de lodolitas calcáreas.

Paleontología.- La fauna que se ha reportado por Miranda C. (1989), son foraminíferos bentónicos: *Orbitolina*, *Chofatella decipiens*, *Palorbitolina lenticularis*, *Praechrysalidina infractetacea*, *Debarina hahounerensis*; con base en los cuales se dató la unidad. Esta fauna fue obtenida para rocas del Anticlinorio de Chilacachapa ya que en la sección medida en Taxco Viejo la fauna es muy restringida. Hacia la base se observan algunos ejemplares de *Orbitolina*, siendo más comunes otros organismos, tales como algas, moluscos y braquiópodos fragmentados, y valvas de ostrácodos.

ANHIDRITA HUITZUCO

Definición.- Originalmente definida por Fries (1960) como un miembro de la Formación Morelos, de poco espesor, constituida por anhidrita laminada de color blanco a gris oscuro; siendo el material superficial yeso y la roca inalterada de anhidrita casi pura. De Cserna, et al. (1980) redefinen este miembro como una unidad de características determinadas, elevándola al rango de Formación, dándole el nombre de Anhidrita Huitzucó.

Distribución.- Esta unidad evaporítica aflora en la parte occidental de la cuenca del alto río Balsas subyaciendo o intrusando en forma diapírica a la Formación Morelos.

Aflora en la sierra de Coacoyula entre el río Coacoyula y el poblado de Coacoyula. En la sierra de Cieneguillas, al Oriente de Tlacotepec.

Por sus amplios afloramientos en la región de Huitzucó, Gro., se optó por darle su nombre, no obstante su mejor afloramiento, donde puede observarse claramente su relación con la Formación Morelos, se localiza junto al poblado de Tilzapotla,

Mor. (De Cserna 1980)

Su presencia en el subsuelo está inferida por la abundancia de rasgos kársticos.

Litología.- Litológicamente su componente principal es yeso, ya que la anhidrita inicial tiende a hidratarse en los afloramientos superficiales. En afloramientos frescos la roca es de color blanco y muestra muy a menudo bandeamiento color gris oscuro que se debe a la presencia de materia orgánica distribuida a lo largo de delgadas láminas. Se intercalan delgados horizontes arcillosos con crecimiento de yeso.

Se tiene presencia de dolomías intercaladas en los intervalos evaporíticos. En lámina delgada los componentes principales son yeso, materia orgánica, carpetas de algas y dolomita como sedimento original (el sedimento sobre el cual precipitaron las evaporitas).

El espesor de esta unidad no se puede determinar ya que la deformación que presenta impide la medición precisa.

Edad.- Algunos autores (De Cserna et al., 1980), consideran la posibilidad de que el alcance estratigráfico inferior de la Anhidrita Huitzuco en la parte central del alto río Balsas puede extenderse hasta el Aptiano, debido a que no existen estratos fosilíferos de otra formación que contradigan esta interpretación. Dentro del área, por posición estratigráfica, se puede también considerar dicha edad sin poder precisarla a detalle debido a la total ausencia de organismos.

Relaciones estratigráficas.- En el área de estudio, precisamente en su localidad tipo, la Anhidrita Huitzuco subyace concordantemente a la Formación Morelos. Mientras que hacia su base no es posible determinar su relación con otras unidades.

Su relación llega a ser discordante en muchas zonas, en forma de diapiros que cortan las unidades más jóvenes.

Interpretación ambiental.- Las tres características principales para considerar que esta unidad fue depositada bajo condiciones de alta evaporación, en un ambiente de supramarea, Sabkha "sensu strictu" son: (1) la disposición de cristales creciendo a partir de láminas paralelas de materia orgánica, que son indicio del crecimiento "in situ" de algas; (2) la precipitación de las evaporitas en un sedimento carbonatado preexistente que aún se observa como remanente dentro de ellas y (3) la presencia de estratos arcillosos interestratificados con la secuencia evaporítica que indican variaciones en la línea de costa. Es fácilmente diferenciable de la Formación Chilacachapa por su mayor contenido de evaporitas y menor contenido arcilloso, formando con ella un cambio lateral de facies.

Paleontología.- Las condiciones de elevada salinidad del ambiente de depósito es un factor adverso para la presencia de organismos; las algas verde-azules son las más adaptables a

dichas condiciones, por lo cual son las únicas que se pueden observar en forma de carpetas dentro de esta unidad.

FORMACION MORELOS

Definición.- Esta unidad fué definida por Fries (1960) sin dar una localidad tipo. Puesto que en donde aflora la base, o faltan capas inferiores o es tan complicada la estructura que no permite establecer la sucesión de capas.

Fue definida en dos miembros: El miembro carbonatado que consta de una sucesión de capas de calizas y dolomías interestratificadas, con cantidades variables de pedernal en nódulos, lentes, granos y fragmentos de fósiles silicificados. Predomina este miembro en la formación. Por lo general, los estratos son bastante gruesos.

El otro miembro que define Fries es el miembro anhidrítico que corresponde a la secuencia evaporítica definida por De Cserna et al. (1980) como Anhidrita Huitzuco.

En trabajos anteriores y el presente se considera a la Formación Morelos como el miembro carbonatado definido por Fries.

Distribución.- Es la unidad más importante de la zona, se encuentra distribuida ampliamente formando las principales estructuras montañosas en toda la cuenca Morelos-Guerrero y posiblemente más allá de estos límites.

Litología.- Es una sucesión de calizas y dolomías interestratificadas, con cantidades variables de pedernal y fósiles silicificados. El contenido arcilloso es bajo, con excepción de las zonas donde pasa transicionalmente a la Formación Mexcala. Generalmente los estratos son gruesos. Su característica más notable es la abundancia de miliólidos (según Fries, 1960). En algunas zonas el desarrollo de dolomías es notablemente superior a las calizas, existiendo secuencias que presentan una recristalización tan fuerte que la textura original es imposible de identificar. Se presenta también el miembro arrecifal o por lo menos pequeños parches arrecifales formados principalmente de rudistas.

Dentro de la zona, las secciones medidas presentan fuertes variaciones con la litología dada en trabajos anteriores. Los intervalos de gran espesor con miliólidos se encuentran prácticamente ausentes, siendo predominantes los wackestones-packstones de fragmentos de rudistas y peloides, intercalados con intervalos completamente dolomitizados; algunas brechas sedimentarias de colapso se encuentran presentes hacia la base de la secuencia en pequeños espesores, bindstones de algas se intercalan en toda la secuencia, mientras que hacia la cima es frecuente encontrar un intervalo con bandas y nódulos de pedernal diagenético e incremento de arcillosidad.

En el oriente, el espesor de la formación es cercano a los 1000m, mientras que al poniente es menor, aproximadamente 500m

(Maycotte, 1981). En la cuenca del Balsas varía de 200-600m (De Cserna *et al.*, 1980). Para la zona de estudio se obtuvieron espesores de 300, a 680 metros; considerándose este último espesor el más completo dentro de la zona, que incluye desde los depósitos de sedimentos someros hasta la cima donde se presenta un cambio brusco a la Formación Mexcala.

Edad.- La mayoría de los organismos que se presentan en esta unidad no son diagnósticos de edades precisas. Anteriormente otros autores (Fries, 1960; De Cserna *et al.*, 1980, Ontiveros-Tarango, 1973) han considerado que la depositación de esta formación no llegó más allá del Cenomaniano Temprano, basándose en la abundancia de *Nummuloculina heimi* en México principalmente, y en rangos generales de *Toucasia* sp.

De Cserna *et al.*, (1980) asignan a esta unidad una edad Albiano Tardío, basándose en la abundancia de *Quinqueloculina* y *Nummuloculina* en algunos horizontes y bancos de rudistas.

Correlación.- Rocas similares están distribuidas ampliamente en la mitad oriental de México, desde la frontera septentrional hasta el límite de Guatemala (Caliza Teposcolula, Caliza Sierra Madre, Formación Coban). Este cuerpo calizo se extiende al poniente a través de la cuenca del Balsas hasta Colima y parte de Jalisco. La unidad equivalente en Puebla central es conocida como Cipiapa y Maltrata entre otros nombres. Hacia el norte la unidad equivalente es la Caliza el Doctor y las Formaciones El Abra, Tamaulipas Superior y Taninul.

Relaciones estratigráficas.- Hacia la cima, la Formación Morelos se encuentra en contacto transicional con la Formación Mexcala, con la cual se encuentra también frecuentemente en contacto tectónico, esta relación tectónica se puede observar claramente en los poblados de Cieneguillas sobre la carretera México-Iguala y al NW de Iguala en el pueblo de Icatepec. Hacia la base su relación es transicional con la Formación Chilacachapa.

En el área de Huitzuco esta unidad sobreyace en forma transicional a la Anhidrita Huitzuco; aunque también se llegan a encontrar las relaciones cortantes de la Anhidrita en forma diapírica.

Su relación es discordante con la Roca Verde Taxco Viejo, a la cual subyace en discordancia tectónica.

Interpretación ambiental.- Generalmente a esta unidad se le había dado una interpretación ambiental muy imprecisa, correspondiendo a una secuencia de plataforma relativamente somera. El estudio a semidetalle del presente trabajo confirma de manera general este modelo, sin embargo, se presentan una gran variedad de condiciones ambientales. Hacia su base se conservan aún las condiciones de un ambiente de Sabkha "sensu strictu" en facies de Charcas de Supramarea y carpetas de algas; bancos de arenas carbonatadas, laguna marginal, crecimientos arrecifales y depósitos

de tormentas, son entre otras algunas facies de esta unidad.

Paleontología.- En trabajos anteriores se reporta la siguiente fauna:

Numoloculina heimi
Numoloculina sp.
Dicyclina schlumbergeri
Quinqueloculina d'Orgigny
Valvulamina picardi
Pyrgo sp.
Bolivinopsis sp.

La paleontología realizada en la Formación Morelos por la Dr. Ma. Antonieta Sánchez del Instituto Mexicano del Petróleo, en apoyo al presente trabajo (1994), reportó la siguiente fauna:

Nezzazata sp.
Salpingoporrhella sp.
Raxella sorbyana
Praechrysalina sp.
Hedbergella sp.
Spiroloculina
Cuneolina cf. pavanaia
Cuneolina conica
Algas Dacycladáceas

Estos organismos se consideran importantes para definir biozonas, pero no son determinantes para establecer edades precisas, sin embargo, el rango promedio de ellos ha dado la edad Albiano-Cenomaniano para esta formación (comunicación personal con la Dr. Ma. Antonieta Sánchez, 1994).

FORMACION CUAUTLA

Esta formación solo se comentará brevemente, ya que no ha sido considerada dentro de la columna estratigráfica de la zona debido a lo siguiente:

Fue definida por Fries (1960) como una secuencia formada por tres facies: (1) una sucesión gruesa de calizas con estratificación media a gruesa, "tipo bahamita"; (2) una sucesión más delgada de calizas laminadas de estratificación delgada a mediana; y (3) una sucesión muy delgada a mediana de capas de calizas clásticas.

Esta secuencia no ha sido encontrada en el área de trabajo por lo que se ha identificado a los carbonatos como una sola unidad (Formación Morelos), ya que la secuencia sedimentaria no presenta características que puedan asociarse a las definidas para la Formación Cautla. La descripción de esta formación corresponde generalmente a una secuencia transicional de la Formación Morelos a la Mexcala, presentándose en estratos delgados arcilloso-carbonatados. Este cambio transicional no es

razón suficiente para dar el rango de formación a la secuencia; por lo tanto, para el presente trabajo se considera que lo que algunos autores denominaron Formación Cuautla es realmente la zona de transición entre la Formación Morelos y la Formación Mexcala donde las secuencias de carbonatos de ambiente de plataforma van cambiando hasta llegar a un ambiente típico de cuenca profunda con abundantes terrígenos.

FORMACION MEXCALA

Definición.- Esta unidad fue definida por Fries (1960), como una secuencia que consta de capas interestratificadas de areniscas, limolitas y lutitas calcáreas con escasos lentes de calizas. Constituye una secuencia de tipo flysh, formada por la alternancia rítmica de clásticos gruesos y finos (De Cserna et al., 1980).

En gran parte del área se han reportado 3 miembros (Dávila-Alcocer, 1974); (1) el miembro inferior formado por lutitas y limolitas calcáreas que varían al (2), miembro medio constituido de una alternancia de limolitas y areniscas que pasan al (3), miembro superior compuesto por una alternancia de areniscas y conglomerados.

Posteriormente González-Pacheco (1988) subdivide a esta unidad en dos miembros, el miembro somero y el miembro profundo, con sus características muy diferentes a las de su descripción original. De estos, el miembro profundo es el que se apega más a la descripción original de Fries (1960) y tiene una distribución mayor que el miembro somero.

La localidad tipo propuesta se ubica en la sección que Bohnenberger (1955) midió sobre el río Balsas, un poco al oriente del puente de la carretera México-Acapulco que cruza el río del mismo nombre.

Distribución.- Considerando toda la secuencia del Cretácico Superior su distribución es regional dentro de la cuenca Guerrero-Morelos.

El miembro somero se encuentra ampliamente distribuido hacia la parte oriental del área de estudio, mientras que en la parte poniente está ausente. Los mejores afloramientos observados se presentan al sur de Tepetlapa y en el valle del río Amacuzac, desde Atlapa hasta Comala, (González-Pacheco, 1988). Dentro de la zona este miembro aparece en forma de un delgado horizonte con un espesor máximo de 60m, variable en toda la región.

Litología.- En el área se reconocen dos tipos de litologías distintas para esta formación. La primera se inicia con un horizonte conglomerático de placas de equinodermos y fragmentos de rudistas que marca un fuerte cambio entre la sedimentación carbonatada y el depósito de terrígenos, formado por una alternancia de areniscas, limolitas y lutitas que se presentan en estratos delgados a medianos, con intervalos ocasionales de con-

glomerados arenosos e intervalos de areniscas en estratos gruesos; esta secuencia es común encontrarla hacia la base de la formación.

Los intervalos conglomeráticos están constituidos por fragmentos de rocas volcanoclásticas, sedimentarias e ígneas así como de abundantes fragmentos de cuarzo detrítico y bioclastos. Las areniscas generalmente son calcilitas con fragmentos de roca metamórfica y bioclastos.

El otro tipo de litología consiste en una secuencia de estratos delgados a medianos de color gris oscuro de areniscas y lutitas muy carbonatadas, con abundantes organismos de cuenca; radiolarios, foraminíferos planctónicos, calciesferúlidos y otros. Esta litología es característica de la cima de la formación.

Edad.- Esta formación tiene un alcance estratigráfico más amplio desde el poniente hacia el oriente. El poniente sólo representa el Coniaciano; hacia el centro representa Coniaciano y posiblemente Santoniano y Campaniano, y al oriente todo el tiempo desde Coniaciano hasta Maastrichtiano (De Cserna *et. al.*; 1980); se debe mencionar que esta interpretación de las edades no está basada en un estudio paleontológico a semidetalle por el autor citado. Esta interpretación no se comprobó en este trabajo, ya que las dataciones realizadas en la base de esta formación por la Dr. Ma. Antonieta Sánchez del Instituto Mexicano del Petróleo, indican que el depósito de esta unidad se inició desde el Turoniano (Inferior a Medio).

Correlación.- La parte inferior se correlaciona cronoestratigráficamente con las Formaciones Agua Nueva de las cuencas Tampico-Misantla y Zongolica; Soyatal del estado de Hidalgo, y parte inferior de la Formación Guzmantla, de la plataforma de Córdoba.

La parte superior es correlacionable cronoestratigráficamente con las Formaciones San Felipe y Necoxtla de las cuencas Tampico-Misantla y Zongolica respectivamente, y la parte superior de la Formación Malpaso de la región de Huetamo, Michoacán.

Relaciones estratigráficas.- Se encuentra sobreyaciendo concordantemente a la Formación Morelos, en un contacto bastante abrupto. Es común encontrar a esta unidad en contactos variables de tipo tectónico, cabalgada por la Formación Morelos (relación que se puede observar en varios contactos dentro de la zona) o cabalgando a otras unidades como se verá en la sección de estructural.

La Formación Mexcala generalmente está cubierta por sedimentos terciarios continentales de la Formación Balsas y Clásticos Continentales

Interpretación ambiental.- La abundancia de estructuras primarias en esta secuencia y, en general, la alternancia de areniscas y lutitas, sugiere que se acumuló como depósitos

turbidíticos, en lo que respecta a la secuencia superior o Mexcala profunda.

El miembro somero no se encuentra en las secciones medidas, pero corresponde a un ambiente deltaico, según González Pacheco (1988).

Paleontología.- La fauna identificada en la secuencia profunda es:

Calcisphaerula innominata

Pitonella ovalis

Globotruncana sp.

Hedbergella sp.

Heterohelix sp.

Radiolarios calcificados indeterminables

FORMACION BALSAS

Definición.- Fries (1960) denomina esta unidad como "Grupo Balsas" sin que nombrara las formaciones que lo constituirían. Por esta razón, De Cserna (1965) optó por llamar a este conjunto de rocas como Formación Balsas.

Distribución.- Para esta formación se considera una distribución muy imprecisa ya que generalmente lo que se ha cartografiado como una unidad ampliamente extendida en el área, corresponde a sedimentos más recientes de edad Plio-pleistocénica. Al parecer, dentro del área, son pocos los afloramientos de esta formación, encontrándose frecuentemente asociados a los frentes de cabalgaduras. Esta relación se puede ver en varios afloramientos a lo largo de la carretera que va de Buenavista de Cuéllar a Iguala y en la terracería que va de Coxcatlán a Buenavista de Cuéllar. En ocasiones se llegan a encontrar pequeños remanentes de esta formación en zonas bajas, uno muy representativo se encuentra cerca del poblado del Naranjo.

Litología.- Está constituida por conglomerados, arcosas, tobas, limolitas y, en menor grado, derrames de andesitas y basalto de olivino y de caliza de agua dulce. Esta litología dada originalmente por Fries (1960) en De Cserna (1981) corresponde a secuencias más recientes. El tipo litológico que se puede considerar característico de la Formación Balsas, es un conglomerado formado por guijas y matatenas procedentes de unidades del Cretácico, principalmente calizas de la Formación Morelos; que se presentan con una matriz calcáreo-arenosa, limo y arcilla; con fuerte oxidación. Los cantos están bien redondeados generalmente, aunque se llegan a encontrar también angulosos.

Estos conglomerados comunmente presentan estratificación que va desde los 20cm de espesor hasta 1m.

Las arcosas, limolitas y lutitas, generalmente con un contenido tobáceo importante, constituyen tipos litológicos menos coneolidados y que volumétricamente exceden a los demás tipos,

corresponden a la secuencia de clásticos continentales que se define posteriormente.

Es común encontrar también cartografiada como parte de la Formación Balsas, a una secuencia de brechas tectónicas ampliamente distribuidas en el área; estas brechas son producto de secuencias cabalgadas, principalmente constituidas por carbonatos del Cretácico que fueron triturados o brechados por un proceso tectónico.

Edad.- Por su posición estratigráfica sobre la Formación Mexcala, de edad Maastrichtiano y debajo de la Riolita Tilzapotla (Oligoceno Tardío), se ha considerado a esta Unidad del Paleoceno-Oligoceno (Fries, 1960). Modificándose posteriormente su rango a Eoceno Superior-Oligoceno Inferior (De Cserna et. al., 1980).

Correlación.- Rocas similares afloran en varios lugares de la cuenca del Río Balsas que no han sido denominadas formalmente.

En Oaxaca occidental y Puebla austral, son similares a la Formación Balsas las capas Huajuapán, Yanhuitlán y la Formación Cuicatlán (Fries, 1960).

Depósitos similares a la Formación Balsas afloran en Hidalgo, estado de México, Querétaro y Guanajuato, tales como el Conglomerado Rojo de Guanajuato y el Conglomerado El Morro cerca de Zimapán (Fries, 1960).

Relaciones estratigráficas.- Se encuentra sobreyaciendo discordantemente a las unidades más antiguas, en zonas con cierta pendiente formando capas con la inclinación de ésta. Subyace discordantemente a depósitos clásticos recientes. Su relación con las rocas volcánicas no se observa en la zona.

Interpretación ambiental.- El tipo de litología y desarrollo de estratificación gradada son característicos de un ambiente fluvial que se depositó en las zonas bajas de los valles.

En los frentes de cabalgaduras se depositan como abanicos aluviales que tienden a seguir la pendiente sobre la cual se depositaron.

RIOLITA TILZAPOTLA

Definición.- Esta unidad fue definida por Fries (1960), consiste en una brecha tobácea riolítica que aflora cerca de Tilzapotla, Morelos.

Distribución.- Los centros eruptivos no se tienen ubicados con precisión, sin embargo, por los espesores de esta unidad en el poblado de Tilzapotla se consideran cercanos a la zona. Estos extensos afloramientos cubren gran parte de la zona nororiental del área de estudio y una porción cerca del poblado de Huitzucó.

Litología.- Su composición varía desde riolita-riodacita, constituyendo un depósito de derrames piroclásticos. La consolidación varía notablemente de una región a otra, permitiendo observar en ella fases netamente vitrofíricas, hasta tobáceas muy deleznable (De Cserna *et. al.*, 1980). Los afloramientos que se encuentran en la zona corresponden principalmente a la fase vitrofírica, encontrándose la fase tobácea muy restringida, coronando cerros.

Edad.- Con base en datos radiométricos, Fries (1960) asignó a la Riolita Tilzapotla una edad Oligocénica Tardía, mientras que De cserna *et al.* (1981) le asignó una edad Oligoceno Temprano a medio con base en una muestra datada por el método K-Ar de 35.5 - 1.2 m.a.

Relaciones estratigráficas.- Tiene sus mayores afloramientos en Tepetlapa, donde sobreyace a la Formación Balsas, pero en la mayoría de los sitios cubre otras unidades litoestratigráficamente más antiguas. Dentro de la zona de estudio aflora ampliamente en Tilzapotla.

ANDESITA BUENAVISTA

Definición.- Fue descrita por Fries (1960) como Grupo Buenavista. Incluye a todas las rocas volcánicas que cubren a la Riolita Tilzapotla cerca del poblado del mismo nombre, así como al norte y norponiente de Taxco y al sur de Huitzuco.

Distribución.- Generalmente se presenta como afloramientos aislados en toda la cuenca Morelos-Guerrero. Dentro de la zona de estudio sólo se encuentra en un pequeño afloramiento, ni siquiera cartografiable al oriente del poblado de Tuxpan.

Litología.- Litológicamente está constituida por rocas principalmente andesíticas con algunos derrames de basaltos, en algunas zonas están intercalados con horizontes de toba y brecha volcánica. En lámina delgada presenta una textura porfirítica con cristales de andesitas zoneadas, su color es verde frecuentemente alterado a tonos rojizos por el intemperismo.

Edad.- "La edad de esta formación no está establecida satisfactoriamente. Sin embargo, considerando su posición encima de la Riolita Tilzapotla junto con su avanzado estado de disección, se concluye que es del Mioceno" (De Cserna *et. al.*, 1980).

"CLASTICOS CONTINENTALES"

Definición.- Este término es introducido informalmente por Gonzalez Pacheco (1988), para una secuencia que presenta un aspecto bastante parecido a la Formación Balsas, pero a diferen-

cia de ésta, su consolidación es mucho menor y puede contener clastos derivados de la Riolita Tilzapotla y/o Andesita Buenavista.

Distribución.- La secuencia para la cual se introdujo este término aflora en los alrededores de Atenango del Río, pero al parecer su distribución es mayor que la Formación Balsas. Dentro del área de estudio se puede encontrar en todas las partes bajas, en los Valles de Iguala y Apipilulco; con buenas secciones para su estudio en los alrededores de la presa Valerio Trujano.

Litología.- Las secuencias en los alrededores de la presa Valerio Trujano presentan las siguientes características litológicas de su base a la cima; (1) limolitas arenosas de color rojo con un grado de consolidación muy bajo, formadas por líticos y fragmentos de cuarzo. Abundantes concreciones se han desarrollado por intemperismo esferoidal. Hacia la cima presenta una elevada concentración de yeso que llega a formar láminas de hasta 2cm de espesor o rellena planos de estratificación y fracturamiento, dando una apariencia lustrosa al sedimento. Esta secuencia es cortada por (2) un horizonte de 40cm de espesor; formado por limolitas mejor consolidadas de color verdoso (horizonte bentonítico) que presentan laminación paralela. Sigue a este depósito una secuencia (3) semejante a la (1) pero menos consolidada, siendo menos comunes las concreciones.

Edad.- Debido a que originalmente había sido considerada esta secuencia como parte de la Formación Balsas, en trabajos anteriores se le asignaba la edad de ésta. Sin embargo, durante el trabajo de campo para este proyecto, fueron hallados dentro de la secuencia molares de equino que fueron datados por el Instituto de Geología de la U.N.A.M., (1994); reportando una edad Plio-pleistocénico con base al reconocimiento de *Eggus condorcidens*.

Se puede determinar también de manera indirecta que su edad es post-Riolita Tilzapotla, o bien, contemporáneos a ella, ya que el horizonte bentonítico que se presenta en la secuencia, llega a contener fragmentos riolíticos, indicando un período de actividad volcánica.

Relaciones estratigráficas.- Su relación siempre es cortante con las unidades más antiguas de la región.

Interpretación ambiental.- La presencia de estructuras como diques de arena, estratificación cruzada, estratificación gradada, alta bioturbación por raíces; asociada a la litología descrita, son el principal indicador de que esta secuencia fue depositada bajo condiciones lacustres.

Constituyen también depósitos en sistemas fluviales y abanicos aluviales.

ROCAS INTRUSIVAS

Definición.- Uno de los principales cuerpos intrusivos que aflora en la región, es el Tronco de Coxcatlán, litológicamente corresponde a una granodiorita porfídica de color claro que corta a toda la secuencia sedimentaria provocándole metamorfismo de contacto.

Distribución.- El Tronco de Coxcatlán aflora a unos 13 km al nororiente de Iguala y es de grandes dimensiones; no se encuentran otros intrusivos semejantes en toda la región.

Litología.- La composición corresponde a la facies de granodiorita porfídica, cuyos minerales esenciales son cuarzo, ortoclasa, biotita, hornblenda y oligoclasa. El mineral accesorio identificado es el zircón (De Cserna, *et al.*, 1974).

Edad.- De acuerdo a datos radiométricos obtenidos por el método de plomo-alfa, publicados por De Cserna, *et al.*, (1974), la edad calculada para el Tronco de Coxcatlán es de 50+-10 m.a.; que corresponde al Eoceno Medio.

III.2.- Secciones estratigráficas medidas

A continuación se describen a detalle las seis secciones que fueron medidas en la secuencia sedimentaria cretácica de la cuenca Morelos Guerrero, incluyéndose sus características de campo y laboratorio. La ubicación geográfica y estructural de las secciones se puede ver en la figura 5 y la nomenclatura empleada para su descripción en la figura 6.

SECCION ICATEPEC

Esta sección fue medida a 1 km del poblado de Icatepec, al NW de Iguala. El espesor total medido de ella fueron 630 m sobre la Formación Morelos; tomando como inicio el contacto por falla inversa con la Formación Mexcala. Comprende 26 muestras clasificadas con la nomenclatura GI-89-01 a GI-89-26 que a continuación se describen de la base a la cima.

Formación Mexcala (Miembro Profundo)

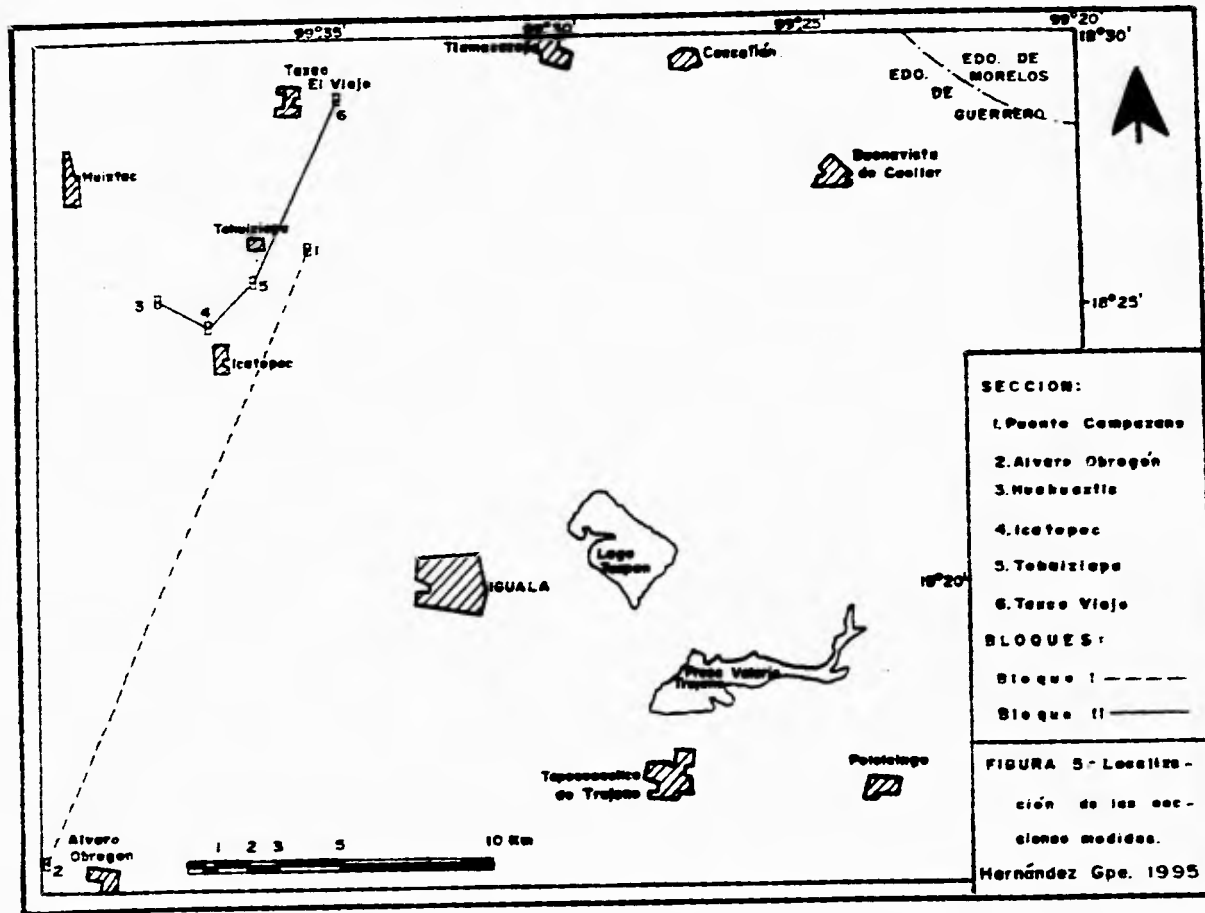
Intervalo de 0 a 55 m.

Calclititas altamente arcillosas de color gris oscuro intercalados con calclititas color pardo oscuro al fresco y gris a la intemperie. Se identificaron abundantes partículas; fragmentos de roca metamórfica, calizas, dolomías; cuarzo ígneo, plagioclasas, así como foraminíferos bentónicos y planctónicos, completos; todas estas partículas se encuentran incluidas en una matriz glauconítico-carbonatada y cementadas por carbonatos. Se encuentran en estratos delgados con intercalaciones de lutitas ligeramente filíticas de 1-4 cm, muy deleznales y lodolitas altamente carbonatadas en estratos de 25 cm; formando paquetes de hasta 2.5 m. Se presentan estructuras de canal en posición normal, estratificación paralela, estilolitas y fracturas rellenas por calcita. Las partículas que contienen los wackestones son: cuarzo detrítico, intraclastos y bioclastos entre los cuales hay globigerínidos, calciesphaerulas, stomiosphaeras y fragmentos de moluscos y foraminíferos bentónicos. Cuenca (muestras 01 y 02).

Formación Morelos

Intervalo de 55-75 m.

Dolomías con fantasmas de organismos, color gris oscuro. Presentan estilolitas, fracturas rellenas de calcita y laminación paralela en estratos de 25 cm a 3 m de espesor aproximadamente, encontrándose en estos estratos brechas carbonatadas dedolomitizadas, de color gris oscuro que están compuestas en su mayor parte de fragmentos de dolomía cementados por calcita. Desarrollan paleocarsticidad, laminaciones arcillosas y abundante bioturbación que se acentúa sobre todo en la parte superior de los estratos. Facies 9 (muestras 03 y 04).



ESTRUCTURAS Y TEXTURAS		COMPONENTES DE LA ROCA		TIPO DE ROCA		ORGANISMOS	
Nombre	Símbolo	Tipo de Componente	Símbolo	Roca	Símbolo	Tipo	Símbolo
Nódulos Evaporíticos		Carbonatada:					
Nódulos de Pedernal		Micrita		Caliza		Complejos	
Lentes y Bandas de Pedernal		Intraclastos					
Estructuras Embríticas		Bioclastos				Fragmentados	
Estructuras de Inyección		Peloides		Dolomía		Presentes	
Estructuras de deslizamiento		Pilas Fecales					
Estructuras de disolución		Terrígenos					
Estructuras de desecación (Mudcracks)		Dolomitización		Brecha		Comunes	
Roturación		Decolomita					
Laminación Hummocky		Oolitas		Lulita		Abundantes	
Laminación Cruzada		Cementante					
Laminación Paralela		Clásticos:					
Fracturamiento		Fragmentos de Roca		Arenisca			
Fragmentos de Moluscos		Feldespatos					
Gasterópodos		Cementante					
Estilolitas		Matriz					
Estilolitas Tectónicas		Cuarzo					

TESIS PROFESIONAL

Nomenclatura para secciones
estratigráficas

FIG. 6 1995 Gpe. Hernández

Intervalo de 75-85 m.

Wackestones-packstones de bioclastos dolomitizados, ligeramente arcillosos de color gris claro. Se encuentran en estratos de 40 a 60 cm de espesor. Presentan estructuras de socavación y relleno (paleocanales), nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca, estilolitas muy desarrolladas y fracturamiento. Los bioclastos que se presentan son micromoluscos fragmentados, valvas de ostrácodos, fragmentos de rudistas, foraminíferos bentónicos retrabajados y completos, y masas de algas. Además presentan cuarzo detrítico y minerales opacos. Facies 9 (muestra 05).

Intervalo de 85-115 m.

Dolomías de color pardo claro. Se presentan en una secuencia de estratos cuyo espesor varía de 1.30 a 1.50 m intercalados con estratos más arcillosos de 60 cm. Presentan lentes de pedernal diagenético, laminación paralela y estilolitas tectónicas muy desarrolladas. Entre las partículas que se observan están fragmentos de moluscos, carpetas de algas y cuarzo detrítico. Facies 9 (muestra 06).

Intervalo de 115-135 m.

Wackestones-packstones de bioclastos dedolomitizados, de color gris. Se encuentran en estratos de 60 a 80 cm, intercalados con estratos arcillosos de 0.5 a 1 m. Los intervalos más gruesos presentan brechas carbonatadas; fracturamiento, estilolitas, laminación paralela y abundante bioturbación. Los bioclastos que se encuentran son masas de algas, miliólidos, ostrácodos y algunos globigerínidos fragmentados, con porcentajes considerables de intraclastos peloides y arcillas. Facies 9 de carpetas de algas (muestra 07).

Intervalo de 135-155 m.

Packstones de peloides arcillosos, con fantasmas de organismos, color pardo oscuro. Se encuentran en estratos de aproximadamente 1.50 m. Presentan laminación paralela, estilolitas paralelas a la estratificación así como tectónicas, y fracturas rellenas de calcita. Entre los organismos se diferencian miliólidos retrabajados, y fragmentos de moluscos; además de cuarzo detrítico y minerales opacos como otro tipo de partículas. La facies es difícil de determinar debido al alto grado de dolomitización. Facies 9 (muestra 08).

Intervalo de 155-160 m.

Wackestones-packstones de bioclastos en bindstones de algas y peloides altamente arcillosos, completamente dolomitizados, de color gris oscuro. Se encuentran en estratos de aproximadamente 2.50 m, con abundantes nódulos de pedernal diagenético, estratificación irregular causada por algas, paleocanales, laminación gradada, bioturbación abundante en la superficie de los estratos, nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca, microestructuras diapíricas, estructuras de desecación

("mudcracks"), zonas brechadas, fracturamiento y estilolitas poco desarrolladas. Los bioclastos que presenta son: foraminíferos bentónicos (miliólidos retrabajados), fragmentos de moluscos, masas de algas; además de intraclastos. Facies 9 de carpetas de algas (muestras 09 y 10).

Intervalo de 160-190 m.

Packstones algáceos dedolomitizados de color gris oscuro. Se presenta en estratos de 0.5 a 1.5 m de espesor. Presentan abundantes brechas sedimentarias con fragmentos de roca que varían en tamaño de 1 a 10 cm. Los fragmentos de moluscos son abundantes y se incrementan en la parte superior de los estratos al igual que la bioturbación; nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca. Las partículas que contienen son cuarzo detrítico, intraclastos, peloides y bioclastos; carpetas de algas, fragmentos de moluscos, foraminíferos bentónicos, placas de equinodermo. Facies 9 (muestra 11).

Intervalo de 190-200 m.

Mudstones de pelás fecales muy arcillosos. Se presentan en estratos delgados no mayores a 30 cm, con dolomitización fuerte. Laminación paralela y fracturamiento; son las estructuras que presentan en campo. Las partículas presentes son pelás fecales y bioclastos fragmentados (valvas de ostrácodos y foraminíferos bentónicos). Facies 7 (muestra 12).

Intervalo de 200-230 m.

Bindstones de peloides y oolitas ligeramente arcillosos, completamente dolomitizados. Se presentan en estratos de aproximadamente 70 a 100 cm. Fue posible observar bioturbación, estratificación paralela, estructuras irregulares causadas por algas, nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca, fracturamiento, y estilolitas. Las partículas que presenta son: peloides, intraclastos, oolitas, así como valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos, carpetas de algas y fragmentos de moluscos. Facies 9 (muestra 13).

Intervalo de 230-305 m.

Wackestones-packstones de bioclastos y peloides ligeramente arcillosos, completamente dolomitizados. Forman estratos de más de 2 m. Contienen abundantes fragmentos de rudistas, y valvas de ostrácodos; con peloides y arcillas. Se desarrollan abundantes brechas de colapso que originan paleocarsticidad, nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca, estructuras fenestrales, abundante bioturbación, fracturamiento, estilolitas paralelas a la estratificación y tectónicas. Facies 8 (muestra 14).

Intervalo de 305-340 m

Packstones-grainstones de bioclastos, dolomitizados, en estratos masivos que contienen abundantes rudistas retrabajados, miliólidos, valvas de ostrácodos, masas de algas, y placas de

equinodermo, intraclastos, cuarzo detrítico y peloides. Presentan fracturamiento y estilolitas. Facies 5 (muestra 15).

Intervalo de 340- 375 m.

Dolomías con fantasmas de organismos de color gris claro. Se encuentran en estratos masivos que presentan abundante bioturbación y fracturamiento, con fantasmas de bioclastos, (placas de equinodermo, ostrácodos, fragmentos de moluscos y foraminíferos bentónicos), pelotas fecales y arcillas. Generalmente con reemplazamiento por dolomita barroca. Facies 9 (muestra 16).

Intervalo de 375-400 m.

Wackestones de miliólidos completamente dolomitizados. Se presentan en estratos de 1.50 m que tienen abundante bioturbación, fracturamiento y estilolitas. Las partículas que contiene son principalmente bioclastos (miliólidos, valvas de ostrácodos, placas de equinodermo, gasterópodos) y cuarzo detrítico. Facies 8 (muestra 17).

Intervalo de 400-423 m.

Packstones-grainstones de bioclastos y peloides dolomitizados. Se encuentran en estratos de aproximadamente 1.20 m con laminación cruzada, paleocarsticidad, fracturamiento, y estilolitas; abundantes fragmentos de rudistas, miliólidos, valvas de ostrácodos, placas de equinodermos y masas de algas; intraclastos y peloides. Facies 8 (muestra 18).

Intervalo de 423-470 m.

Packstones de peloides y bioclastos dolomitizados. Se encuentran en estratos masivos que presentan abundante bioturbación, fracturamiento y estilolitas. Bioclastos, peloides e intraclastos son las partículas que predominan. Los bioclastos son: miliólidos, fragmentos de equinodermos y moluscos, masas de algas y valvas de ostrácodos. Facies 8 (muestra 19).

Intervalo de 470-490 m.

Packstones de miliólidos y peloides dolomitizados. Se encuentran en estratos de aproximadamente 1 m de espesor presentando un fracturamiento fuerte y estilolitas tectónicas, abundante bioturbación y estructuras fenestrales. Bioclastos, peloides, intraclastos y cuarzo detrítico son las partículas principales que contienen. Los bioclastos son: miliólidos, valvas de ostrácodos, carpas de algas y fragmentos de gasterópodos. Facies 8 (muestra 20).

Intervalo de 490-520 m.

Packstones-grainstones de foraminíferos bentónicos y peloides dolomitizados. Se encuentran en estratos de entre 0.32 a 1.18 m de espesor, que presentan un fracturamiento muy fuerte, estilolitas, abundante bioturbación, desarrollándose además algunos horizontes con toucásidos. Cuarzo detrítico, peloides, intraclastos y bioclastos son las partículas que están presentes.

Los bioclastos son: miliólidos, masas de algas, ostrácodos, placas de equinodermo y fragmentos de moluscos. Facies 5 (muestra 21).

Intervalo de 520-545 m.

Grainstones de peloides y bioclastos dedolomitizados de color gris claro. Se encuentran en estratos gruesos que presentan abundante bioturbación, laminación cruzada, fracturamiento y estilolitas tectónicas. Además se presentan concentraciones de fragmentos de rudistas. Las principales partículas que contienen son: peloides, intraclastos, cuarzo detrítico y bioclastos: miliólidos, valvas de ostrácodos, micromoluscos y masa de algas. Facies 7-8 (muestra 22).

Intervalo de 545-560 m.

Grainstones-packstones de miliólidos dedolomitizado, color gris claro. Se encuentra en estratos de aproximadamente 1.50 m de espesor que presentan estratificación cruzada, bioturbación, fracturamiento y estilolitas muy desarrolladas paralelas a la estratificación. Los componentes principales de la roca son bioclastos (miliólidos, valvas de ostrácodos, micromoluscos y masas de algas), peloides e intraclastos. Facies 7 (muestra 23).

Intervalo de 560-592 m.

Dolomías de color gris claro en estratos gruesos. Presentan fantasmas de peloides y bioclastos que son difíciles de definir debido al alto grado de dolomitización. Facies 9? (muestra 24).

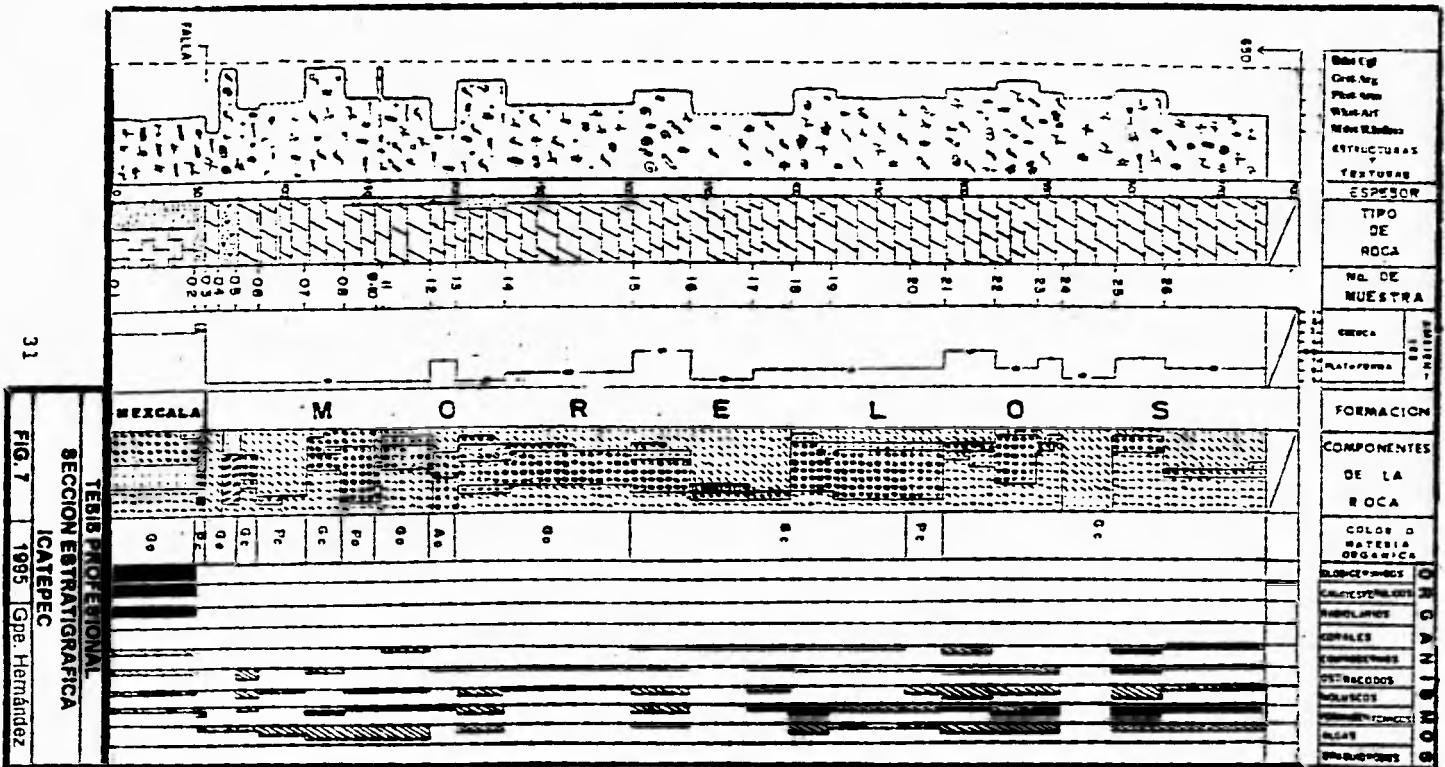
Intervalo de 592-621 m.

Grainstones-packstones de miliólidos dedolomitizados. Se presentan en estratos gruesos de aproximadamente 1 m de espesor. Presentan laminación paralela, estilolitas y fracturamiento. Los componentes principales de la roca son bioclastos (foraminíferos bentónicos, valvas de ostrácodos, placas de equinodermo, masas de algas y moluscos, todos ellos generalmente fragmentados), peloides e intraclastos. Facies 7 (muestra 25).

Intervalo de 621-680 m.

Wackestones de bioclastos dedolomitizados. Se presentan en estratos masivos de color gris claro con desarrollo de estilolitas y fracturamiento. Algunos estratos presentan pequeños bancos de toucásidos. Bioclastos, cuarzo detrítico, e intraclastos son las partículas que se observan. Los bioclastos son: miliólidos, masas de algas, valvas de ostrácodos, placas de equinodermo micromoluscos y cámaras de foraminíferos planctónicos. Facies 8 (muestra 26).

Hacia la cima de la sección se encuentran una serie de bloques dislocados que ya no presentaron continuidad alguna, por lo cual no se continuó la sección (Fig. 7).



31

FIG. 7 1995 Gpe. Hernández

TERIB PROFESIONAL
 SECCION ESTRATIGRAFICA
 ICATEPEC

SECCION TEHUIZIAPA

Esta sección fue medida a 1 km del poblado de Tehuiziapa al NW de Iguala (Fig. 8). El espesor total medido de ella fueron 300 m, sobre las Formaciones Morelos y Mexcala. A continuación se describirá esta sección de su base a la cima y comprende 13 muestras clasificadas con la nomenclatura GT-89-01 a GT-89-13.

Formación Morelos

Intervalo de 0-12 m.

Wackestones-mudstones de bioclastos dedolomitizados de color gris oscuro. Se encuentran en estratos gruesos de 1 a 2.10 m de espesor. Presentan fracturamiento, estilolitas y abundantes fragmentos de rudistas, además de peloides, intraclastos y los siguientes bioclastos: masas de algas, miliólidos, placas de equinodermo, y fragmentos de dicyclinas y moluscos. Facies 8 (muestra 01).

Intervalo de 12-33 m.

Wackestones de bioclastos ligeramente dolomitizados. Se presentan en estratos gruesos de 3 m, de color gris oscuro que se encuentran fracturados y con estilolitas poco desarrolladas. Peloides, intraclastos y los siguientes bioclastos son los principales constituyentes: foraminíferos bentónicos (*Dictyoconus* sp., dicyclinas y miliólidos), masas de algas, micromoluscos y fragmentos de moluscos, ostrácodos y placas de equinodermos. Facies 8 (muestra 02).

Intervalo de 33-72 m.

Packstones-grainstones de intraclastos, dolomitizados. Se encuentran en estratos de 1.50 a 2 m de espesor de color gris oscuro. Presentan fracturas, estilolitas paralelas a la estratificación y tectónicas. Las partículas que contienen son peloides, intraclastos y los siguientes bioclastos: miliólidos, masas de algas, fragmentos de rudistas y placas de equinodermos. Facies 8 (muestra 03).

Intervalo de 72-99 m.

Wackestones de bioclastos ligeramente arcillosos y dolomitizados. Se encuentran en estratos gruesos de aproximadamente 0.5 a 1.10 m de espesor. Presentan fracturas, estilolitas y abundantes fragmentos de rudistas, así como intraclastos, peloides y otros bioclastos, entre los que se identificaron están: foraminíferos bentónicos (*Dictyoconus* sp. y miliólidos), masas de algas, micromoluscos y fragmentos de ostrácodos y placas de equinodermos. Facies 5 postarrecifal (muestra 04).

Intervalo de 99-110 m.

Wackestones de bioclastos de color gris oscuro. Se presenta en estratos de 0.5 a 1.50 m de espesor. Desarrolla estilolitas tectónicas, fracturamiento y ligera bioturbación. Las partículas

que contienen son: peloides, intraclastos, terrígenos y los siguientes bioclastos; foraminíferos bentónicos (*Dicyclina* sp y miliólidos), masas de algas y fragmentos de: moluscos, ostrácodos y placas de equinodermos. Facies 5 postarrecifal (muestra 05).

Intervalo de 110-135 m.

Grainstones-packstones de bioclastos dedolomitizados. Se encuentran en estratos de 0.30 a 1.60 m. Presentan fracturas, estilolitas, lentes y nódulos de pedernal diagenético. Las partículas que contienen son peloides, intraclastos, y los siguientes bioclastos: miliólidos, micromoluscos, valvas de ostrácodos, placas de equinodermos, masas de algas, y fragmentos de moluscos. Facies 7 (muestra 06).

Intervalo de 135-161 m.

Grainstones-Packstones de bioclastos y peloides, dedolomitizados. Se encuentran en estratos medianos a gruesos que presentan estilolitas muy desarrolladas, fracturas rellenas de calcita, nódulos y bandas de pedernal. Las partículas principales que los constituyen son peloides, intraclastos, algunos terrígenos y los siguientes bioclastos: miliólidos, masas de algas, fragmentos de moluscos y placas de equinodermo. En este intervalo se comienzan a adelgazar los estratos y se incrementa el pedernal y el grado de arcillosidad. Facies 7 (muestra 07).

Intervalo de 161-185 m.

Packstones-grainstones de bioclastos y peloides, dedolomitizados. Se encuentran en estratos delgados de aproximadamente 50 cm que presentan fracturas, estilolitas, laminación lenticular y estructuras pseudogeopetales. Las partículas que los constituyen son peloides, intraclastos y los siguientes bioclastos: miliólidos, masas de algas, valvas de ostrácodos, micromoluscos y fragmentos de moluscos y placas de equinodermos. Facies 7 (muestra 08).

Formación Mexcala.

Intervalo de 185-192 m.

Packstones y calcilitas de color gris claro. Se encuentran en estratos delgados de 40-20 cm de espesor. Presentan fracturamiento y estilolitas tectónicas. Los principales componentes son fragmentos de roca sedimentaria, una matriz carbonatada y los siguientes bioclastos: foraminíferos bentónicos, micromoluscos y fragmentos de moluscos y placas de equinodermos; todos estos cementados por carbonatos. Flujos de granos en cuenca carbonatada (muestra 09).

Intervalo de 192-200 m.

Cubierto por suelos y vegetación.

Intervalo de 200-210 m.

Wackestones de organismos planctónicos altamente arcillosos,

dedolomitizados. Es un intervalo en estratos delgados de color negro que presenta abundantes estilolitas paralelas a la estratificación y fracturas. Terrígenos, intraclastos, materia orgánica, y los siguientes bioclastos son los principales componentes: globigerínidos, calciesphaerulas, radiolarios y fragmentos de moluscos. Facies 1 (muestra 10).

Intervalo de 210-240 m.

Intervalo cubierto por suelos y vegetación.

Intervalo de 240-260 m.

Wackestones-packstones de organismos planctónicos altamente arcilloso, dedolomitizado. Secuencia en estratos delgados de aproximadamente 35 cm de espesor, de color negro. Presenta estilolitas paralelas a la estratificación y fracturas rellenas de calcita. Los principales componentes son terrígenos, materia orgánica, y los siguientes bioclastos: radiolarios, calciesphaerulas, globigerínidos y fragmentos de moluscos y placas de equinodermos. Facies 1 (muestra 11).

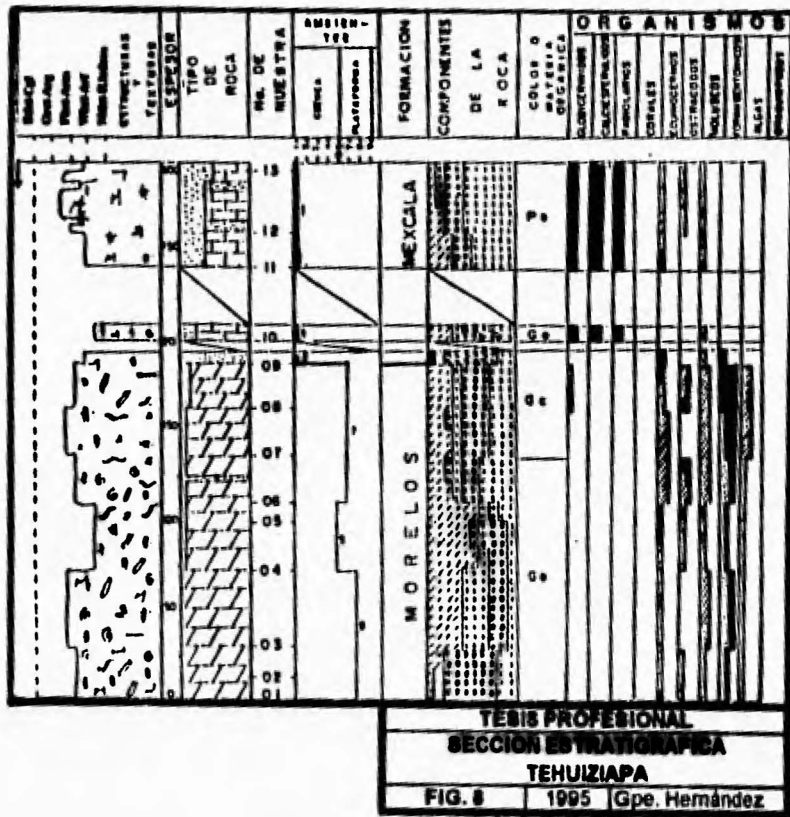
Intervalo de 260-295 m.

Packstones-grainstones de organismos plantónicos altamente arcillosos, dedolomitizados. Se presentan en estratos delgados de aproximadamente 20 a 35 cm de espesor. Presenta fracturas y estilolitas. Los principales componentes son arcillas, materia orgánica, intraclastos y los siguientes bioclastos: globigerínidos, calciesphaerulas, radiolarios, stomiosphaeras, pithonellas y fragmentos presentes de: moluscos, placas de equinodermos y ostrácodos. Facies 1 (muestra 12).

Intervalo de 295-300 m.

Packstones-wackestones de organismos plactónicos, altamente arcillosos y dedolomitizados. Se encuentran en estratos delgados de 20 a 30 cm de espesor de color pardo oscuro intercalados con estratos más calcáreos. Los principales componentes son terrígenos y los siguientes bioclastos: globigerínidos, calciesphaerulas, pithonellas, radiolarios y fragmentos de moluscos y placas de equinodermos. Facies 1 (muestra 13).

La sección no fue continuada debido a que la secuencia presenta hacia la cima un grado de deformación muy alto, con pliegues muy cerrados que impiden seguir intervalos estratigráficamente continuos (Fig. 8).



SECCION HUAHUAXTLA

Esta sección fue medida a la entrada del poblado de Huahuaxtla, se inicia en la barranca de Tenancingo. La sección consiste de 325m medidos sobre una unidad arcilloso-carbonatada que muestra un cambio de facies. Consiste de 16 muestras clasificadas con la nomenclatura HU-01 a HU-16.

Formación Morelos

Intervalo de 0 a 30 m.

Wackstones de bioclastos y peloides. Se presentan en estratos de 80 a 120m de espesor, color gris oscuro. Las estructuras que se observan son bioturbación, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son bioclastos (miliólidos fragmentados, valvas de ostrácodos, gasterópodos y algas), intraclastos, peloides y cuarzo detrítico. Facies 8 (muestra 01).

Intervalo de 30 a 50 m.

Packstones de bioclastos y peloides que se presentan en estratos de aproximadamente un metro intercalados con estratos muy recristalizados. Como estructuras se observa bioturbación, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son bioclastos: foraminíferos bentónicos (miliólidos, *Dictyoconus*, sp., *Coskinolina* sp.), masas de algas y gasterópodos; peloides e intraclastos. Facies 7 (muestra 02).

Intervalo de 50 a 65 m.

Packstones de peloides y bioclastos en estratos mayores a 1.5m. Como estructuras se observan bioturbación, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son bioclastos (miliólidos, algas, fragmentos de moluscos y valvas de ostrácodos), intraclastos y peloides. Facies 7 (muestra 03).

Intervalo de 65 a 80 m.

Packstones de peloides y bioclastos que se presentan en estratos de aproximadamente un metro. Como estructuras se observan bioturbación, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son bioclastos (abundantes fragmentos de moluscos, foraminíferos bentónicos, placas de equinodermo, valvas de ostrácodos y masas de algas), peloides e intraclastos. Facies 5 postarrecifal (muestra 04).

Intervalo de 80 a 100m

Packstones de peloides y bioclastos muy arcillosos en estratos de 1.5m que se intercalan con estratos más delgados de lutitas carbonatadas. Como estructuras se observan bioturbación y fracturas. Los componentes de la roca son bioclastos: foraminíferos bentónicos (miliólidos, *Dictyoconus* sp.), placas de equinodermo, fragmentos de rudistas, valvas de ostrácodos y masas de algas. Facies 5 postarrecifal (muestra 05).

Intervalo de 100 a 130 m.

Bindstones de algas con laminaciones de packstones de bioclastos y peloides dedolomitizados y muy arcillosos que se presentan en estratos de 40cm de espesor. Entre las estructuras que se pueden observar están laminación paralela, laminaciones onduladas causadas por las algas, bioturbación, nódulos y laminaciones de pedernal (diagenéticos), nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son bioclastos (valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos, fragmentos de moluscos, espinas y placas de equinodermo y carpetas de algas), peloides, intraclastos y arcilla. Facies 9 de carpetas de algas (muestra 06).

Intervalo de 130 a 150 m.

Packstones de peloides y bioclastos que se presentan en estratos de 50cm de espesor en color gris oscuro alternados con estratos más delgados de 25cm que presentan fuerte bioturbación y laminación paralela. Entre las estructuras que se presentan están bioturbación, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son bioclastos (foraminíferos bentónicos, fragmentos de moluscos, placas de equinodermo, algas y algunos calciesferúlidos presentes), peloides, intraclastos y arcilla. Facies 8 (muestra 07).

Intervalo de 150 a 160 m.

Packstones de bioclastos y peloides en estratos de aproximadamente un metro que se intercalan con horizontes más delgados. Entre las estructuras que se presentan están bioturbación, laminación paralela, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son bioclastos (foraminíferos bentónicos, fragmentos de moluscos y equinodermos, valvas de ostrácodos y algas), peloides, intraclastos, cuarzo detrítico y arcilla. Facies 8 (muestra 08).

Intervalo de 160 a 190 m.

Wackestones-packstones de peloides y bioclastos. Las estructuras que se observan son bioturbación, estructuras fenestrales, laminaciones, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son bioclastos (foraminíferos bentónicos, valvas de ostrácodos, fragmentos de moluscos y algas), peloides e intraclastos. Facies 8 (muestra 9).

Formación Mexcala

Intervalo de 190 a 205 m.

Calclititas en estratos de 20 a 30cm. Se presentan nódulos y láminas de pedernal (diagenético), estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son cuarzo detrítico, arcilla y bioclastos: fragmentos de moluscos y equinodermos, foraminíferos planctónicos y calciesferúlidos. Flujos de granos en cuenca carbonatada (muestra 10).

Intervalo de 205 a 220 m.

Wackestones y calcilitas arcillosas color rosa que presentan ligera esquistosidad, en estratos delgados de aproximadamente 15cm. Pasan hacia la cima a estratos más gruesos de packstones con abundantes fragmentos de rudistas, muy bioturbados. Los componentes de la secuencia más arcillosa son bioclastos (placas de equinodermo, globigerínidos y abundantes fragmentos de moluscos), cuarzo detrítico, peloides y matriz. Flujos de granos en cuenca carbonatada (muestra 11).

Intervalo de 220 a 255 m.

Packstones-grainstones de foraminíferos bentónicos, dedolomitizados y muy arcillosos en estratos de 15 cm que se intercalan con estratos más gruesos de 1m. En los estratos delgados aparecen bandas de pedernal, laminaciones paralelas, bioturbación, estilolitas y fracturas. En los más gruesos es abundante la bioturbación. Los componentes en la secuencia más arcillosa son peloides, cuarzo detrítico, intraclastos y bioclastos (foraminíferos bentónicos, carpetas de algas, valvas de ostrácodos y fragmentos de moluscos). Facies 7 (muestra 12).

Intervalo de 255 a 285 m.

Wackestones-packstones de bioclastos, muy arcillosos y recristalizados en estratos de 15cm que se intercalan con intervalos de lutitas deleznales. Sólo presentan estilolitas y fracturas como estructuras. Los componentes de la roca son arcilla, cuarzo detrítico y bioclastos: foraminíferos bentónicos y planctónicos, calciesferúlidos, fragmentos de moluscos y placas de equinodermo. Cuenca Carbonatada (muestra 13).

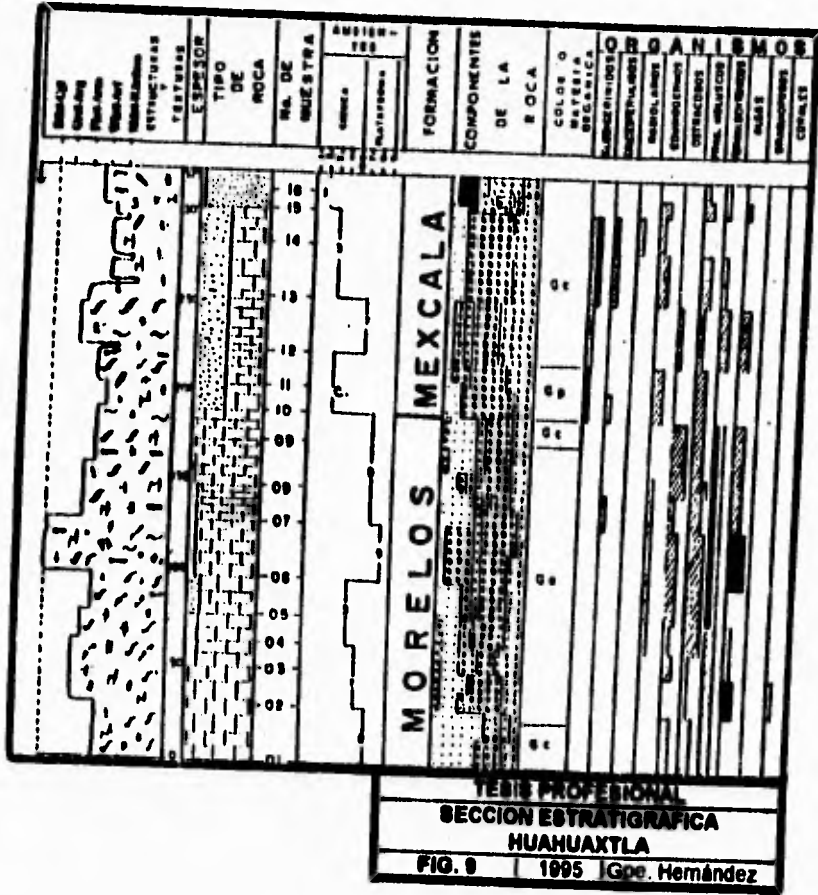
Intervalo de 285 a 305 m.

Wackestones de foraminíferos planctónicos muy arcillosos y dedolomitizados, en estratos muy delgados que se intercalan con lutitas deleznales. Sólo presentan estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son bioclastos: foraminíferos planctónicos, calciesferúlidos y fragmentos de placas de equinodermos. Facies 3 (muestra 14).

Intervalo de 305 a 325 m.

Calcilitas en estratos de 25cm, intercaladas con lutitas deleznales. Presentan laminación gradada, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son peloides, fragmentos de roca volcánicos y sedimentarios, matriz, cementante, bioclastos (fragmentos de moluscos, placas de equinodermos, foraminíferos bentónicos y masas de algas), cuarzo detrítico hacia la cima. El tamaño de las partículas en las calcilitas va de arena fina a arena gruesa, pobremente clasificadas y subredondeadas. Flujos de granos en pie de talud (muestra 15 y 16).

Al igual que las secciones anteriores, la medición se finalizó en la Formación Mexcala, por encontrarse ésta en estratos muy deformados que impiden obtener un espesor preciso (Fig. 9).



SECCION TAXCO VIEJO

Esta sección fue medida a aproximadamente un kilómetro del poblado de Taxco Viejo, muy cerca del contacto con el metamórfico del mismo nombre. Consta de 22 muestras hacia la base que abarcan un espesor de 575m, del cual no se incluyen los primeros 75m para el espesor total, por encontrarse en discordancia estructural con la secuencia principal de la cual se midieron 500m con 23 muestras representativas.

Formación Chilacachapa

Las siguientes cuatro muestras sólo se incluyen como dato complementario para la sección sin tomarse en cuenta para la medición estratigráfica.

Intervalo de 0 a 5 m.

Este intervalo está constituido por una secuencia arcilloso-carbonatada muy alterada donde se intercalan calizas arcillosas muy recristalizadas con secuencias más arcillosas que llegan a tener ligera esquistosidad. Son de color amarillo claro a rojizo, presentándose en estratos de 30 a 50 cm de espesor. Las estructuras que presentan son fracturas rellenas de calcita y estilolitas. Como componentes en las partes más carbonatadas se observan bioclastos (carpetas de algas y fragmentos de moluscos), cuarzo detrítico y alto contenido de arcillas. Facies 8 (muestra 01).

Intervalo de 5 a 15 m.

Calizas arcillosas muy recristalizadas y brechadas de color amarillo a rojizo, en estratos de 50 cm a 1 m de espesor. Las estructuras que se observan son fracturas rellenas y bioturbación. Los componentes originales de la roca que difícilmente se observan son fragmentos de moluscos y braquiópodos; y un alto contenido de arcillas. Facies 8 (muestra 02).

Intervalo de 15 a 40 m.

Intervalo cubierto.

Intervalo de 40 a 45 m.

Grainstones-packstones de peloides, muy arcillosos y recristalizados que afloran en estratos de 1 metro aproximadamente. Presentan estructuras de disolución, fracturas muy tempranas, y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (fragmentos de moluscos y masas de algas), peloides, arcillas, oolitas. Facies 8 (muestra 03).

Intervalo de 45 a 70 m.

Secuencia carbonatada muy recristalizada, en estratos de 1m de espesor aproximadamente.

Intervalo de 70 a 80 m.

Bindstones de algas dolomitizados muy arcillosos que se presentan en estratos de aproximadamente 1m de espesor. Las estructuras que se observan son estilolitas, fracturas y bioturbación. Como componentes de la roca se encuentran bioclastos (placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, masas de algas y fragmentos de ostrácodos), peloides, cuarzo detrítico y arcillas. Facies 8 de carpetas de algas (muestra 4).

Después de esta muestra se encuentra una discontinuidad estructural, iniciándose una nueva medición que se presenta continua sobre la Formación Chilacachapa.

Intervalo de 0 a 5 m.

Bindstones de algas con bioclastos, muy arcillosos y recristalizados, se presentan en estratos de 50 a 150 cm. Se observa bioturbación, estructuras enterolíticas reemplazadas, laminaciones ondulantes de carpetas de algas y fracturamiento. Los componentes de la roca son bioclastos (fragmentos de moluscos, placas de equinodermo, foraminíferos bentónicos (Orbitolina sp.), carpetas de algas), arcilla y cuarzo detrítico. Facies 9 (muestra 05).

Intervalo de 5 a 40 m.

Bindstones de algas con laminaciones de bioclastos e intraclastos muy arcillosos y recristalizados. Como estructuras se presentan bioturbación, fracturas y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (masas y carpetas de algas, placas de equinodermo, fragmentos de moluscos y foraminíferos bentónicos), intraclastos, cuarzo detrítico y arcillas. Facies 9 (muestra 06).

Intervalo de 40 a 60 m.

Wackestones de bioclastos, recristalizados y muy arcillosos en estratos de 1 a 1.5 m. Presentan abundante bioturbación, laminación paralela, estructuras enterolíticas y fracturas. Como componentes, bioclastos (valvas de ostrácodos, placas de equinodermo, masas de algas, fragmentos de foraminíferos bentónicos y moluscos), y cuarzo detrítico. Facies 9 (muestra 07).

Intervalo de 60 a 70 m.

Mudstones de bioclastos arcillosos y dedolomitizados en estratos mayores a un metro con desarrollo de brechas sedimentarias. Presentan bioturbación, fracturas y estilolitas. Como componentes de la roca, bioclastos (placas de equinodermo, valvas de ostrácodos, fragmentos de moluscos y braquiópodos), peloides, cuarzo detrítico y arcillas. Facies 9 (muestra 08).

Intervalo de 70 a 110 m.

Estratos de calizas masivas completamente recristalizadas y muy brechadas con intervalos cubiertos.

Intervalo de 110 a 120 m.

Intervalo semicubierto con desarrollo de una secuencia brechoide formada por clastos de 5 a 10 cm.

Intervalo de 120 a 130 m.

Wackestones de bioclastos muy arcillosos y dedolomitizados en estratos masivos de aproximadamente 3m. Presentan laminaciones, fracturas y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (placas de equinodermos, fragmentos de moluscos y braquiópodos, foraminíferos bentónicos), peloides, cuarzo detrítico y arcilla. Facies 8 (muestra 09).

Intervalo de 130 a 140 m.

Packstones de bioclastos, muy arcillosos y dedolomitizados que se presentan en estratos de 2 a 3m de espesor. Como estructuras se presentan fracturas y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, foraminíferos bentónicos, valvas de ostrácodos), pellets y cuarzo detrítico. Facies 8 (muestra 10).

Intervalo de 140 a 160 m.

Bindstones de algas dolomitizados. Presentan fracturas, estilolitas, laminaciones onduladas de algas, estructuras enterolíticas reemplazadas por dolomita barroca. Los componentes de la roca son bioclastos (fragmentos de moluscos, placas de equinodermos, carpetas de algas), materia orgánica, arcillas. Facies 9 de sabkha (muestra 11).

Intervalo de 160 a 180 m.

Bindstones de algas muy arcillosos en estratos de 30 a 50 cm de espesor. Presentan estilolitas, fracturas, nódulos y estructuras enterolíticas reemplazadas por dolomita barroca. Los componentes de la roca son bioclastos (fragmentos de braquiópodos, y carpetas de algas), arcillas y cuarzo detrítico. Facies 9 (muestra 12).

Intervalo de 180 a 190 m.

Bindstones de algas muy arcillosos y dedolomitizados, se presentan en estratos mayores a 2m. Como estructuras se observan fracturas, estilolitas, laminaciones arcillosas paralelas, bioturbación, nódulos y estructuras enterolíticas reemplazados por dolomita barroca. Los componentes de la roca son bioclastos (masas de algas, placas de equinodermo, fragmentos de moluscos y braquiópodos), pelotas fecales, arcillas, cuarzo detrítico. Facies 9 (muestra 13).

Intervalo de 190 a 200 m.

Bindstones de algas muy arcillosos en estratos de hasta 3m. Las estructuras que presentan son nódulos evaporíticos reemplazados, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son bioclastos: fragmentos de moluscos y braquiópodos, placas de

equinodermo, foraminíferos bentónicos, valvas de ostrácodos completos y fragmentados, carpetas de algas. Facies 9 (muestra 14).

Intervalo de 200 a 230 m.

Bindstones de algas muy arcillosos que se interestratifican con horizontes de lutitas grises en estratos de 20cm. Fracturas, estilolitas y nódulos evaporíticos reemplazados son las estructuras que se observan. Los componentes de la roca son bioclastos (fragmentos de moluscos y braquiópodos, placas de equinodermos) y cuarzo detrítico. Facies 8 (muestra 15).

Intervalo de 230 a 270 m.

Intervalo cubierto.

Intervalo de 270 a 300 m.

Lodolitas parcialmente recristalizadas. Como estructuras se observan nódulos evaporíticos reemplazados, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son lodos y cuarzo detrítico. El ambiente no es posible determinarlo directamente por el alto grado de dolomitización y recristalización. (muestra 16).

Intervalo de 300 a 335 m.

Lodolitas dolomitizadas. Las estructuras que presentan son fracturas y estilolitas. Los componentes principales de la roca son lodos y cuarzo detrítico. Plataforma Interna con influencia clástica (muestra 17).

Intervalo de 335 a 395 m.

Lodolitas recristalizadas. Presentan fracturas y estilolitas como estructuras. Los componentes principales de la roca son lodos y cuarzo detrítico. El ambiente no se puede obtener directamente por el alto grado de recristalización. (muestra 18).

Intervalo de 395 a 430 m.

Dolomías muy arcillosas. Estilolitas y fracturas son las estructuras que presentan. Los componentes de la roca son bioclastos (fragmentos de braquiópodos y moluscos, masas de algas, placas de equinodermo), arcillas y cuarzo detrítico. Facies 9 (muestra 19).

Intervalo de 430 a 465 m.

Dolomías color amarillo que se intercalan con estratos más arcillosos. Como estructuras presentan fracturas y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos: fragmentos de moluscos y braquiópodos, placas de equinodermos. Facies 9 (muestra 20).

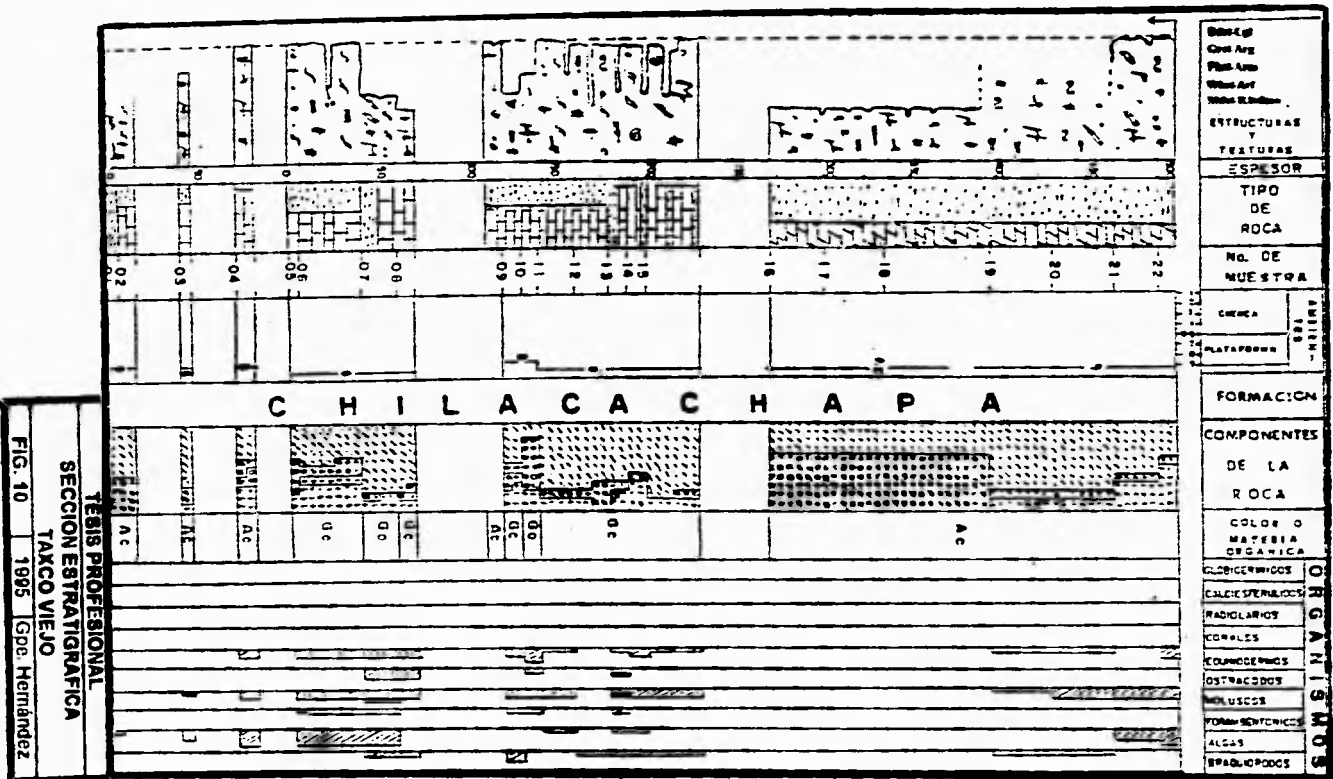
Intervalo de 465 a 490 m.

Bindstones de algas dolomitizados y muy arcillosos. Las estructuras que presentan son fracturas y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (masas de algas, fragmentos de moluscos), cuarzo detrítico, arcillas. Facies 9 (muestra 21).

Intervalo de 490 a 500 m.

Bindstones de algas. Presentan estructuras enterolíticas y nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca, fracturas y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (placas de equinodermo, carpetas de algas, fragmentos de moluscos), arcillas y cuarzo detrítico. Facies 9 (muestra 22).

Se termina la sección por encontrarse muy cubiertos y deformados los afloramientos siguientes (Fig. 10).



SECCION PUENTE CAMPUZANO

Esta sección fue medida en el poblado del mismo nombre ubicado al noroeste de la Ciudad de Iguala, sobre la carretera que va de Iguala a Taxco. Con esta sección se midió un espesor de 475m sobre las Formaciones Morelos y Mexcala. A continuación se describe esta sección de su base a la cima, constituida de 23 muestras representativas de los diferentes cambios litológicos. La nomenclatura empleada para las muestras es PC-01 a PC-23.

Formación Morelos

Intervalo de 0 a 20 m.

Bindstones de algas dedolomitizados de color gris oscuro que se presentan en estratos desde 50 cm hasta más de 2 m. Las estructuras que se presentan son laminaciones cruzadas de alto ángulo, bioturbación ligera, nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca, fracturamiento y estilolitas paralelas a la estratificación. Los componentes de la roca son bioclastos (masas y carpetas de algas, fragmentos de moluscos) y pelus fecales. Facies 9 , Carpetas de Algas (muestra 01)

Intervalo de 20 a 40 m.

Bindstones de algas con texturas incluidas de packstones de pelus fecales, dolomitizados. Se presentan en color gris claro y pelus rosado al fresco y su espesor va desde los 40 cm hasta 2 m. Presentan laminaciones paralelas y cruzadas, estructuras de socaveación, bioturbación ligera, nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca y fracturamiento. Los componentes de la roca son bioclastos (carpetas de algas, fragmentos de moluscos), pelus fecales y peloides. Facies 9 denominada de Carpetas de Algas (muestra 02).

Intervalo de 40 a 55 m.

Wackestones de bioclastos dolomitizados que se ponen en contacto por presión-solución con dolomías de color gris claro. Ambas se presentan en estratos de 50cm a 2 m de espesor. Presentan laminación paralela, fracturamiento y estilolitas, en las dolomías se pueden observar pequeños nódulos de pedernal diagenético y evaporíticos reemplazados por dolomita barroca. Los componentes en los wackestones son bioclastos (fragmentos de moluscos, miliólidos, masas de algas y placas de equinodermo), y un pequeño porcentaje de cuarzo detrítico. Facies 9 (muestras 03 y 04).

Intervalo de 55 a 95 m.

Wackestones a packstones de bioclastos, arcillosos y dolomitizados, de color gris claro en estratos de 20 a 50 cm. Presentan fuerte bioturbación con desarrollo de galerías horizontales, laminaciones cruzadas, laminaciones paralelas discontinuas, nódulos y bandas de pedernal, se presentan hacia la cima del intervalo, fracturas rellenas de óxidos, nódulos evaporíticos

y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (fragmentos de moluscos, foraminíferos bentónicos, valvas de ostrácodos, masas de algas), intraclastos, cuarzo detrítico, peloides y arcilla. Facies 9 (muestra 05).

Intervalo de 95 a 105 m.

Packstones de peloides y miliólidos dolomitizados, de color gris claro. Se encuentran en estratos de 50 a 100 cm. Las estructuras que presentan son laminaciones paralelas de bioclastos, laminaciones cruzadas, bioturbación con galerías horizontales, fracturamiento y estilolitas paralelas a la estratificación. Los componentes de la roca son bioclastos (fragmentos de *Toucasias*, miliólidos, fragmentos de moluscos), intraclastos y arcilla. Facies 8 (muestra 06).

Intervalo de 105 a 150 m.

Packstones de bioclastos y peloides, se presentan dolomitizados, de color gris claro en estratos de 1 m. Las estructuras que presentan son laminaciones paralelas, laminaciones cruzadas, carpetas de algas que se observan como laminaciones onduladas, bioturbación hacia la cima de los estratos, fracturamiento y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (abundantes fragmentos de *toucásidos*, miliólidos y otros foraminíferos bentónicos, masas de algas, fragmentos de coral, valvas de ostrácodos y placas de equinodermo), peloides e intraclastos. Facies 5 de post-arrecife (muestra 07).

Intervalo de 150 a 165 m.

Packstones de miliólidos, dolomitizados, se presentan en color gris y espesores de 50 cm a 1 m. Las estructuras que se encuentran son bioturbaciones, fracturamiento y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (miliólidos y otros foraminíferos bentónicos, valvas de ostrácodos y masas de algas), peloides e intraclastos. Facies 7 (muestra 08).

Intervalo de 165 a 200 m.

Packstones de peloides y bioclastos parcialmente dolomitizados. Se encuentran en estratos de 1 a 2 m de espesor en color gris claro. Las estructuras que presentan son bioturbación, fracturamiento relleno por óxidos, fracturamiento relleno por sílice y estilolitas. Los principales componentes de la roca son bioclastos (fragmentos de *toucásidos*, placas de equinodermo, foraminíferos bentónicos, masas de algas, escasos fragmentos de coral y calciesferúlidos), peloides e intraclastos. Facies 5 de post-arrecife (muestra 09).

Intervalo de 200 a 220 m.

Dolomías de color gris claro en estratos de 0.5 a 2 m de espesor. Las estructuras que se presentan son laminaciones paralelas, laminaciones onduladas formadas por carpetas de algas, bioturbaciones, nódulos evaporíticos y fracturas. Los componentes principales de la roca son carpetas de algas. Facies 9

(muestra 10).

Intervalo de 220 a 240 m.

Wackestones a packstones de bioclastos y peloides arcillosos y dedolomitizados. Las estructuras que presentan son laminaciones paralelas, bioturbaciones, gradación normal, canales de erosión, fracturas y estilolitas paralelas a la estratificación. Los componentes de la roca son bioclastos (foraminíferos bentónicos, valvas de ostrácodos, valvas de micromoluscos, masas de algas y fragmentos de equinodermos), intraclastos y peloides. Facies 8 (muestras 11 y 12).

Intervalo de 240 a 280 m.

Packstones de bioclastos y peloides ligeramente dolomitizados. Los espesores se incrementan, siendo de 2 a 3 m. Las estructuras que se encuentran son bioturbaciones, fracturas y estilolitas. Se intercalan estratos de 30cm de espesor que presentan laminaciones paralelas. Los componentes de la roca son bioclastos: foraminíferos bentónicos (miliólidos, *Dictyoconus* sp.), valvas de ostrácodos, placas de equinodermo, masas de algas, fragmentos de moluscos y micromoluscos; peloides, cuarzo detrítico e intraclastos. Facies 8 (muestra 13).

Intervalo de 280 a 315 m.

Packstones de bioclastos y peloides arcillosos y dedolomitizados, en estratos de 1.5 m. Las estructuras que se presentan son bioturbaciones, fracturamiento y estilolitas paralelas a la estratificación. Los componentes de la roca son bioclastos (abundantes fragmentos de toucásidos, foraminíferos bentónicos, fragmentos de moluscos, masas de algas y valvas de ostrácodos), peloides, intraclastos y cuarzo detrítico. Facies 5 (muestra 14).

Intervalo de 315 a 360 m.

Packstones de peloides y bioclastos dedolomitizados, en estratos de 1 a 2 m de espesor en color gris claro. Las estructuras que se presentan son bioturbaciones abundantes, fracturas y estilolitas. Las partículas que conforman la roca son bioclastos (masas de algas, foraminíferos bentónicos, fragmentos de moluscos, placas de equinodermo y valvas de ostrácodos), intraclastos, peloides y cuarzo detrítico. Facies 8 (muestra 15).

Intervalo de 360 a 385 m.

Packstones de bioclastos y peloides ligeramente dolomitizados. Las estructuras que presentan son laminaciones paralelas, laminaciones onduladas por presencia de carpetas de algas, bioturbación, fracturas y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos: foraminíferos bentónicos, masas de algas, valvas de ostrácodos, fragmentos de moluscos y algunos calciesferúlidos y globigerínidos. Facies 8 (muestra 16).

Formación Mexcala

Intervalo de 385 a 390 m.

Grainstones de rudistas dedolomitizados de color gris claro con espesores mayores de 1m. Las estructuras que presentan son fracturamiento y estilolitas. Los componentes principales son bioclastos (fragmentos de moluscos y placas de equinodermo del tamaño de arenas gruesas muy redondeados, espinas de braquiópodos, foraminíferos bentónicos y masas de algas), peloides e intraclastos. Flujos de granos en cuenca carbonatada (muestra 17).

Intervalo de 390 a 395 m.

Wackestones a Packstones de peloides y bioclastos muy arcillosos. Se presentan en estratos delgados de 5-10 cm en color gris pardusco. Las estructuras que se observan son laminaciones gradadas, bandas de pedernal, fracturamiento y estilolitas paralelas a la estratificación. Los componentes de la roca son bioclastos (globigerínidos, valvas de ostrácodos, fragmentos de moluscos y algunos calciesferúlidos), materia orgánica y alto contenido de arcillas. Facies 3 (muestra 18).

Intervalo de 395 a 420 m.

Packstones de globigerínidos y radiolarios muy arcillosos que se presentan en estratos de 30 cm en promedio. Las estructuras que presentan son bandas y nódulos de pedernal, fracturamiento y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (radiolarios, calciesferúlidos, globigerínidos, fragmentos de moluscos y valvas de ostrácodos), peloides, matriz arcillosa y carbonatada, y materia orgánica. Facies 1 (muestra 19).

Intervalo de 420 a 435 m.

Packstones-grainstones de fragmentos de moluscos y peloides que se presentan en estratos delgados de aproximadamente 20-70 cm. Las estructuras que presentan son fracturas y estilolitas. Los componentes principales son bioclastos (fragmentos de moluscos y placas de equinodermo del tamaño de arena media, foraminíferos bentónicos, masas de algas y algunos calciesferúlidos), peloides, intraclastos, matriz y cementante. Flujos de granos en cuenca carbonatada (muestra 20).

Intervalo de 435 a 445 m.

Wackestones de foraminíferos planctónicos y radiolarios muy arcillosos que se presentan en estratos de aproximadamente 20 cm. Sólo se observan fracturas y estilolitas como estructuras en la roca. Los componentes que forman la roca son bioclastos (globigerínidos, calciesferúlidos, fragmentos de moluscos y placas de equinodermos, valvas de ostrácodos y radiolarios), arcilla y cuarzo detrítico. Facies 1 (muestra 21).

Intervalo de 445 a 455 m.

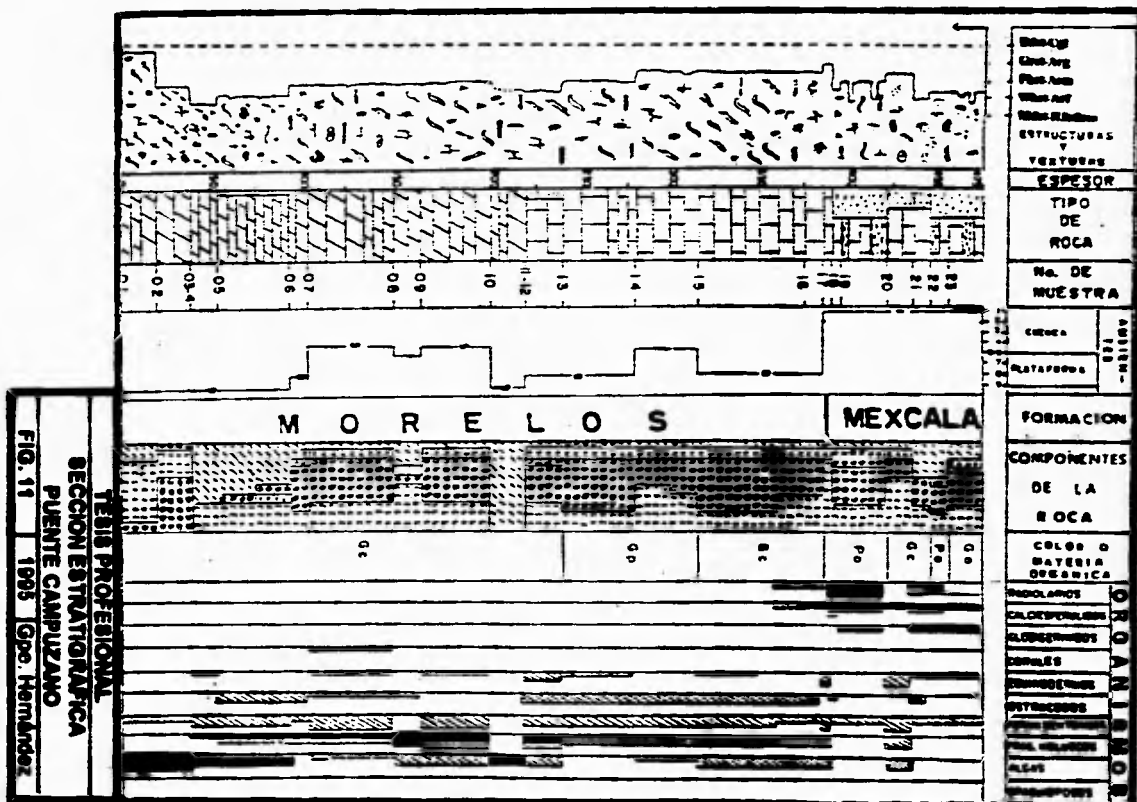
Wackestones-packstones de globigerínidos y radiolarios muy

arcillosos de color gris pardusco, en estratos muy delgados. Las estructuras que presentan son laminaciones cruzadas, fracturas y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (globigerínidos, radiolarios, placas de equinodermo, fragmentos de moluscos y algunos calciesferúlidos), intraclastos, materia orgánica y alto contenido de arcillas. Facies 1 (muestra 22).

Intervalo de 455 a 475 m.

Wackestones-packstones de globigerínidos y radiolarios muy arcillosos de color gris pardusco. Las estructuras que se presentan son laminaciones gradadas, fracturas, y estilolitas. Los componentes de la roca son bioclastos (radiolarios, globigerínidos, fragmentos de moluscos, calciesferúlidos y fragmentos de placas de equinodermos), intraclastos, arcillas y cementante carbonatado. Facies 1 (muestra 23).

Se cierra la sección por encontrarse el resto de la secuencia muy cubierta y deformada (Fig. 11).



SECCION ALVARO OBREGON

Esta sección fue medida aproximadamente a 1 Km al noroeste del poblado de Alvaro Obregón, camino al poblado de Tonalapita; en donde se midieron 640m sobre las Formaciones Morelos y Mexcala, incluyendo la transición entre ambas. La sección comprende 27 muestras clasificadas con la nomenclatura AO-89-01 a AO-89-34 que se describen a continuación de su base a la cima.

Formación Morelos

Intervalo de 0 a 5 m.

Dolomías arcillosas de color gris oscuro en estratos de 50 a 90 cm que presentan estilolitas, fracturas y posibles nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca; sólo se distinguen fantasmas de miliólidos. Facies 9 (muestra 01).

Intervalo de 5 a 20 m.

Brechas intraformacionales dolomitizadas de color gris claro en estratos de 1m, con clastos que van de 1 a 10 cm de longitud. Presentan fracturas, estilolitas, nódulos evaporíticos reemplazados. Las partículas que contienen son intraclastos, granos envueltos, cuarzo detrítico y bioclastos: masas de algas, y miliólidos. Facies 9 (muestra 02).

Intervalo de 20 a 45 m.

Packstones de bioclastos y peloides muy arcillosos en estratos de 10 a 25 cm. Presentan fracturamiento, estilolitas y laminación gradada. Con peloides, cuarzo detrítico y bioclastos: valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos y algas. Facies 8 (muestra 03)

Intervalo de 45 a 65 m.

Wackstones-packstones de bioclastos y peloides, brechados, con partículas de 1-15 mm en estratos de 40cm a 1m; con estilolitas y fracturas. Los principales componentes son intraclastos, cuarzo detrítico y bioclastos: valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos y planctónicos, algas y fragmentos de moluscos. Facies 8 (muestra 04).

Intervalo de 65 a 80 m

Brechas sedimentarias dolomitizadas con partículas de 1-15mm en estratos de 30cm a 1m. Presentan nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca y fracturas. Facies 9 (muestra 05).

Intervalo de 80 a 95 m

Packstones-grainstones de bioclastos y peloides en estratos de 40 a 80 cm intercalados con brechas sedimentarias y horizontes carbonatados de abundantes gasterópodos. Los componentes principales son peloides, intraclastos, cuarzo detrítico y bioclastos: foraminíferos bentónicos, masas de algas, valvas de

ostrácodos, gasterópodos y fragmentos de rudistas. Facies 8 (muestra 06).

Intervalo de 95 a 125 m.

Packstones de peloides y bioclastos en estratos de 30 cm. Presentan estructuras enterolíticas, fracturas, estilolitas y laminación paralela. Los componentes de la roca son peloides, intraclastos y bioclastos: valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos y algas. Facies 9 (muestra 07).

Intervalo de 125 a 165 m.

Dolomías en estratos de 50cm a 1m, con fracturamiento, presión-solución y posibles nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca, bioturbación; intervalos con brechamiento sin-sedimentario. Facies 9 (muestra 08).

Intervalo de 165 a 195 m.

Packstones de peloides y bioclastos con estilolitas, fracturas y bioturbación. Los componentes principales son peloides, intraclastos y bioclastos: foraminíferos bentónicos, valvas de ostrácodos, placas de equinodermo. Facies 8 (muestra 09).

Intervalo de 195 a 210 m.

Packstones de peloides y bioclastos en estratos de 50 cm, presentan bioturbación, fracturas y estilolitas. Los componentes de la roca son peloides, intraclastos y bioclastos: foraminíferos bentónicos, valvas de ostrácodos, placas de equinodermo, algas y fragmentos de foraminíferos planctónicos. Facies 8 (muestra 10).

Intervalo de 210 a 240 m.

Floatstone de rudistas en estratos de 50cm, con estilolitas, fracturas y bioturbación. Los componentes principales de la roca son peloides, intraclastos y bioclastos fragmentados: moluscos, foraminíferos bentónicos, valvas de ostrácodo y placas de equinodermo. El ambiente corresponde a un depósito de tormenta (muestra 11).

Intervalo de 240 a 260 m.

Bindstones de algas, con un espesor de 50-80 cm, intercalados con horizontes delgados de pequeños bancos de rudistas silicificados. Presentan bioturbación, posibles nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca, estructuras enterolíticas, laminaciones paralelas, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son peloides, intraclastos, cuarzo y plagioclasas detríticos y bioclastos: fragmentos de rudistas, foraminíferos bentónicos, carpetas de algas y valvas de ostrácodos. Facies 9 de Carpetas de Algas (muestra 12).

Intervalo de 260 a 290 m.

Packstones de bioclastos y peloides en estratos de 30-40 cm, presentan bioturbación y fracturas. Los componentes de la roca son: peloides, intraclastos y bioclastos: foraminíferos

bentónicos, valvas de ostrácodos y masas de algas. Facies 8 (muestra 13).

Intervalo de 290 a 330 m.

Mudstones muy arcillosos recristalizados en estratos de 50 cm de espesor. Presentan estilolitas, fracturas, nódulos evaporíticos y estructuras enterolíticas reemplazados por dolomita, los componentes de la roca son cuarzo detrítico, arcilla y bioclastos: valvas de ostrácodos y masas de algas. Facies 9 (muestra 14).

Intervalo de 330 a 360 m.

Packstones de peloides y bioclastos en estratos de 50 cm. Presentan nódulos evaporíticos reemplazados, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son peloides, cuarzo detrítico, intraclastos y bioclastos: fragmentos de moluscos, placas de equinodermos, foraminíferos bentónicos y valvas de ostrácodos. Facies 9 (muestra 15).

Intervalo de 360 a 400 m.

Packstones de peloides e intraclastos. Presentan fracturas y estilolitas. Los componentes de la roca son peloides, intraclastos y bioclastos: foraminíferos bentónicos y planctónicos, valvas de ostrácodos, fragmentos de moluscos y algas. Facies 8 (muestra 16).

Intervalo de 400 a 440 m.

Bindstones de algas completamente dolomitizados en estratos de 1m de espesor. Presentan fracturas, estilolitas, laminaciones onduladas de carpetas de algas y nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita. Sus componentes son bioclastos: carpetas de algas y gasterópodos. Facies 9 de Carpetas de Algas (muestra 17).

Intervalo de 440 a 490 m.

Dolomías altamente arcillosas intercaladas con intervalos de lutitas de 1cm de espesor. Presentan estilolitas, fracturas y nódulos evaporíticos reemplazados. Facies 9 (muestra 18).

Formación Mexcala

Intervalo de 490 a 500 m.

Intercalaciones de wackestones de peloides y bioclastos en estratos de 15cm de espesor con packstones-grainstones de gasterópodos en estratos de 30-60 cm. Los primeros con peloides, cuarzo detrítico, bioclastos: foraminíferos bentónicos (completos y fragmentados), fragmentos de moluscos, calciesférulas, foraminíferos planctónicos. Los segundos con peloides, intraclastos y bioclastos: carpetas de algas, valvas de ostrácodos, fragmentos de moluscos y miliólidos. Facies 4 (muestras 26 y 27).

Intervalo de 500 a 505 m.

Intercalaciones de packstones de moluscos y peloides con wackestones de globigerínidos. Presenta laminación cruzada, fracturas y estilolitas. Los componentes de la roca son peloides, intraclastos y bioclastos: fragmentos de moluscos, foraminíferos bentónicos y planctónicos, valvas de ostrácodos, radiolarios calcificados, calciesferúlidos (*Pitonella ovalis*, *Calciesphaerula innominata*). Facies 4 (muestra 30).

Intervalo de 505 a 515 m.

Grainstones de peloides y bioclastos en estratos de 50cm. Los componentes de la roca son peloides, granos envueltos y bioclastos: foraminíferos bentónicos, gasterópodos, fragmentos de moluscos, valvas de ostrácodos, placas de equinodermos. Facies 6 (muestra 28).

Intervalo de 515 a 535 m.

Calclititas en estratos delgados. Los componentes de la roca son peloides, cuarzo detrítico, fragmentos de calizas y bioclastos: fragmentos de moluscos, foraminíferos bentónicos y bioclastos, placas de equinodermos, calciesferúlidos (*Pitonella ovalis*, *Calciesphaerula innominata*). Flujos de granos en cuenca carbonatada (muestra 29).

Intervalo de 535 a 550 m.

Calclititas en estratos delgados. Presentan bioturbación, presión-solución y fracturamiento. Los componentes de la roca son fragmentos de caliza, intraclastos, granos envueltos, cementante y matriz carbonatada, bioclastos: fragmentos de rudistas, foraminíferos bentónicos, placas de equinodermos. Flujos de granos en cuenca carbonatada (muestra 31).

Intervalo de 550 a 590 m.

Packstones de peloides y bioclastos muy arcillosos con laminaciones de packstones de bioclastos. Presentan laminación gradada, estilolitas y fracturas. Los componentes de la roca son peloides, granos envueltos y bioclastos: fragmentos de moluscos, foraminíferos bentónicos, placas de equinodermos. Facies 4 (muestra 32).

Intervalo de 590 a 625 m.

Calclititas con laminaciones de packstones de bioclastos y peloides, en estratos de 15-25cm. Presentan estructuras de carga y laminación paralela y gradada. Los componentes de las calclititas son fragmentos de rocas carbonatadas, matriz y cementante carbonatados, bioclastos: fragmentos de moluscos, valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos fragmentados y planctónicos completos (globigerínidos), calciesferúlidos. Flujos de granos en cuenca carbonatada (muestra 33).

Intervalo de 625 a 640 m.

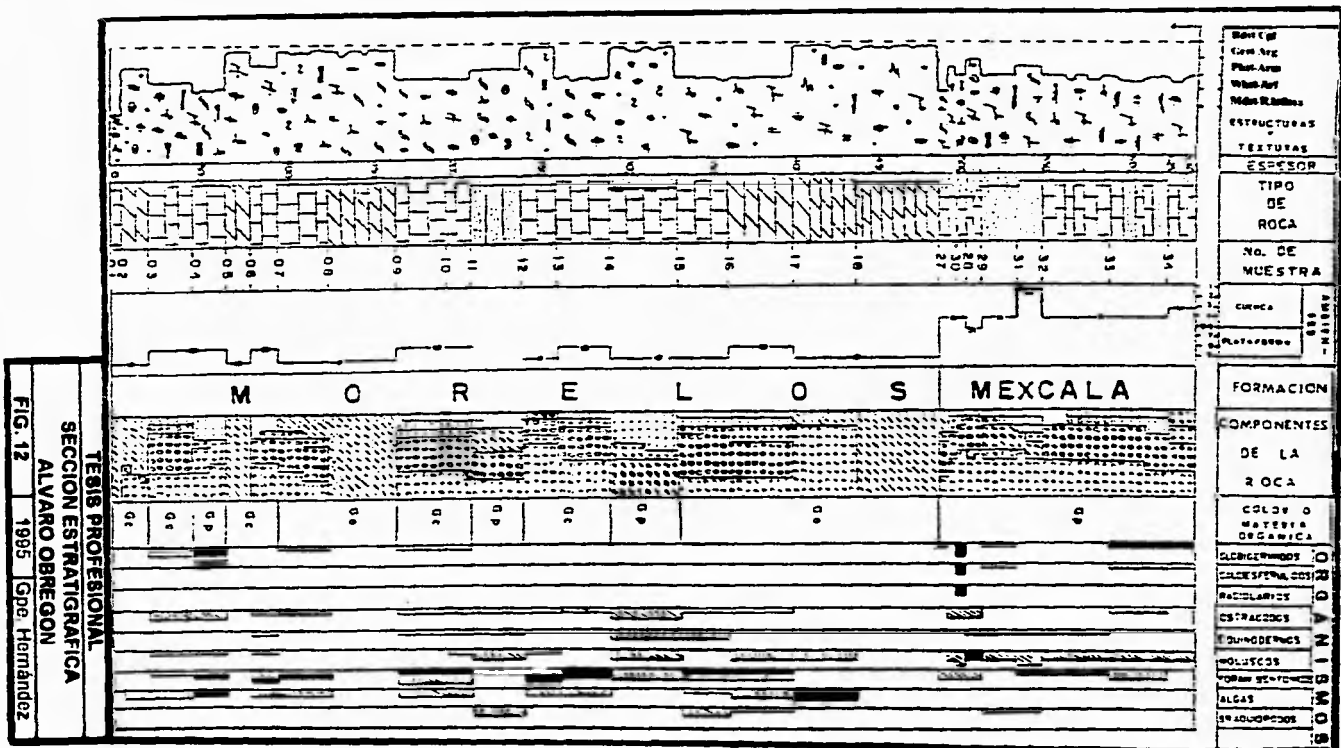
Packstones de bioclastos muy arcillosos en estratos delgados

de 15 cm aproximadamente que se intercalan con horizontes delgados de lutitas. Los componentes de la roca son intraclastos, peloides, cuarzo detrítico, arcillas y bioclastos: fragmentos de moluscos, foraminíferos planctónicos (globigerínidos), calciesferúlidos (*Pitonella ovalis*). Facies 3 (muestra 34)

La secuencia estratigráfica no pudo continuarse ya que a partir de la muestra 34 se encuentra la zona donde la Formación Mexcala presentó mayor plasticidad desarrollando abundantes pliegues que impidieron continuar con la medición (Fig. 12).

Resumiendo, el espesor medido para las secciones es el siguiente:

Sección	Espesor Total	Fm Morelos	Fm Mexcala
Icatepec	630 m	580 m	50 m
Tehuiziapa	300 m	185 m	125 m
Huahuaxtla	325 m	190 m	135 m
Taxco Viejo	575 m	Formación Chilacachapa	
Puente Campuzano	475 m	385 m	90 m
Alvaro Obregón	640 m	490 m	150m



TESIS PROFESIONAL
SECCION ESTRATIGRAFICA
ALVARO OREGON
 FIG. 12 1985 Gpe. Hernández

IV.- INTERPRETACION PALEOAMBIENTAL

Para realizar este análisis fue necesario determinar las litofacies en las secciones medidas de acuerdo a sus características de depósito, estructuras, tipo de partículas, texturas, etc., con el fin de poder realizar una correlación entre las diferentes columnas (Fig. 13).

A cada litofacies se le asignará una letra en orden alfabético con el fin de establecer una nomenclatura que permita su fácil manejo en tablas y esquemas de correlación, siendo un total de 15 litofacies descritas de la más somera a la más profunda.

IV.1.- Clasificación de Litofacies

A: DOLOMIAS

Esta litofacies consiste de una secuencia de dolomías con un rango de espesor muy variable, puede presentarse en estratos desde 20cm hasta masivos (mayores a 2m). Su superficie es rugosa de color gris oscuro. En ocasiones se puede distinguir bioturbación con formas irregulares en algunas secciones. Pequeños nódulos evaporíticos reemplazados se presentan como formas redondeadas de 2mm de diámetro de color blanco. Internamente se llegan a presentar fantasmas de organismos, miliólidos y gasterópodos. La dolomita se llega a presentar en grandes cristales ondulantes de dolomita barroca (dolomita enriquecida en sulfatos).

Interpretación. La presencia de miliólidos y gasterópodos asociados con nódulos evaporíticos, sugieren que el depósito de esta litofacies se realizó bajo condiciones de hipersalinidad, en un ambiente somero de elevada evaporación. A pesar de la alta dolomitización los rasgos descritos anteriormente permiten inferir dicho ambiente, donde la dolomitización podría ser causada por reflujo de salmueras. Facies 9 de Wilson.

En esta litofacies se incluyeron todos los intervalos que se presentan completamente dolomitizados, por lo que en algunos esta interpretación podría variar y tomarse el ambiente de las litofacies adyacentes, ésta es la razón de que se presenten en un intervalo tan amplio de espesores. No es el caso más frecuente y de manera general se asocian a la interpretación dada, pero es importante tomar en cuenta esta característica.

B: BRECHAS CARBONATADAS

Esta litofacies se presenta en estratos de 50cm a 1m de espesor aproximadamente. Los litoclastos que la constituyen varían de 1 a 10mm de longitud, son angulosos y presentan mala clasificación. Otros constituyentes son granos envueltos, cuarzo

FIG. 13.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS LITOFACIES

LITOFACIES	AMBIENTE	FÓSILES DOMINANTES	ESTRUCTURAS PRIMARIAS	COMPONENTES PRINCIPALES	SECCIÓN
A	Facies 9 Evaporítico	Miliólidos Gasterópodos	Bioturbación Nódulos Evaporíticos		Avaro Obregón Icaltepec Puente Campuzano Taxco Viejo
B	Facies 8-9 Planicie de Mareas	Algas	Nódulos evaporíticos	Cuarzo detrítico Bioclastos Intraclastos Arcillas	Avaro Obregón Icaltepec
C	Facies 8-9 Planicie de marea	Carpetas de Algas Ostrácodos Miliólidos	Estructuras enterofíticas Laminación ondulante Nódulos evaporíticos Paleocanales Laminación gradada Mudcracks	Bioclastos Peloides Intraclastos	Icaltepec Avaro Obregón Huehuetlán Taxco Viejo
D	Facies 9 Carpetas de algas	Algas Moluscos	Laminación paralela Laminación cruzada Bioturbación Nódulos evaporíticos	Pellets locales Bioclastos	Puente Campuzano
E	Facies 8 Plataforma-interna	Ostrácodos Miliólidos Masas de algas Placas de Equinodermo Moluscos Foraminíferos hialinos	Laminación gradada Laminación cruzada Ligera bioturbación	Peloides Bioclastos Intraclastos Cuarzo detrítico Arcillas	Avaro Obregón Taxco Viejo
F	Facies 8 Plataforma-interna	Miliólidos Ostrácodos Gasterópodos Rudistas Braquiópodos Placas de Equinodermo Algas desycheláceas Toucasillas	Ligera bioturbación	Bioclastos Peloides Intraclastos Cuarzo detrítico Arcillas	Icaltepec Avaro Obregón Puente Campuzano Huehuetlán Tehuacan Taxco Viejo
G	Facies 7 Plataforma-media	Miliólidos Micromoluscos Frag. de equinodermos Ostrácodos Masas de algas	Nódulos de pedestal Bioturbación	Peloides Intraclastos Bioclastos Materia orgánica	Tehuacan Huehuetlán Puente Campuzano Icaltepec
H	Facies 7 Plataforma-media			Pellets locales Cuarzo detrítico Arcillas	Icaltepec
I	Facies 6 Bancos-carbonatados	Fragmentos de: Placas de equinodermo Rudistas Gasterópodos Foram. bentónicos Ostrácodos	Ligera bioturbación	Bioclastos Peloides Oolitas	Avaro Obregón
J	Facies 5 Arrecifal	Frag. de rudistas Oros foram. bentónicos Miliólidos Algas rojas y verde azules Calces ferulidos	Disolución temprana	Bioclastos Peloides	Tehuacan Huehuetlán Puente Campuzano Icaltepec
K	Facies 4 en plataforma tipo rampa	Frag. de moluscos Miliólidos Foram. Bentónicos		Bioclastos cuarzo detrítico	Avaro Obregón
L	Turbiditas proximales en facies 3	Globigerinidos Globobuccinidos Calces ferulidos Fragmentos de: Placas de equinodermo Moluscos Foram. bentónicos	Laminación paralela Laminación gradada Laminación cruzada Estructuras de carga Ligera bioturbación	Bioclastos Peloides Arcillas Intraclastos Litos Cuarzo detrítico	Huehuetlán Avaro Obregón
M	Flejos de -escombros	Fragmentos de: Moluscos Rudistas Placas de equinodermo Foram. planctónicos-completos		Peloides Bioclastos Intraclastos Arcillas	Avaro Obregón Tehuacan Huehuetlán Puente Campuzano
N	Facies 1 pelágica	Calces ferulidos Globigerinidos Radiolarios Frag. de moluscos y placas de equinodermo	Laminación paralela Laminación gradada	Bioclastos Intraclastos Arcillas	Tehuacan Puente Campuzano
O	Tempestitas	Fragmentos de: Rudistas Placas de equinodermo Moluscos Valves de ostrácodos	Bioturbación Estructuras fenestrales	Bioclastos Peloides Arcillas	Avaro Obregón

detrítico, bioclastos e intraclastos en una matriz dolomitizada. Los litoclastos corresponden a fragmentos estromatolíticos con miliólidos incluidos, y fragmentos de roca. Los bioclastos nunca se encuentran en la matriz, sólo en los litoclastos. Nódulos evaporíticos se presentan reemplazados por dolomita. El porcentaje de arcillas varía según el intervalo.

Interpretación. Las características descritas corresponden a un ambiente somero de alta energía. La presencia de estromatolitos fragmentados y nódulos evaporíticos llevan a suponer un ambiente de canales de marea en una planicie de algas en los casos en que se encuentran los fragmentos de estromatolitos, y en otros intervalos corresponden a brechas de colapso en un ambiente evaporítico de elevada disolución en la misma zona de planicie de algas. Las brechas son evidencia de exposición subaérea y/o cambios en el nivel del mar. Generalizando el ambiente se desarrolla en intermarea a supramarea. A pesar de que el ambiente constituye una zona de alta energía el transporte se considera prácticamente nulo, además de que este depósito es de muy pocas dimensiones y su interpretación ambiental está en función del ambiente predominante que lo incluye.

C: BINDSTONES DE ALGAS

Los bindstones de algas son la litofacies predominante, sin embargo es común su intercalación con otras texturas (mudstones, wackestones y lodolitas cuando el aporte de clásticos es mayor). Este depósito se presenta en estratos que van de 30 a 90cm. Los contactos son cambios transicionales hacia la base e irregulares hacia la cima. Son características laminaciones paralelas irregulares y ondulantes formadas por carpetas de algas. Estructuras enterolíticas y nódulos, ambos reemplazados por dolomita, se encuentran de pequeñas dimensiones; otras estructuras menos comunes son: paleocanales, laminación gradada, microestructuras diapíricas y estructuras de desecación ("mudcracks"). Internamente están constituidos de bioclastos, peloides e intraclastos. Los bioclastos se encuentran cubiertos por algas y atrapados por carpetas de ellas; siendo los más comunes fragmentos de valvas de ostrácodos y foraminíferos bentónicos. En algunos horizontes la compactación destruyó la textura original, causando laminaciones asociadas a estilolitas.

Interpretación.- En condiciones de planicie de marea es posible encontrar las características antes descritas, principalmente el desarrollo de estructuras enterolíticas y nódulos evaporíticos; superficies de desecación como evidencias de lixiviación y erosión en la superficie. Las partículas fragmentadas por una corriente de alta energía son entrampadas por carpetas de algas en una zona de energía moderada que permite la estabilización de secuencias estromatolíticas. Las condiciones de

depósito son además hipersalinas y tropicales; inferidas por la presencia de estructuras evaporíticas y miliólidos. El ambiente es característico de una zona de inter y supramarea, desarrollándose raramente en una zona de submarea. Las grietas de desecación son evidencias de exposición subaérea o cambios en el nivel del mar. El incremento de terrígenos puede estar asociado a aporte eólico y/o fluvial, encontrándose restringido a la Formación Chilacachapa.

D: BINDSTONES ALGACEOS CON PELLAS FECALES

Texturalmente está constituida por bindstones de algas con intervalos entre las carpetas, de packstones de bioclastos, su característica principal es la gran abundancia de pellas fecales. Se encuentran ligeramente brechadas y dolomitizadas. Sólo presenta fragmentos de moluscos además de las algas como bioclastos. Las algas dan como estructura laminación paralela; presenta también laminación cruzada, bioturbación y nódulos evaporíticos. La coloración varía con respecto al resto de las litofacies de gris claro casi blanco a blanco con tonos rosados. Su espesor varía de 60cm a 1.5 m.

Interpretación.- La secuencia es muy semejante a la litofacies C por lo que corresponde a un ambiente de carpetas de algas en plataforma interna; la principal diferencia con las litofacies anteriores es que en ésta la actividad orgánica es muy alta, de lo cual se tiene como producto la abundancia de pellas fecales y bioturbación. La energía en el depósito es moderada permitiendo la conservación de las pellas pero formando la laminación cruzada de bajo ángulo.

E: PACKSTONES-WACKESTONES DE PELOIDES Y BIOCLASTOS

Ocurre en capas de 40cm a 1m de espesor intercaladas con secuencias más delgadas de la misma litología (10-30cm). Laminación por cambio de granulometría en contactos abruptos y ondulados es común en esta litofacies, así como laminación gradada y cruzada de bajo ángulo. Internamente se compone de peloides, bioclastos, intraclastos y cuarzo detrítico. Los bioclastos se encuentran generalmente mal conservados (recristalizados, fragmentados y/o micritizados); siendo de los más abundantes a los menos abundantes: valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos, masas de algas cubriendo partículas, placas de equinodermos, fragmentos de moluscos y como organismos característicos de estas facies, foraminíferos de concha hialina (posiblemente globotruncanas). El contenido arcilloso se incrementa hacia los estratos más gruesos, los cuales llegan a presentar bioturbación ligera. La coloración es gris amarillento, dada por el contenido arcilloso.

Interpretación. El tipo de laminación y las partículas completamente fragmentadas indican las condiciones de alta energía del depósito. Considerando que ciertas especies de globotruncana se restringen a latitudes tropicales y/o aguas someras durante el Cretácico Tardío y Medio (Boersma, 1987) se interpreta que el ambiente es de plataforma interna, facies 8 de Wilson; donde el incremento de arcillosidad está dado por la influencia continental.

F: PACKSTONES-GRAINSTONES DE BIOCLASTOS Y PELOIDES

Esta facies comprende una secuencia de estratos que van de 40-80cm de espesor. Internamente están constituidas por bioclastos, peloides, intraclastos, cuarzo detrítico. La micritización es fuerte, afecta a todas las partículas y en ocasiones se llega a presentar como pseudomatriz. El cementante se llega a encontrar como cemento vadoso y/o sintaxial. Los bioclastos presentes son foraminíferos bentónicos (principalmente miliólidos), valvas de ostrácodos, gasterópodos, rudistas, braquiópodos, placas de equinodermos y masas de algas de tipo dasycladaceas que se encuentran comúnmente cubriendo los bordes de otros bioclastos; todos los bioclastos se encuentran siempre en pequeños fragmentos. El porcentaje de arcillas es bajo en esta facies. La bioturbación no es frecuente pero puede llegar a encontrarse en algunos horizontes. Las estilolitas se desarrollan poco en esta litofacies. La secuencia hasta ahora descrita se encuentra intercalada generalmente con bancos de toucásidos en horizontes delgados.

Interpretación. Por la asociación de partículas, el grado de retrabajo de éstas y la presencia de cementante vadoso se puede considerar que las condiciones del depósito fueron de energía moderada y relativamente somera en una facies 8, donde los intervalos de toucásidos corresponden a pequeños bancos orgánicos dentro de plataforma que se desarrollan en periodos de menor energía del medio.

G: PACKSTONES DE FORAMINIFEROS BENTONICOS

Texturalmente se encuentran compuestos de packstones que presentan una coloración variable, de gris claro a gris oscuro. Se encuentran en estratos de espesores que van de 30cm a más de 2m, siendo más común encontrarlos de un promedio de 90cm. En esta litofacies los organismos son abundantes, principalmente los miliólidos de por lo menos 2 especies, otros foraminíferos bentónicos, micromoluscos, fragmentos de equinodermos, ostrácodos, masas de algas. Los bioclastos se encuentran cubiertos en sus bordes por algas (micritizados) y poco fragmentados. Peloides e intraclastos son otro tipo de partículas que se presentan en la fábrica de la roca. Se pueden observar pseudoestructuras de carga dadas por la coloración de la roca; nódulos de pedernal de origen diagenético, y bioturbación. Presenta un

muy bajo porcentaje de arcillas y en algunas muestras se puede observar materia orgánica.

Interpretación.- La abundancia de organismos y su buen estado de conservación no puede haberse dado en otras condiciones que las que se encuentran en plataforma media, esto es, la facies 7 del modelo de Wilson. Aunque en esta facies no es común encontrar este tipo de texturas, lo que está sucediendo es que el alto contenido de peloides no está dado por las condiciones de energía del depósito, más bien son producto de acción orgánica, típica de dicho ambiente.

H: MUDSTONES DE PELLAS FECALES

Corresponde a horizontes delgados de mudstones de pellas fecales muy arcillosos. Se encuentran en estratos de 50cm. Las partículas que lo constituyen son pellas fecales, cuarzo detrítico y arcillas en una pseudomatriz micrítica dolomitizada. El alto contenido de arcillas le da una coloración amarilla.

Interpretación.- A pesar de no encontrarse bioclastos, el alto contenido de pellas fecales indica una alta actividad orgánica; la preservación de ellas implica las condiciones de tranquilidad en el depósito, de estas 2 características se considera que el ambiente es de plataforma media, facies 7. A diferencia de la litofacies D, la H no presenta crecimientos algáceos, su contenido de pellas fecales es mucho mayor y no se observan estructuras.

I: LITOFACIES DE GRAINSTONES DE BANCO

Texturalmente consiste de grainstones de bioclastos, peloides y oolitas. Los bioclastos se encuentran completamente fragmentados (placas de equinodermos, rudistas, gasterópodos, foraminíferos bentónicos, ostrácodos). Es una secuencia lavada (con muy bajo contenido de matriz) donde las partículas se unen por cementante carbonatado. Bioturbación ligera es la única estructura primaria que se observa. Los estratos son de un espesor muy constante (aproximadamente 50cm).

Interpretación. El tipo de partículas indica una alta energía del depósito, son sedimentos típicos de bancos de arenas carbonatadas (facies 6 de Wilson) en los que no existe abundancia de organismos. Los oolitos se forman donde existen fuertes corrientes de fondo, típicamente en áreas donde se forman barras de marea o deltas de marea.

J: LITOFACIES DE PACKSTONES CON FRAGMENTOS DE RUDISTAS

Esta litofacies está constituida por packstones de bioclastos y peloides. Los bioclastos son los principales componentes, son abundantes los fragmentos de rudistas y es común encontrar completos: miliólidos, otros foraminíferos bentónicos, algas rojas y verde-azules; las algas verde-azules generalmente en masas o cubriendo los bordes de otras partículas. Como estructuras primarias sólo presenta disolución temprana. Se encuentran en estratos de 50-100 cm de espesor, de color gris claro.

Interpretación.- Ambientalmente se clasifica como una facies 5 de Wilson, que corresponde a un ambiente arrecifal. Por el tipo de fábrica y estado de las partículas correspondería a la zona postarrecifal de alta energía. Durante la sedimentación se tienen periodos de exposición subaérea característicos de este ambiente. Aunque texturalmente corresponde a condiciones arrecifales, no es precisamente un crecimiento orgánico de grandes dimensiones, sino pequeños bancos hacia el borde de la plataforma que no llegaron a estabilizarse por completo y que al ser retrabajados en periodos de alta energía dan como producto esta litofacies.

K: INTERDIGITACION DE WACKESTONES-PACKSTONES DE BIOCLASTOS CON CALCLITITAS

Esta litofacies se presenta en un pequeño intervalo de 10m, consiste de una intercalación de estratos delgados (5-10cm de espesor) muy arcillo-arenosos y estratos más gruesos (30-60cm) carbonatados. La parte arcillo-arenosa presenta algunos calciesferúlidos, fragmentos de moluscos, miliólidos completos y algunos otros foraminíferos bentónicos fragmentados; presenta también cuarzo detrítico. Los estratos carbonatados no presentan organismos de cuenca ni cuarzo detrítico, el resto de la fauna es común en ambos; en estos se llega a presentar laminación gradada.

Interpretación. Ambas litologías descritas corresponden a unas facies 4 de Wilson, la secuencia más arcillosa está dada por la influencia de sedimentos de cuenca en una plataforma de rampa, posiblemente asociada al inicio de un período de inestabilidad tectónica que provocó estas interdigitaciones.

L: WACKESTONES ARCILLOSOS Y CALCLITITAS

Esta litofacies consiste de wackestones de bioclastos y peloides muy arcillosos. Los organismos de cuenca se encuentran bien conservados (globigerínidos, globotruncánidos, calciesferúlidos), mientras que los de plataforma sólo se encuentran en pequeños fragmentos (placas de equinodermos, moluscos, algunos foraminíferos bentónicos). El porcentaje de arcillas es variable, intercalándose intervalos con muy alto contenido de

arcillas, con otros de menor contenido. Peloides, intraclastos, líticos sedimentarios y ocasionalmente cuarzo detrítico son los componentes principales. Las estructuras primarias que se presentan son laminación paralela, laminación gradada, laminación cruzada y estructuras de carga, algunos intervalos presentan bioturbación ligera. Los espesores de los estratos nunca son mayores a los 30cm. Otros intervalos corresponden a calclititas con partículas del tamaño de limo hasta arena gruesa en espesores muy delgados (10cm).

Interpretación. Esta litofacies corresponde al inicio de una sedimentación terrígena causada por corrientes de turbidez depositadas en un ambiente de cuenca carbonatada. Por estas características se considera a este intervalo como el límite entre la sedimentación carbonatada y la sedimentación clástica. Estas características corresponden a una facies 3 de Wilson.

M: PACKSTONES Y CALCLITITAS

Texturalmente consiste de packstones y/o calclititas de fragmentos de moluscos, rudistas y placas de equinodermos, presentan una mala clasificación, con tamaños desde limo hasta arena gruesa. Se encuentran peloides, bioclastos e intraclastos en porcentajes muy bajos. El incremento de arcillas es notorio, lo que le da una coloración parda clara a la roca. Ocasionalmente se encuentran organismos planctónicos en la roca, incluidos en la matriz.

Interpretación.- La textura de la roca puede interpretarse como una secuencia prearrecifal por la gran abundancia de fragmentos grandes de rudistas, moluscos y equinodermos; sin embargo, su relación con la secuencia sedimentaria en las zonas que fue medida no concuerda con dicho ambiente. Esta litofacies es generalmente un horizonte delgado que rompe con la sedimentación de plataforma e inicia las condiciones de cuenca, es claramente un intervalo de alta energía que podría asociarse a algún cambio en las condiciones tectónicas de la cuenca, constituyendo un horizonte clave de extensión regional. Sus características de depósito son difíciles de determinar, debido a que generalmente ponen en contacto dos ambientes extremos, plataforma somera con cuenca.

N: LITOFACIES DE PACKSTONES-WACKESTONES ARCILLOSOS CON RADIOLARIOS

Consiste texturalmente de packstones de bioclastos. Los bioclastos son principalmente organismos de cuenca bien conservados: calciesférulas, globigerínidos, y como característica de esta litofacies aparecen radiolarios; los organismos de plataforma son poco abundantes y se presentan en

fragmentos muy pequeños (placas de equinodermos y moluscos). Las estructuras comunes son laminación paralela y laminación gradada. Otro tipo de partículas abundantes son los intraclastos que se sostienen junto con los bioclastos en una matriz micrítico-arcillosa. El espesor de los estratos nunca sobrepasa los 20cm.

Interpretación. El tipo de organismos y el porcentaje de arcillas indican profundidades de cuenca, las condiciones son de baja energía con una sedimentación pelágica (facies 1 de Wilson).

N: TEMPESTITAS

Texturalmente es un intervalo de packstones-grainstones mal clasificados. Generalmente esta facies representa un cambio fuerte en las condiciones de depósito y por tanto en litología. Conforman la fábrica, partículas que van desde tamaños de limo a arena gruesa. Se presentan en estratos delgados de 50 cm aproximadamente. Presentan bioturbación ligera hacia la cima de los estratos y en algunos intervalos se desarrollan estructuras fenestrales. Los componentes principales de la roca son abundantes fragmentos de rudistas, peloides, placas de equinodermo, fragmentos de moluscos no identificados y valvas de ostrácodos. Los componentes aparentan un retrabajo fuerte presentándose muy redondeados y fragmentados; sin embargo, la clasificación no indica un transporte largo. Las partículas se encuentran generalmente cementadas con un contenido de matriz calcárea muy bajo. El contenido arcilloso se incrementa en estas litofacies.

Interpretación. La asociación de organismos, la relación textural y el tamaño de las partículas son características de condiciones de alta energía. Condiciones que rompen un patrón de depósito bien diferenciado en las secuencias anteriores, presentándose en forma aleatoria y sin una relación ambiental y textural directa con los intervalos subyacentes o sobreyacentes. Los depósitos causados por tormentas son eventos aleatorios que dan origen al tipo de depósito descrito y que se conocen como tempestitas. El incremento en arcillosidad en este ambiente representa el depósito de material fino que fué suspendido en el tirante de agua durante una tormenta (Kreisa, 1981).

Las siguientes figuras corresponden a las columnas sintéticas de las secciones medidas, las diferentes litofacies que fueron explicadas anteriormente se presentan de manera gráfica de acuerdo a las columnas estratigráficas medidas (Figs. 14 a 19).

					LITOFACIES	FACIES	AMBIENTE	No.
ESPEL	3MM	4MM	6MM	8MM	PACKSTONES-GRAINSTONES DE BIOCLASTOS Y PELOIDES	8	PLATAFORMA INTERNA	F
					PACKSTONES DE FORAMINIFEROS BENTONICOS	7	PLATAFORMA MEDIA	G
					DOLONIAS	9	EUAPORITICO EN PLATAFORMA INTERNA	A
					PKS. DE FORAM. BENTONICOS	7	PLATAFORMA MEDIA	G
					PKS.-MKS. DE BIOCLASTOS Y PELOIDES	8	PLATAFORMA INTERNA	F
					PACKSTONES CON FRAGMENTOS DE RUDISTAS	5	CRECIMIENTOS ORGANICOS EN PLATAFORMA INTERNA	J
					PACKSTONES-GRAINSTONES DE BIOCLASTOS Y PELOIDES	8	PLATAFORMA INTERNA	F
					DOLONIAS	9	EUAPORITICO EN PLATAFORMA INTERNA	A
					PACKSTONES CON FRAGMENTOS DE RUDISTAS	5	CRECIMIENTOS ORGANICOS EN PLATAFORMA INTERNA	J
					PACKSTONES-GRAINSTONES DE BIOCLASTOS Y PELOIDES	8	PLATAFORMA INTERNA	F
					BINDSTONES DE ALGAS CON ABUNDANTES FECALES FECALES	9	EUAPORITICO EN PLATAFORMA INTERNA	C
					MUDSTONES DE PELAS FECALES	7	PLATAFORMA MEDIA	D
					BINDSTONES DE ALGAS	9	EUAPORITICO EN PLATAFORMA INTERNA	C
					DOLONIAS	9	EUAPORITICO EN PLATAFORMA INTERNA	A
					BINDSTONES DE ALGAS	9	EUAPORITICO	C
					BRECHAS CARBONATADAS	9	EUAPORITICO	D
					DOLONIAS	9	EUAPORITICO	A

FIG. 14.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA SINтетICA DE LA SECCION ICATEPEC

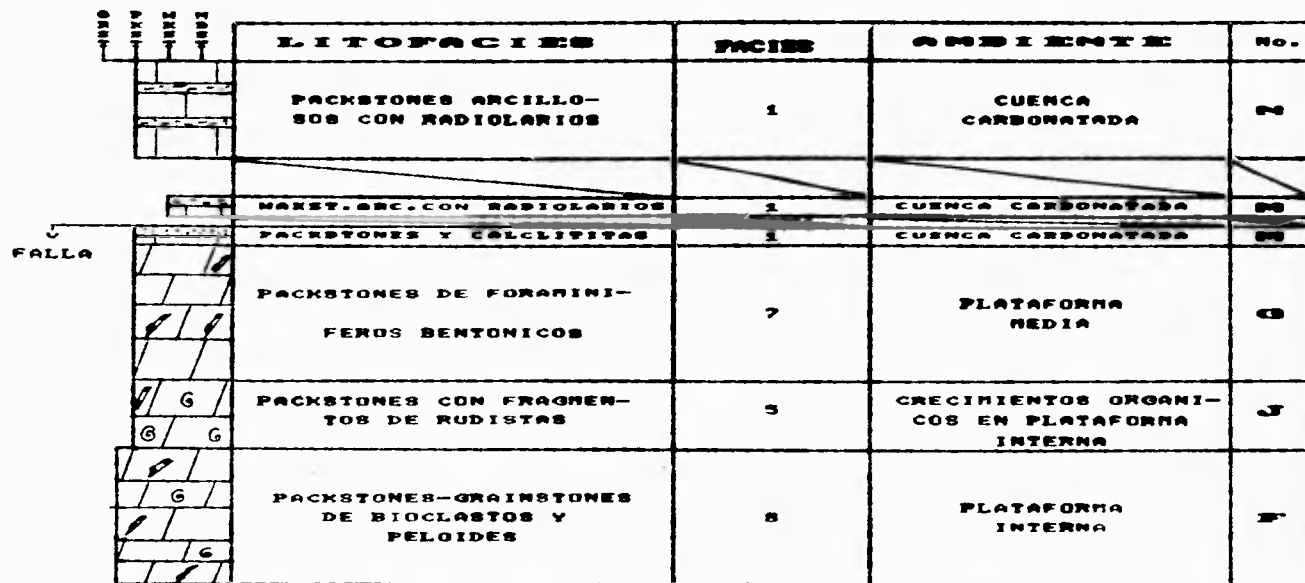


FIG.15.-COLUMNA ESTRATIGRAFICA SINTETICA DE LA SECCION TENUZIAPA

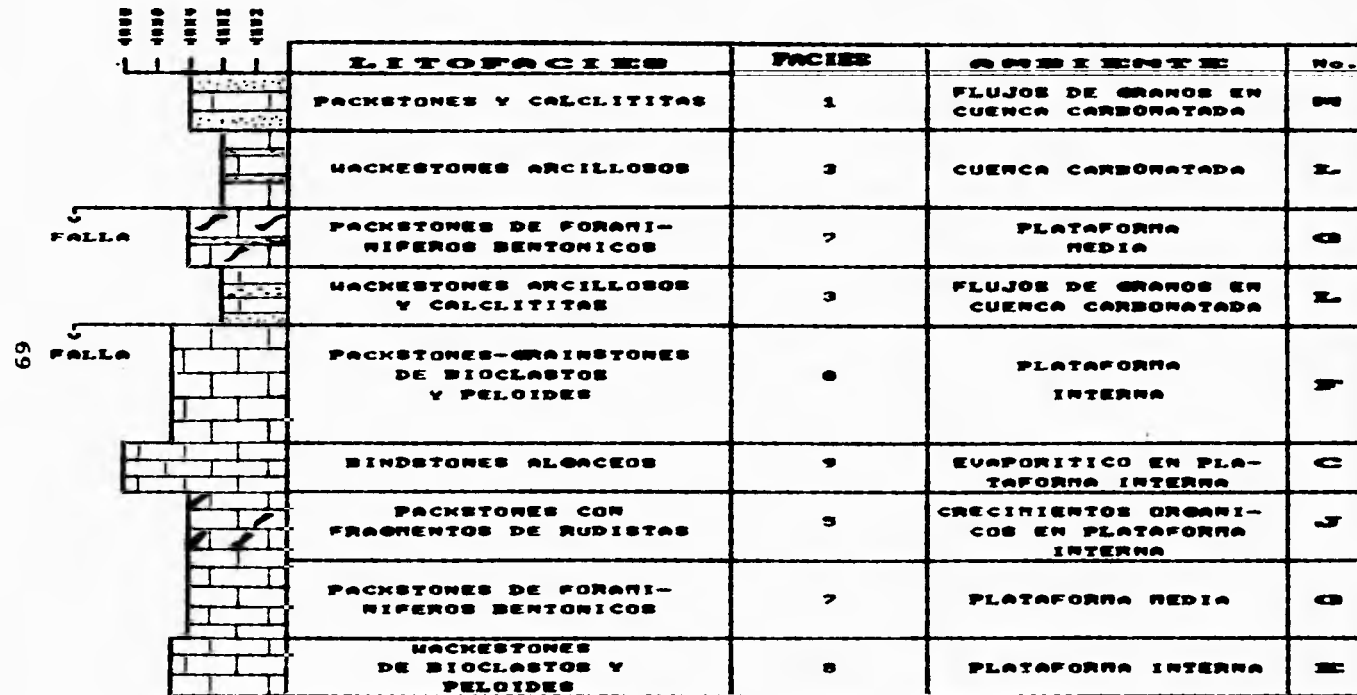


FIG. 16.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA SINTETICA DE LA SECCION MUMENKTLA

	LITOFACIES	FACIES	AMBIENTE	No.
	BINDSTONES DE ALGAS DOLONIAS	9	PLANICIE DE MAREA EN AMBIENTE EVAPORITICO	C
	LODOLITAS DOLONITIZADAS	PLATAFORMA INTERNA	TERRAZAS LAGUNARES EN PLATAFORMA INTERNA	
	BINDSTONES DE ALGAS	9	PLANICIE DE MAREA EN AMBIENTE EVAPORITICO	C
	MACKS. Y PACKS. DE BIOCS.	8	PLATAFORMA INTERNA	E
	MUDS. MACKS. ARCILLOSOS	9	EVAPORITICO	C
	BINDSTONES DE ALGAS	9	PLANICIE DE MAREAS EN AMBIENTE EVAPORITICO	
	BINDSTONES DE ALGAS	9	EVAPORITICO	C
	GRAINS.-PACKS. DE PELOIDES	8	PLATAFORMA INTERNA	F
	CALIZAS ARCILLOSAS	8	PLATAFORMA INTERNA CON APORTE CLASTICO	E

FIG. 17.— COLUMNA ESTRATIGRAFICA SINTETICA DE LA SECCION TAUCCO VIEJO

71

LITOFACIES	FACIES	AMBIENTE	No.
PACKSTONES ARCILLOSOS CON RADIOLARIOS	1	CUENCA CARBONATADA	1
GRAINSTONES Y CALCLITITAS	1	CUENCA CARBONATADA	2
PACKSTONES ARCILLOSOS CON RADIOLARIOS	1	CUENCA CARBONATADA	3
PES. Y CALCLITITAS	1	CUENCA CARBONATADA	4
PACKSTONES-GRAINSTONES DE BIOCLASTOS Y PELOIDES	8	PLATAFORMA INTERNA	5
PACKSTONES CON FRAGMENTOS DE RUDISTAS	5	CRECIMIENTOS ORGANICOS EN PLATAFORMA INTERNA	6
PACKSTONES-GRAINSTONES DE BIOCLASTOS Y PELOIDES	8	PLATAFORMA INTERNA	7
PACKSTONES-MACKESTONES DE PELOIDES Y BIOCLASTOS	8	PLATAFORMA INTERNA	8
DOLONIAS	9	EVAPORITICO EN PLATAFORMA INTERNA	9
PACKSTONES CON FRAGMENTOS DE RUDISTAS	5	CRECIMIENTOS ORGANICOS EN PLATAFORMA INTERNA	10
PACKSTONES DE FORANI-NIVROS BENTONICOS	7	PLATAFORMA MEDIA	11
PACKSTONES CON FRAGMENTOS DE RUDISTAS	5	CRECIMIENTOS ORGANICOS EN PLATAFORMA INTERNA	12
PES.-GRS. DE BIOC. Y PEL.	8	PLATAFORMA INTERNA	13
DOLONIAS	9	EVAPORITICO EN PLATAFORMA INTERNA	14
BINDSTONES DE ALGAS CON ABUNDANTES PELAS FECALES	9	FACIES DE CARPETAS DE ALGAS EN CONDICIONES EVAPORITICAS	15

FIG. 18.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA SINTETICA DE LA SECCION FUENTE CAMPESANO

FIG. 19.-COLUMNA ESTRATIGRAFICA SINTETICA DE LA SECCION ALVARO ORRISON

LITOFACIES	FACIES	AMBIENTE	No.
WACKESTONES ARCILLOSOS	3	CUENCA CARBONATADA	L
WACKESTONES-PACKSTONES ARCILLOSOS INTERDIGITADOS CON CALCLITITAS	4	PIE DE TALUD	M
PACKSTONES Y CALCLITITAS	1	CUENCA CARBONATADA	PA
WACKESTONES-PACKSTONES ARCILLOSOS Y CALCLITITAS	4	PIE DE TALUD	M
GRAINSTONES OOLITICOS	6	BANCO OOLITICO	I
MS-PMS ARCILLOSOS INTERD.	4	PIE DE TALUD	M
FALLA 7			
DOLONIAS	9	EUAPORITICO EN PLATAFORMA INTERNA	A
BINDSTONES DE ALGAS	9	EUAPORITICO EN PLATAFORMA INTERNA	C
PACKSTONES-GRAINSTONES DE BIOCLASTOS Y PELOIDES	8	PLATAFORMA INTERNA	F
BRECHAS CARBONATADAS	9	EUAPORITICO	B
PACKSTONES-GRAINSTONES DE BIOCLASTOS Y PELOIDES	8	PLATAFORMA INTERNA	F
BINDSTONES DE ALGAS	9	EUAPORITICO	C
TEMPESTITAS	-	DEPOSITOS POR TORRENTAS	N
PACKSTONES-GRAINSTONES DE BIOCLASTOS Y PELOIDES	8	PLATAFORMA INTERNA	F
BRECHAS CARBONATADAS	9	EUAPORITICO	B
BINDSTONES DE ALGAS	9	EUAPORITICO	C
PMS-PMS DE BIOCL. Y PELOID.	8	PLATAFORMA INTERNA	F
DOLONIAS	9	EUAPORITICO	A
PACKSTONES-WACKESTONES DE PELOIDES Y BIOCLASTOS	8	PLATAFORMA INTERNA	FC
BRECHAS CARBONATADAS	9	EUAPORITICO	B
DOLONIAS	9	EUAPORITICO	A

IV.2.- Correlación paleoambiental

Uno de los objetivos primordiales de levantar estas secciones estratigráficas es, a partir de ellas, obtener el ambiente de depósito que representan. Al correlacionar las secciones se pretende elaborar un modelo que permita establecer la distribución lateral y vertical de facies como se puede observar en las figuras 20 y 21.

Las secciones estratigráficas que hasta el momento han sido descritas, fueron medidas en bloques estructurales distintos; esto es, que la zona estructuralmente se encuentra cabalgada y que las secciones se encuentran en dos bloques tectónicos diferentes como se puede observar en el plano anexo, así las secciones Alvaro Obregón y Puente Campuzano se correlacionarán por encontrarse en el bloque estructural I (bloque inferior o cabalgado), y las secciones Huahuaxtla, Icatepec, Tehuiziapa y Taxco Viejo se correlacionarán en otra secuencia que corresponde al bloque cabalgante o bloque superior.

Es necesario mencionar que no se realizó un análisis estructural adecuado para poder determinar el acortamiento o desplazamiento estructural entre ambos bloques, sin embargo, el reconocimiento de campo permitió definir parte de las zonas cabalgadas que aquí se mencionan para establecer una mejor correlación de las secciones.

Correlación en bloque I (cabalgado):

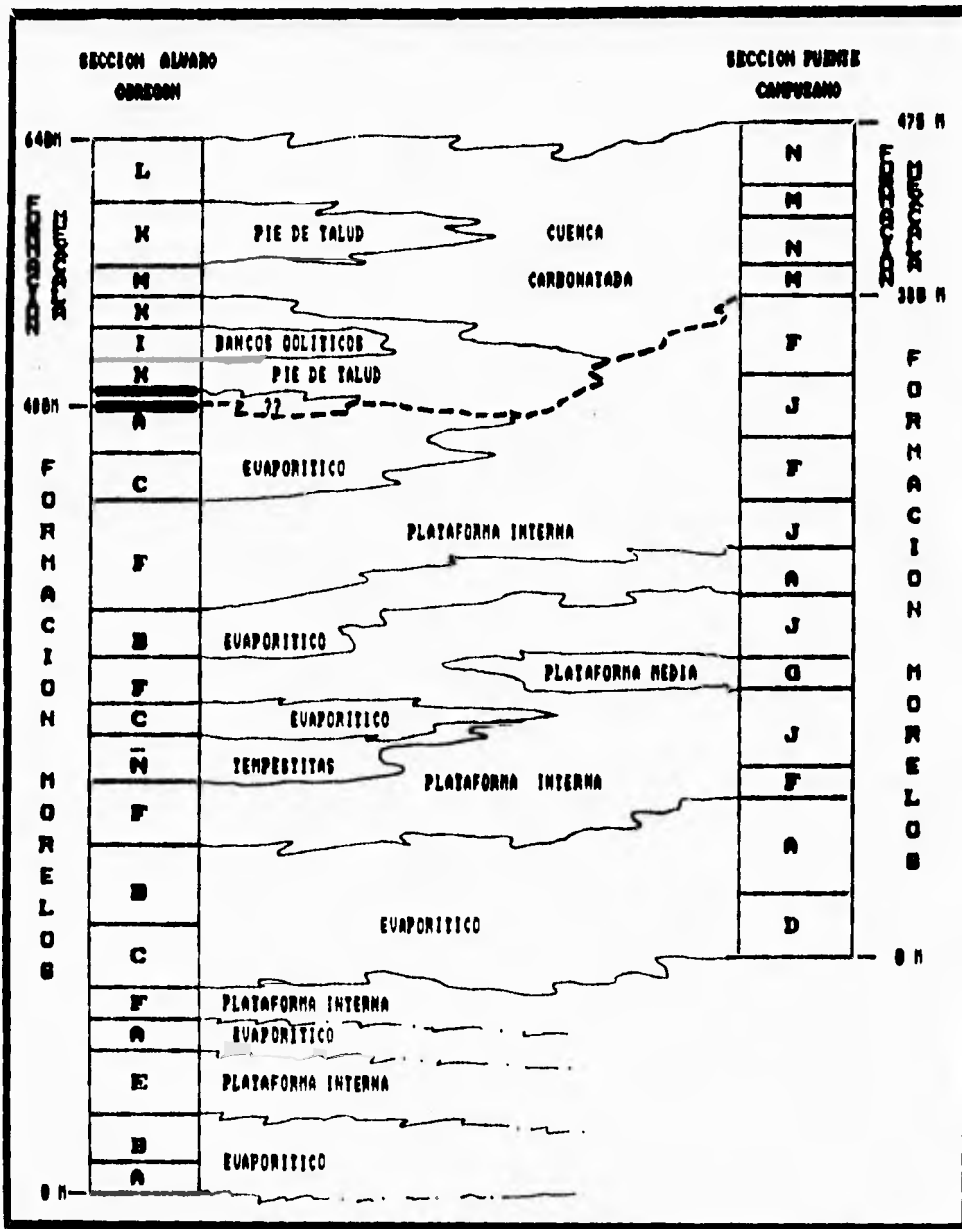
En este nivel se midieron las secciones Alvaro Obregón y Puente Campuzano descritas de manera individual anteriormente.

En la correlación de las secciones Alvaro Obregón (AO) y Puente Campuzano (PC) se puede observar (Fig. 20), que la presencia de las facies evaporíticas es más frecuente en la sección AO, apareciendo como una secuencia rítmica típica en los ambientes de plataforma, mientras que en la sección PC sólo aparece en la base y un pequeño intervalo en la parte media. A pesar de que no fue posible medir la sección PC hacia la base, su correlación con la secuencia de AO permite inferir que las condiciones de depósito fueron muy semejantes, tomándose además como nivel de correlación la zona donde el aumento de terrígenos y fauna plactónica se hace muy notable (contacto entre las Formaciones Morelos y Mexcala).

Las litofacies A, B, C y D constituyen el mismo ambiente evaporítico, donde las variaciones texturales que presentan se consideran como subfacies, que sólo implican cambios en el proceso de sedimentación.

Las litofacies de plataforma interna (J y F) se intercalan en la secuencia anterior de forma rítmica en ambas secciones siendo de espesores más potentes en la sección PC.

La litofacies G de plataforma media, es una secuencia muy restringida que aparece esporádicamente interdigitándose con los depósitos de plataforma interna; asociada posiblemente a períodos transgresivos de pequeña escala. Esta litofacies sólo aparece en la parte media de la sección PC y se acuña hacia el suroeste de



TESIS PROFESIONAL
CORRELACION DE LITOFACIES
EN EL BLOQUE TECTONICO I
FIG. 20 1995 Gpe. Hernández

la zona sin llegar a extenderse hasta el área de la sección AO.

La litofacies K de pie de talud en la sección AO no tiene correlación similar con la columna de PC. Estos depósitos que corresponden ya al inicio de la Formación Mexcala se acuñan hacia la zona de PC en espesores delgados.

Existe un intervalo hacia la cima de la secuencia AO (litofacies I) que parece romper con el modelo de una facies de pie de talud. Este intervalo es muy importante ya que es el indicador de que el modelo paleoambiental corresponde a una plataforma carbonatada de tipo rampa, donde no es raro encontrar cambios transicionales entre facies 6 y facies 4 de pie de talud, ya que no se encuentra desarrollada una barrera que impida que facies de cuenca y facies de plataforma se encuentren en contacto.

En la sección AO no fue posible medir un intervalo de la transición de la Formación Morelos a Mexcala debido a una discontinuidad estructural, sin embargo, por las características de esta transición en el resto de las secciones medidas y particularmente dentro del bloque 1 en la sección PC, dicho cambio no parece ser una secuencia típica de transición normal, más bien el cambio se observa brusco, pasando de una secuencia de plataforma interna y ambiente evaporítico a una cuenca carbonatada con interdigitaciones de ambiente de pie de talud (litofacies L, M y N).

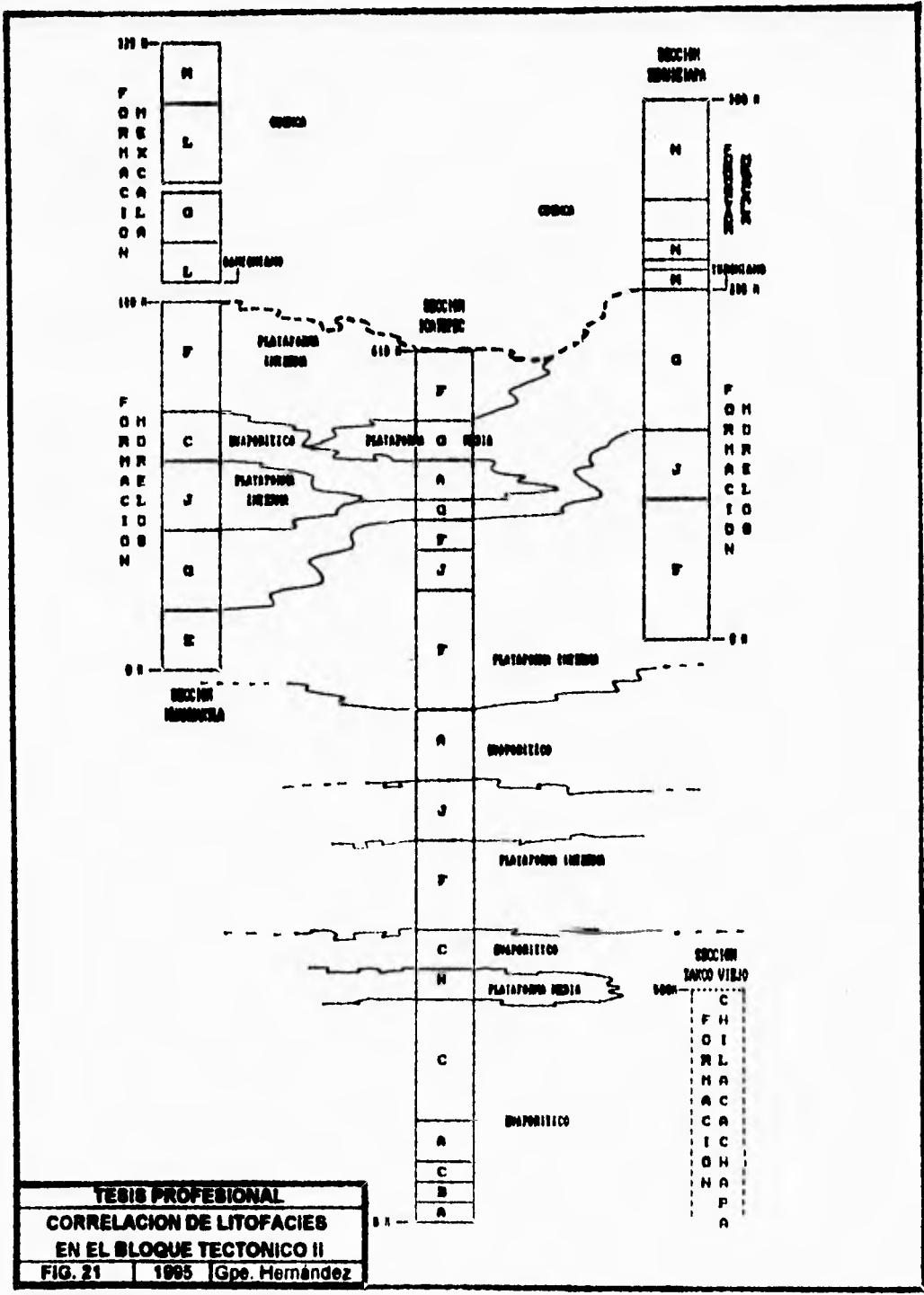
Correlación en bloque 2 (cabalgante):

En este nivel se midieron las secciones Huahuaxtla, Icatepec, Tehuiziapa y Taxco Viejo que abarcan desde la Formación Chilacachapa, Morelos y parte de la Mexcala. Como se puede ver en la figura 21, aproximadamente 200m entre las tres primeras son correlacionables.

Hacia la base de la secuencia las condiciones que predominan son de una plataforma muy somera, ambiente evaporítico con potentes espesores de facies de carpetas de algas que se presentan casi en la totalidad de la sección Taxco Viejo y pueden correlacionarse con la base de la sección Icatepec (litofacies A, B y C). Hacia la parte superior sólo se correlacionan tres secciones ya donde se presentan cambios de plataforma interna, seguidos por un período transgresivo de plataforma media (litofacies G), reestableciéndose las condiciones a plataforma interna hacia el poniente en la sección Huahuaxtla e Icatepec, mientras que en Tehuiziapa las condiciones de plataforma media continuaron hasta el Turoniano donde las condiciones de sedimentación carbonatada cambiaron a sedimentación terrígena.

La secuencia a partir del Turoniano son principalmente depósitos de cuenca (litofacies L, M y N).

Es importante hacer notar que a pesar de que la secuencia terrígena de la sección Huahuaxtla es muy similar ambientalmente la sección Tehuiziapa las dataciones realizadas indican que la parte de Huahuaxtla es más joven (Santoniano) que la secuencia de Tehuiziapa (Turoniano), lo cual implica que el depósito del



Turoniano fue desplazado (como se observó en campo, por la presencia de una falla) dentro de la secuencia de Huahuaxtla. Así se puede inferir que a partir del Turoniano las condiciones de la cuenca son muy similares hasta el Santoniano y como se ha expuesto en otros trabajos hasta Maastrichtiano.

La fauna con la cual se realizaron las dataciones es la siguiente. En la sección Huahuaxtla (Santoniano para la parte terrígena) Heterohelix sp., Hedbergella sp., Leoblichella sp., Whiteinella sp., Calciesphaerula innominata; para la sección Tehuiziapa (Turoniano), Whiteinella sp., Leoblichella sp., Whiteinella baltica, Heterohelix sp., Erustela sp., Hedbergella delrioensis y Whiteinella paradubia.

Al igual que en el bloque I, la plataforma es transgredida por la cuenca, siendo esta última un depósito de mayor plasticidad que dificulta su medición, por lo cual no fue posible continuar la secuencia.

IV.3.- Modelo Evolutivo

Bloque I

Desafortunadamente la secuencia carbonatada no cuenta con organismos que puedan ser datados con precisión, por lo cual se le asigna la edad dada por Fries, 1960; De Cserna *et al.*, 1980; Ontiveros Tarango, 1973 (Albiano-Cenomaniano).

Así, durante el Albiano-Cenomaniano el ambiente desarrollado se adapta a las condiciones de una plataforma de tipo rampa cuyas características consisten de secuencias muy someras hacia la parte inferior, zonas de carpetas de algas con intervalos intercalados de alta y baja actividad orgánica, así como cambios en la energía del depósito que hacen las principales diferencias entre facies. Existe desarrollo de pequeños crecimientos orgánicos asociados a períodos de estabilidad en las condiciones de la plataforma.

Un pequeño intervalo de condiciones de muy alta energía rompe con el patrón anterior indicando un evento aleatorio asociado a depósitos de tormenta, presentándose únicamente hacia la parte suroccidental de la zona.

Para el Turoniano se desarrolla un cambio a condiciones de sedimentación terrígena donde la plataforma fue transgredida por depósitos de cuenca, principalmente flujos de turbidez y depósitos de pie de talud hacia la zona suroccidental. En esta misma zona se desarrollan bancos oolíticos intercalados entre los depósitos de pie de talud, esto es común en las plataformas de tipo rampa.

Bloque II

Las condiciones ambientales que se desarrollan tan semejantes al bloque I, pueden ser indicio de que el transporte tectónico no fue de grandes dimensiones, o bien de que en la topografía original del basamento existieron altos y bajos donde se desarrollaron ambientes de plataforma bajo condiciones muy similares.

En este bloque las condiciones de sedimentación durante el Albiano-Cenomaniano son predominantemente secuencias de plataforma interna con cambios a zonas de Sabkha "sensu stricto", a diferencia de las condiciones en el bloque I, aquí se encuentra bien desarrollada la plataforma media, transgrediendo de oriente a poniente, con regresión posterior de poniente a oriente.

Para el Turoniano las condiciones de depósito de la Formación Mexcala son más profundas, pero faltando la secuencia de pie de talud; de esto no se puede inferir que no se haya desarrollado el talud ya que una parte de la secuencia de Huahuaxtla ha sido cortada por una falla en donde podrían haberse encontrado dichos depósitos.

Para ambos bloques se ha observado un cambio brusco de la secuencia de plataforma carbonatada a una secuencia terrígena,

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

durante el límite Cretácico Medio-Cretácico Superior, este intervalo se vuelve un punto de interés a estudiar para conocer con precisión lo ocurrido durante este período.

Hasta el momento con los resultados obtenidos sólo se manejan los siguientes modelos teóricos para explicar el cambio brusco que existe entre la secuencia de plataforma somera a cuenca:

1.- Durante este período hubo una etapa de fuerte actividad tectónica que provoca, ya sea:

a).- El hundimiento de plataformas con sedimentación carbonatada. Este fenómeno ha sido reportado en varias cuencas del mundo para este tiempo. Schlager (1981) le da la denominación de "Plataformas Ahogadas"; y de acuerdo con este autor ocurre con los cambios del nivel del mar (causados por movimientos tectónicos) que sobrepasan las zonas de acumulación de carbonatos y llegan a sumergirlos bajo la zona afótica (Schlager, 1981; en: Erlich, 1990).

El intervalo que marca el cambio está constituido por rudstones de fragmentos de rudistas y equinodermos, como una característica regional. La cualidad de este intervalo de transición es que éste se asemeja a un depósito de plataforma marina abierta (Rudloph y Lehmann, 1989 en: Erlich, 1990).

Sin tratar de adoptar esta teoría, solo se hace notar que para las secciones medidas en la región de Iguala el intervalo de transición es muy similar al descrito por los autores citados anteriormente.

Dentro de las secciones se puede observar la penetración brusca de fauna pelágica dentro de la plataforma carbonatada, en el límite Cenomaniano-Turoniano. Esta característica ha sido presentada en muchas zonas del mundo para este mismo intervalo de tiempo (Jenkyns, 1991).

b).- Mayor aporte de sedimentos que provocan una rápida transgresión. Centeno et al. (1993) proponen que durante el Coniaciano, los arcos alineados al suroccidente de México, fueron acrecionados derivando sedimentos que fueron cubriendo México central.

Considerando este punto de vista se puede explicar la presencia de material volcánico en el intervalo de transición.

2.- Otro modelo propuesto por González-Pacheco (1988) y Barceló (1989) es que dicho cambio en las condiciones de sedimentación fueron causados por tormentas. Los depósitos de tormenta han sido también reportados en varias cuencas del mundo, con características sedimentarias muy similares a las que se presentan por cambios en profundidad (Kreisa, 1981), lo cual hace difícil diferenciarlos. Sin embargo, las características petrográficas que se han reportado para las tormentitas (depósitos de tormenta) son muy semejantes a las que se han analizado en algunos intervalos del presente trabajo, no obstante para el intervalo de transición, se considera que no son los mismos ya que las condiciones de plataforma somera no vuelven a

regenerarse como es común en los depósitos de tormenta, sino que evolucionan a una cuenca profunda.

3.- La tercera posibilidad para explicar dicho cambio en la sedimentación puede ser de tipo estructural, donde la secuencia terrígena pudo haber sufrido un corrimiento sobre los carbonatos. Dicho corrimiento no sería de grandes dimensiones, sin embargo, existen ciertas características en la zona que pueden corroborar esta posibilidad:

a).- El contacto entre las rocas carbonatadas y la secuencia terrígena, se encuentra fuertemente recrystalizado.

b).- El fracturamiento y la deformación se acentúan en esta zona de transición formando zonas de debilidad.

c).- La secuencia superior terrígena, a pesar de ser muy similar entre las secciones, donde pudo ser datada con mayor detalle presentó cambios en edad, a pesar de encontrarse en secciones bastante cercanas, lo que implica la ausencia de un intervalo que difícilmente por sus características puede implicar ausencia estratigráfica (secciones Tehuiziapa y Huahuaxtla).

d).- Existen intervalos dentro de la secuencia terrígena que presentan litoclastos de cuenca y plataforma en una matriz arcillo-carbonatada, esto significa que el intervalo corresponde a una sedimentación posterior al depósito de ambos ambientes, y que esta secuencia se encuentra sobreyaciendo a los sedimentos carbonatados por causas estructurales.

Por lo antes expuesto existen en el área de estudio mayores evidencias para considerar que la transición entre las Formaciones Morelos y Mexcala está dada por una discontinuidad estructural asociada a la deformación que provocó las cabalgaduras que afectan la zona.

V.- DIAGENESIS

El análisis diagenético de la región se llevó a cabo con el estudio paragenético de 350 láminas delgadas. La finalidad de este análisis es obtener un nuevo parámetro para evaluar las posibilidades petroleras de la zona, además de evidenciar características de sedimentación y actividad tectónica dentro de la misma.

Diagénesis.- Se entiende como diagénesis a todos aquellos cambios físicos, químicos y biológicos que suceden en un depósito desde su acumulación original hasta el comienzo del metamorfismo o bien hasta el inicio del intemperismo. Estos cambios incluyen cementación, disolución, compactación, expulsión de fluidos y fracturamiento, Longman (1981) incluye además, procesos de intemperismo, tales como neomorfismo superficial, calchificación y karsticidad, como eventos especiales de la diagénesis.

Los cambios diagenéticos son importantes porque pueden modificar las propiedades originales de los sedimentos, ya que afectan la porosidad y la permeabilidad de los mismos alterando su potencial como receptáculo de agua, aceite y gas. Otro aspecto muy importante de las reacciones diagenéticas, es que pueden crear petróleo por transformación de materia orgánica de los sedimentos. La migración de petróleo y su entrapamiento final están íntimamente relacionados a procesos diagenéticos, además, algunos de ellos están ligados directamente al ambiente o facies de depósito, siendo así, excelentes indicadores de las condiciones de sedimentación.

En el área de trabajo se presenta una paragénesis constituida por 18 eventos diagenéticos generales mas otros locales, estos últimos sólo se presentan en determinada sección por las condiciones particulares a las que estuvo sujeta alguna zona y se han eliminado de la paragénesis general.

V.1.- Ambientes Diagenéticos

El ambiente diagenético se considera como una región en la superficie de la tierra donde la química de los fluidos, velocidad de los fluidos en movimiento y naturaleza de la roca encajonante producen patrones predecibles y similares de diagénesis (Longman, 1981). A continuación se presentan los diferentes ambientes diagenéticos con los procesos que se pueden encontrar asociados a ellos, de acuerdo con Wilson (1975) y Longman (1981).

A.- Diagénesis submarina

A.1.- Ambiente de mares someros

- a).- En lodos calcáreos
 - Compactación
- b).- En arenas calcáreas
 - Cemento en forma de palizada fina de cristales

- Cemento de aragonita y calcita
 - Oolitos como proceso de cementación
 - Micritización
 - c).- En cavidades arrecifales
 - Forros y rellenos de aragonita y calcita alta en magnesio
 - d).- Cementación de arenas
- A.2.- Zona freática marina**
- a).- De baja circulación
 - b).- De fuerte circulación
 - Cementación marina común
- A.3.- Ambiente de mar profundo**
- a).- Oozes de globigerina
 - Cemento de calcita alta en magnesio
 - b).- Caliza nodular roja con cristalizaciones de hierro y manganeso
 - Solución parcial de aragonita
 - Recementación en agua profunda
- B.- Diagénesis Meteorica (Diagénesis de agua dulce)**
- B.1.- Ambiente vadoso y frático**
- a).- Zona de baja saturación de carbonato de calcio
Mecanismos de disolución y creación de huecos:
 - Solución de aragonita y anhidrita de reemplazamiento
 - Brechación de colapso
 - Formación de cavidades en lodos calcáreos
 - Fábrica fenestral en lodos peloidales
 - Compactación-solución de arenas calcáreas
 - b).- Zona de alta saturación de carbonato de calcio (activa)
Cemento de relleno de poros (calcita baja en Mg)
 - En arenas calcáreas:
 - Cemento fibroso acicular
 - Cemento de menisco
 - Cemento microestalactítico
 - Rellenos geopetales
 - Cemento anular sobre equinodermos
 - c).- Zona de alta saturación y baja circulación:
 - En lodos calcáreos:
 - Alteración de calcita baja en Mg
 - Crecimiento de cristales de calcita granular
 - Preservación de algo de porosidad original
 - Vetas de calcita
 - Relleno de fisuras en brechas de colapso
 - d).- Calichificación
 - Desarrollo de micrita fina granular
 - Peletoides o grumosa
 - Pisolitos concrecionales

- Granos micritizados
- Agrietamiento circungranular formando brechas
- Calcita granular gruesa o cristales poikilíticos
- e).- Cambios mineralógicos y reemplazamientos metasomáticos
 - Exsolución de Mg de la estructura de las calcitas
 - Formación de nódulos silíceos en antiguos niveles freáticos
 - Cortezas de dolomita formando reemplazamiento de lodo aragonítico
 - Dedolomitización por CaSO_4 por agua meteórica

C.- Diagénesis por salmueras

C.1.- Ambiente evaporítico cercano a la superficie

- a).- Procesos que preservan el espacio poroso
 - Creación de textura cretosa por ausencia de cementación
 - Agrandamiento del espacio poroso por disolución
 - Relleno de poros por yeso-anhidrita y reemplazamiento de calcita por sulfatos
 - Dolomitización en sedimentos debido al reflujó somero

D.- Diagénesis subterránea

D.1.- Ambiente de aguas subterráneas connatas profundas

- a).- Presión-solución (estilolitos)
- b).- Procesos de cementación (difíciles de distinguir de aquellos de la zona de diagénesis freática.
 - Cementación anular sobre partículas de equinodermos, relleno final de huecos intergranulares (segunda generación de cementos).
 - Cementación final de lodos calcáreos
 - Cementación de relleno de vetillas
- c).- Algo de dolomitización poslitificación
- d).- Desarrollo de calcita-microspatita neomórfica
- e).- Reemplazamientos por anhidrita y solución subsecuente

De acuerdo con Logman (1981), la diagénesis cercana a la superficie, generalmente puede ocurrir en uno o más de cuatro ambientes diagenéticos. Desde el más profundo al más somero, consisten de (1) marino freático, (2) zona de mezcla, (3) zona freática de aguas meteóricas y (4) zona vadosa que abarcan los incisos A, B y C descritos anteriormente.

V.2.- Etapas Diagenéticas

Diversas nomenclaturas han sido empleadas para definir las etapas diagenéticas (Fig. 22). De manera breve se definirán en este trabajo las etapas de acuerdo a Fairbridge (1967 en: Vera y Torres, 1987).

AUTOR	ETAPAS DIAGENÉTICAS				
Strakhov (1963,1970)	Sedimentogénesis		Metagénesis		
			Diagénesis		Protometamorfismo
			Halmirósis	Sindiagénesis	Catagénesis
				Redoxomórfica	Locomórfica
Pettijhon (1957)			Intemperismo Submarino	Metamorfosis (Epigénesis)	
Fairbridge (1967)			Sindiagénesis	Anadiagénesis	Epidiagénesis
Choquette y Pray (1970)	Etapas Predeposicional	Etapas Deposicional	Etapas Eogénica	Etapas Mesogénica	Etapas Telogénica
	Sedimentación		Transformación sedimento a roca	Transformaciones en la roca con baja presión y temperatura	Fuera de los procesos sedimentarios
	AMBIENTES CERCANOS A LA SUPERFICIE			AMBIENTE PROFUNDO Y LEVANTAMIENTO	
	YESIS PROFESIONAL				
	NOMENCLATURA PARA ETAPAS DIAGENÉTICAS				
	FIG. 22	1995	Gpe. Hernández		

Sindiagénesis.- Comienza en el momento de la sedimentación y se caracteriza por la gran cantidad de agua intersticial atrapada y su lenta expulsión. El espesor oscila entre 1m y 100m. En esta etapa el sedimento tiene gran contenido de materia orgánica lo que provoca la abundancia de organismos "comelodo" y oxidantes. Se extiende desde la superficie de depósito hasta unos 50 cm, en donde suele estar colocado el límite de $Eh=0$.

Anadiagénesis.- Es la etapa en que se compacta el sedimento y puede a veces relacionarse con un comportamiento tectónico particular de la cuenca. En cuencas de alta sedimentación pueden acumularse grandes espesores, provocando enterramientos rápidos y llegando al metamorfismo con excesiva rapidez, antes de estabilizarse la diagénesis. Aquí es característica la compactación

con expulsión del agua intersticial que puede originar mineralizaciones sin fuente magmática. Si el agua intersticial queda atrapada puede originar aguas marinas fósiles que sufren durante la diagénesis grandes cambios en su quimismo. La cementación es otra característica de esta etapa. La relación entre expulsión de agua intersticial y cementación marca cambios en la composición química durante la expulsión, resultando siempre una salinidad mayor en mayores profundidades.

Epidiagénesis.- Fase diagenética de emersión. Una elevación con eliminación de carga de rocas permite la penetración del agua subterránea y en ocasiones se establece un sistema artesiano. La nueva aportación de oxígeno y anhídrido carbónico por el agua meteórica hace aparecer condiciones oxidantes y variaciones en el pH. La pirita puede oxidarse, otros minerales disolverse, por lo que aumenta la porosidad y la permeabilidad.

Los límites entre el medio sedimentario y el medio diagenético, así como entre los procesos de sedimentación, diagénesis, metamorfismo e intemperismo son bastante imprecisos; sin embargo Dunoyer de Segonzac (en Vera y Torres, 1987), los ha representado de acuerdo a la figura 23.

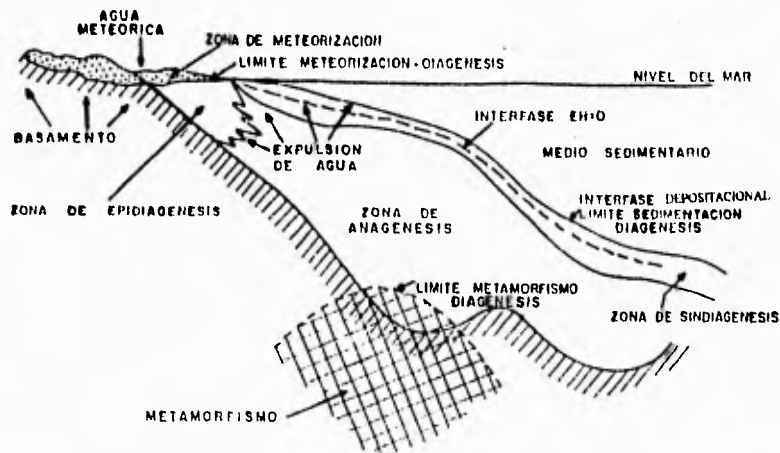


Fig. 23.- Límites y zonas de la diagénesis. (Según Fairbridge, 1967 y Dunoyer de Segonzac, 1969, tomado de Vera y Torres, 1987)

V.3.- Procesos Diagenéticos

Los procesos se describen a continuación en el orden que aparecen en la figura 24, de acuerdo a la paragénesis general de la región estudiada, desde los más tempranos en la parte inferior a los más tardíos (Ver anexo II y III).

Micritización.- Kendal *et al.* (en: Bathurst, 1966) la atribuyen al alto contenido de materia orgánica en el ambiente, la cual cubre los granos que en él se encuentran. Para Bathurst (1966) es más bien debida a la acción de algas que tienden a formar perforaciones en las partículas y cubrirlas de micrita. Este evento se presenta en las facies 5 a 9 que son las más superficiales, de la manera descrita. Mientras que en las facies 1 y 4 se presenta sobre partículas retrabajadas. La micritización se presenta sobre todo en bioclastos que tienden a hacerse irreconocibles por efectos de este proceso (peloides). Es común observarla en todas las secciones.

Bioturbación.- Consiste en la erosión biológica que destruye las partículas de carbonatos y substratos y crea cavidades. Se presenta de las facies 5 a 9 y menos comúnmente en la facies 4. Estas facies son características por presentar condiciones favorables para la abundancia de organismos. Se puede observar en todas las secciones.

Cementación por Evaporitas.- Se desarrolla únicamente en la facies 9, por lo que está íntimamente relacionado a las condiciones de alta evaporación y salinidad del depósito, las evaporitas generalmente se encuentran reemplazadas por dolomita quedando como única evidencia las estructuras en nódulos, estructuras enterolíticas y ocasionalmente estructuras "ojo de pájaro" incluidas en masas o laminaciones de algas completamente dolomitizadas.

Compactación.- Tucker (1981) describe que la compactación puede ser considerada en dos categorías, (1) la compactación mecánica y (2) la compactación química; la primera inicia inmediatamente después del depósito de los sedimentos y la segunda está asociada a cambios químicos por efecto de esfuerzos aplicados. Este se referirá al primer caso, dejando la compactación química como el evento de presión-solución que afecta más tardíamente a la secuencia.

La compactación de los sedimentos es una reducción de su volumen expresado como una reducción de la porosidad original del mismo. Quizás la principal causa de compactación sea el peso de los sedimentos sobreyacentes a la capa compactada. Las evidencias de compactación son observadas raramente en lámina delgada. En donde se observa, es en los fragmentos de moluscos, que generalmente se encuentran partidos o ajustándose a otros granos en contactos suturados. Se desarrolla en la facies 9, asociada a la plasticidad de las evaporitas; en facies 5 por el espacio poroso

Fig. 24.- PARAGENESIS GENERAL DE LA REGION DE IGUALA, GRO.

ETAPA DIAGENETICA	PROCESOS DIAGENETICOS	SECCIONES					
		1	2	3	4	5	6
EPIDIAGENESIS	Oxidación						
	Silicificación						
	Recristalización						
	Dolomitización						
	Presión-Solución						
	Fracturamiento						
ANADIAGENESIS	Hidrocarburos						
	Silicificación						
	Dolomitización						
	Presión-Solución						
	Fracturamiento						
SINDIAGENESIS	Cementación						
	Disolución						
	Cementación						
	Compactación						
	Precip. Evap.						
	Bioturbación						
	Micritización						
BLOQUE							

SECCIONES:

1.- Puente Campuzano
2.- Alvaro Obregón
3.- Huahuaxtla

4.- Icatepec
5.- Tehuiziapa
6.- Taxco Viejo



Proceso común



Poco frecuente



No se presenta

original donde se presenta más frecuentemente, y en 1 por la facilidad de las arcillas a compactarse al perder fluidos de poro.

Cementación.- Se entiende como el relleno de huecos primarios en o entre partículas. Las características de las 4 cementaciones que se presentan en el área son las siguientes:

Cementación 1.- Consiste de un tipo de cemento primario que se caracteriza por formarse de carbonatos inestables cuyos cristales están bien desarrollados, son más euedrales y se presentan adheridos a las paredes de los intersticios. Se presenta en todas las facies, de todas las secciones. Correlacionándose a este primer evento, se encuentran dos tipos de cementación en terrígenos:

a).- Cementación por Illita-Sericita en una arena cuarzosa con matriz arcillosa. En este caso la matriz por la presencia de fluidos en una etapa vadosa, tiende a alterarse y los nuevos minerales formados rellenarán los espacios vacíos. Este proceso solo se presenta esporádicamente en los clásticos de la Formación Mexcala.

b).- Cementación es por sílice en una arena cuarzosa, se reconoce porque los granos iniciales se agrandan y tienden a retomar la forma cristalográfica del cuarzo. En lámina delgada se distingue porque el grano detrítico presenta impurezas en sus bordes, sobrepuestas con cuarzo de neoformación. Se ha eliminado de la paragénesis regional ya que se presenta ocasionalmente y fue diferenciada principalmente en muestras que no están dentro de las secciones medidas.

Cementación 2.- Esta es una segunda cementación por carbonatos donde los cristales formados ocupan el espacio restante y se amoldan alrededor de los cristales formados por el cemento primario. Se presenta en las facies 5 a 9, 4 y 1 de todas las secciones.

Disolución.- Es la corrosión de las partículas o sedimento debido a la circulación de fluidos en el espacio poroso interpartícula. Se encontró de las facies 4 a 9, siendo más común en las facies 6 debido posiblemente a exposición subaérea en una etapa temprana; en la facies 5 por el gran espacio poroso inicial y en la facies 9 por la facilidad de disolución de los sulfatos. La disolución es un proceso importante como generador de porosidad secundaria. La disolución se presenta en otro evento más tardío asociada al primer fracturamiento, siendo muy local por lo cual no se incluyó en la paragénesis.

Fracturamiento.- El fracturamiento en sí, no se considera como un proceso diagenético, sin embargo, por estar ligado estrechamente a ellos se ha incluido en la paragénesis de la región. La única diferencia que existe entre los dos fracturamientos que se presentan, es la magnitud, ya que el primero siempre se presenta muy tenue, mientras que el segundo llega a desarrollar microfallas. El fracturamiento juega un papel impor-

tante desde el punto de vista que el segundo evento estaría asociado a la deformación de la región, que en dado momento pudieran originar trampas estructurales. Mientras que el fracturamiento temprano marca el inicio del sepultamiento de la secuencia. Ambos se presentan comúnmente en todas las secciones, el primero tiende a estar reemplazado por dolomita en los sitios donde la dolomitización fue más fuerte y llega a acentuarse por disolución asociada lo que provoca que se presente en fracturas más irregulares, mientras que el segundo es de forma tabular.

Presión-Solución.- Éste incluye aquellos fenómenos fisicoquímicos que se efectúan bajo una presión dirigida, es decir, comprende los cambios químico-mineralógicos y estructurales de los sedimentos que se encuentran bajo el efecto de una carga. Algunos de los eventos involucrados son: disolución diferencial, precipitación preferencial y formación de estilolitos. Comúnmente, la superficie estilolítica es una película de material residual no-carbonático rica en arcilla y/o materia orgánica.

La presencia de estilolitos es importante porque actúa como barreras de permeabilidad que influyen en la distribución de acuíferos y yacimientos petroleros.

La primera presión-solución se desarrolla comúnmente en forma paralela a la estratificación y con picos de poca amplitud, lo que indica que está asociada a presión litostática, mientras que la segunda es más bien de tipo tectónico, presentando formas más desarrolladas y casi perpendiculares a la estratificación, además de estar ligada a un fracturamiento fuerte.

Dolomitización.- La dolomitización es uno de los principales procesos de alteración en muchas rocas carbonatadas, la dolomita puede formarse en ambientes cercanos a la superficie o profundos. Existen varios modelos de dolomitización pero la mayoría siguen aún en discusión (Tucker, 1981).

En términos generales el origen de la dolomita puede ser singenético o epigenético. El origen singenético implica la precipitación directa de dolomita a partir del agua de mar. El segundo evento consiste en la transformación o sustitución de un sedimento inicialmente calcáreo o caliza dolomítica a dolomía.

En la diagénesis de la región se presentan dos eventos de dolomitización, ambos se han considerado asociados a una diagénesis tardía. Evidencia de que la dolomitización es por reemplazamiento son las estructuras y partículas de una caliza original que se presenta como fantasmas. Por las condiciones de depósito (zona de evaporitas) se considera que existe una dolomitización temprana asociada a reflujos de salmueras, sin embargo, las dolomitizaciones tardías no han permitido identificar claramente este proceso, aunque la primera dolomitización registrada esté fuertemente asociada a la presencia de sulfatos.

En cuanto a la dolomitización tardía, se considera que ésta puede ocurrir en plataformas y arrecifes asociada a cuencas evaporíticas durante la etapa de sepultamiento (Kendall, 1989 en:

Tucker 1981); interpretándose que la primera dolomitización en la región, es de este tipo, asociada además a la migración de fluidos a lo largo de fallas o fracturas.

En las secciones Taxco Viejo, Icatepec, Puente Campuzano y Alvaro Obregón se puede observar (Anexo III) que generalmente se presenta (hacia las facies más someras 8 y 9), dolomita barroca ("Saddle Dolomite"). Este tipo de dolomita es una variedad que se caracteriza por presentar extinción ondulante en cristales grandes; ha sido asociada comúnmente con hidrocarburos, mineralización epigenética de metales base y carbonatos ricos en sulfatos. Esta asociación implica una diagénesis tardía por procesos de reducción de sulfatos. Tiene además un buen potencial como geotermómetro, siendo indicativa de temperaturas elevadas (60-150°C). Evidencia de que es de origen epigenético es que se encuentre reemplazando fracturas y zonas de falla (Radke y Mathis, 1980).

En cuanto al segundo evento de dolomitización, se piensa que está asociado a aguas connatas enriquecidas en magnesio por expulsión de arcillas de las secuencias superior e inferior a la Formación Morelos, que circularon por medio de estructuras; se presenta comúnmente en las secciones Puente Campuzano y Taxco Viejo, poco frecuente en Alvaro Obregón y Huahuaxtla, y no se observó en las secciones Icatepec y Tehuizapa.

Silicificación.- La silicificación, al igual que la dolomitización, puede tener lugar durante la diagénesis temprana o tardía, en el área de Iguala se presentan dos eventos de silicificación, ambas corresponden al segundo tipo. La primera se presenta reemplazando fósiles, principalmente fragmentos de moluscos, y el primer fracturamiento donde se le puede observar en estrecha relación con la dolomitización; esta relación que guarda con la dolomitización y principalmente dolomita barroca se debe a que la movilidad del sílice está directamente asociada a incremento de fluidos con Ph elevado, estos fluidos con valores de Ph mayores a 9 son típicos de condiciones hipersalinas (Flügel, 1981); ésta es la razón de que esta silicificación se presente asociada a las facies más someras donde la disolución de evaporitas incrementó la salinidad de los fluidos que al estar enriquecidos en sílice (sílice posiblemente expulsado de la secuencias arcillosas) fueron precipitados bajo estas condiciones.

El segundo evento se presenta en forma de cristales pequeños de cuarzo eudral, reemplazando partículas en la caliza; considerándose asociado a un período de vulcanismo en la zona que causó flujo de fluidos ricos en sílice. Se observa comúnmente en todas las secciones.

Hidrocarburos.- En este caso como en el del fracturamiento hay que aclarar que no se trata de un proceso diagenético; pero se incluye en la paragénesis debido a que la migración de hidrocarburos es de interés desde un punto de vista económico, y su relación con el resto de los procesos diagenéticos permite

analizar su importancia. Los hidrocarburos al estar en una etapa tardía de soterramiento, se infiere que alcanzaron su estado de maduración. Su presencia en facies no selectivas es un buen indicador de que hubo migración y posible almacenamiento en las facies de mayor porosidad secundaria.

Los factores que causan la migración de hidrocarburos son (1) compactación de arcillas, (2) capilaridad, (3) flotación, (4) gravedad y (5) corrientes (Jensen & Bateman, 1981). Los dos primeros fueron observados en el área de Iguala, pero únicamente en los terrígenos (Ver anexo II).

Compactación de arcillas.- La compactación se considera el factor más importante que causa la migración de los hidrocarburos, la acumulación gradual de sedimentos compacta las capas inferiores provocando la expulsión de fluidos hacia zonas de menor presión. Los fluidos pueden moverse hacia arriba, hacia abajo o incluso lateralmente. En el área se pueden observar remanentes de hidrocarburos en las zonas de presión-solución.

Capilaridad.- Si arcillas con hidrocarburos están en contacto con areniscas húmedas. El agua, debido a que tiene una mayor tensión superficial, moverá el sedimento fino dentro de los poros de las areniscas, capilarmente, desplazando a la vez los hidrocarburos contenidos en los poros de las arcillas hacia las areniscas adyacentes (Jensen & Bateman, 1981).

Recristalización.- Se refiere al crecimiento de cristales sin esfuerzo, a partir de otros del mismo mineral debido a cambios en las condiciones de presión y temperatura. Tres cambios son posibles durante este proceso, (1) volumen del cristal, (2) forma del cristal y (3) orientación de las celdas cristalinas. La recristalización se presenta en todas las secciones como uno de los eventos más tardíos por lo que se relaciona al levantamiento de la cuenca.

Asociada siempre a la recristalización se presenta una dedolomitización. En este proceso la dolomita es reemplazada por calcita para producir una caliza nuevamente. El proceso requiere de soluciones con una alta relación de Ca-Mg, flujo rápido y temperaturas abajo de 50°C (Blatt, 1980 y Tucker, 1981).

Oxidación.- La oxidación se considera de poca importancia desde el punto de vista de prospección petrolera que implica únicamente la alteración de minerales con hierro, se encuentra más acentuada en zonas de mayor deformación tectónica y que se relacionan directamente con presión-solución y fracturamiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Estratigrafía:

- Debido a la ausencia de rocas que indiquen cual es el basamento de la zona, se ha considerado que éste podría ser el Complejo Tierra Caliente o el Complejo Acatlán. Perteneciendo al primero las rocas más antiguas que afloran en la zona según Cabral Cano (1993), la Roca Verde Taxco Viejo.

- En este trabajo se ha considerado la total ausencia de la Formación Cuautla en la zona, ya que en 6 secciones que fueron medidas, se presenta un cambio abrupto en el contacto entre las Formaciones Morelos y Mexcala, durante el Cenomaniano-Turoniano, esto lleva a sugerir:

1.- Que en áreas cercanas se debe realizar un estudio estratigráfico en la cuenca Morelos-Guerrero, para definir si realmente se puede considerar la existencia de la Formación Cuautla.

2.- Enfocar estudios paleontológicos y radiométricos en el horizonte que forma el contacto entre las Formaciones Morelos y Mexcala, ya que estos podrían aportar con precisión un evento importante en la geología del sur de México.

- Al igual que para la Formación Cuautla, se sugiere para las Formaciones Acahuizotla y Acuitlapán, que estudios posteriores sean realizados con cuidado en cuanto a la edad de las formaciones involucradas, ya que según se observó en esta área, dichas formaciones corresponden a la Formación Mexcala infrayaciendo en contacto estructural a la Formación Morelos.

- Para los depósitos sedimentarios Terciarios es importante diferenciar sus edades y su proceso de formación, ya que originalmente se había considerado que todos los depósitos Terciarios correspondían a la Formación Balsas. En este trabajo se considera a la Formación Balsas como una secuencia asociada directamente a la etapa de deformación que dió origen a los grandes plegamientos y fallamiento inverso de la zona. Se diferenciaron también "Clásticos Continentales" más recientes de acuerdo a datación por vertebrados, que se asocian a tectónica transcurrente de edad Plio-Pleistoceno.

- Con respecto al punto anterior se sugiere un estudio sedimentológico y paleontológico (de vertebrados, ya que son varias las cuencas terciarias dentro del área donde se ha reportado la presencia de restos de este tipo) a detalle de los depósitos terciarios en la cuenca Morelos-Guerrero.

- En cuanto a las rocas volcánicas terciarias, en este trabajo no se les dió mucho énfasis, ya que el enfoque ha sido sedimentario principalmente, sin embargo, el estudio de ellas puede aportar información sobre eventos muy importantes que ha-

yan influido en la deformación de la zona, así como en el aspecto económico de la misma.

- Únicamente el Tronco de Coxcatlán aflora en la zona como roca intrusiva, sin embargo, a nivel regional se puede observar que las rocas intrusivas se encuentran sobre lineamientos asociados a fallas transcurrentes.

Interpretación Paleoambiental:

- La secuencia sedimentaria cretácica se inicia durante el Aptiano en un ambiente de plataforma somera con las Formaciones Chilacachapa y Huitzuc, continuando condiciones muy someras de facies 7 a 9 de Wilson con desarrollo de parches arrecifales hasta el Turoniano, donde la cuenca transgrede a estos depósitos cambiando el ambiente de depósito de manera brusca y finalizando en el Terciario donde las condiciones se vuelven continentales.

Diagénesis:

- El análisis de la diagénesis de la secuencia sedimentaria dió como resultado 18 eventos paragenéticos en la zona, con base en los cuales se puede definir lo siguiente:

1.- Los 7 primeros eventos diagenéticos corresponden a las condiciones de depósito de los sedimentos asociándose a las facies de sedimentación.

2.- La porosidad, de acuerdo a los procesos diagenéticos es importante, ya que es uno de los aspectos que se buscan como roca almacenadora de hidrocarburos. Tres eventos se pueden considerar como causantes de porosidad, un primer evento está asociado a la porosidad primaria, el segundo provocado por dolomitización y en tercer lugar el fracturamiento que pudo haber facilitado la migración de hidrocarburos.

3.- La presencia de hidrocarburos implica que la zona puede tener posibilidades petroleras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUILERA, J.G., 1896, Sinopsis de la geología mexicana; Inst. Geol. México, Bol. 4-6, Pte. 2, p. 187-250.
- ALENCASTER, G., 1980, Moluscos del Maestrichtiano de Texmalac, Guerrero; Soc. Geol. Mex., Libro-guía de la excursión geológica a la Cuenca del Alto Río Balsas, p. 39-42.
- BARCELO-DUARTE, J., 1989, Paragénesis de los depósitos carbonatados del Albiano-Turoniano en la porción central del Estado de Guerrero; IX Convención Geológica Nacional, Soc. Geol. Mexicana, México, D.F., Libro de resúmenes, p. 107-108.
- BARCELO-DUARTE, J., 1992; Facies Sedimentológicas en la Cuenca Morelos-Guerrero, Proyecto de Investigación, Sección de Exploración de Recursos Energéticos del Subsuelo, DEFFI-UNAM, México, 225 p., (Informe inédito).
- BATHURST, G.C., 1979, Carbonate sediments and their diagenesis; Elsevier Pub. Co., New York, 658 p.
- BLATT, H.G.; MIDDLETON, G. y MURRAY, R., 1980, Origin of Sedimentary Rocks; Prentice Hall, New Jersey, 782 p.
- BOERSMA, A., 1987; Introduction to Marine Micropaleontology. Edited by Bilal UHAQ, Elsevier, New York, 376 p.
- BOHNENBERGER, O., 1955, Bosquejo geológico a lo largo de la carretera Iguala-Chilpancingo, Edo. de Guerrero; U.N.A.M., Fac. de Ing., Tesis profesional, 61 p.
- BOLIVAR, J.M., 1963, Geología del área delimitada por El Tomatal, Huitzuc y Mayanalán, Edo. de Guerrero; U.N.A.M., Inst. de Geol., Bol., V. 69, 35 p.
- BONET, F., 1971, Espeleología de la región de Cacahuamilpa, Guerrero; U.N.A.M., Inst. Geología, Bol. 90, 98 p.
- BOYER, S.E y ELLIOT, D., 1982, Thrust Systems; Am. Assoc. Pet. Geol., Bull., V. 66, No. 9, p. 1196-1230.
- CABRAL-CANO E.; MORAN-ZENTENO, D.J. y URRUTIA-FUCUGAUCHI, 1986, Paleomagnetismo y terrenos tectonoestratigráficos de México; Soc. Geol. Mexicana, Bol., T. XLVII, V. 2, p. 89-102.
- CABRAL-CANO E., LANG H.R., HARRISON C.G., 1993, Stratigraphic Constrains from the Tierra Caliente Metamorphic Complex for Timing of Accretion of the Guerrero Terrane, Southern Mexico., Proceedings of The First Circum Pacific and Circum Atlantic Terrane conference, Gto. México. p. 21-23.

- CAMPA-URANGA, M.F., 1975, Las rocas metamórficas e ígneas del área de Taxco-Teloloapan, Guerrero; U.N.A.M., Fac. Ciencias, Tesis de maestría, 152 p.
- CAMPA-URANGA, M.F.; FLORES, R.; OVIEDO, A.; PLIEGO, A. y McGEHEE, R.V., 1974, Rocas metamórficas del centro de México, Estados de México, Guerrero, Michoacán y Zacatecas; Soc. Geol. Mexicana, III Conv. Nal., Guanajuato (México), Progr. Gral., p. 99 (resumen).
- CAMPA-URANGA, M.F.; CAMPOS, M.; FLORES, R. y OVIEDO, R., 1974 (1975), La secuencia mesozoica volcano-sedimentaria metamorfizada de Ixtapan de la Sal, México-Teloloapan, Gro.; Bol. Soc. Geol. Mexicana, V. 35, p. 7-28.
- CAMPA-URANGA, M.F.; FLORES, R. y McGEHEE, R.V., 1975, Metamorphic basement underlying the Tertiary volcanic sequence of south-central Mexico; Geol. Soc. America, Abstr. with Progr., V. 7, p. 151 (resumen).
- CAMPA-URANGA, M.F.; OVIEDO, A. y TARDY, M., 1976, La cabalgadura laramídica del dominio volcánico-sedimentario (arco Alisitos-Teloloapan) sobre el miogeosinclinal mexicano en los límites de los Estados de Guerrero y México; Acapulco (México), III Congr. Latinoamericano de Geología, Resúmenes, p. 23 (resumen).
- CAMPA-URANGA, M.F.; FLORES, R.; GUERRERO, P.; LIMON, M.; RAMIREZ, B.R.; RAMIREZ, J. y VAZQUEZ, M., 1977, La evolución tectónica y la mineralización en la región de Valle de Bravo, México e Iguala, Gro.; Acapulco (México), Asoc. Ings. Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, XII Conv. Nal., Mem., p. 143-169.
- CAMPA-URANGA, M.F., 1978, La evolución tectónica de Tierra Caliente, Guerrero; Bol. Soc. Geol. Mexicana, V. 39, p. 52-64.
- CAMPA-URANGA, M.F. y RAMIREZ, J., 1979, La evolución geológica y la metalogénesis del noroccidente de Guerrero; Univ. Aut. Guerrero, Ser. Téc.-Cientif. No. 1, 101 p.
- CENTENO G.E.; CONEY P.; RUIZ J.; PATCHETT J. Y ORTEGA G. F., 1993, Tectonic Significance of the Sediments of the Guerrero Terrane from petrographic, Trace Element, and ND-Isotopic Studies. Proceedings of the First Circum-Pacific and Circum-Atlantic Terrane Conference. UNAM, Instituto de Geología. pp. 30-33.
- CHOQUETTE, P. y PRAY, L.I.C., 1970, Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates; Amer. Asoc. Petrol. Geologists, Bol. V. 54, No. 2, p. 207-250.

- CRESPO-HERNANDEZ, F., 1963, Estudio Geológico de la Zona de Mayanalán-Xalitla, Edo. de Guerrero; UNAM, Fac. de Ing., Tesis profesional, 44 p.
- CROWELL, J.C., 1974, Origin of the Cenozoic basins in southern California; In: Dickinson, W.R. (ed.) Tectonics and sedimentation; Soc. Econ. Paleont. Min., Spec. Pub. 22, p. 190-204.
- DAVIES-GRAHAM R., 1979, Dolomite Reservoir Rocks: Processes, Controls, Porosity Development, AAPG Short Course on Carbonate Porosity.
- DAVILA-ALCOCER, V.M., 1974, Geología del área de Atenango del Río, Estado de Guerrero; UNAM, Fac. de Ing., Tesis profesional, 109 pp.
- De CSERNA, Z., 1957, Chilpancingo-Acapulco; en: Guía de campo de las Excursiones A-9 y C-12 del XX Congr. Geol. Internacional, Bol. Asoc. Mex. Geol. Petroleros, V. 9, p. 409-423.
- , 1960, Orogenesis in time and space in Mexico; Geol. Rundschau, V. 50, p. 595-605.
- , 1961, Tectonic map of Mexico; Nueva York, Geol. Soc. America, escala 1:2,500,000.
- , 1965, Reconocimiento geológico en la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero; Univ. Nal. Aut. Méx., Inst. Geología, Bol. 62, p. 62-76.
- , 1967(1969), Tectonic framework of southern Mexico and its bearing on the problem of continental drift; Bol. Soc. Geol. Mexicana, V. 30, p. 159-168.
- , 1968, Summary of the geology of the region along the route Mexico City-Cuernavaca-Iguala-Taxco-Ixtapan-Toluca-Mexico City; Geol. Soc. America, Annual Meeting, Mexico, D.F., Guidebook of Field Trip No. 5, p. 2-20.
- , 1978, Notas sobre la geología de la región comprendida entre Iguala, Ciudad Altamirano y Temascaltepec, Estado de Guerrero y México; Soc. Geol. Mexicana, Libro-guía de la excursión geológica a Tierra Caliente, p. 1-25.
- , 1981, Geología regional y sismicidad: in: J.I. Maycotte, Geología y geotecnia del Proyecto Hidroeléctrico El Caracol, Guerrero; Comisión Federal de Electricidad, Ediciones del Sector Eléctrico No. 26, p. 23-37.
- , 1982(1983), Hoja Tejupilco 14Q-g(9), con resumen de la Geología de la Hoja Tejupilco, Estados de Guerrero, México y

- Michoacán; Univ. Nal. Aut. México, Inst. de Geología, Carta Geológica de México, Serie 1:100,000, mapa con texto.
- De CSERNA, Z.; FRIES, C.; RINCON-ORTA, C.; WESTLEY, H.; SOLORIO-MUNGUÍA, J. y SCHMITTER-VILLADA, E., 1974a(1975), Edad precámbrica tardía del Esquisto Taxco, Estado de Guerrero; Bol. Asoc. Mex. Geol. Petr., V. 26, p. 183-193.
- De CSERNA, Z.; FRIES, C.; RINCON-ORTA, C.; SILVER, L.T.; WESTLEY, H.; SOLORIO-MUNGUÍA, J. y SCHMITTER-VILLADA, E., 1974b (1975), Datos geocronométricos terciarios de los Estados de México y Guerrero; Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, V. 26, p. 263-273.
- De CSERNA, Z.; PALACIOS-NIETO, M. y PANTOJA-ALOR, J., 1978, Relaciones de facies de las rocas cretácicas en el noreste de Guerrero y en áreas colindantes de México y Michoacán; Univ. Nal. Aut. Méx., Inst. Geología, Revista, V. 2, p. 8-18.
- De CSERNA, Z.; ORTEGA-GUTIERREZ, F. y PALACIOS-NIETO, M., 1980, Reconocimiento geológico de la parte central de la cuenca del Alto Río Balsas, Estados de Guerrero y Puebla; Soc. Geol. Mex., Libro-guía de la Excursión Geológica a la Cuenca del Alto Río Balsas, p. 1-33.
- De CSERNA, Z. y FRIES, C., 1981, Hoja Taxco 14Q-h(7), con resumen de la Geología de la Hoja Taxco, Estados de Guerrero, México y Morelos; Univ. Nal. Aut. Méx., Inst. de Geología, Carta Geológica de México, Serie 1:100,000, mapa con texto.
- DUNHAM, R.J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture; Am. Assoc. Pet. Geol., Mem. 1, p. 108-121.
- EDMAN, J.D. y FURLONG, K.P., 1987, Thrust faulting and hydrocarbon generation: Reply; Am. Assoc. Pet. Geol., Bull. V. 71, No. 7, pp. 890-986.
- ERLICH R.N; BARRETT S., and GOOBAIJU., 1990, Seismic and Geologic Characteristics of Drowning Events on Carbonate Platforms; Am. Assoc. of Pet. Geol., Bull. V. 74, No. 10, p. 1523-1537.
- ESPINASA-PEREÑA, R., RIBA-RAMIREZ, A. y BARCELO-DUARTE, J., en prensa; Relaciones kársticas y geológicas del área de San Miguel, Estado de Guerrero; Soc. Geol. Mex., Bol.
- FLORES DE DIOS-GONZALEZ, L.A. y BUITRON-SANCHEZ. B.E., 1982, Revisión y aportes a la estratigrafía de la Montaña de Guerrero; Univ. Aut. Guerrero, Ser. Tec. Científica, No. 12, 28 p.

- FOLK, R.L., 1974, *Petrology of Sedimentary Rocks*; Hemphill, Pub. Co., Austin, Texas, 182 p.
- FOLK, R.L., & LAND, L.S., 1975, Mg/Ca Ratio and Salinity: Two over Crystallization of Dolomite. *Amer. Assoc. of Petr. Geol. Bull.*, V. 59., No. 1. p. 60-68.
- FRIEDMAN, G.M. y SANDERS, J.E., 1978, *Principles of Sedimentology*; John Wiley and Sons, 791 p.
- FRIES, C., 1956(1957), Bosquejo geológico de la región entre México, D.F. y Acapulco, Guerrero; *Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros*, V. 9, p. 287-233.
- , 1956, Bosquejo geológico de las partes central y occidental del Estado de Morelos y áreas contiguas de los Estados de Guerrero y México; *20o. Cong. Geol. Internac. (México)*, Libro-guía, Excursión C-9, p. 17-53.
- , 1960, *Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México*; UNAM, Inst. de Geol., Bol., V. 60, 236 pp.
- , 1966, Hoja Cuernavaca 14 Q-h(8), con resumen de la Geología de la Hoja Cuernavaca, Estado de Morelos; UNAM, Inst. de Geol., Carta Geol. de Méx., serie 1:100,000, mapa con texto.
- GONZALEZ-PACHECO, V.V., 1988, *Estratigrafía y condiciones paleoambientales de la secuencia cretácica del área de Atenango del Río, Edo. de Guerrero*; Fac. Ingeniería, Univ. Nal. Aut. Méx., Tesis Profesional, 102 p.
- , 1989. *Análisis granulométrico y de procedencia de la secuencia deltaica de la Formación Mexcala en el área de Atenango del Río, Guerrero*; Div. Est. Posgrado, Fac. Ingeniería, Univ. Nal. Aut. Méx., Trabajo de Investigación, 158 p. (Informe inédito).
- GONZALEZ-PACHECO, V.V. y BARCELO-DUARTE, J., 1988, *Estratigrafía y evolución paleoambiental del Cretácico de Atenango del Río, Guerrero*; IX Convención Geológica Nacional, Soc. Geol. Mexicana, México, D.F., Libro de Resúmenes, p. 104-105.
- GUZMAN, E.J., 1950, *Geología del noreste de Guerrero*; Asoc. Mex. de Geol. Pet., Bol., V. 1, No. 2, p. 95-156.
- JENKYN, H. C., 1991, *Impact of Cretaceous Sea Level Rise and Anoxic Events on the Mesozoic Carbonate Platform of Yugoslavia*, *The Am. Assoc. of Petr. Geol., Bull.*, V. 75., No. 6 p. 1007-1017.

- JENSEN M. & BATEMAN M.A., 1981, Economic Mineral Deposits. John Wiley & Sons Edit., New York, Tercera Edición. 593 p.
- KREISA R.D., 1981; Storm-Generated Sedimentary Structures In Subtidal Marine Facies With Examples From The Middle And Upper Ordovician Of Southwestern Virginia. Journal of Sedimentary Petrology, V. 51, No. 3; p. 823-848.
- LINARES, E. y URRUTIA-FUCUGAUCHI, J., en prensa, On the age of the Riolita Tilzapotla volcanic activity and its stratigraphic implications; Isochron/West.
- LONGMAN, M. W., 1982, Carbonate Diagenesis as a Control on Stratigraphic Tramps (whit examples from the Wilson Basin), Education Course Note Serie No. 21, AAPG. 159 p.
- LOPEZ-SIERRA, J., 1988, Evolución sedimentológica de la Formación Mexcala en la porción suroccidental de la Plataforma Morelos-Guerrero; Div. Est. Posgrado, Fac. Ingeniería, Univ. Nal. Aut. Méx., Trabajo de Investigación, 43 p.
- MARTINEZ, M.M., 1994, Estratigrafía, Sedimentación y Diagénesis de la Secuencia Cretácica, en la Región de Santa Teresa, Estado de Guerrero. Tesis Profesional, UNAM, Fac. de Ing. 122 p.
- MAUVOIS, R., 1977, Cabalgamiento miocénico(?) en la parte centromeridional de México; Univ. Nal. Aut. Méx., Ins. Geología, Rev., V. 1, No. 1, p. 48-63.
- MAYCOTTE, J.I., 1981, Geología y geotecnia del Proyecto Hidroeléctrico El Caracol, Gro.; Pub. del Sector Eléctrico, Comisión Federal de Electricidad, 145 p.
- MIRANDA-CANSECO E., 1989, Micropaleontología del Cretácico Inferior en el área de Chilacachapa, Guerrero. Trabajo de Investigación, DEPTI.
- NAJERA-GARZA, J., 1965, Estudio geológico del área de San Agustín Oapan, Edo. de Guerrero; Inst. Politécnico Nal. Esc. Sup. Ing. Arq., Tesis profesional, 46 p.
- ONTIVEROS-TARANGO, G., 1973, Estudio estratigráfico de la porción noroccidental de la Cuenca Morelos-Guerrero; Asoc. Mex. de Geol. Pet., Bol., V. 25, p. 189-234.
- ORTEGA-GONZALEZ, V., 1987, Estudio sedimentológico de las rocas del Albiano-Cenomaniano en la porción suroccidental de la Plataforma Guerrero-Morelos, Estado de Guerrero; Univ. Nal. Aut. Méx, Div. Est. de Posg. Fac. de Ing., Trabajo de investigación.

- ORTEGA-GUTIERREZ, F., 1978, Estratigrafía del complejo Acatlán en la Mixteca Baja, Estados de Puebla y Oaxaca; Univ. Nal. Aut. Méx, Inst. Geología, Revista, V. 2, p. 112-131.
- , 1980, Rocas volcánicas del Maestrichtiano en el área de San Juan Tetelcingo, Estado de Guerrero; Soc. Geol. Mex., Libro-guía de la Excursión Geológica a la Cuenca del Alto Río Balsas, p. 34-38.
- PANTOJA-ALOR, J., 1959, Estudio geológico de reconocimiento de la región de Huetamo, Michoacán; Consejo de Recursos Naturales No Renovables; Bol. 50, 36 p.
- RADKE B. M. & MATHIS R. L., 1980; On the Formation and Occurrence of Saddle Dolomite. Journal Sedimentary Petrology, V. 50, No. 4, p. 1149-1168.
- RAISZ, E., 1959, Landforms of Mexico (mapa); Cambridge, Mass., escala aprox. 1:3,000,000.
- RAMIREZ-ESPINOSA, J. y CAMPA-URANGA, M.F., 1980, Las capas rojas cretácicas de Tierra Caliente y Tzitzio en los límites de Guerrero y Michoacán; Soc. Geol. Mexicana, V Conv. Geol. Nal., Resúmenes, p. 120 (resumen).
- READING, H.G. (ed.), 1978, Sedimentary environments and facies; Elsevier Pub. Co., Nueva York, 557 p.
- SEIJAS-IBARREN, F.J., 1965, Estudio geológico del área de Cuacoyula, Estado de Guerrero; Univ. Nal. Aut. Méx., Fac. Ing., Tesis profesional, 59 p.
- TUCKER, M.E., 1981, Sedimentary Petrology. Blackwell Scientific Publications, Second Edition. London., 260 p.
- VELEZ-SCHOLVINK, D., 1989, Fallamiento transcurrente en la Cuenca Guerrero, Sur de México; IX Convención Geológica Nacional, Soc. Geol. Mexicana, México, D.F., Libro de Resúmenes, p. 35-36.
- VERA-OCAMPO, M. y TORRES-RODRIGUEZ, V., 1987, Diagénesis de carbonatos; Univ. Nal. Aut. Méx., Div. de Estudios de Posgrado, Fac. Ing., 229 p.
- WILSON, J.L., 1975, Carbonate facies in geologic history; Springer-Verlag, Nueva York, 471 p.

ANEXO I
LITOFACIES

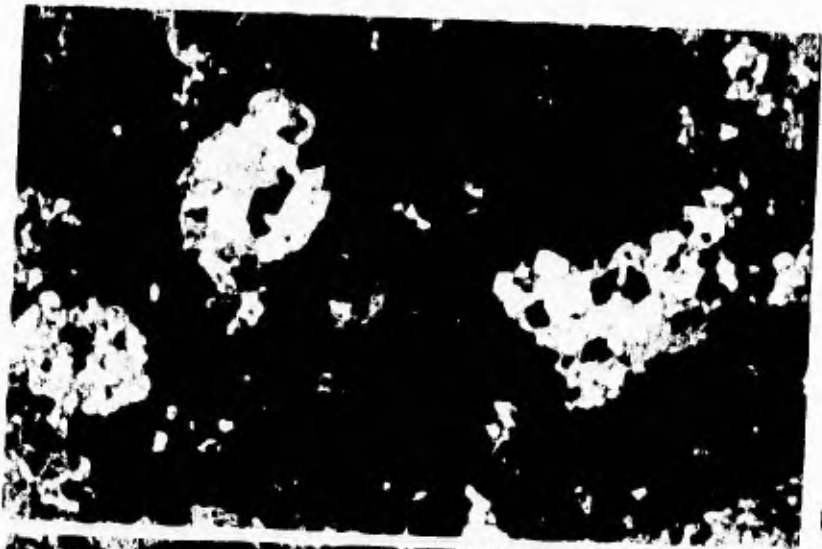
1.- LITOFACIES A.- Nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita. Facies 9, muestra GI-05. Sección Icatepec, (4x).

2.- LITOFACIES B.- Brecha carbonatada con fragmentos subangulosos dolomitizados, cementados por calcita. Facies 9, muestra GI-04. Sección Icatepec, (4x).

3.- LITOFACIES C.- Bindstones de algas dolomitizado. Se puede observar también porosidad secundaria asociada al fracturamiento, con hidrocarburos en zonas de disolución. Facies 9, muestra GI-07. Sección Icatepec, (4x).

TESIS SIN PAGINACION

COMPLETA LA INFORMACION



1



2



3

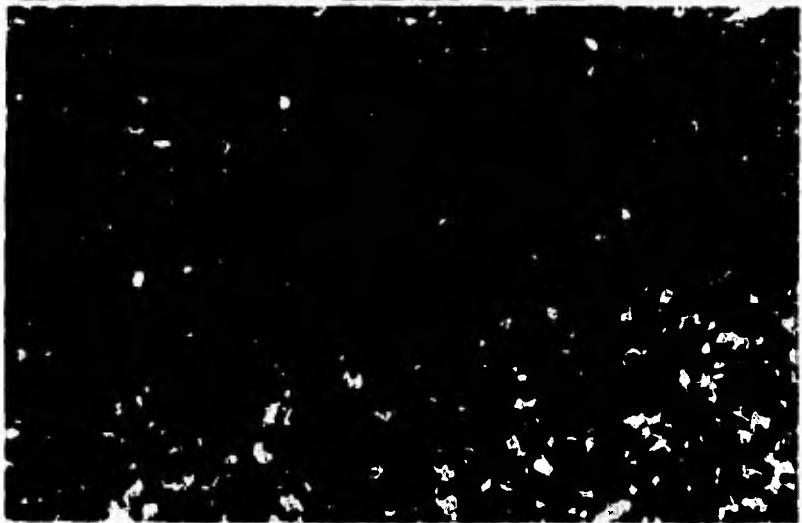
4.- LITOFACIES D.- Packstone de pelias fecales dentro de bindstone algáceo. Facies 9, muestra PC-02. Sección Puente Campuzano, (4x).

5.- LITOFACIES E.- Wackestone-packstone de bioclastos y peloides. Como característica particular presenta gran abundancia arcillas. Facies 8, muestra AO-03. Sección Alvaro Obregón, (4x).

6.- LITOFACIES F.- Packstone de peloides y bioclastos. Facies 8, muestra PC-15. Sección Puente Campuzano, (4x).



4



5



6

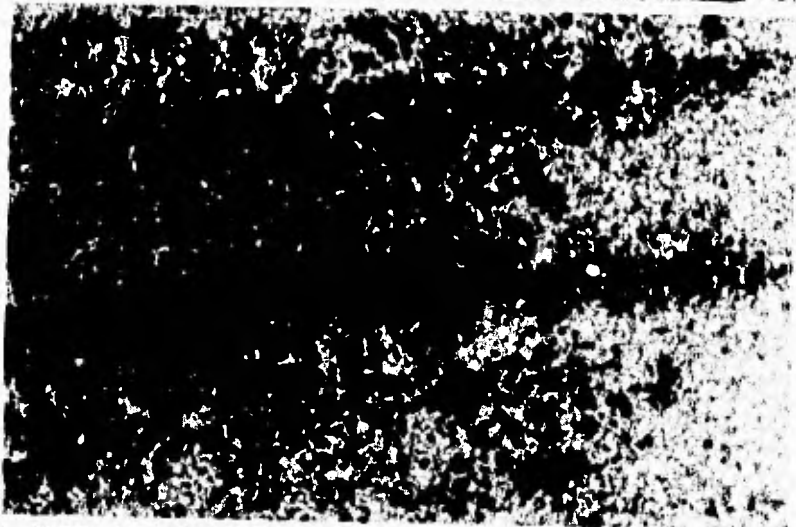
7.- **LITOFACIES G.-** Packstone de miliólidos. Esta facies se ha considerado típica de la Formación Morelos, sin embargo en las secciones medidas no ha sido común. Facies 7, muestra GI-25. Sección Icatepec, (4x). Teñida con alizerina roja.

8.- **LITOFACIES H.-** Mudstone de pelas fecales muy arcilloso. Facies 7, muestra GI-12. Sección Icatepec, (4x).

9.- **LITOFACIES I.-** Micromolusco relleno por sedimentos con textura grainstone. Facies 6, muestra AO-28. Sección Alvaro Obregón, (4x).



7



8



9

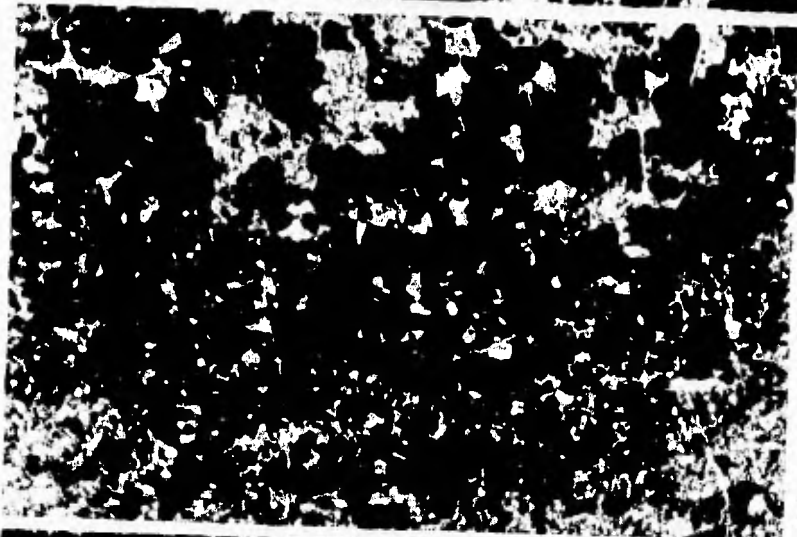
10.- LITOFACIES J.- Packstone con fragmentos de rudistas. Se observa además compactación y silicificación. Facies 5, muestra GI-15. Sección Icatepec, (4x).

11.- LITOFACIES K.- Interdigitación de wackestone-packstone de bioclastos con calclititas. Los sedimentos gruesos provocan estructuras de carga. Flujo de granos en cuenca, muestra AO-33. Sección Alvaro Obregón, (4x).

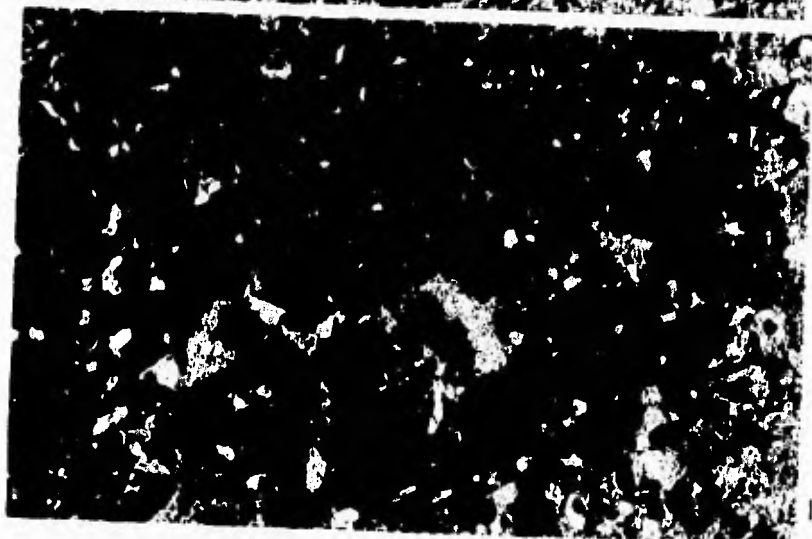
12.- LITOFACIES L.- Wackestone de bioclastos, arcilloso. Facies 3, muestra HU-10. Sección Huahuaxtla, (4x).



10



11

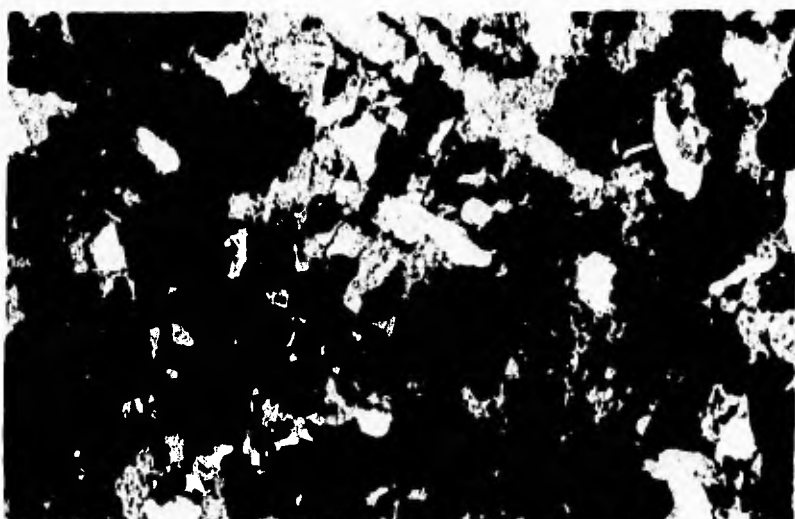


12

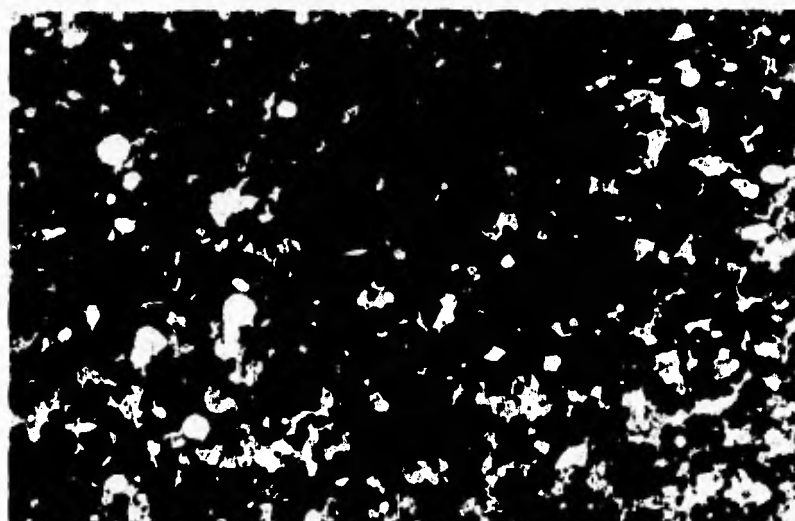
13.- **LITOFACIES M.-** Calclititas. Horizonte que marca el cambio entre las Formaciones Morelos y Mexcala. Depósito de cuenca, muestra HU-15. Sección Huahuaxtla, (4x).

14.- **LITOFACIES N.-** Packstone de bioclastos, arcilloso, con radiolarios y globigerínidos. Facies 1, muestra GI-01. Sección Icatepec, (4x).

15.- **LITOFACIES N.-** Tempestitas con abundantes foraminíferos planctónicos (globotruncanas). Depósito de tormenta, muestra AO-11. Sección Alvaro Obregón, (4x).



13



14



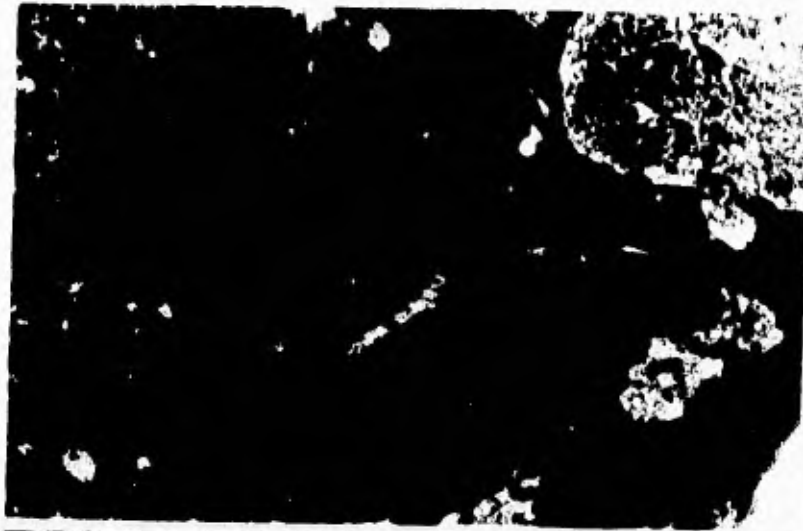
15

ANEXO II
PROCESOS DIAGENETICOS

1.- Micritización y bioturbación como procesos tempranos comunes en todas las secciones, muestra AO-10. Sección Alvaro Obregón, (4x).

2.- Nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita son la evidencia de cementación por evaporitas, muestra PC-01. Sección Puente Campuzano, (4x).

3.- Se pueden observar las dos etapas de cementación en la partícula del centro, además disolución-cementación en el extremo derecho, muestra HU-09. Sección Huahuaxtla, (10x).



1



2



3

4.- En esta lámina se presentan los dos fracturamientos, el primero con relleno reemplazado por dolomita barroca, muestra AO-01. Sección Alvaro Obregón, (4x).

5.- Primer período de fracturamiento con relleno reemplazado por dolomita barroca y sílice, muestra TV-16. Sección Taxco Viejo, (4x).

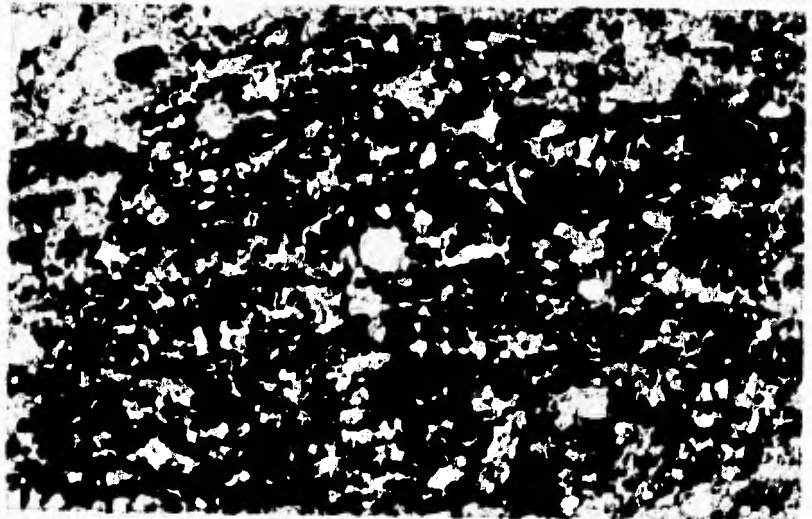
6.- Estilolitos en disposición anastomósica irregular, causados por presión litostática, muestra GT-10. Sección Tehuiziapa, (4x).



4



5

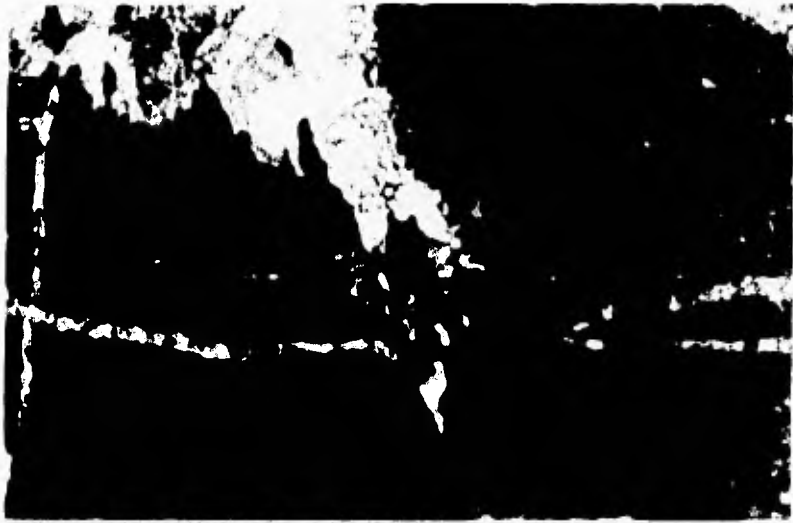


6

7.- Estilolitos en picos de gran amplitud asociados al fracturamiento, muestra TV-08. Sección Taxco Viejo, (4x).

8.- Nódulos evaporíticos reemplazados por dolomita barroca con un segundo crecimiento de dolomita que se puede ver en el cristal rómbico en el centro del nódulo, muestra TV-05. Sección Taxco Viejo, (4x).

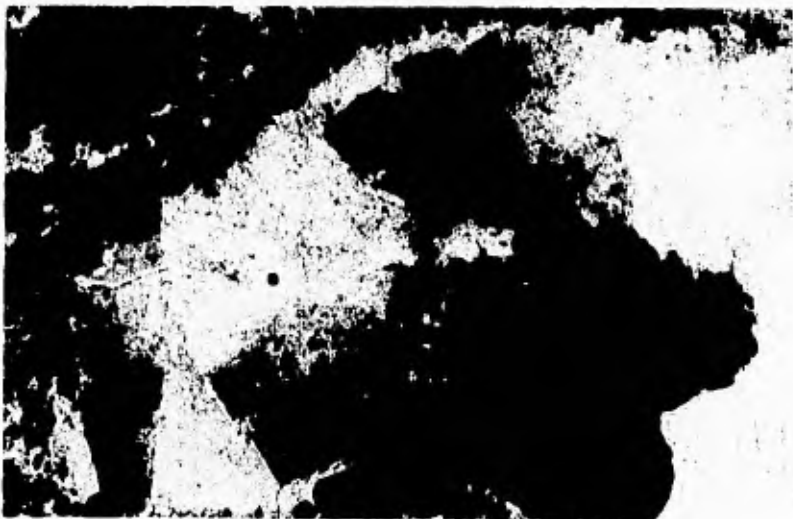
9.- Dolomita barroca en cristales curvos de gran tamaño, con extinción ondulante, muestra GI-11. Sección Icatepec, (4x).



7



8

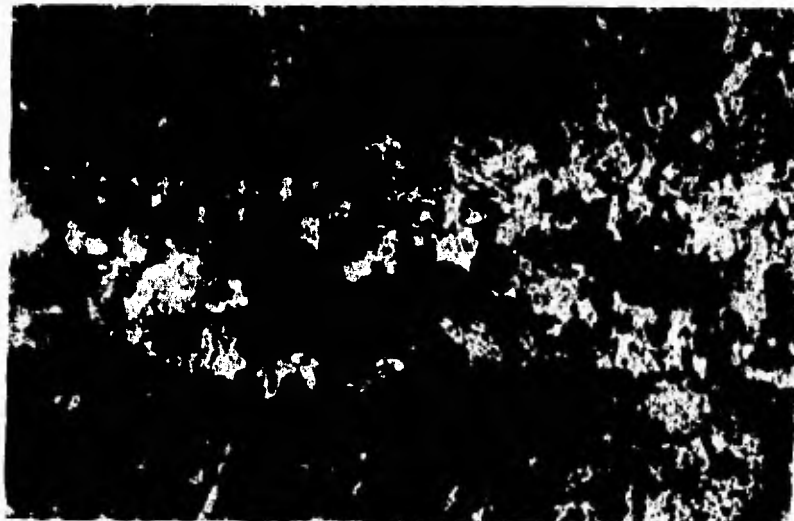


9

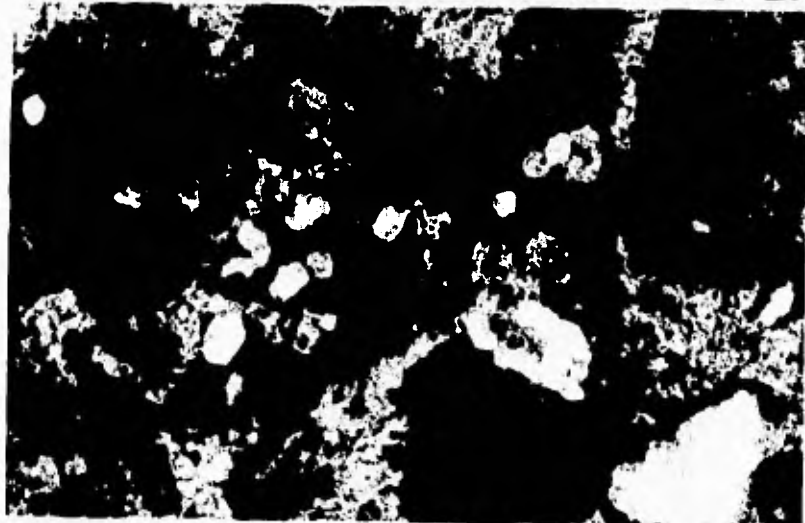
10.- Primer evento de silicificación, reemplazando el relleno de el primer fracturamiento, muestra GH-05, (4x).

11.- Segundo evento de silicificación en cristales euhedrales, muestra AO-32. Sección Alvaro Obregón, (10x).

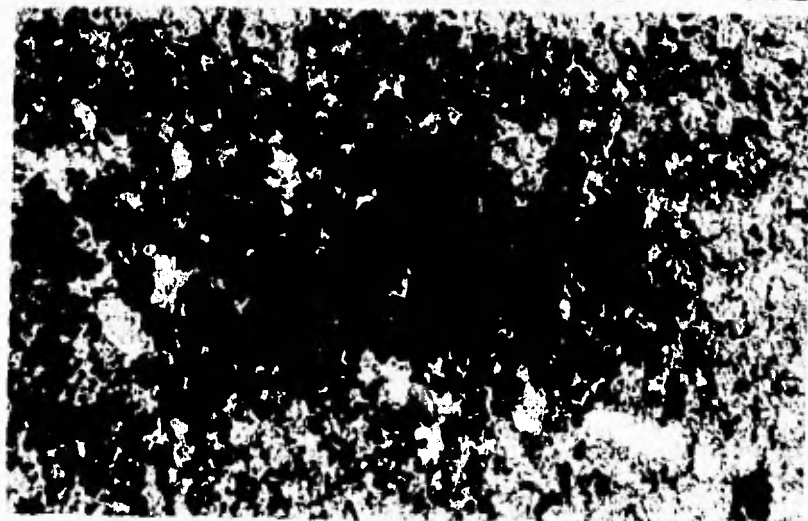
12.- Hidrocarburos en porosidad causada por dolomitización, muestra TV-19. Sección Taxco Viejo, (10x).



10



11

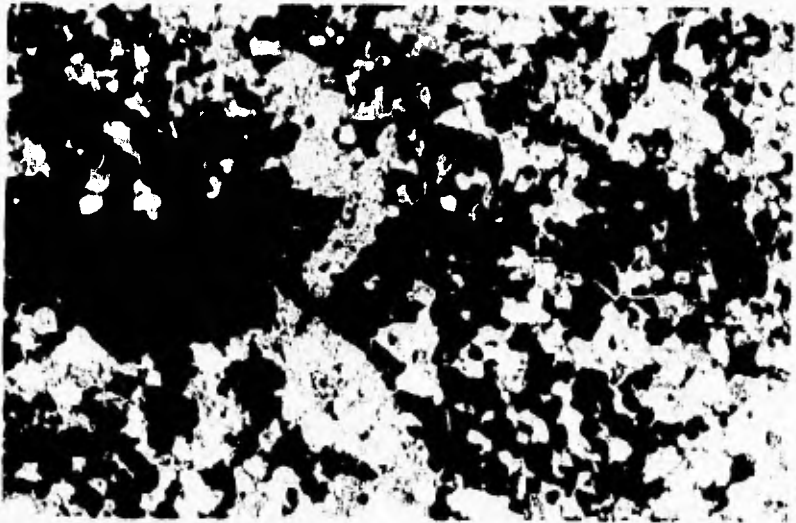


12

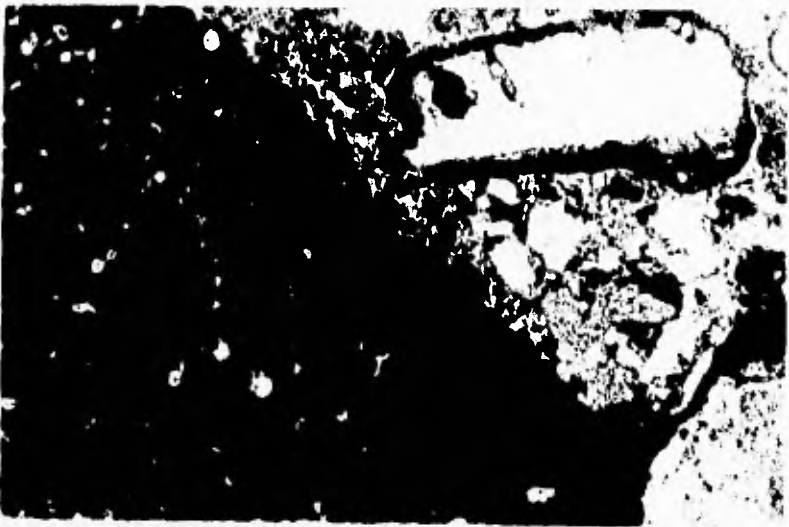
13.- Hidrocarburos remanentes en zonas de presión-solución, muestra GI-02. Sección Icatepec, (4x).

14.- Hidrocarburos en areniscas, posiblemente migrando por capilaridad junto con sedimento fino, muestra GH-12 de reconocimiento general, (4x).

15.- Recristalización que se puede observar tanto en la dolomita que forma la roca como en la calcita que rellena la fractura, muestra AO-08. Sección Alvaro Obregón, (4x).



13



14



15

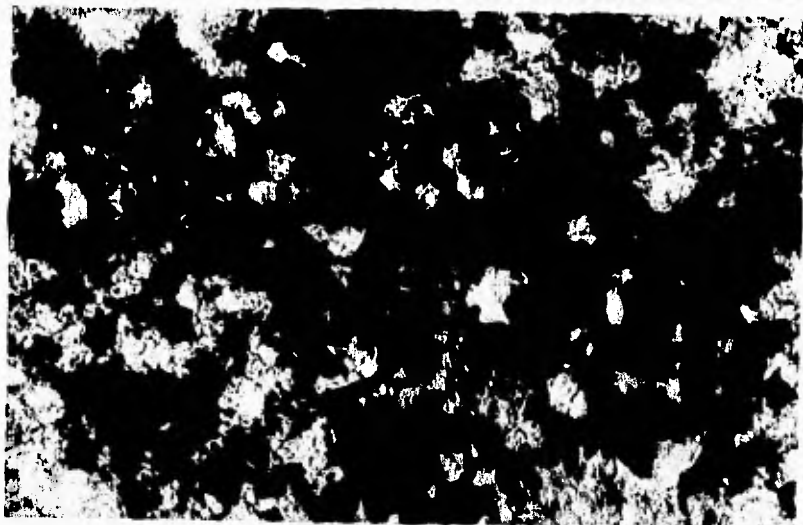
16.- Dedolomitización, se puede observar la estructura rómbica de los cristales de dolomita, tiñendose de rojo las zonas calcificadas, muestra GI-06. Sección Icatepec, (10x).

17.- En esta lámina se puede observar como durante la dedolomitización la calcita va reemplazando a la dolomita formando cristales pseudomorfos, muestra GI-09. Sección Icatepec, (40x).

18.- Oxidación de minerales de hierro fuerte en zona de mayor porosidad, que se presenta como el último evento de la paragénesis en la zona estudiada, muestra AO-12. Sección Alvaro Obregón, (4x).



16



17



18

A N E X O I I I




P A R A G E N E S I S D E C A D A S E C C I O N

SECCION ICATEPEC

No. de muestra	626	725	924	723	622	521	20	819	18	17	916	515	814	913	712	11	9-10	8	9	7	6	5	4	3	2	1
Ordalicia																										
Quilolalicia																										
Beccitobalicia																										
Dahuilalicia																										
Pretilalicia																										
Fracturaciones																										
Hiloscarras																										
Schilalicia																										
Dahuilalicia																										
Pretilalicia																										
Fracturaciones																										
Cremallera																										
Dahuilalicia																										
Cremallera																										
Compartición																										
Cem. Exp.																										
Moluscos																										
Moluscos																										

SECCION TEHUIZIAPA

No. de muestra	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Ordalicia												
Quilolalicia												
Beccitobalicia												
Dahuilalicia												
Pretilalicia												
Fracturaciones												
Hiloscarras												
Schilalicia												
Dahuilalicia												
Pretilalicia												
Fracturaciones												
Cremallera												
Dahuilalicia												
Cremallera												
Cem. Exp.												
Moluscos												
Moluscos												




-  Presente
-  Ausente
-  Dolomita barroca

SECCION TAXCO VIEJO

No. de muestra	16	17	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Factas																	
Oxidacion																	
Sulfidacion																	
Refractabilidad																	
Labomatriza																	
Preside. Solubida																	
Fracturabilidad																	
Hidrocarburos																	
Sulfidacion																	
Fracturabilidad																	
Fracturabilidad																	
Cementacion																	
Dureza																	
Cementacion																	
Cem. Evap.																	
Bautabilidad																	
Microrresaca																	

SECCION HUAHUAXTLA

No. de muestra	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Factas															
Oxidacion															
Sulfidacion															
Refractabilidad															
Labomatriza															
Preside. Solubida															
Fracturabilidad															
Hidrocarburos															
Sulfidacion															
Labomatriza															
Preside. Solubida															
Fracturabilidad															
Cementacion															
Dureza															
Cementacion															
Cem. Evap.															
Bautabilidad															
Microrresaca															




-  Presente
-  Ausente
-  De omira borroca

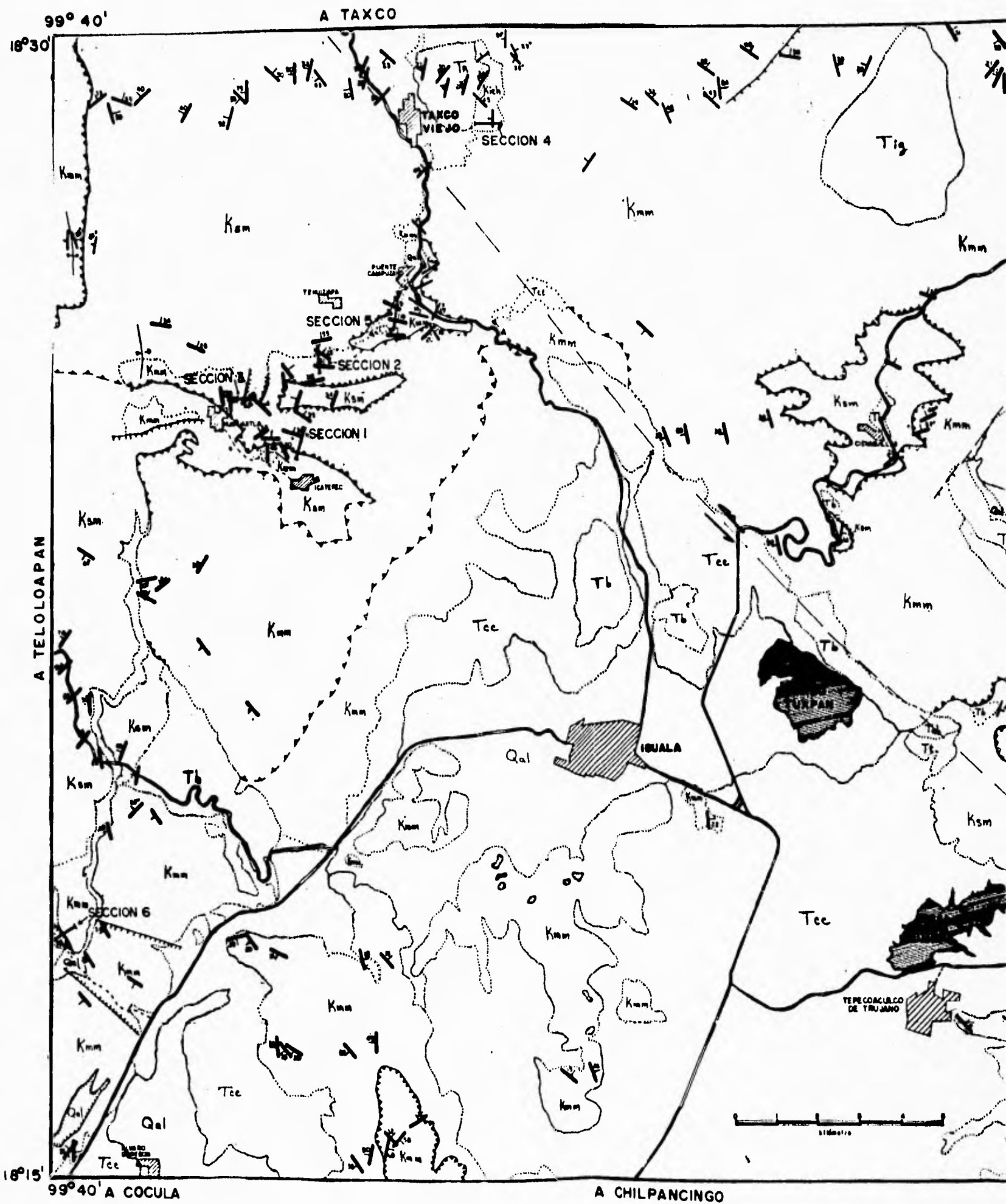
SECCION ALVARO OBREGON

No. de muestra	Factor	Oxidación	Sulfatación	Acristalización	Deshidratación	Presión-Sublección	Fracturamiento	Elongación	Sulfatación	Reducción	Presión-Sublección	Fracturamiento	Cementación	Disolución	Compacción	Cem. Evap.	Restricción	Microfricción
34	3																	
35	4																	
32																		
31	1																	
29	4																	
28	5																	
27	4																	
18	9																	
17																		
16	8																	
15																		
14	9																	
13	8																	
12	9																	
11	T																	
10																		
9	8																	
8																		
7	9																	
6	8																	
5	9																	
4																		
3	8																	
2	9																	
1																		

SECCION PUENTE CAMPUZANO

No. de muestra	Factor	Oxidación	Sulfatación	Acristalización	Deshidratación	Presión-Sublección	Fracturamiento	Elongación	Sulfatación	Reducción	Presión-Sublección	Fracturamiento	Cementación	Disolución	Compacción	Cem. Evap.	Restricción	Microfricción
23																		
22																		
21	1																	
20																		
19																		
18																		
17																		
16	8																	
15																		
14	5																	
13	8																	
12																		
11																		
10	9																	
9	5																	
8	7																	
7																		
6	8																	
5																		
4	9																	
3																		
2																		
1																		

-  Presente
-  Ausente
-  Dolomita borroca



99° 40'
18° 30'

A TAXCO

TANCO VIEJO
SECCION 4

TEPECOACUILCO
SECCION 5

SECCION 3

SECCION 2

SECCION 1

A TELOLOAPAN

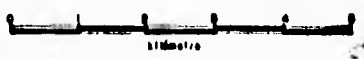
IGUALA

SECCION 6

TEPECOACUILCO DE TRUJANO

18° 15'
99° 40' A COCULA

A CHILPANCINGO



A MEXICO

99° 20'

18° 30'



LEYENDA

Declinación Magnética
8° 34'

UNIDADES ESTRATIGRAFICAS

- Qal** Aluvión
- Tcc** "Clásticos Continentales"
- Tab** Andesita Buenavista
- Tt** Riolita Tilzapotta
- Tb** Formación Balsas
- Ksm** Formación Mexcala
- Kim** Formación Morelos
- Kih** Formación Huitzuco
- Kich** Formación Chilacachapa
- TR** Roca Verde Taxco Viejo

TIPOS DE CONTACTOS

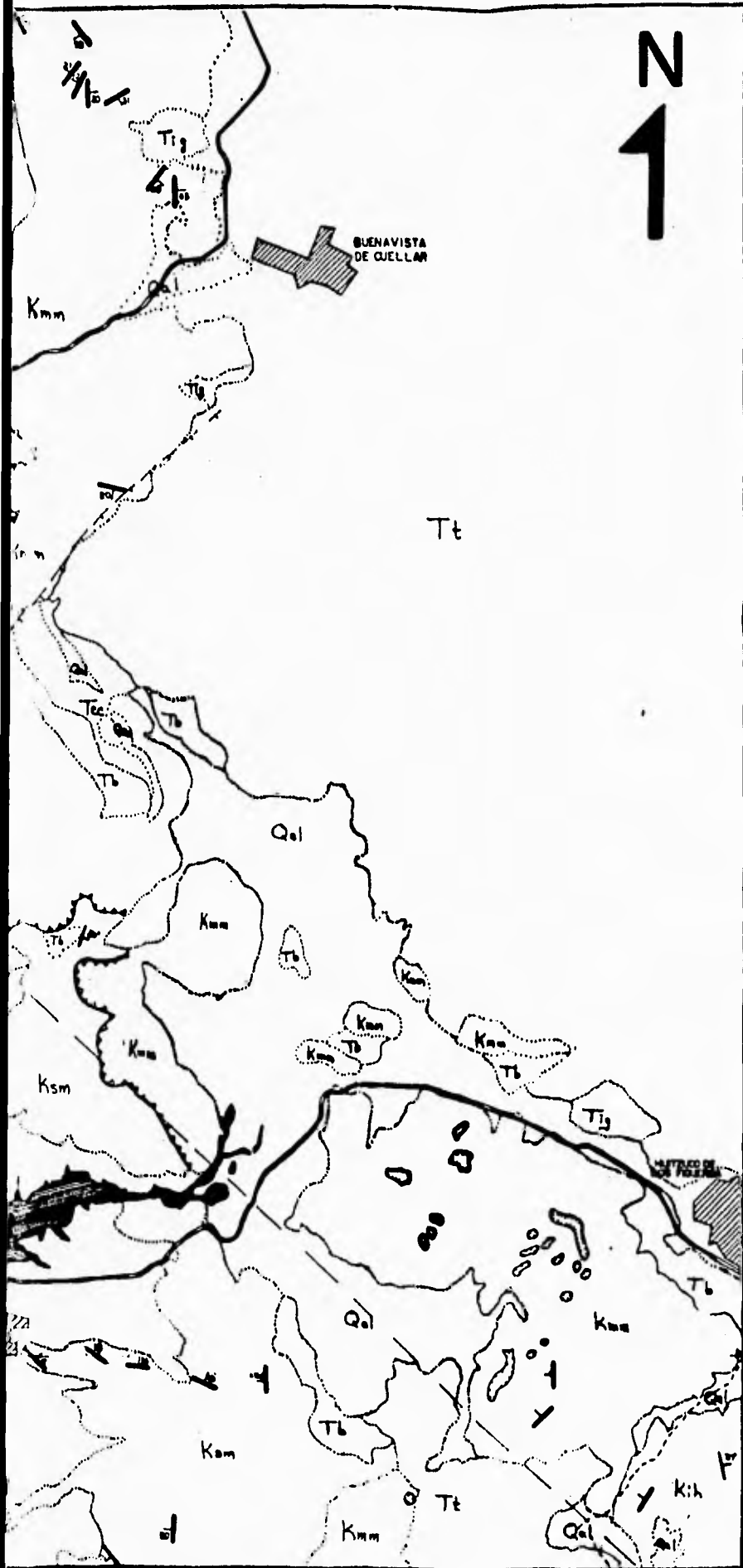
- Litológico
- Falla inversa
- Falla inversa inferida
- Falla normal
- Falla normal inferida
- Falla lateral inferida

SIMBOLOGIA

- Echado medido
- Echado inferido
- Anticlinal
- Dolina
- Sección estratigráfica
- Carretera pavimentada
- Camino de terracería
- Poblado

SECCIONES ESTRATIGRAFICAS MEDIDAS

- 1 Sección Icatepec
- 2 Sección Tehuiziapa
- 3 Sección Huahuaxtla
- 4 Sección Taxco Viejo
- 5 Sección Puente Campuzano
- 6 Sección Alvaro Obregón



A ATENANGO DEL RIO

18° 15'

99° 20'