

0 1179

5
20

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESTUDIO SEDIMENTOLOGICO DE LA FORMACION SAN ANDRES, EN
UNA PORCION DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL; COMPRENDIDA
ENTRE EL RIO VINAZCO Y TLAUUILOTEPEC, PUE.**

TESIS.

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERIA.**

PRESENTA: MIGUEL OLIVELLA LEDESMA.

MEXICO, D.F., 1996.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

INDICE.

RESUMEN

	Pág.
I. INTRODUCCION.	1
A) LOCALIZACION DEL AREA.	1
B) TRABAJOS PREVIOS.	1
C) OBJETIVOS.	4
D) METODOLOGIA.	4
II. ESTRATIGRAFIA.	8
A) INTRODUCCION.	8
B) DESCRIPCION DE LAS FORMACIONES.	8
Jurásico Medio.	8
Formación Cahuwasas.	8
1. Definición.	8
2. Distribución.	9
3. Litología y espesor.	9
4. Relaciones estratigráficas.	9
5. Edad.	11
6. Sedimentología.	11
Formación Tepexic.	12
1. Definición.	12
2. Distribución.	12
3. Litología y espesor.	12
4. Relaciones estratigráficas.	13
5. Edad.	13

6. Sedimentología.	14
Jurásico Tardío.	15
Formación Santiago.	15
1. Definición.	15
2. Distribución.	15
3. Litología y espesor.	15
4. Relaciones estratigráficas.	16
5. Edad.	16
6. Sedimentología.	16
Formación Tamán.	17
1. Definición.	17
2. Distribución.	17
3. Litología y espesor.	17
4. Relaciones estratigráficas.	18
5. Edad.	18
6. Sedimentología.	18
Formación San Andrés.	25
1. Definición.	25
2. Distribución.	25
3. Litología y espesor.	25
Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta. ..	25
Localidad Río Chiflón.	39
Localidad Cuautepec.	48
4. Relaciones estratigráficas.	48
5. Edad.	49
6. Sedimentología.	49
Formación Pimienta.	55
1. Definición.	55
2. Distribución.	55
3. Litología y espesor.	55
4. Relaciones estratigráficas.	56

5. Edad.	57
6. Sedimentología.	57
III. INTERPRETACION AMBIENTAL DE LA SECUENCIA ESTUDIADA.	60
FORMACION SAN ANDRES	60
A) LOCALIDAD TEXCATEPEC-PIE DE LA CUESTA.	60
B) LOCALIDAD RIO CHIFLON	66
C) LOCALIDAD CUAUTEPEC	70
IV. MODELO SEDIMENTOLOGICO.	74
V. DIAGENESIS.	84
LOCALIDAD PIE DE LA CUESTA	84
LOCALIDAD RIO CHIFLON	85
LOCALIDAD CUAUTEPEC	85
A) ETAPAS Y PROCESOS DIAGENETICOS.	86
VI. CONCLUSIONES.	99
VI. BIBLIOGRAFIA.	101
VII. APENDICE PETROGRAFICO.	104

Cariñosamente:

A mi esposa: Martha Isabel.

A mis hijos: Lizette Guadalupe,

José Miguel y Carlos Jonathan

Quiero expresar mi sincero agradecimiento al Dr. Jaime Barceló Duarte por su apoyo, enseñanza, asesoramiento y amistad brindada al suscrito sin mas interés de su parte que el de elevar la calidad de preparación de los alumnos de la Maestría en Exploración de Recursos Energéticos del Subsuelo.

Al M. en C. Alfredo Guzman Baldizán por el apoyo proporcionado tanto en la disposición de recursos como por los valiosos comentarios e ideas durante el desarrollo del trabajo escrito.

Al M en I. Román Sánchez Martínez y al Ing. Jaime Patiño Ruiz por sus consejos y ayuda desinteresada tanto en el desarrollo del trabajo de campo como en la revisión del escrito final.

Así mismo agradezco al M. en I. Alfredo Treviño Rodríguez y al M en C. Victor Dávila Alcocer, por haber revisado este trabajo, cuyos comentarios y sugerencias contribuyeron a mejorar el escrito final.

De igual forma le agradezco al Ing. Enrique Sánchez Chávez, por su espontánea colaboración en la edición final de este trabajo.

De manera muy especial agradezco al personal encargado de la capacitación en La Subdirección de Exploración, de Pemex Exploración Producción por las facilidades otorgadas para la realización de esta maestría.

RESUMEN.

El área del presente estudio se localiza dentro de la Provincia Geológica de la Sierra Madre Oriental, y está limitada por las siguientes coordenadas geográficas: A) $98^{\circ} 23' 30''$ L.W. de G., $20^{\circ} 36' 18''$ L.N.; B) $98^{\circ} 16' 00''$ L.W. de G., $20^{\circ} 40' 39''$ L.N.; C) $98^{\circ} 00' 00''$ L.W. de G., $20^{\circ} 20' 30''$ L.N. y D) $98^{\circ} 07' 21''$ L.W. de G., $20^{\circ} 15' 23''$ L.N. Los poblados de mayor importancia son: Texcatepec, Ver., y Cuautepec, Pue.

El objetivo principal consistió en establecer el modelo sedimentológico para la Formación San Andrés del Jurásico Tardío (Kimmeridgiano) en el área de estudio, interpretando la secuencia ambiental y los procesos diagenéticos que afectaron a estas rocas. Para lo cual se estudiaron 3 localidades en donde afloran éstas rocas, haciéndose una correlación estratigráfica entre ellas, tomando como datúm la base de la Formación Pimienta del Jurásico Tardío (Tithoniano).

En la localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta, se midió un espesor de 421 m. para estos sedimentos, encontrándose que existen tanto rocas que corresponden a facies 6 de Wilson (bancos de arenas carbonatadas), así como facies 6-7 de Wilson (interbanco), y facies 7 y 8 (submarea e intermarea respectivamente). En la localidad Río Chiflón se midió un espesor de 72 m. de sedimentos carbonatados de facies 2-3 de Wilson, derivados de la localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta, y a los que se les considera con base en sus características sedimentológicas como correspondientes a facies mediales de sedimentos turbidíticos. En la localidad de Cuautepec el espesor medido fué únicamente de 5 m., interpretándose como correspondientes a turbiditas carbonatadas distales.

En cuanto al modelo sedimentológico, se considera que el depósito se inició sobre una rampa de tipo homoclinal la cual a medida que fué acrecionando sedimento evolucionó a una plataforma con restricción.

Se identificaron 12 eventos diagenéticos que son: biturbación, micritización, cemento A, cemento B, compactación, presión-solución, migración de aceite, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación, y se relacionó cada uno de estos procesos con las diferentes etapas diagenéticas que han afectado a la secuencia (aunque la migración de aceite y el fracturamiento no se consideran procesos diagenéticos se les está incluyendo para situarlos dentro de la paragénesis, dado el interés económico de este estudio).

Se observaron algunos intervalos dentro de las facies 6 de Wilson, principalmente, con buena porosidad de tipo intragranular, con impregnación de aceite residual.

I. INTRODUCCION.

A) LOCALIZACION DEL AREA.

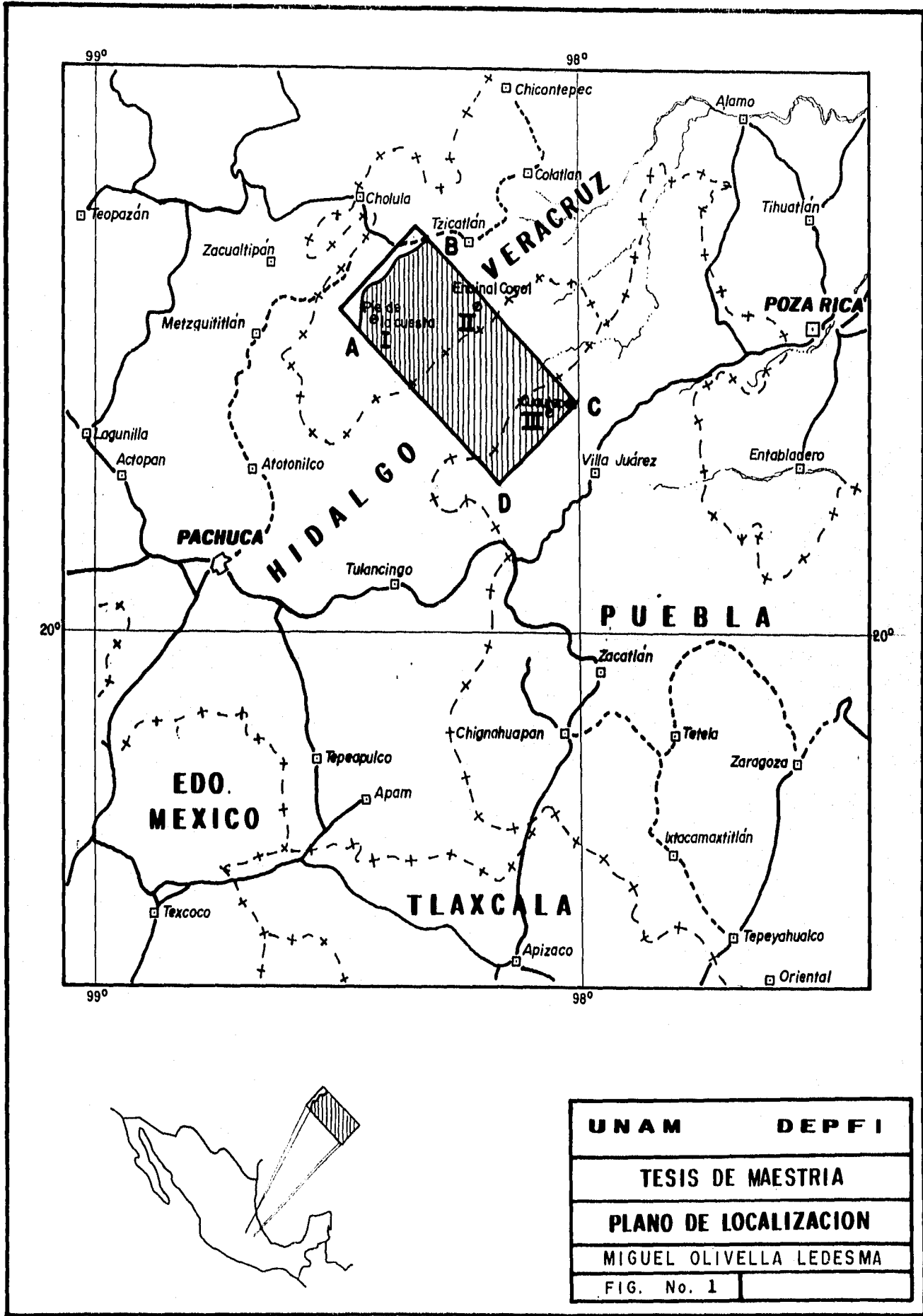
El área se encuentra comprendida dentro de la Provincia Geológica de la Sierra Madre Oriental. Esta limitada al norte por el Río Vinazco, y hacia el sur por las poblaciones de Xicotepéc de Juárez y Huauchinango, Pue. Los poblados de mayor importancia que se encuentran comprendidos dentro de ella son: Texcatepec, Ver., San Bartolo Tutotepec, Hgo., Cuauhtepéc, Pue y Tlacuilotepec, Pue. Presenta una superficie aproximada de 819 km².

Está limitada por las siguientes coordenadas geográficas (Fig. 1).

A	L.W. de G. = 98° 23' 30"	L.N. = 20° 36' 18"
B	L.W. de G. = 98° 16' 00"	L.N. = 20° 40' 39"
C	L.W. de G. = 98° 00' 00"	L.N. = 20° 20' 30"
D	L.W. de G. = 98° 07' 21"	L.N. = 20° 15' 23"

B) TRABAJOS PREVIOS.

Los primeros trabajos geológicos realizados en el área, datan de principios de siglo. Villarelo y Bose (1902) iniciaron los trabajos estratigráficos, en una porción del río Vinazco cercana al poblado de Huayacocotla, Ver. Burckardt (1930), realizó estudios sobre la Formación Tepexic. Y en ese mismo año, Fehr y Bonnard también realizaron un trabajo de reconocimiento regional, a lo largo del río Pantepec, entre Tenango de Doria y San Bartolo Tutotepec. Posteriormente Erben (1954, 1956); complementa las investigaciones efectuadas hasta esa época sobre el Jurásico Superior e inferior en Huayacocotla y Zacualpan, Ver.



UNAM	DEPFI
TESIS DE MAESTRIA	
PLANO DE LOCALIZACION	
MIGUEL OLIVELLA LEDESMA	
FIG. No. 1	

González (1967) en su estudio geológico realizado en el área de Huayacocotla-Real del Monte-Acaxochitlán concluye que la Formación Tamán presenta un cambio de facies a calizas clásticas semejantes a la Formación San Andrés productora en el subsuelo del distrito Poza Rica.

Cantú (1971), menciona que la transgresión del Kimmeridgiano Temprano (zona con Idoceras), sobre sedimentos de origen continental (Formación Cahuwasas), fué el origen del "Miembro San Andrés, de la Formación Tamán".

En pie de la Cuesta, el " Miembro San Andrés, sobreyace en forma discordante a sedimentos de origen continental y subyace a la Formación Pimienta, Zona con Suarites, o sea la base del Titoniano Tardío (Cantù, 1968, p. 19-20).

Cabrera (1973), señala, que en la sección Pie de la Cuesta medida por González (1969) se definieron 3 microfacies; de las cuales la I y la II se encuentran también en los pozos del área. Que la Microfacies Jsa III, corresponde a un ambiente de depósito de "supramarea o bién Lagunar" (Formación San Pedro). Para la microfacies Jsa II, el ambiente de depósito interpretado es el de "plataforma interna a intermarea; o bién costera" (Formación Constituciones). Y que para la microfacies Jsa I, el medio de depósito corresponde también al mismo de la Microfacies II "o posiblemente sea un poco mas profunda".

Gutierrez (1984) y Manzo (1984) realizan trabajos de actualización geológica, en el área de Acaxochitlán, Pue. - Huauchinango, Pue., y en el área de San Bartolo Tutotepec - Texcatepec respectivamente.

Tejeda (1988), menciona que se determinó que las rocas oleogeneradoras de mayor o menor orden de importancia son: La Formación Santiago del Oxfordiano, Pimienta del Tithoniano y Tamán del Kimmeridgiano.

Manzo (1989), concluye que: la presencia de sedimentos del Kimmeridgiano en facies de laguna en la Loc. Río Chiflón hace suponer que al NE en el subsuelo podamos tener la existencia de la Formación San Andrés.

Guzmán (1991), menciona que las mejores rocas madre de la Cuenca Tampico-Tuxpan se sitúan en el Oxfordiano-Kimmeridgiano, y que la paleotopografía resultante del rifting inicial creó las condiciones adecuadas para la preservación de la materia orgánica. Así mismo indica que hacia la Sierra Madre las rocas del Oxfordiano-Kimmeridgiano y del Tithoniano alcanzan la ventana de gas y que el 80 % de la materia orgánica se ha transformado térmicamente.

Patíño (1991), menciona que entre los poblados de Cuauhtepac y Temazcalapa, Pue., en rocas de la Formación Tamán colectó aptychus de amonitas, que fueron datados como del Kimmeridgiano - Tithoniano. Y que en esa misma localidad se identificaron "capas calcaréniticas correspondientes al Miembro San Andrés".

C) OBJETIVOS.

El objetivo principal fué establecer el modelo sedimentológico para la Formación San Andrés en el área de estudio; interpretando la secuencia ambiental y los procesos diagenéticos que afectaron a estas rocas.

D) METODOLOGIA.

1.- Se recopiló y analizó la información pre-existente.

2.- Con base en el análisis de la información se seleccionaron las localidades de Cojolite, Encinal, Santiago, Huasquilla, y San José del Valle para la caracterización de las unidades del Jurásico Superior aflorantes, así como las localidades de Texcatepec-Pie de la Cuesta, Río Chiflón (Encinal-Coyol) y Cuauhtepac que es en donde se midieron las tres columnas del Jurásico Superior (Miembro San Andrés de la Formación Tamán (Fig. 1 y 2).

3.- En las tres localidades se realizó un muestreo de tipo estratigráfico, colectándose en la localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta un total de 131 muestras, en Río Chiflón 30, y en la de Cuauhtepac 25. Se marcaron dos cortes para láminas delgadas transversal y longitudinal de acuerdo al sentido del depósito.

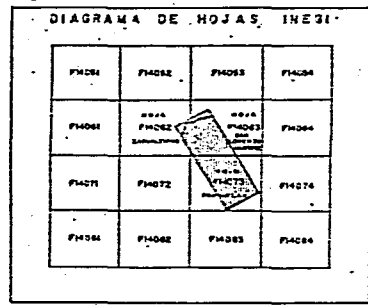
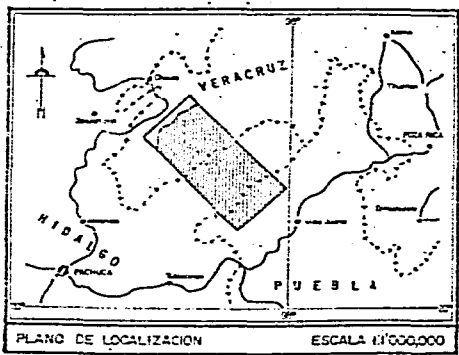
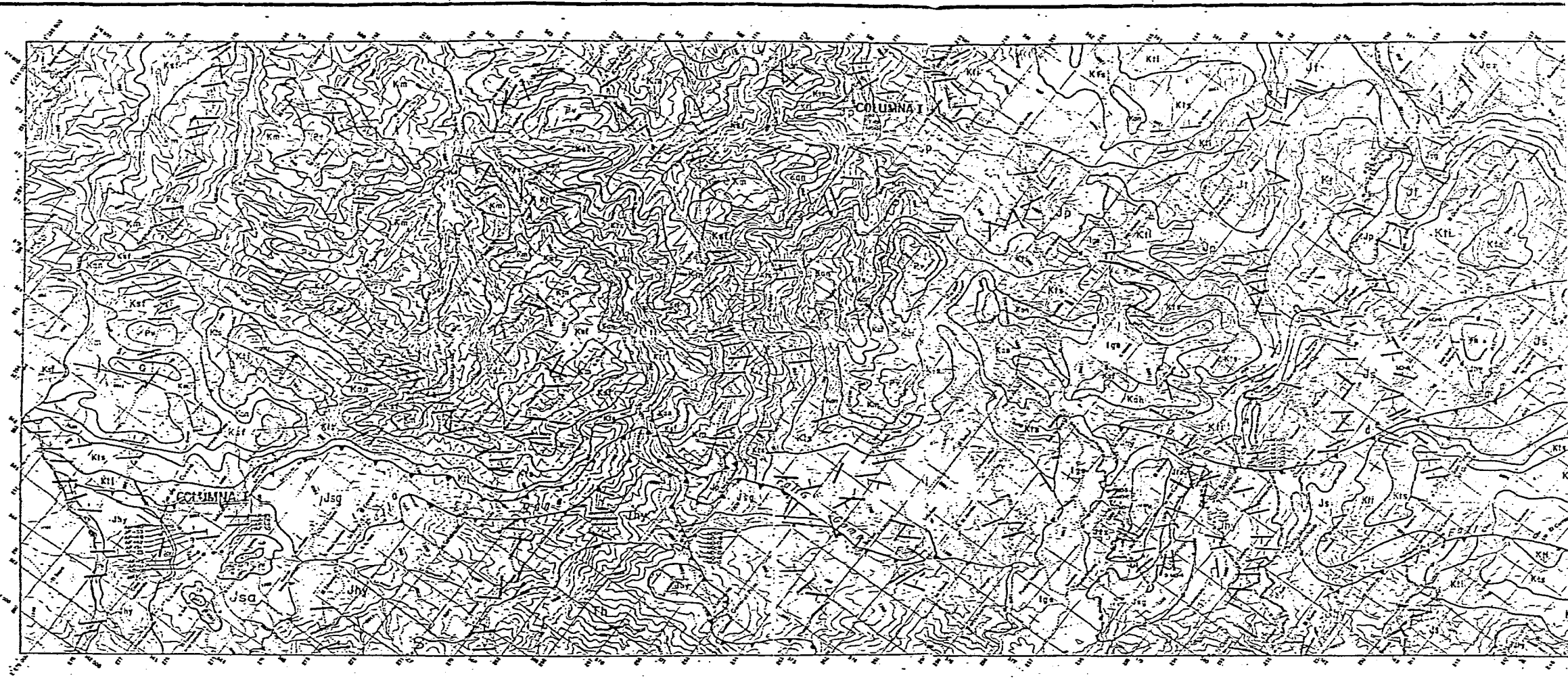
4.- Se correlacionaron las tres columnas, tomándose como datum la base de la Formación Pimienta del Tithoniano (fig. 3).

5.- Se realizó el estudio petrográfico (empleándose la nomenclatura modificada de Dunham, en Embry y Klovan 1971) y diagenético de las muestras colectadas.

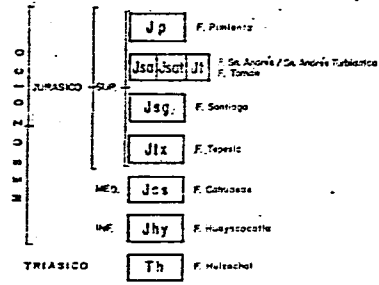
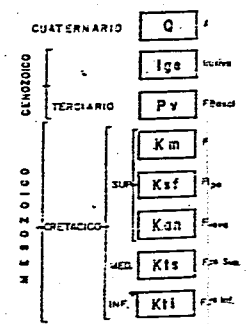
6.- Interpretación ambiental utilizando facies de Wilson (1975).

7.- Se realizó la interpretación diagenética y paragenética de las muestras colectadas.

8.- Por último se estableció el modelo sedimentológico para la Formación san Andrés, empleándose tanto los modelos de facies de Wilson (1975) como los de Burchette y Wright (1992).



L E G E N D A



SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Eschale basico
- Eschale Carbonifera
- Eschale silicea
- Eschale silicea
- Contacto Geologico Discordante
- Anticlinal
- Sinclinal
- Falla normal

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

- Ciudad o poblado
- Estacion
- Escuela
- Carrilera pavimentada
- Carrilera de Termino
- Camino
- Rio

CORRELACION DE COLUMNAS

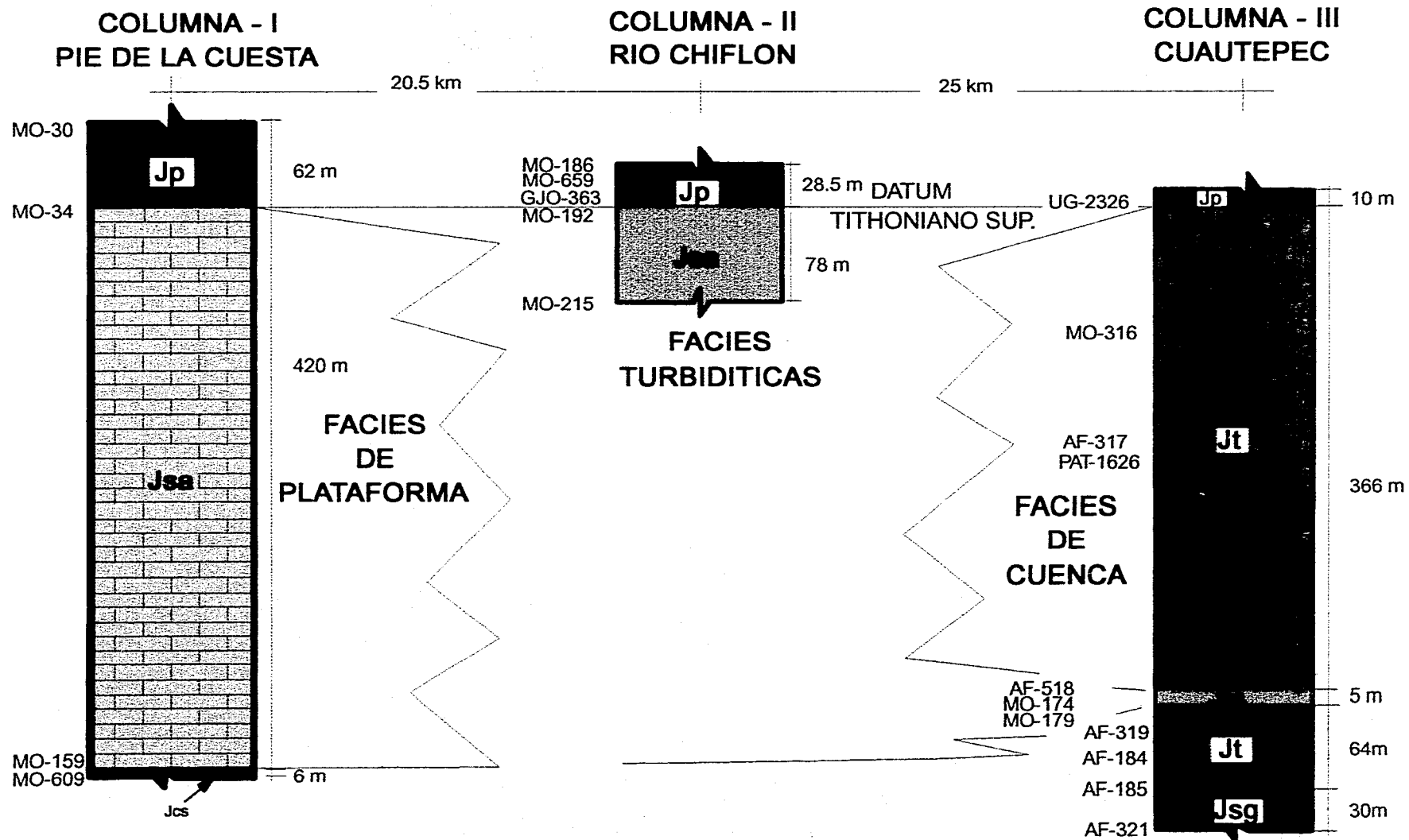


FIG. 3

II. ESTRATIGRAFIA

A) INTRODUCCION.

En el área de este estudio afloran rocas sedimentarias, que forman una columna que cronológicamente comprende un intervalo de tiempo que abarca del Triásico al Reciente (Fig. 4).

Sin embargo aquí únicamente se van a discutir las rocas que corresponden al Jurásico Medio y Jurásico Superior, de tal forma que se pueda delimitar en sus contactos inferior y superior la Formación San Andrés que es el motivo principal de este estudio.

Como horizonte de correlación entre las tres columnas medidas, se está empleando la base de la Formación Pimienta debido a que esta unidad por corresponder a una superficie de máxima inundación (como se verá más adelante) presenta características litológicas regionales bien definidas así como abundancia de fauna lo que hace posible su uso como datum.

B) DESCRIPCION DE LAS FORMACIONES.

Jurásico Medio.

Formación Cahuwasas.

1.- Definición.

Carrillo (1959) designó con este nombre a una secuencia de areniscas, limolitas, lutitas y conglomerados de color rojizo que generalmente descansan en discordancia angular sobre

sedimentos del Jurásico Temprano y subyace, también discordantemente a rocas del Jurásico Tardío. Su localidad tipo se encuentra en el Rancho Cahuwasas, sobre el Río Amajac, al Sureste de Chapulhuacán, Hgo.

2.- Distribución.

Se le observa aflorando en la porción sur-oriental del área, en la Ranchería de Atlalpan y aproximadamente a 1.5 km al este del poblado de Cuautepec, Pue., así como también en la parte nor-occidental del área en Pie de la Cuesta, Ver.

3.- Litología y espesor.

En las localidades de Atlalpan y Cuautepec, Pue., Patiño (1991, pag. 63) reporta: "limolitas café rojizo, areniscas de grano fino, medio y gravillentas, y areniscas tobáceas de grano medio. Ena capas delgadas, medianas y masivas. Mal estratificadas, con laminación ondulante incipiente y entrecruzada. Y un espesor medido por construcción de 500 m."

En Pie de la Cuesta la litología corresponde a limolitas de color café rojizo alteradas, con intercalaciones de areniscas de grano fino de color café rojizo en capas de 10 a 20 cm. y el espesor de esta unidad es de aprox. 40 m.

4.- Relaciones estratigráficas.

El contacto inferior con las rocas de la Formación Huayacocotla en las localidades de Atlalpan y Cuautepec, Pue. Patiño (1991), reporta que es de tipo discordante. En Pie de la Cuesta no se observó por encontrarse cubierto. Y en las dos primeras localidades el mismo autor señala también que subyace a la Formación Tepexic "en forma transicional por no haberse encontrado en ningún caso una superficie de erosión entre ambas". En la localidad Pie de la Cuesta el contacto superior corresponde a una disconformidad (discordancia paralela) con rocas de la Formación San Andrés (fotografía No. 1).

TABLA ESTRATIGRAFICA

TIEMPO				1. SIERRA MADRE ORIENTAL	CUENCA O REGION 2..TAMPICO-MISANTLA	CUENCA O REGION V. JUAREZ-ACAXOCHITLAN	
ERA	SISTEMA	EPOCA	EDAD	FORMACION	FORMACION	FORMACION	
CENOZOICO	CUATERNARIO		RECIENTE	ROCA IGNEA SED LACUSTRES EXTRUSIVA	ALUVION		
			PLEISTOCENO				
	TERCIARIO			PLIOCENO			
				MIOCENO			
				OLIGOCENO			
				EOCENO			
				PALEOCENO			
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHTIANO	MELENZ	MELENZ	MELENZ	
			CAMPANIANO	SAN FELIPE	SAN FELIPE	SAN FELIPE	
			SANTONIANO				
			CONIACIANO				
			TURONIANO	AGUA NUEVA	AGUA NUEVA	AGUA NUEVA	
		MED	CENOMANIANO	TAMAULIPAS SUP.	TAMAULIPAS SUP.	EL ABR A TAMABRA	TAMAULIPAS SUP.
			ALBIANO		H. OTATES	H. OTATES	
			APTIANO	TAMAULIPAS INF.	TAMAULIPAS INF.	TAMAULIPAS INF.	
			BARREMIANO				
			HAUTERIVIANO				
	INFERIOR	VALANGINIANO					
		BERRIASIANO					
	JURASICO	SUPERIOR	TITONIANO	PIMIENTA	PIMIENTA	PIMIENTA	
			BONONIANO	SAN ANDRES / SAN ANDRES / TAMAN	SAN ANDRES	CHIPOCO	TAMAN
			HAVRIANO				
			SEQUENIANO				
			ARGOVIANO	SANTIAGO	SANTIAGO	CABELLAL	SANTIAGO
DIVESIANO							
MED		CALOVIANO	TEPEXIC	TEPEXIC	TEPEXIC	TEPEXIC	
		BATONIANO	CAHUASAS	CAHUASAS	CAHUASAS		
		BAJOCIANO					
INF.		LIASICO	HUAYACOCOTLA	HUAYACOCOTLA	HUAYACOCOTLA		
TRIASICO	SUP.	RETIANO	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL		
		NORIANO					
	MED	CARNIANO					
		RADIANO					
		ANISIANO					
INF.	SEYTIANO						
PALEOZOICO			PERMICO				
			CARBONIFERO				
			DEVONICO				
			SILURICO				
			ORDOVISICO				
			CAMBRICO				
PREPALEOZOICO			PRECAMBRICO				

UNAM DEPI

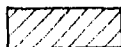
TABLA ESTRATIGRAFICA

MIGUEL OLIVELLA LEDEZMA

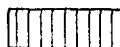
FIG. No. 4 ABRIL / 93

1.- ESTE ESTUDIO

2.- DEPARTAMENTO DE SUBSUELO ZONA POZA RICA



NO AFLORA



EROSION O NO DEPOSITO

5.- Edad.

Debido que no se le ha encontrado fauna de ningún tipo tentativamente, por su posición estratigráfica se le ubica como correspondiente al Jurásico Medio.

6.- Sedimentología.

Por las características litológicas que presenta se considera que esta formación se depositó en un ambiente fluvial y de planicies de inundación, y que por lo mismo su depósito se llevó a cabo en (LST) sistema bajo del nivel del mar. Patiño (1991) menciona que "hacia la cima es probable que la Cahuwasas se haya depositado en ambientes sublitorales por su contenido de carbonato y la ausencia de superficies de erosión entre ella y la Tepexic, francamente marina."

Algunas de sus características principales, son que las areniscas están constituidas predominantemente por volcaniclásticos, y que presentan una fuerte alteración de los feldespatos y fragmentos ígneos, transformados a arcillas durante el proceso de compactación, por efecto de soluciones intersticiales (fotografía No. 2). Es también notable la oxidación periférica de los granos, que le da su característico tono pardo rojizo.

Formación Tepexic.

1.- Definición.

Imlay (1952, p. 970, nota 36) le dió el nombre de Calcarenita Tepexic de manera informal a una secuencia de wackestone, packstone y grainstone de ooides y bioclásticos, de color gris a crema y gris oscuro. La localidad tipo está representada por el Sifón del Río Necaxa en el puente de mampostería llamado "puente de Acazapa", aguas abajo de la planta Tepexic, perteneciente a la Presa de Necaxa (norte del estado de Puebla).

Posteriormente Bonet y Carrillo (1961) la elevaron al rango de formación.

2.- Distribución.

La Formación Tepexic, aflora en las cercanías del poblado San Bartolo Tutotepec, en las localidades de Santiago-El Encinal y La Huasquilla; al oriente de el poblado General Prim en la localidad El Cojolite, en la porción sur oriental del área: a 1.2 km. aprox. al oriente del poblado de Cuautepec, y en las inmediaciones del poblado de Atlalpan, Pue.

3.- Litología y espesor.

En la localidad Santiago-El Encinal, la litología en general corresponde a un packstone-grainstone de ooides de color pardo oscuro y gris oscuro, con gran cantidad de ostreidos, en capas de 0.5 a 1.3 m. de espesor (fotografía No. 3).

En la localidad de El Cojolite, se tiene en la base de la secuencia un packstone de ooides arenoso, de color gris oscuro constituido por: granos envueltos, cuarzo terrígeno, bioclastos, micrita e intraclastos (fotografía No. 4). El espesor del cuerpo es de 3.7 m. Hacia la cima se tiene un packstone-grainstone de bioclastos y ooides (granos envueltos),

con abundante cuarzo terrígeno (fotografía No. 5); de color gris oscuro en capas de 0.5 m. con presencia de aceite muerto en fracturas paralelas a la estratificación.

En la localidad La Huasquilla, en la base de la secuencia observada se tiene una arenisca calcárea, constituida por cuarzo, feldespatos, fragmentos de roca y micrita. Hacia la cima del cuerpo aumenta el contenido de ooides y bioclastos disminuyendo el de terrígenos (fotografía No. 6).

En la localidad cercana a Cuautepec, Patiño (1991), menciona en su columna 5 un espesor de 97.2 m, para la Tepexic basal, constituido por un mudstone arcilloso, y wackstone gris oscuro en capas delgadas con pelecípodos, interestratificados con lutitas negras. Le sobryace una unidad de 18 m de wackstone gris oscuro con fragmentos de pelecípodos, y subyaciendo a esta unidad se encuentra una alternancia calcáreo-arcillosa de 25 m de espesor. En la localidad cercana al poblado de Atlalpan reporta en la base una dolomía, packstone y wackstone dolomítico, con un espesor de 10.7 m y en la cima se encuentra una alternancia calcáreo arcillosa, con un espesor de 7.7 m constituida por wackstone con fragmentos de pelecípodos y mudstone arcilloso.

4.- Relaciones estratigráficas.

Esta unidad sobryace en forma discordante a las rocas de la Formación Cahuwasas, aunque en ocasiones sobryace también discordantemente a los sedimentos de la Formación Huayacocotla, y su contacto superior con la Formación Huayacocotla es concordante.

5.- Edad.

Erben (1956), reporta la siguiente fauna: Rhynchonella spp., Gryphaea sp., Ostrea spp., Pelecipodos no determinados, Nerinea sp., Reineckeia aff. neogaea (BURCKHARDT), Reineckeia af. neogaea (BURCKHARDT), Reineckeia sp. y Reineckeites sp.;

Considerándola como del Caloviano.

Al respecto Cantú (1971) menciona que se reconocen tres horizontes fosilíferos representados en Huehuetla, Hgo., la base con Liogryphaea nebrascensis (Meek y Hayden), la parte media con la asociación Liogryphaea nebrascensis (Meek y Hayden) y Neuquenicerias neogaeum (Burckhardt), y concluye diciendo que: "la ausencia de Macrocefalítidos del Caloviano Inferior y de Kosmocerátidos del Caloviano Superior, mas la presencia de Neuquenicerias neogaeum (Burckhardt) y de Reineckeia sp. nos hace suponer que la edad de la Formación Tepexic, como se presenta en Huehuetla, Hgo. y en Tepexic, Pue., es del Caloviano Medio".

El fósil Liogryphaea nebrascensis (Meek y Hayden) se le encuentra en todas las localidades.

6.- Sedimentología.

En la localidad la Huasquilla se tiene un ambiente de depósito que corresponde a una facies 8 de Wilson en donde se depositaron carbonatos de intermarea con una gran abundancia de cuarzo terrígeno, observándose en esta misma localidad un cambio en el ambiente de depósito hacia el límite 8-7 como lo denota el incremento de ostrácodos y la abundancia de peletes y de biturbación.

En la localidad El Cojolite se tienen también los mismos ambientes de depósito de facies 8 de Wilson y facies 8-7.

En la localidad El Encinal-Santiago se observaron facies 6, correspondientes a bancos de arenas carbonatadas.

Jurásico Tardío.

Formación Santiago.

1.- Definición.

El nombre de esta formación fué asignado por Reyes (1964), en forma inédita, a una secuencia de "lutitas calcáreas de color gris oscuro con intercalaciones de calizas arcillosas en capas hasta de 40 cm. de espesor, que intemperizan de café pardo a café rojizo. Posteriormente Cantú (1969), le asignó este nombre formalmente. Su localidad tipo se encuentra en el Arroyo Santiago que desemboca en el Río Moctezuma en Tamán, S.L.P.

2.- Distribución.

Esta formación aflora en varias localidades del área, se le observa en la brecha que va de San Bartolo Tutotepec a Santiago, (fotografía No. 7); en la localidad de Cojolite, en Huasquilla, en las cercanías de Atlalpan y al oriente de Cuauhtepic.

3.- Litología y espesor.

En forma general la parte inferior de la Formación Santiago en donde esta en contacto con la Formación Tepexic, está conformada por un wackstone gris oscuro a negro en capas delgadas con laminación y presencia de pelecípodos, su parte media consiste de lutitas negras, calcáreas, carbonosas, con intercalaciones de mudstone arcilloso negro en capas delgadas, y su parte superior está formada por un mudstone gris oscuro arcilloso con delgadas bandas de pedernal, con intercalaciones de lutitas negras, en cuerpos de 5 a 20 cm. de espesor. El espesor de esta unidad es variable en las diferentes localidades en donde se ha observado, y sobre todo difícil de medir dado que por su carácter plástico se encuentra bastante deformada. En el área de Huehuetla, Hgo., que es una de las

localidades en donde se encuentra la secuencia completa se reportan 110 m. (Cantu ,1971).

4.- Relaciones estratigráficas.

Tanto el contacto inferior como el superior son transicionales con las Formaciones Tepexic y Tamán, respectivamente.

5.- Edad.

Cantu (1971), le asigna una edad que corresponde al Calloviano Tardío, con base en que la formación subyacente contiene Neuqueniceras neogaeum (Burckhardt) y Reineckeia sp. del Caloviano Medio, y debido a que la Formación Tamán suprayacente contiene Ataxioceras del Kimmeridgiano Temprano.

6.- Sedimentología.

En las láminas delgadas de las muestras MO-18 y MO-19 (fotografía No. 8); se observa una gran cantidad de micrita y cuarzo terrígeno, con escasos porcentajes de intraclastos y peloides, por lo que tomando en consideración que esta formación esta en contacto normal transicional con la Formación Tepexic, se considera que su base corresponde a una facies 7 de Wilson. Al respecto Cabrera (1973), menciona que las características sedimentológicas, más que por sus componentes biológicos hacen suponer que estos sedimentos se depositaron dentro de una cuenca, aunque también pueden estar presentes en plataforma. Patiño (1991), consideró que la "Formación Santiago se depósito en un mar restringido progradante y no abierto, reductor y de baja energía posiblemente producido por un embahamiento provocado por el cierre temporal o la ausencia de comunicación con un proto-atlántico".

Formación Tamán.

1.- Definición.

Heim (1926), designó con el nombre de Formación Tamán, a una secuencia de "calizas microcristalinas, en alternancia con lutitas calcáreas de color negro ". Erben (1956), propone que la localidad tipo, según la denominación, debe considerarse en las cercanías de la población Tamán, en la región de Tamazunchale, S.L.P., ya que no fué establecida con detalle en el trabajo de Heim.

2.- Distribución.

A esta formación se le encuentra en la porción sur-oriental del área, en las cercanías del poblado de Atlalpan, Cuautepec, Pue., y en la localidad la Huasquilla.

3.- Litología y espesor.

La litología, en forma general, consiste de un mudstone arcilloso de color negro en capas gruesas a medianas con laminación paralela, interestratificadas con lutitas carbonosas, y por wackstone y packstone de microfósiles de color gris oscuro en capas medianas, eventualmente intercaladas con cuerpos delgados de lutitas gris oscuro. Es bastante común observar laminación paralela, así como también estructuras de carga en la base de las calizas y sus correspondientes calcos en las lutitas. En la localidad Cuautepec, la fotografía No. 9; ilustra la litología de esta unidad sobre la cima de un cuerpo oolítico, y la fotografía No. 10; corresponden a la parte que se encuentra subyaciendo al cuerpo oolítico.

El espesor de esta unidad no ha sido posible medirlo con exactitud en afloramientos, debido a la intensa deformación que presenta. En el área de Cuautepec, tomando en consideración los datos estructurales reportados por Gutiérrez (1984), Manzo (1989), y Patiño (1991), el suscrito interpreta un espesor para esta unidad de 435 m (Fig. No. 4).

4.- Relaciones estratigráficas.

Tanto el contacto inferior con la Formación Santiago como el superior con la Formación Pimienta son concordantes.

5.- Edad.

Cantú (1971) menciona que la base de la Formación Tamán contiene Ataxioceras (Ataxioceras) aff. subinvolutum (Siemiradski) y Rasenia (Involuticeras) sp., del Kimmeridgiano Temprano (cf. Cantú 1969, p.7) y se observa en Tamán, S.L.P. y en Huehuetla, Hgo. En otros casos, cuando la Formación Tamán suprayace a su miembro San Andrés, es ligeramente más joven que en los dos casos anteriores; es decir la Formación Tamán se depositó a partir de la Zona con Idoceras, del Kimmeridgiano Temprano, y se observa en el Río Apulco y en Texaxacach. Menciona también que la cima de la Formación Tamán contiene Virgatosphinctes mexicanus (Burckhardt) y Aulacomyella neogaea Imlay, que es la base del Tithoniano Temprano; se observa en Tamán, S.L.P., en Huehuetla, Hgo., en el Río Apulco y en Cuetzalán, Pue.

6.- Sedimentología.

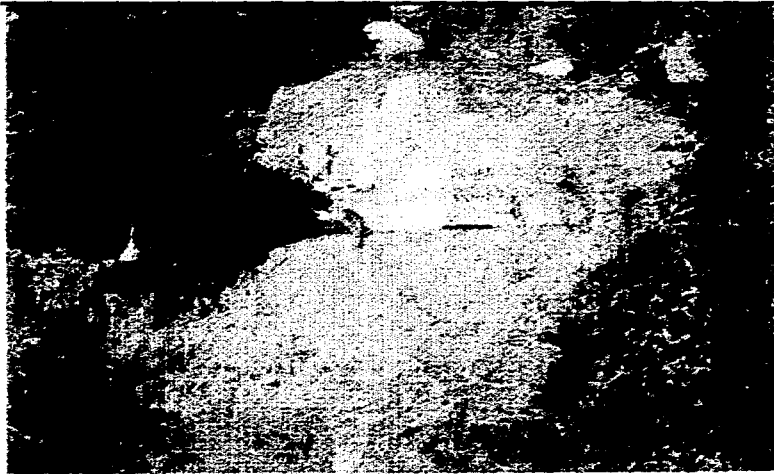
En la localidad Cuautepec, se tienen en la base facies 2 de Wilson, en la parte media un cuerpo turbidítico (el cual se discutirá mas adelante) y en la cima se tienen nuevamente facies 2 de Wilson. Por lo que a estos sedimentos se les considera como pertenecientes a cuenca profunda.

Fotografía No. 1.
Loc. Pie de la Cuesta.
Rocas de la Formación San Andrés sobreyaciendo en
contacto discordante a rocas de la Formación Cahuwasas.

Fotografía No. 2. 40x.
Loc. Pie de la Cuesta.
MO-160. Grauvacas de la Formación Cahuwasas.

Fotografía No. 3. 40x.
Loc. Encinal-Santiago.
MO-3. Ooides micritizados, de la Formación Tepexic.
Se observan 2 generaciones de cemento A y B.

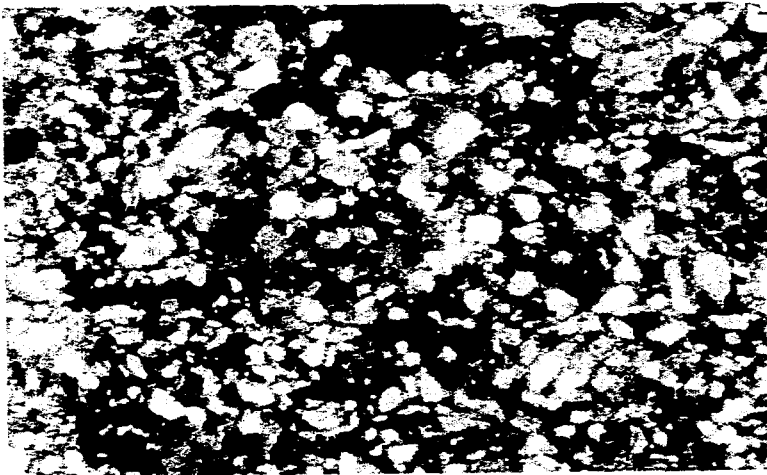
Fotografía No. 4. 40x.
Loc. Cojolite
MO-17. Grainstone-packstone de ooides.
Se observa gran cantidad de cuarzo terrígeno.



Fotografia No. 1



Fotografia No. 3



Fotografia No. 2



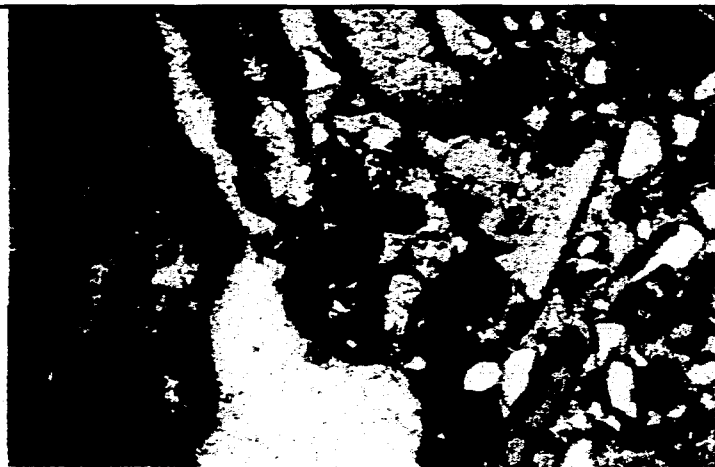
Fotografia No. 4

Fotografía No. 5. 40x.
Loc. Cojolite.
MO-14. Packstone-grainstone de bioclastos. Hacia la
cima del cuerpo aumenta el contenido de bioclastos.

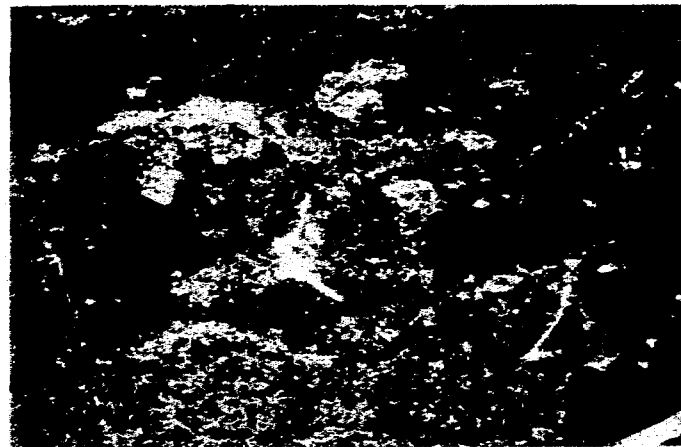
Fotografía No. 6. Nícoles cruzados. 40x.
Loc. La Huasquilla.
MO-24. Grainstone de ooides, con gran
cantidad de cuarzo terrígeno.

Fotografía No. 7. 40 x.
Loc. Encinal Santiago.
MO-4. Formación Santiago. Mudstone-wackstone
de bioclastos (presencia de Saccocoma). Pre-
senta una estructura estilo-moteada.

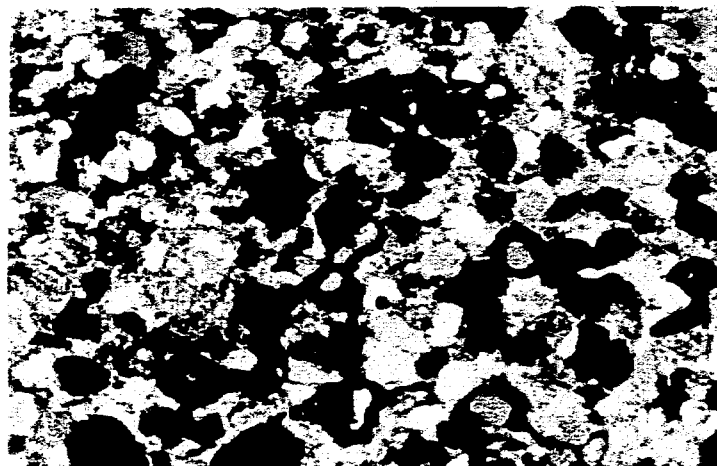
Fotografía No. 8. 40 x.
Loc. Cojolite.
MO-19. Formación Santiago. Wackestone de
terrígenos, ligeramente dolomitizado.
Presenta una estructura estilo-bandeada.



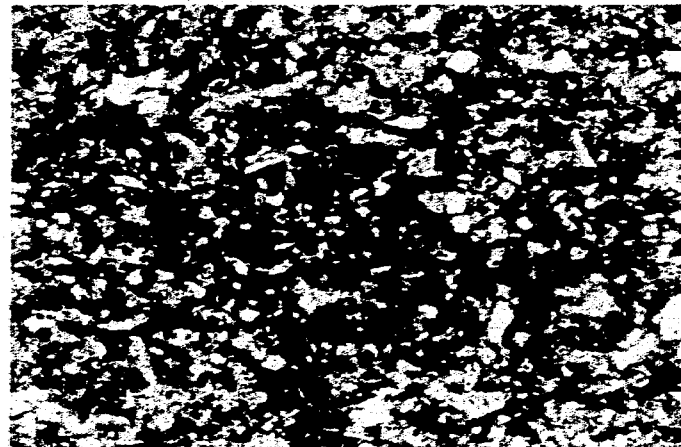
Fotografia No. 5



Fotografia No. 7



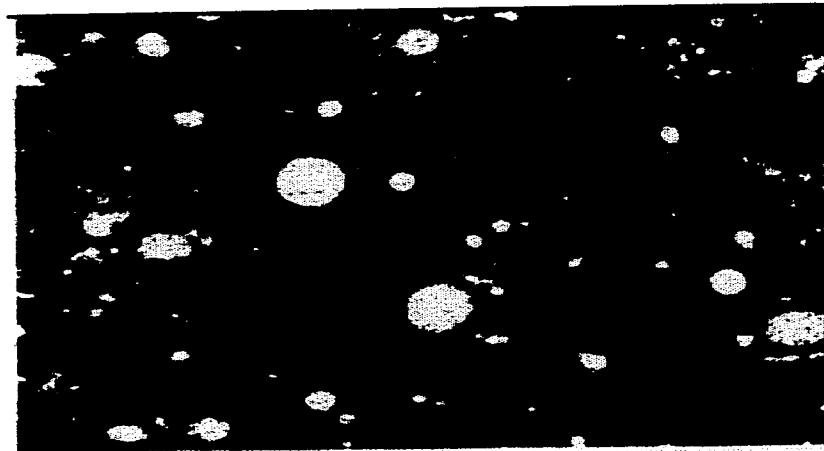
Fotografia No. 6



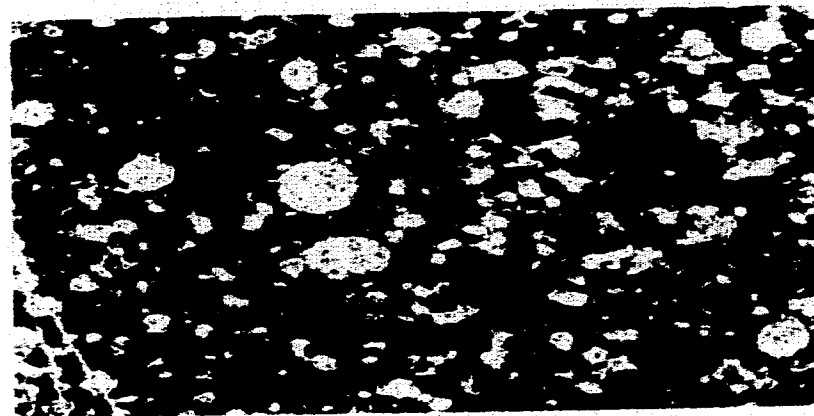
Fotografia No. 8

Fotografía No. 9. 40 X.
Loc. Cuatepec.
MO-173. Formación Tamán. Wackstone de radiolarios y foraminíferos planctónicos.

Fotografía No. 10. 40 X
Loc Cuatepec.
MO-185. Formación Tamán. Mudstone-wackestone de foraminíferos planctónicos y radiolarios.



Fotografia No. 9



Fotografia No. 10

Formación San Andrés.

1.- Definición

Carrillo (1960). Designó con el nombre de Miembro San Andrés a las rocas oolíticas del campo San Andrés, situado al sur de la Cuenca Tampico-Misantla. Cabrera (1973), e incluye una nota en la que menciona que "actualmente con los estudios realizados en los sedimentos del Jurásico Superior en el Distrito Poza Rica y las juntas efectuadas con el personal técnico de la Zona Norte (1972) se llegó al acuerdo de considerar a esta unidad como Formación San Andrés."

2.- Distribución.

Dentro del área escogida para este estudio se le observó en tres localidades: en Texcatepec-Pie de la Cuesta, Ver., en el Río Chiflón (en las cercanías de las Rancherías Encinal-Coyol), y en Cuautepec, Pue.

3.- Litología y espesor.

La simbología utilizada en la descripción de las columnas estratigráficas se ilustra en la tabla de la (Fig. 5).

Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta (fotografía No. 11).

Columna Estratigráfica I (Fig. 6).

Se midió un espesor de 421 m. para esta unidad.

En la base de la columna se observan packstone, wackestone, packstone-grainstone y grainstone-packstone, de color gris oscuro, constituidos por ooides micritizados, cuarzo detrítico, fel despato, bioclastos, peloides, escasos intraclastos y escaso pedernal detrítico y pelets (fotografías Nos. 12 y 13). Los bioclastos consisten de fragmentos de moluscos y fragmentos de algas en menor proporción. En la parte superior de este







intervalo se observa impregnación de aceite muerto, en una porosidad de tipo intragranular. El espesor de los estratos varía de 0.6 a 1.5 m. de espesor. Esta secuencia se encuentra afectada por los siguientes procesos diagenéticos: bioturbación, micritización, cemento B (granular), presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.

En la parte media de la columna se observan una serie de alternancias de intervalos de: wackestone-packstone, packstone-wackestone, de color gris oscuro, que están constituidos por ooides micritizados, pelets, bioclastos, escasos intraclastos, escaso cuarzo detrítico y abundante micrita (fotografías Nos. 14 y 15). Los bioclastos son: ostrácodos, moluscos, placas de equinodermos, algas y escasos miliólidos. En estratos de 0.6 a 1.5 m. Mientras que, los intervalos formados por: mudstone, wackestone, packstone-grainstone, grainstone - packstone, mudstone - wackestone, packstone - wackestone, packstone, de color café oscuro, gris claro y gris oscuro, constituidos por ooides micritizados, peloides, bioclastos, pelets, escaso cuarzo detrítico y presencia de micrita (fotografía No. 16). Los bioclastos consisten de placas de equinodermos, fragmentos de moluscos y de algas. En estratos de 0.1 a 1.5 m. Los procesos diagenéticos observados son: bioturbación, micritización, cemento A (palizada), cemento B (granular), compactación, presión - solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.








En la parte superior de la columna, principalmente se encuentran facies constituidas por grainstone de color gris oscuro, constituidos por, ooides micritizados, escaso cuarzo detrítico y muy escasos bioclastos bastante retrabajados. Los ooides se encuentran como oolitas simples, oolitas compuestas y granos envueltos, y presentan un núcleo de cuarzo terrígeno, feldespato y/o fragmentos orgánicos, como algas, moluscos, placas de equinodermos (fotografías Nos. 17 y 18). En capas de 0.4 a 1.0 m., con estratificación cruzada, fotografía

No. 19 presenta en general buena porosidad de tipo intragranular, con presencia de aceite residual. Los procesos diagenéticos presentes son: bioturbación, micritización, cemento A (palizada y syntaxial), cemento B (granular), compactación, presión-solución, fracturamiento y recristalización.











ESTRUCTURAS Y TEXTURAS

	ESTILOLITAS		LENTE Y BANDAS DE PEDERNAL
	FRACTURAMIENTO		OQUEDADES RELLENAS
	BIOTURBACION		LAMINACIONES

TIPOS DE ROCA

	MUDSTONE		LIMOLITAS
	WACKESTONE		ARENISCAS
	PACKSTONE		LUTITAS
	GRAINSTONE		

COMPONENTES DE LAS ROCAS

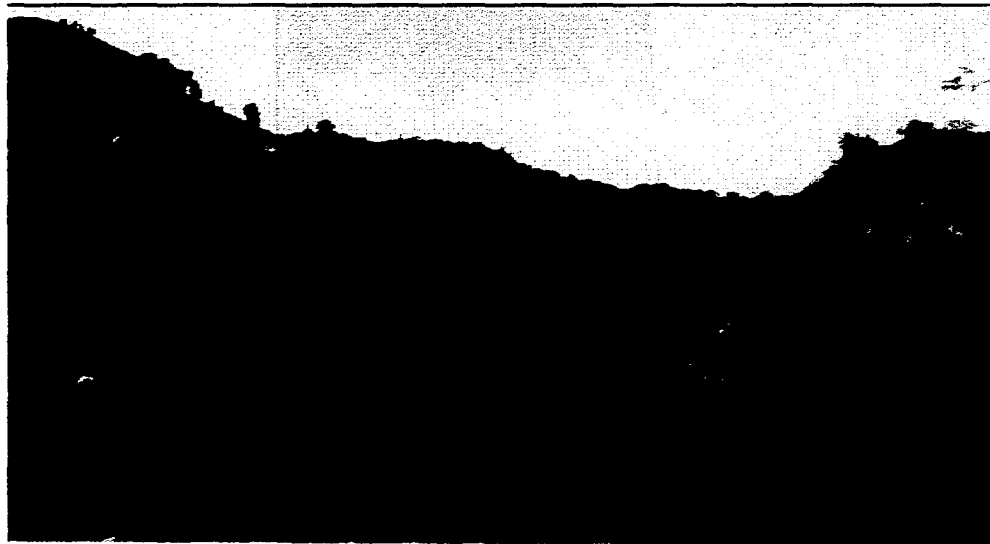
CARBONATADOS		CLASTICOS	
	OOIDES		PELOIDES
	PELAS FECALES		MICRITA
	INTRACLASTOS		RECRISTALIZACION
	BIOCLASTOS		DOLOMITIZACION
			CUARZO
			FRAGMENTOS DE ROCA

ORGANISMOS

	PRESENTES		COMPLETOS
	COMUNES		FRAGMENTADOS
	ABUNDANTES		

FIG. 5.

Fotografía No 11.
Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta
Parte superior de la Formación San andrés.
Muestra el lugar en donde se midió la columna I.



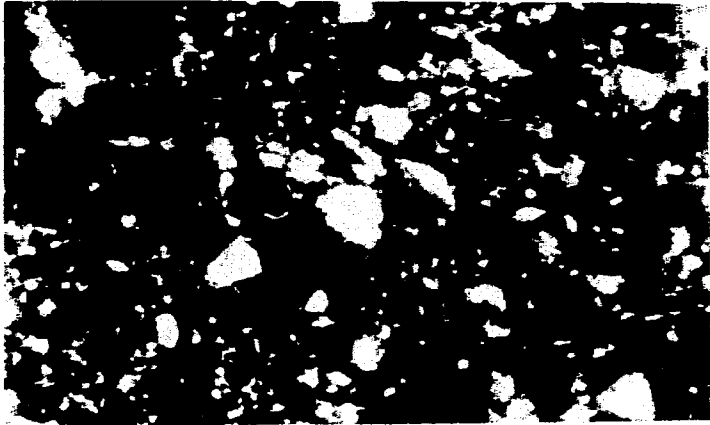
Fotografia No. 11

Fotografía No. 12. 40 x.
Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-159. Facies 8 de Wilson.
Packstone de peloides y cuarzo detrítico.

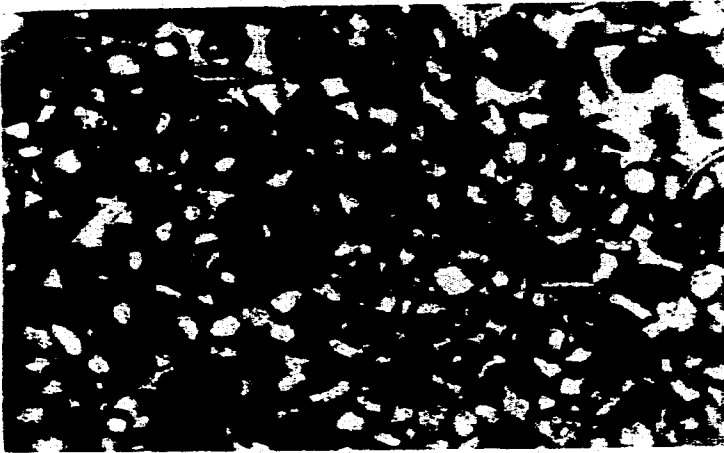
Fotografía No. 13. 40 x.
Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-157. Facies 8 de Wilson. Packstone
de ooides, cuarzo terrígeno y bioclastos

Fotografía No. 14. 40 x.
Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-144. Facies 7 de Wilson. Packstone-wackestone
de pelets, peloides y bioclastos (ostrácodos).

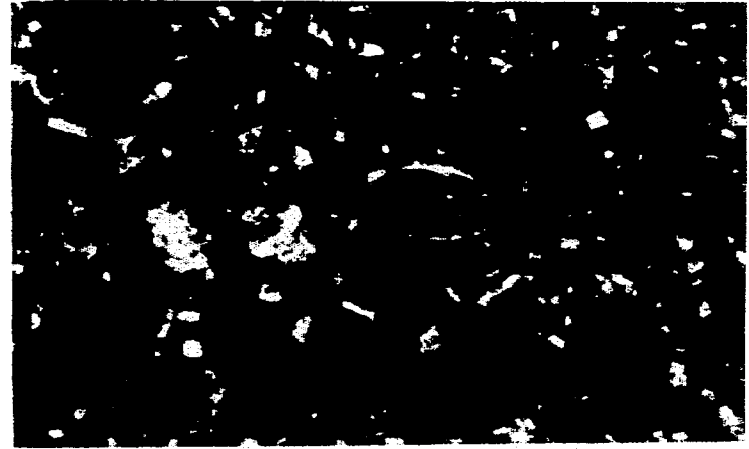
Fotografía No. 15. 40 x.
Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-126. Facies 7 de Wilson. Packstone-wackestone
de ooides, pelets y bioclastos (miliólidos).



Fotografia No. 12



Fotografia No. 13



Fotografia No. 14



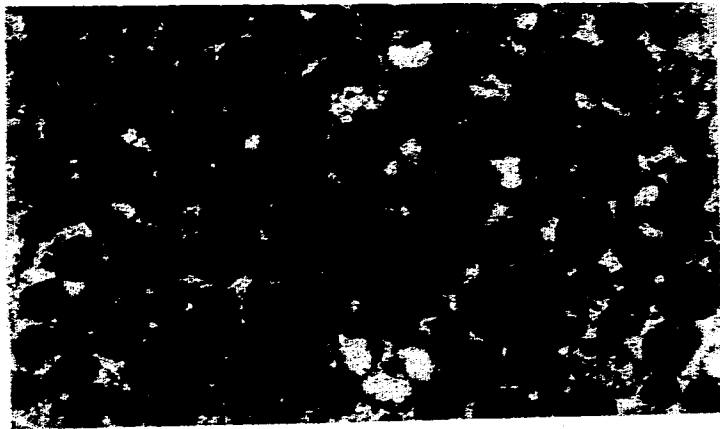
Fotografia No. 15

Fotografía No. 16. 40 x.
Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-125. Facies de interbanco (6-7). Packstone-
grainstone de ooides micritizados, se observa
cemento B (granular).

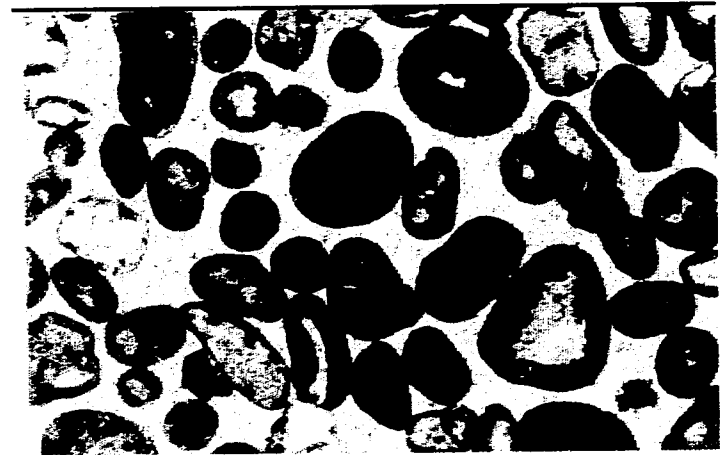
Fotografía No. 17. 40 x.
Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-115. Facies 6 de Wilson. Grainstone de ooides
micritizados, con impregnación de aceite residual.

Fotografía No. 18. 40 x.
Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-42. Facies 6 de Wilson.
Cemento de tipo B (granular).

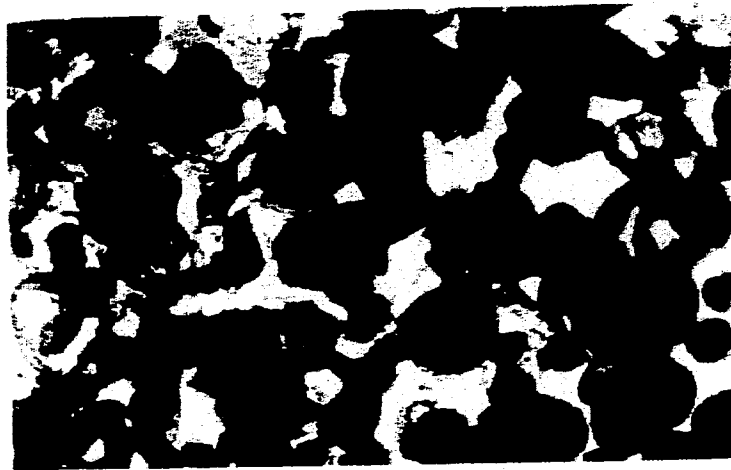
Fotografía No. 19.
Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta.
Cima de la Formación San Andrés. Se
observa estratificación cruzada.



Fotografia No. 16



Fotografia No. 18



Fotografia No. 17



Fotografia No. 19

Localidad Río Chiflón (fotografía No. 20).

Columna II (Fig. 7).

En esta localidad se midió un espesor de 72 m. de sedimentos turbidíticos, derivados de la plataforma, sin lograrse ver su contacto inferior por no aflorar.

La base del cuerpo está constituida por grainstone - packstone y packstone-grainstone de color gris oscuro, constituidos por ooides micritizados, escasos peloides, intraclastos, pelets, bioclastos, fragmentos de rocas, cuarzo y pedernal detríticos (fotografías Nos. 21, 22, 23 y 24). Los bioclastos identificados son: fragmentos de moluscos, fragmentos de algas, placas de equinodermos, fragmentos de ostrácodos, pelecípodos pelágicos y foraminíferos planctónicos. Presenta una porosidad regular, intergranular e intragranular, con presencia de aceite muerto. El espesor de los estratos varía de 0.2 a 0.9 m., y se observan delgadas y muy escasas intercalaciones de cuerpos de lutitas de color negro, de 0.03 a 0.05 m. de espesor. Es frecuente en este cuerpo observar laminación paralela, así como un empaque cerrado y deformación de partículas, debido a la compactación que sufrieron estas rocas. La paragénesis observada es la siguiente: micritización, cemento B (granular), compactación, presión-solución, fracturamiento, recristalización y disolución.

A este cuerpo le suprayace un intervalo de 8 m., de mudstone-wackestone, de color negro, arcilloso con presencia de bioclastos y escaso cuarzo detrítico. Los bioclastos presentes son en su mayor parte: foraminíferos planctónicos, radiolarios, y pelecípodos pelágicos. Los estratos presentan espesores que varían de 10 a 50 cm., se les observan líneas estilolíticas paralelas a la estratificación con presencia de materia orgánica de color negro, fracturamiento y ligera recristalización (fotografía No. 25).

En la parte superior de la secuencia se observan packstone-grainstone, packstone-wackestone y wackestone-packstone, de color gris oscuro a negro, constituidos principalmente por ooides micritizados, bioclastos, pelets, escasos intraclastos y escaso cuarzo detrítico. Los bioclastos identificados son: foraminíferos planctónicos, radiolarios, pelecípodos pelágicos, fragmentos de moluscos, fragmentos de algas y placas de equinodermos. El espesor de los estratos varía de 0.4 a 0.6 m., y presentan laminaciones, observándose también alineación de bioclastos por efectos de compactación (fotografías Nos. 26, 27 y 28). Presenta también delgadas y muy escasas intercalaciones de cuerpos de lutitas de color negro de 0.05 m. de espesor. Los procesos diagenéticos presentes son: micritización, cemento B (granular), presión-solución, fracturamiento, recristalización y disolución.

Fotografía No. 20.
Loc. Rio Chiflón. Muestra el lugar
en donde se midió la columna II.



Fotografia No. 20

Fotografía No.21. 40 x.
Localidad Río Chiflón.
MO-214. Facies Turbidíticas. Packstone-
grainstone de ooides micritizados.

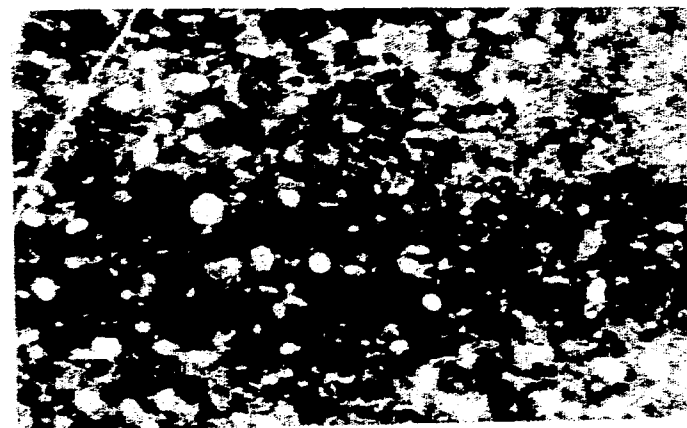
Fotografía No. 22. 40 x.
Localidad Río Chiflón.
MO-201. Facies Turbidíticas. Grainstone-packstone
de ooides, con impregnación de aceite residual.

Fotografía No. 23. 40 x.
Localidad Río Chiflón.
MO-200. Facies Turbidíticas. Packstone
de pelets, radiolarios y forminíferos
plactónicos, se observa laminación.

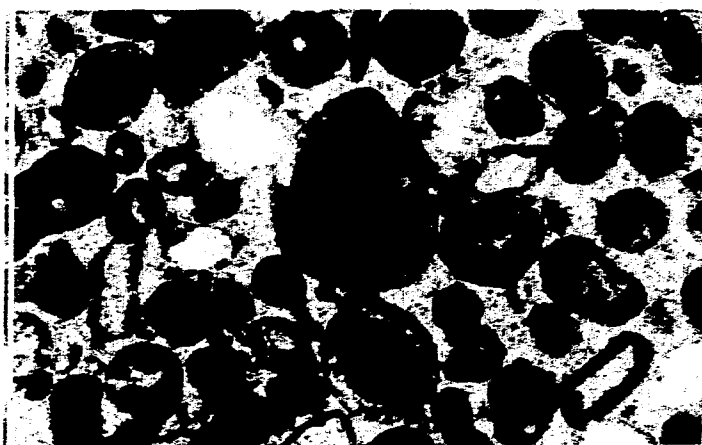
Fotografía No. 24. 40 x.
Localidad Río Chiflón.
MO-198. Facies Turbidíticas.
Grainstone-packstone ooides micritizados.



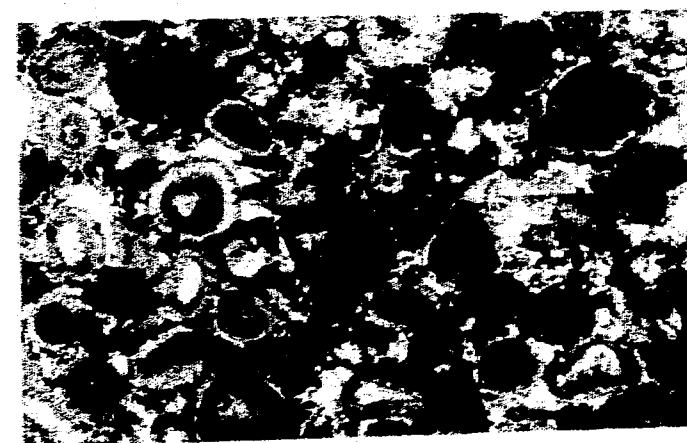
Fotografia No. 21



Fotografia No. 23



Fotografia No. 22



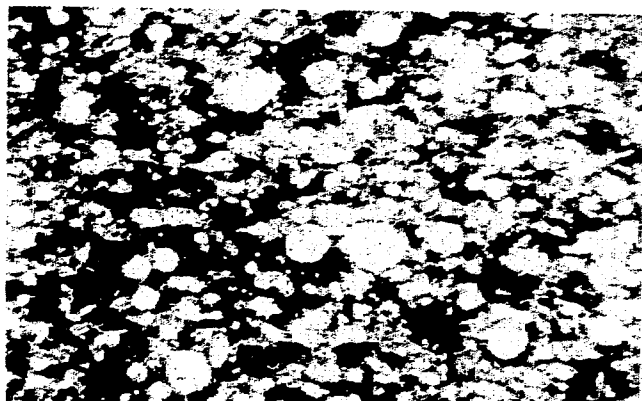
Fotografia No. 24

Fotografía No. 25. 40 x.
Localidad Río Chiflón.
MO-196. Facies Turbidíticas.
Packstone-wackestone de bioclastos
(radiolarios y foraminíferos planctónicos).

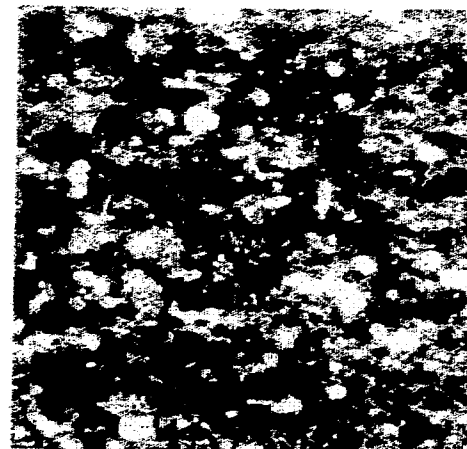
Fotografía No. 26. 40 x.
Localidad Río Chiflón.
MO-194. Facies Turbidíticas.
Packstone-grainstone de ooides y bioclastos.

Fotografía No. 27. 40 x.
Localidad Río Chiflón.
MO-193. Facies Turbidíticas. Wackestone-packstone
de pelets, radiolarios y foraminíferos planctónicos.

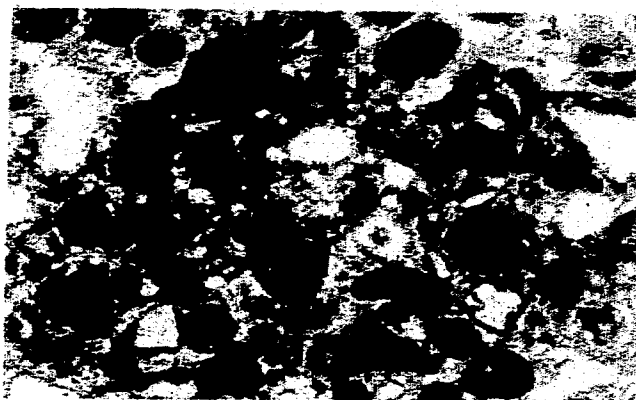
Fotografía No. 28. 40 x.
Localidad Río Chiflón.
MO-193. Facies Turbidíticas. Packstone-
grainstone de ooides micritizados.



Fotografia No. 25



Fotografia No. 27



Fotografia No. 26



Fotografia No. 28

Localidad Cuautepec (fotografías Nos. 29 A y 29 B).

Columna III (Fig. 8).

El espesor de las facies turbidíticas en esta localidad es de 5.0 m.

La parte inferior de la secuencia, presenta un espesor de 2.0 m., y está formada por wackestone, de color gris oscuro, constituido por peloides micritizados, pelets, y bioclastos (fotografía No 30). Los bioclastos son: radiolarios, foraminíferos planctónicos, pelecípodos pelágicos, pelets, fragmentos de algas, fragmentos de moluscos, de ostrácodos, espinas y placas de equinodermos. En estratos de 0.5 a 0.7 m. Los procesos diagenéticos presentes son: micritización, fracturamiento, y recristalización.

En la parte media del intervalo se observa un cuerpo de 1.0 m. de espesor, constituido por mudstone-wackestone y wackestone-mudstone gris oscuro, con presencia de foraminíferos planctónicos, radiolarios y escasos peloides (fotografía No. 31). El espesor de las capas es de 0.05 a 0.10 m., en paquetes de 0.4 y 0.6 m respectivamente. Los procesos diagenéticos observados son: presión-solución, fracturamiento y oxidación.

En la parte superior se observa un cuerpo de 2.0 m. de espesor, de wackestone-mudstone y packstone-grainstone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, peloides, bioclastos, e intraclastos (fotografía No. 32). Los bioclastos consisten de: radiolarios, foraminíferos planctónicos, pelecípodos pelágicos, fragmentos de moluscos, espinas de equinodermos y foraminíferos bentónicos. La paragénesis observada es la siguiente: micritización, cemento B (granular), fracturamiento, recristalización y disolución.

4.- Relaciones estratigráficas.

En la localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta, esta unidad

sobreyace en forma discordante a rocas de la Formación Cahuizas, del Jurásico Medio, y subyace en contacto normal y concordante a las rocas de la Formación Pimienta del Títoniano Tardío.

En la localidad Río Chiflón el contacto inferior no aflora, y el contacto superior es normal y concordante con las rocas de la Formación Pimienta.

En la localidad de Cuauhtepac esta unidad se encuentra interdigitada con las rocas de la Formación Tamán.

5.- Edad.

Se le ha determinado (Patiño, 1991) una edad correspondiente al Kimmeridgiano-Títoniano, con base en determinaciones realizadas en la Formación Tamán en afloramientos supra y subyacentes a este cuerpo.

AF-221 (PAT-1541). cf. Sutneria sp. Edad: Probable Kimmeridgiano.

AF-267 (PAT-1565). Lamellaptychus aff. veracruzana. Cantú

AF-317 (PAT-1526). Lamellaptychus murocostatus Trauth.

6.- Sedimentología.

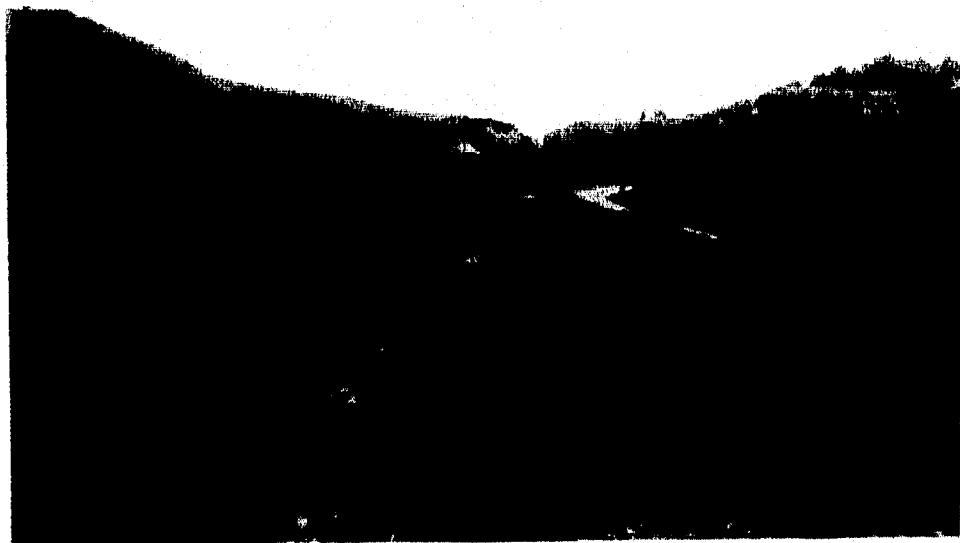
En la localidad de Texcatepec-Pie de la Cuesta, se tienen facies 8, y 7 dentro de una plataforma interna, así como facies 6 y de interbanco situadas dentro de la plataforma externa.

En la localidad Río Chiflón, estos sedimentos corresponden a facies turbidíticas mediales.

En la localidad Cuauhtepac, corresponden también a facies turbidíticas, y se les ha interpretado como la porción más distal de estas.

Fotografía No. 29 A.
Loc. Cuautepec, Pue. Muestra el lugar
en donde se midió la columna III.

Fotografía No. 29 B.
Se muestra en detalle la Loc. III.



Fotografia No. 29 A

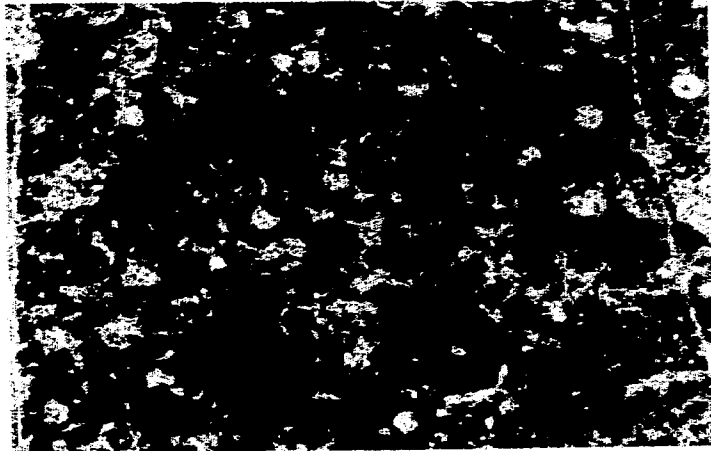


Fotografia No. 29 B

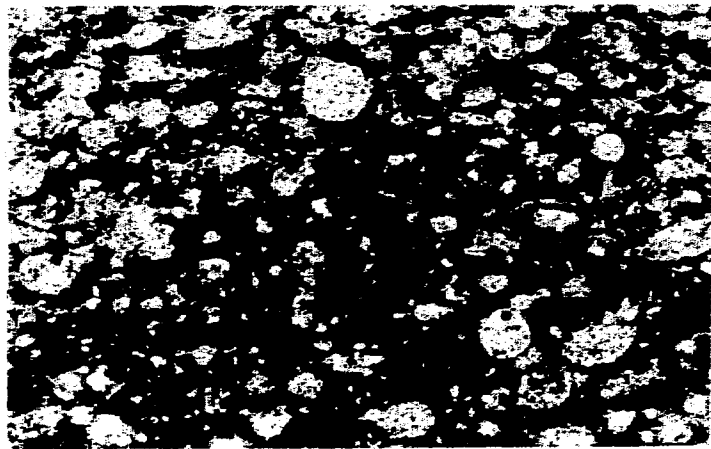
Fotografía No. 30. 40 x.
Loc. Cuauhtepac, Pue.
MO-178. Facies Turbidíticas. Wackestone
de hemipelágicos.

Fotografía No. 31. 40 x.
Loc. Cuauhtepac, Pue.
MO-176. Facies Turbidíticas. Wackestone-mudstone
de radiolarios y foraminíferos planctónicos.

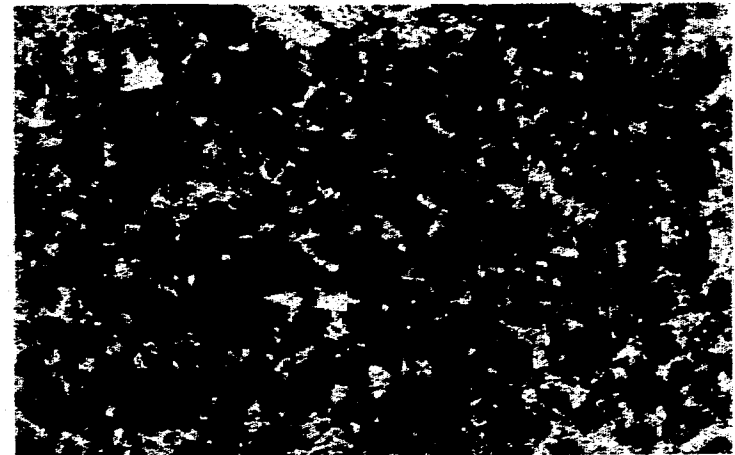
Fotografía No. 32. 40 x.
Loc. Cuauhtepac, Pue.
MO-174. Facies Turbidíticas. Packstone
de ooides y peloides micritizados.



Fotografia No. 30



Fotografia No. 31



Fotografia No. 32

Formación Pimienta.

1.- Definición.

Heim (1926) designó con el nombre de Formación Pimienta a una secuencia de "calizas arcillosas negras y gris oscuro, con intercalaciones de cuerpos delgados de lutitas negras, con frecuentes bandas de pedernal negro y café oscuro". La cual supuso era del Jurásico Tardío, esas rocas afloran en el Rancho Pimienta, aproximadamente a 300 m. al W de la carretera México-Laredo, en el km 337-338 (Tomado de Cantú, 1967).

2.- Distribución.

Esta unidad se encuentra ampliamente distribuida en el área, observándosele en las localidades de Texcatepec, Río Chiflón (Rancherías Encinal-Coyol), y Cuauteppec entre otras.

3.- Litología y espesor.

Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta.

Columna I, (Fig. 6).

Únicamente se midieron 62 m. de esta unidad, sin llegar a la cima. Se describe de la base hacia la cima.

La parte inferior de la secuencia medida consta de un wackestone de color negro, constituido por foraminíferos planctónicos, pelecípodos pelágicos, radiolarios, escasos *apthicus* de amonitas, fragmentos de algas y de moluscos. Se observan fracturas paralelas a la estratificación, y abundantes líneas estilolíticas formando una estructura estilobandeada (fotografía No. 33).

La parte superior de la columna medida consta de wackestone de color negro, con foraminíferos planctónicos, radiolarios, pelecípodos pelágicos y escasos tintinidos. Se

observan fracturas y líneas estilolíticas paralelas a la estratificación, formando una estructura estilolaminada. Presencia de aceite muerto tanto en las fracturas como en las líneas estilolíticas. Localidad Río Chiflón.

Columna II (Fig. 7).

En esta localidad únicamente se midieron 28.5 m. a partir del contacto con la Formación San Andrés hacia la cima sin observar ésta. La parte inferior esta constituida por: wackstone de bioclastos, que consisten principalmente en foraminíferos planctónicos, radiolarios y pelecípodos pelágicos (fotografía No. 34). Los estratos varían de 0.05 a 0.40 m., de espesor, son de color negro, se les observan laminaciones por arcilla y líneas estilolíticas con materia orgánica de color negro. Así como escasas intercalaciones de cuerpos de lutitas de color pardo oscuro, de 0.03 a 0.06 m. de espesor. Los procesos diagenéticos observados son: presión-solución, fracturamiento, recristalización y oxidación.

Localidad Cuauhtepic.

En esta localidad el suscrito no midió esta unidad, por no ser objetivo de este trabajo, y únicamente se están tomando los datos estratigráficos y estructurales de Gutiérrez (1984), y Patiño (1991), para hacer la correlación de secciones (Fig. 3).

4.- Relaciones estratigráficas.

Las relaciones estratigráficas para el contacto con los sedimentos de la Formación San Andrés ya se mencionaron en párrafos anteriores y el contacto superior no se observó en ninguna de las localidades mencionadas.

5.- Edad.

Cantú (1971, pag 33) menciona que en la Formación Pimienta, en la localidad Pie de la Cuesta está presente la zona con Suarites bituberculatum, y que esta corresponde a la base del Titoniano Tardío.

Manzo, (1989), en el apéndice micro-paleontológico del Prospecto Cuaxtla, reporta una edad correspondiente al Titoniano Tardío para la muestra GJO-364, la que se describe como "Wackestone de moldes de radiolarios con: Calpionella alpina Lorenz; Crasicollaria sp."

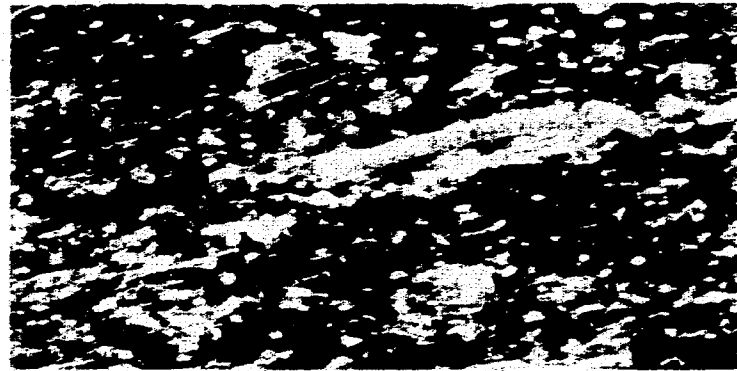
6.- Sedimentología.

Cabrera (1973) menciona que la Formación Pimienta (en el subsuelo de la Cuenca Tampico-Misantla) se divide en 4 microfacies, la I y la II ? caracterizadas por la abundancia de fósiles pelágicos, tales como: radiolarios, tintinidos, Nanoconus ssp., etc., que corresponderían a la parte superior y la III y IV que se caracterizan por presencia de Fibrosphaera sp., espículas de esponja, Saccocomasp., Rhaxella sp., fragmentos de equinodermos y radiolarios, que corresponde a la parte inferior de esta unidad. Señalando que "los componentes biológicos y petrológicos de las microfacies IV y III permiten marcar un medio de plataforma externa a cuenca" y respecto a las microfacies II y I menciona que "se fijo un ambiente de cuenca, aunque que como se mencionó con anterioridad puede tratarse de un medio de plataforma externa".

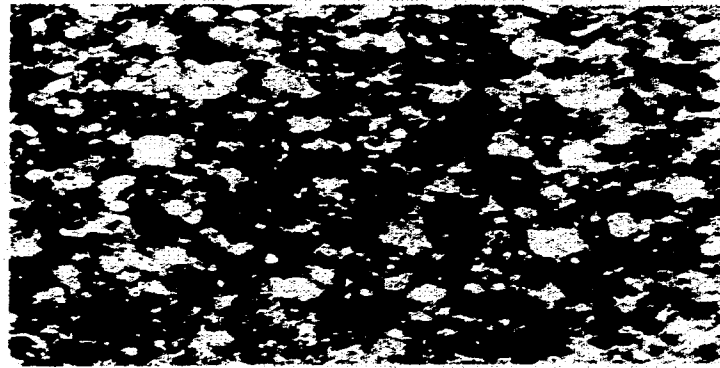
En este trabajo, en la localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta, en la base de esta unidad se tiene una facies 2-3 de Wilson, una facies 2 de Wilson, y en la localidad Río Chiflón. se tiene una facies 2 de Wilson; correspondiendo en ambas localidades a condiciones de cuenca.

Fotografía No. 33. 40 X.
Loc. Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-31. Formación Pimienta. Wackestone de bioclas-
tos, fragmentados por compactación, y alineamientos
paralelos y sub-paralelos por estilolitización.

Fotografía No. 34. 40 X.
Loc. Río Chiflón.
MO-191. Formación Tamán. Wackestone de
radiolarios y foraminíferos plactónicos.



Fotografia No. 33



Fotografia No. 34

III. INTERPRETACION AMBIENTAL DE LA SECUENCIA ESTUDIADA.

La interpretación ambiental se realizó con base tanto en las observaciones de campo como en las determinaciones petrográficas de las muestras y se utilizó la clasificación de las facies standard de Wilson (1975) (Fig. 9).

FORMACION SAN ANDRES

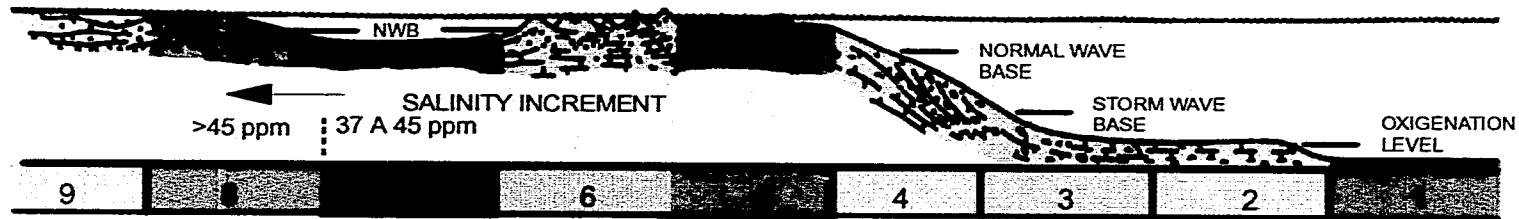
A) LOCALIDAD TEXCATEPEC-PIE DE LA CUESTA.

En la localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta (Figs. 1 y 2), se midió la columna I (Fig. 6) en donde de la base a la cima, en las muestras observadas de la Formación San Andrés, se identificaron las siguientes facies sedimentarias.

Facies 8 de Wilson. La columna en esta localidad está constituida en su base por packstone, wackestone, packstone-grainstone y grainstone-packstone, de color gris oscuro, constituidos por ooides micritizados, cuarzo detrítico, feldespatos, bioclastos, peloides, escasos intraclastos y escaso pedernal detrítico y pelets. Los bioclastos consisten de fragmentos de moluscos y fragmentos de algas en menor proporción. La principal característica de estos sedimentos es la abundante presencia de material terrígeno, lo que es indicativo de la cercanía de la costa (fotografía No. 35).

Facies 7 de Wilson. Esta facies está constituida por un packstone-wackestone, wackestone-packstone y wackestone de ooides micritizados, peloides, bioclastos y pelets. Los bioclastos identificados corresponden a: foraminíferos bentónicos, ostracodos, moluscos (nerineidos), algas y placas de equinodermos. Los pelets son del tamaño de la arena fina, y muchos probablemente son pellas fecales de moluscos; Wolf (1965, en Sander, 1967) menciona que otros pueden ser resultado de actividad de algas, pero no especifica el origen que este término implica. Este intervalo se caracteriza por abundancia

SECUENCIA IDEALIZADA DE LAS FACIES ESTANDAR DE WILSON.



J. L. WILSON (1975)

1.- CUENCA EUXINICA
CLASTICOS FINOS
CARBONATOS

4.- TALUD SUPERIOR
FLUJOS DE ESCOMBROS
ALTA BIOTURBACION

7.- PLATAFORMA ABIERTA
MUDSTONES, WACKESTONES,
ESCASOS PACKSTONES,
ABUNDANTE BIOTURBACION.

2.- CUENCA O PLATAFORMA
ABIERTA
CARBONATOS,
LUTITAS.

5.- PLATAFORMA EXTERNA
ARRECIFES:
BOUNDSTONE, BINDSTONE,
BAFLESTONE.

8.- LAGUNA MARGINAL
WACKESTONES DE BIOCLASTOS,
LODOS CALCAREOS, PRESENCIA
DE ALGAS, TERRIGENOS, CANALES DE
MAREA.

3.- PIE DE TALUD
MATERIAL HEMPELAGICO
(TURBIDITAS)

6.- PLATAFORMA EXTERNA
BANCOS DE ARENAS
CARBONATADAS:
OOIDES, PELETOIDES,
Y BIOCLASTOS.

9.- SUPRAMAREA
SEDIMENTOS EVAPORITICOS,
CLASTICOS FINOS, CARPETAS
DE ALGAS

FIG. 9

de bioturbación. Por lo que tomando en cuenta éstas características, se considera que ésta secuencia se depositó en un ambiente de plataforma interna (fotografía No. 36).

Facies de interbanco. Esta facies está constituida por un grainstone-packstone y packstone-grainstone de ooides micritizados y de bioclastos, cuarzo detrítico, packstone de bioclastos, presencia de bioturbación (aunque no abundante), los bioclastos corresponden principalmente a moluscos (nerineidos). Esto sugiere condiciones de energía variables, de energía baja a moderada, por lo que al depósito de estos sedimentos se les interpreta como situados entre bancos oolíticos, como se aprecia en la columna correspondiente (fotografía No. 37). Las características litológicas de esta facies, corresponden a zonas de transición que se clasifican como facies 6-7 ó bien 7-6, de Wilson, según predominé una mayor ó menor energía.

Facies 6 de Wilson. Está constituida por grainstone, y grainstone-packstone de ooides micritizados, escaso cuarzo detrítico e intraclastos, así como escasos bioclásticos retrabajados, algunas oolitas se encuentran rotas, y aunque se identificaron algunos granos envueltos con núcleo de Favreina sp., y fauna como: placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, fragmentos de algas y fragmentos de braquiópodos, que nos pudieran hacer pensar en un ambiente de facies 7, es necesario tomar en cuenta que estos se encuentran bastante retrabajados, y que la roca presenta muy poca matriz, es decir ésta fué lavada por un ambiente de alta energía, llegando incluso a romper a algunos de los ooides por golpeteo (fotografía No. 39). Lo que nos indica, que estos sedimentos se depositaron en un ambiente de alta energía, formando bancos calcáreos desarrollados en un ambiente de plataforma externa; al respecto Illing (1954, en Folk, 1959), menciona que este tipo de sedimento se forma en ambientes de alta energía, tales como canales de marea o de dunas submarinas.

Por lo anterior expuesto podemos concluir que el inicio del

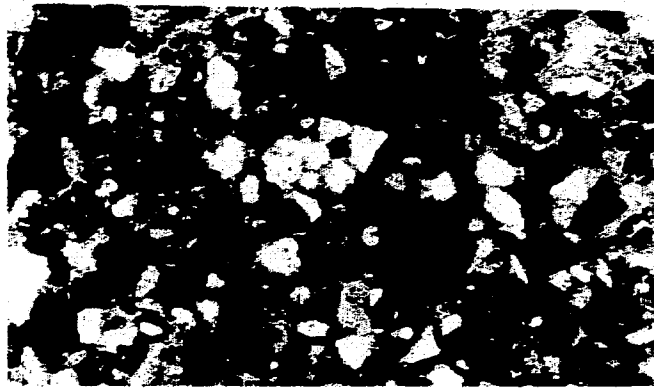
depósito de la Formación San Andrés se llevó a cabo en un sistema transgresivo (TST) ya que en general estamos pasando de una facies 8, a una 7, con algunas repeticiones de estas facies. Esto además se apoya en el hecho de que la unidad subyacente (Formación Cahuassas) es de tipo continental, quedando situada la (mfs) maximum flooding surface ó superficie de máxima inundación probablemente en el afloramiento MO-129 por su alto contenido de arcilla, y que posteriormente se paso a un sistema alto de nivel del mar (HST) Highstand Systems Tract dando lugar a depositos de bancos carbonatados progradantes, lo que ocasionó el gran espesor que presentan estos sedimentos.

Fotografía No. 35. 40 X.
Loc. Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-136. Facies 8 de Wilson. Packstone-grainstone
de ooides micritizados, con abundante cuarzo de-
trítico y bioclastos.

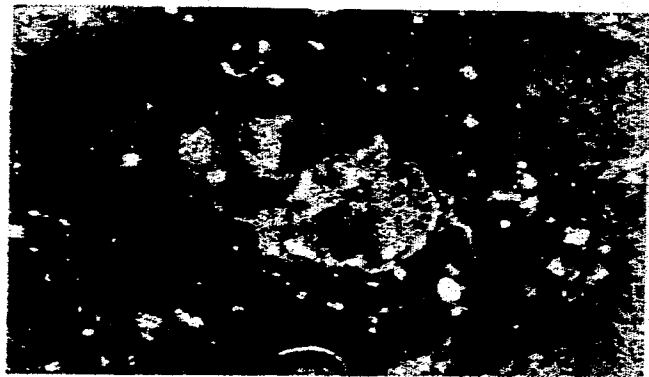
Fotografía No. 36. 40 X.
Loc. Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-50. Facies 7 de W. Packstone-wackestone de
ooides micritizados. Presenta ligera dolomitización.

Fotografía No. 37. 40 X.
Loc. Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-100. Facies de interbanco. Packstone de
ooides micritizados, bioclastos e intraclastos.

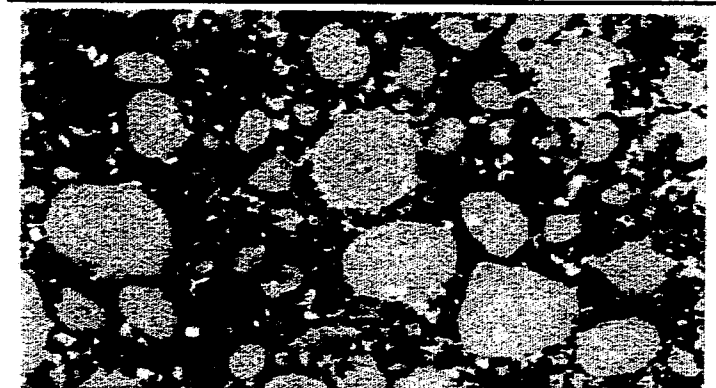
Fotografía No. 38. 100 X.
Loc. Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-35. Facies 6 de W. Grainstone de ooides. Se ob-
servan granos envueltos con núcleos de Favreina sp.



Fotografia No. 35



Fotografia No. 36



Fotografia No. 37



Fotografia No. 38

B) LOCALIDAD RÌO CHIFLON.

En esta localidad (Figs. 1 y 2), se midió la columna II (Fig. 7) en donde de la base a la cima se tienen las siguientes facies sedimentarias.

FACIES TURBIDITICAS.

La base del cuerpo está compuesto por grainstone-packstone y packstone-grainstone de color gris oscuro, constituidos por ooides micritizados, escasos peloides, intraclastos, pelets, bioclastos, fragmentos de rocas, cuarzo y pedernal detríticos. Los bioclastos identificados son: fragmentos de moluscos, fragmentos de algas, placas de equinodermos, fragmentos de ostrácodos, pelecípodos pelágicos y foraminíferos planctónicos. El espesor de los estratos varía de 0.2 a 0.9 m., y se observan delgadas y muy escasas intercalaciones de cuerpos de lutitas de color negro, de 0.03 a 0.05 m. de espesor. Es frecuente en este cuerpo observar gradación y laminación paralela, y ondulación en los últimos 2 m. de este cuerpo así como un empaque cerrado y deformación de partículas, debido a la compactación que sufrieron estas rocas. Además, el material derivado de la plataforma está bastante retrabajado, principalmente los bioclastos, por lo que con base en estas características a ésta secuencia se le considera como correspondiente a los intervalos B y C de la secuencia Bouma, en una transición de facies 2-3 de Wilson, (fotografías Nos. 39 y 40).

Sobreyaciendo a estos sedimentos se encuentra un cuerpo de 8 m., de mudstone-wackstone, de color negro, arcilloso con presencia de bioclastos y escaso cuarzo detrítico. Los bioclastos presentes son en su mayor parte: foraminíferos planctónicos, radiolarios, y pelecípodos pelágicos. Los estratos presentan espesores que varían de 10 a 50 cm., se les observan líneas estilolíticas paralelas a la estratificación con presencia de materia orgánica de color negro,

fracturamiento y ligera recristalización (fotografía No. 26). Este intervalo corresponde al intervalo E de la secuencia Bouma, dentro de una facies 2 de Wilson.

En la parte superior de la secuencia se observan, packstone - grainstone, packstone - wackstone y wackstone-packstone, de color gris oscuro a negro, constituidos principalmente por ooides micritizados, bioclastos, pelets, escasos intraclastos y escaso cuarzo detrítico. Los bioclastos identificados son: foraminíferos planctónicos, radiolarios, pelecípodos pelágicos, fragmentos de moluscos, fragmentos de algas y placas de equinodermos. El espesor de los estratos varía de 0.4 a 0.6 m., y presentan gradación y laminación, observándose también alineación de bioclastos por efectos de compactación. Al igual que el primer cuerpo descrito en esta columna, el material procedente de la plataforma presenta retrabajo. Se observan también delgadas y muy escasas intercalaciones de cuerpos de lutitas de color negro de 0.05 m. de espesor. A este intervalo se le considera como correspondiente al intervalo B de la secuencia Bouma y a una facies 2-3 de Wilson (fotografía No. 41).

En general con base en las características que presentan los sedimentos de ésta columna, se les considera como depósitos turbidíticos carbonatados.

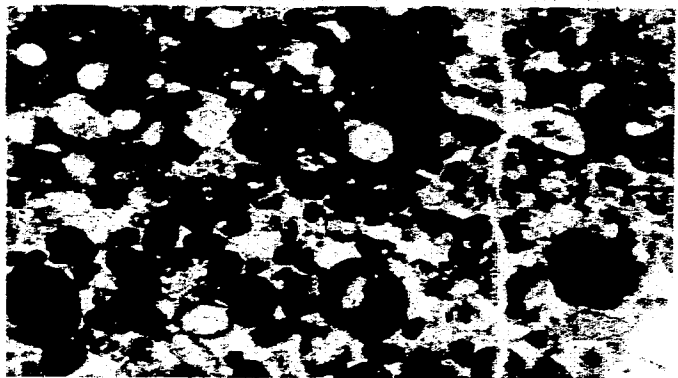
Fotografía No. 39. 100 X.
Loc. Río Chiflón.
MO-205. Facies Turbidíticas. Grainstone-packstone
de ooides micritizados, con bioclastos retrabajados.

Fotografía No. 40. 100 X.
Loc. Río Chiflón.
MO-200. Facies Turbidíticas.
Packstone de hemipelágicos.

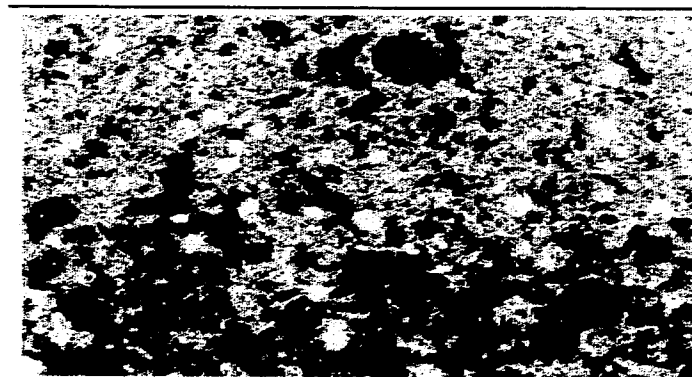
Fotografía No. 41. 100 X.
Loc. Río Chiflón.
MO-192. Facies Turbidíticas. Wackestone-packstone de
peloides, foraminíferos planctónicos y radiolarios.



Fotografia No. 39



Fotografia No. 40



Fotografia No. 41

C) LOCALIDAD CUAUTEPEC.

En esta localidad (Figs. 1 y 2), se midió la columna III (Fig 8), determinandose las siguientes facies sedimentarias.

FACIES TURBIDITICAS.

La parte inferior de la secuencia, presenta un espesor de 2.0 m., y está formada por wackestone, de color gris oscuro, constituido por peloides micritizados, pelets, y bioclastos. Los bioclastos son: radiolarios, foraminíferos planctónicos, pelecípodos pelágicos, fragmentos de algas, fragmentos de moluscos, de ostrácodos, espinas y placas de equinodermos (fotografía No. 42). En estratos de 0.5 a 0.7 m., con laminación paralela y cruzada. Se considera que este intervalo corresponde a la división C de la secuencia Bouma, y a una facies 2-3 de Wilson.

Sobreyaciendo a estos sedimentos, se observa un cuerpo de 1.0 m. de espesor, constituido por, Mudstone-wackestone y wackestone-mudstone, gris oscuro, con presencia de foraminíferos planctónicos, radiolarios y escasos peloides, con laminación paralela (fotografía No. 31). El espesor de las capas es de 0.05 a 0.10 m., con intercalaciones de lutitas de color pardo oscuro a negro, en paquetes de 0.4 m. Correspondiendo este intervalo a la división D de la secuencia Bouma, y a una facies 2 de Wilson.

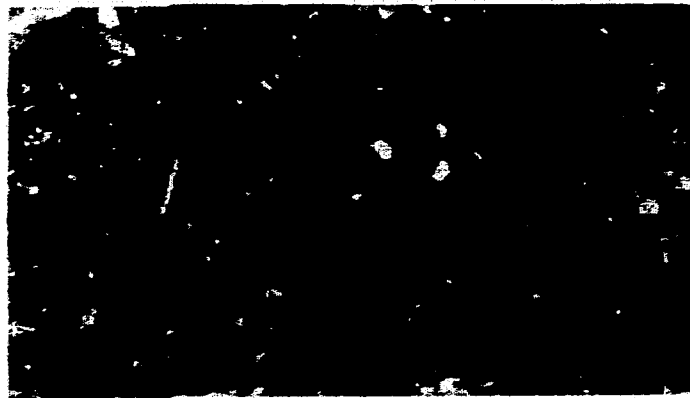
En la parte superior se observa un cuerpo de 2.0 m. de espesor, de wackestone-mudstone y packstone-grainstone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, peloides, bioclastos, e intraclastos. Los bioclastos consisten de: radiolarios, foraminíferos planctónicos, pelecípodos pelágicos, fragmentos de moluscos, espinas de equinodermos y foraminíferos bentónicos. Se observa también laminación paralela. Se considera que este cuerpo corresponde también a la

división C de Bouma, y a una facies 2-3 de Wilson (fotografía No. 43).

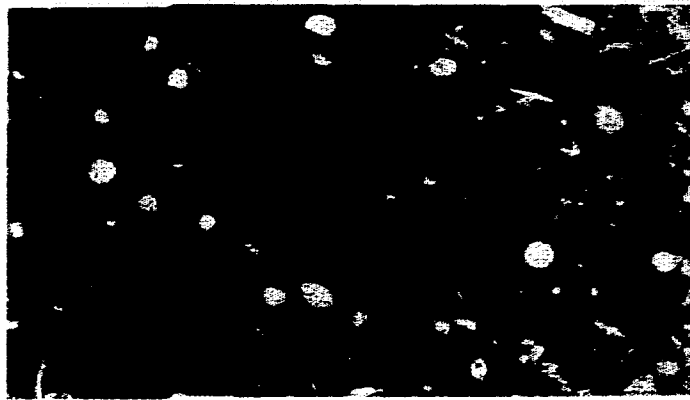
En general, tomando en cuenta tanto las características petrográficas como texturales de los tres cuerpos descritos, se considera que el depósito de estos sedimentos se llevó a cabo en un ambiente de cuenca profunda, por medio de corrientes de turbidez y que constituyen los sedimentos denominados como turbiditas distales. Tomándose en consideración la lejanía con la fuente de aporte (como lo señalan Walker 1978 y Nilsen 1980), y no únicamente la proporción lutita/arena y espesor de las capas.

Fotografía No. 42. 100 X.
Loc. Cuautepec.
MO-179. Facies Turbidíticas. Wackestone de peloides,
pelets, radiolarios y foraminíferos planctónicos.

Fotografía No. 43. 100 X.
Loc. Cuautepec.
MO-175. Facies Turbidíticas. Wackestone-mudstone de
radiolarios, foraminíferos planctónicos y peloides.



Fotografia No. 42



Fotografia No. 43

IV. MODELO SEDIMENTOLOGICO

Para el inicio del depósito de la Formación San Andrés se está considerando un modelo de rampa de tipo homoclinal (fig. 10), la cual a medida que fue acrecionado sedimento en forma vertical evolucionó muy probablemente a una plataforma de rampa con cierta restricción (fig. 11), incrementándose de esta manera el aporte de sedimentos de plataforma hacia la cuenca.

De tal forma que como se mencionó en el capítulo anterior la Formación San Andrés en la Localidad Pie de la Cuesta, representa un intervalo transgresivo en el inicio de la secuencia de depósito (fig. 12 A), pudiendo formar una serie de bancos oolíticos con cambios de facies laterales ocasionados por una paleotopografía irregular, así como verticales producidos por efecto del proceso de acreción de sedimento (fig. 12 B), con sus consecuentes regresiones de un orden menor (pero comprendidas dentro de la secuencia transgresiva) mostrando una ciclicidad de alta frecuencia y que se refleja principalmente en la repetición de las facies 8 y 7 de Wilson. Considerándose en Goldhammer, Lehmann y Todd (1993) que el origen de esta ciclicidad de alta frecuencia está relacionada con la teoría climática de Milankovitch en la que se explica que una fuerza orbital origina cambios eustáticos por medio del aumento o disminución de los hielos glaciares.

En cuanto a las localidades Río Chiflón y Cuauhtépec se determinaron cuerpos de rocas formados por sedimentos hemipelágicos, siendo que uno de los principales factores para la producción y acumulación de carbonatos (en la plataforma) es el espacio, entonces una elevación relativa del nivel del mar puede ser extremadamente favorable para la producción y depósito de estos, por lo que si la velocidad con que se desarrolla el espacio disponible, no excede la producción de carbonato, se tendrá una producción y acumulación importante (el cual posteriormente podrá ser transportado hacia la cuenca). Al respecto señalan James y Kendall (1992) que se

MODELO SEDIMENTARIO CONCEPTUAL

JURASICO SAN ANDRES (KIMMERIDGIANO)

SISTEMA TRANSGRESIVO

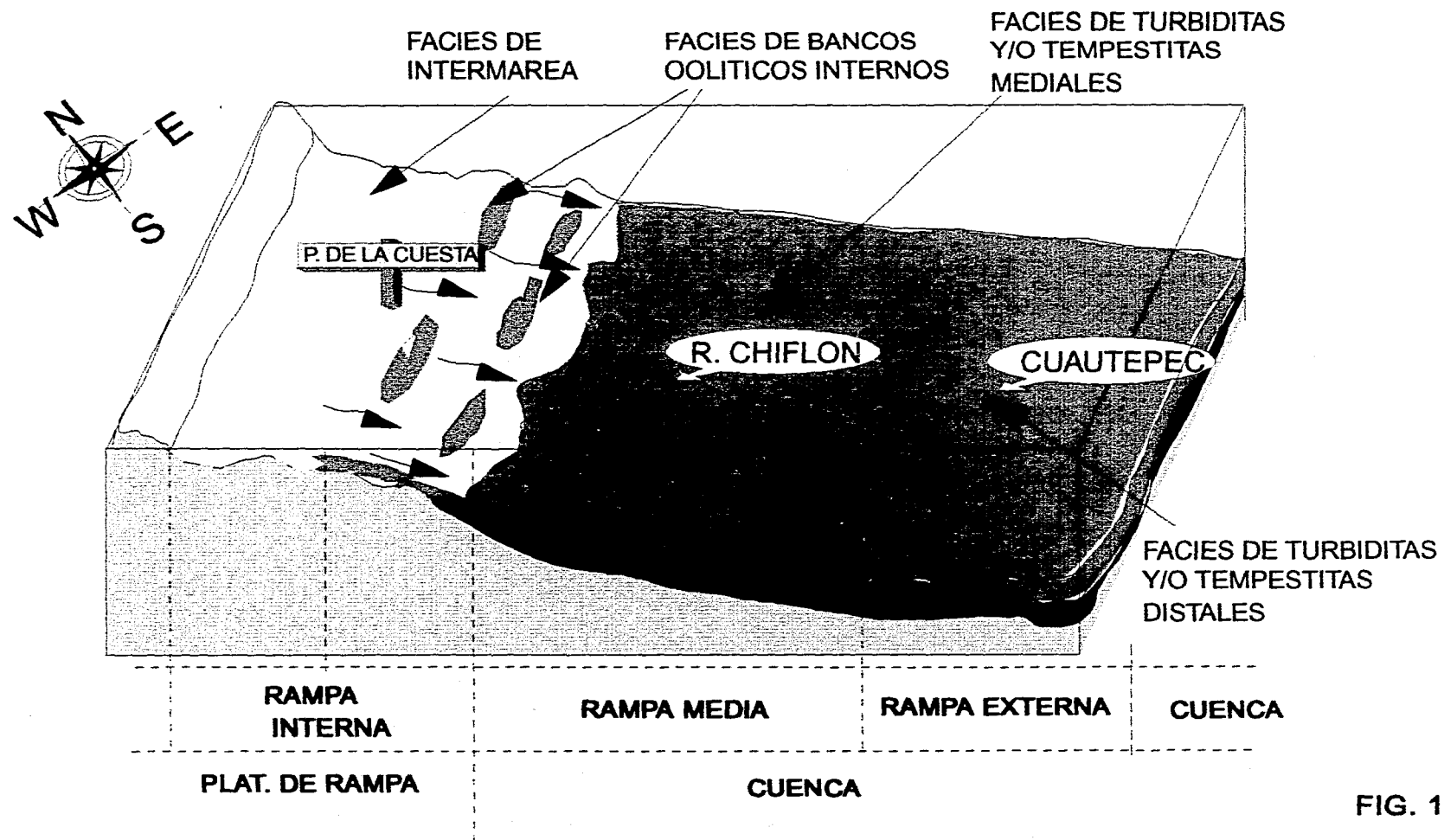


FIG. 10

MODELO SEDIMENTARIO CONCEPTUAL

JURASICO SAN ANDRES (KIMMERIDGIANO)

SISTEMA ALTO DEL NIVEL DEL MAR

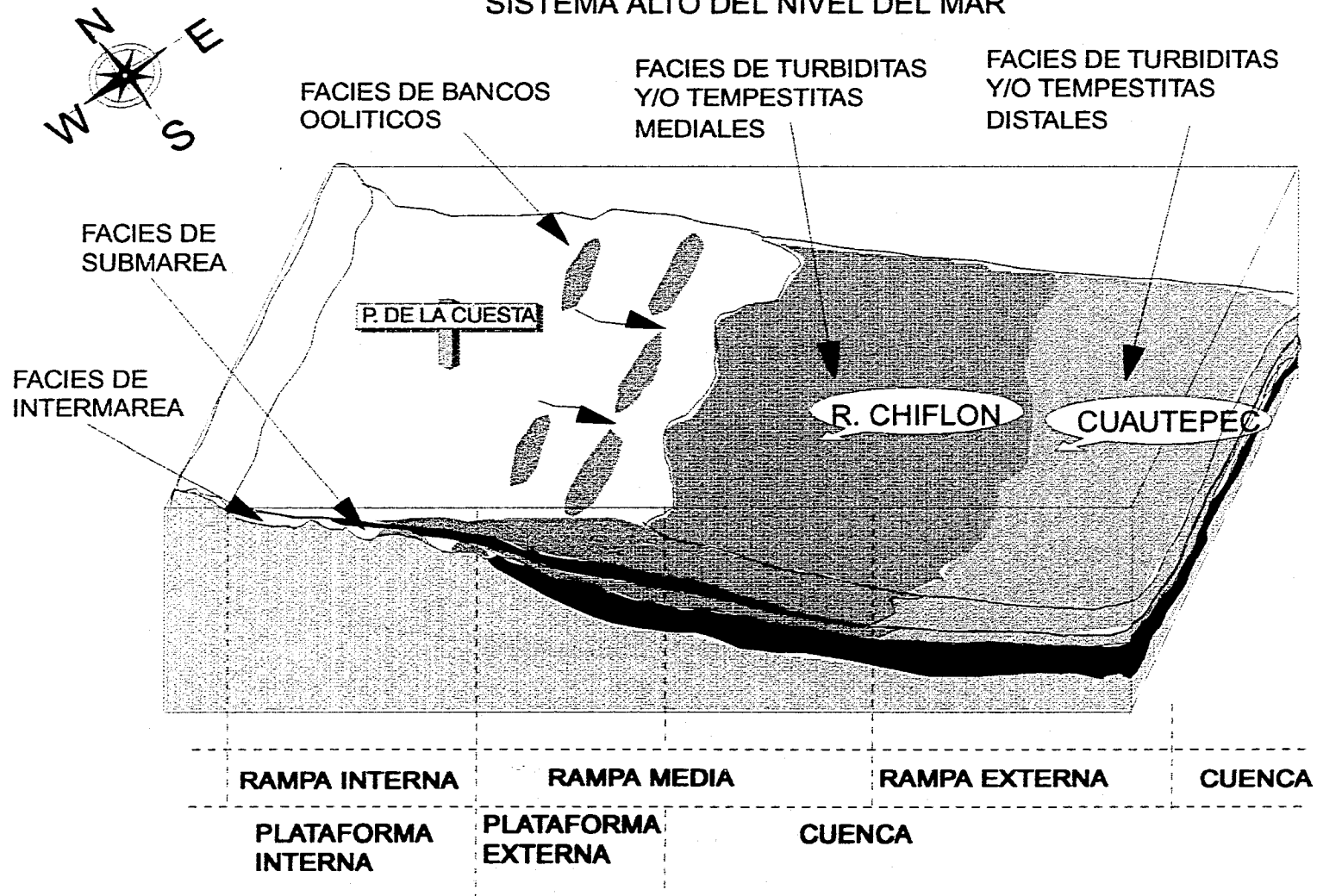


FIG.11

SISTEMA TRANSGRESIVO

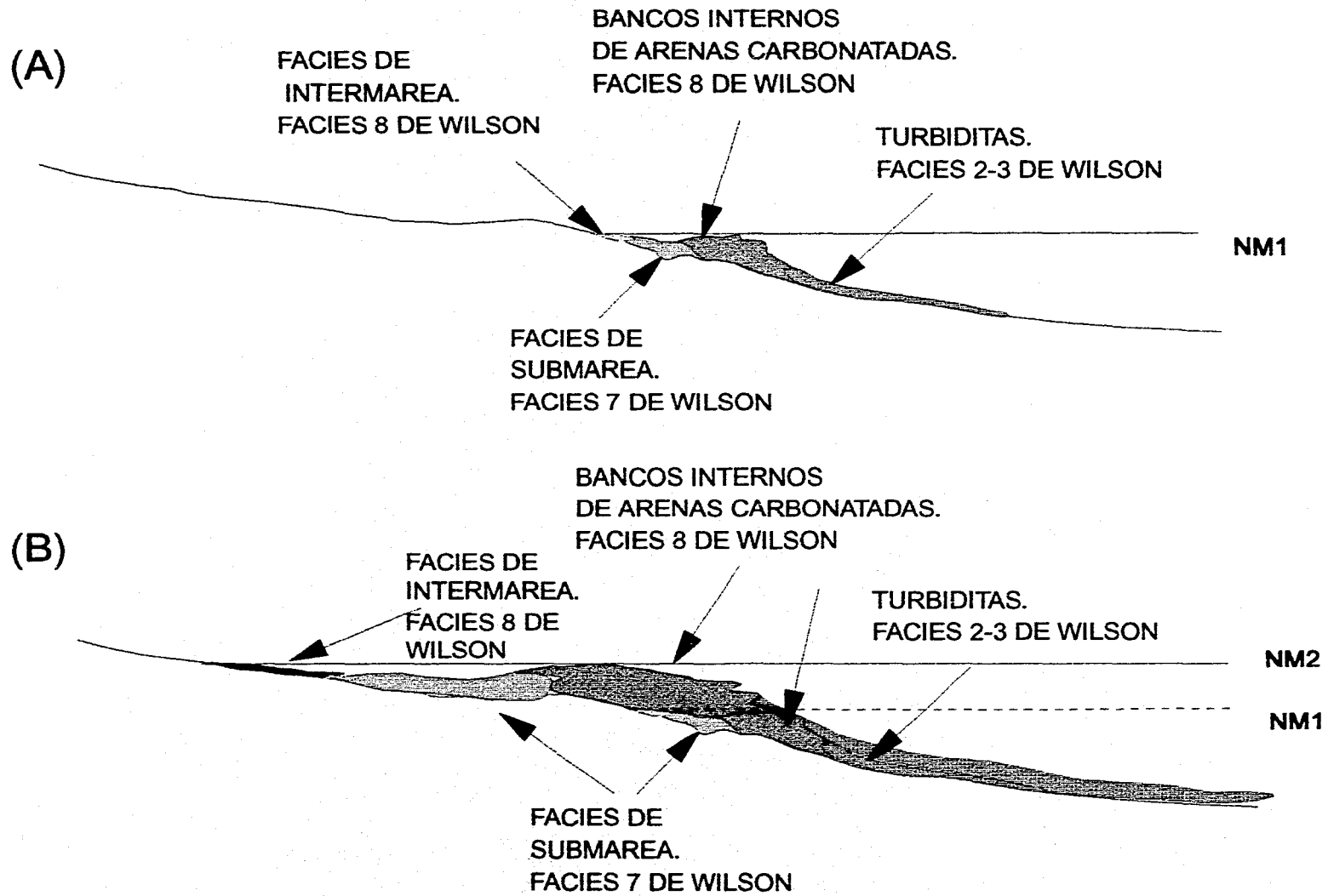


FIG.12

pueden desarrollar gruesos paquetes y crecimiento de arrecifes, esperándose acreción vertical o facies de "backstepping", como se ilustra en la fig. 12 B.

Burchette y Wright (1992) mencionan que en la parte profunda de las rampas de tipo homoclinal es posible encontrar sedimentos derivados de las margenes de la plataforma transportados por corrientes oceánicas y que estos en un momento dado incluso se podrían confundir con carbonatos de rampa de agua somera, si la información de las facies no fuera la adecuada.

Los carbonatos de rampa son comunes en todos los periodos geológicos, pero fueron dominantes en el tiempo en que los organismos constructores de arrecifes estuvieron inhibidos ó ausentes. Burchette y Wright (1992), las dividen en: rampa interna, rampa media, rampa externa y cuenca, (fig. 13). Quedando la rampa interna comprendida entre el nivel del mar y la zona FWWB (fair weather wave base) que es el nivel base de acción de las olas, y se le subdivide en (A) depósitos de sabkha y costeros, facies con algas estromatolíticas y evaporitas, (B) depósitos de laguna, mudstones, wackestones y packstones, con presencia de bioturbación y (C) bancos oolíticos, con estratificación cruzada, grainstones y packstones de bioclastos. La rampa media está comprendida entre la zona FWWB y SWB (storm wave base) siendo esta última el nivel base de acción de las tormentas. En esta zona (D) los sedimentos muestran evidencia de retrabajo y es frecuente encontrar capas gradadas y estratificación cruzada hummocky. Rampa externa, esta zona se extiende desde el límite SWB hasta donde comienza la cuenca plana, quedando también marcado el límite inferior por el punto PC (pycnocline) que nos indica un estrato de agua en el oceano caracterizado por un cambio rápido de la densidad con la profundidad. Las facies sedimentarias (E) muestran pequeñas evidencias de retrabajo, llegando a encontrar tempestitas distales gradadas en la parte superior. Cuenca, la identificación de las facies de este ambiente de depósito (F) es un problema persistente, pero sus

características van depender de la naturaleza y de la profundidad de la cuenca, de tal forma que en cuencas profundas con subsidencia rápida los sedimentos podran ser silíceos y en cuencas someras los sedimentos podran consistir de mudstones bioturbados. Esta subdivisión de ambientes de depósito se puede apreciar en la (fig. 14).

Este sistema transgresivo culmina con una unidad bastante arcillosa representado por facies 7 de Wilson, y que representa lo que en estratigrafía de secuencias se le denomina superficie de máxima inundación. Sangree y Mitchum (1994) mencionan que los sedimentos depositados durante esta rápida transgresión se les denomina Transgressive systems tract y que subsecuentemente para el tiempo de máxima tasa de elevación eustática los sedimentos marinos alcanzan su mayor transgresión dentro de la plataforma y un intervalo delgado de sedimentos marinos representa una muy baja tasa de sedimentación tanto en la plataforma media, en la externa y en la cuenca siendo esto a lo que se le llama sección condensada.

Posteriormente el mar se mantuvo en un nivel alto ó Highstand Systems Tract (HST) y se depositan bancos oolíticos progradantes, y es en este sistema en donde se desarrolla propiamente la plataforma interna y la externa puesto que la acumulación de facies 6 de Wilson llega a ser tan importante como para formar en cierta forma la restricción de la plataforma figs. 15 y 11. Siendo además, en este sistema, en donde de hecho se tiene la mayor acumulación de sedimento carbonatado que da origen a los bancos oolíticos por efectos de progradación, lo que ocasionó a la vez un mayor flujo de detritos hacia la cuenca, y culminando esto a su vez con una transgresión representada por una unidad bastante arcillosa (Formación Pimienta), formada por facies 2-3 de Wilson.

Mullins y Cook (1986), consideran que el flujo de sedimentos por gravedad en plataformas típicamente carbonatadas, no producen abanicos submarinos, sino que mas bien se trata de cuñas o aprones que se desarrollan al pie del

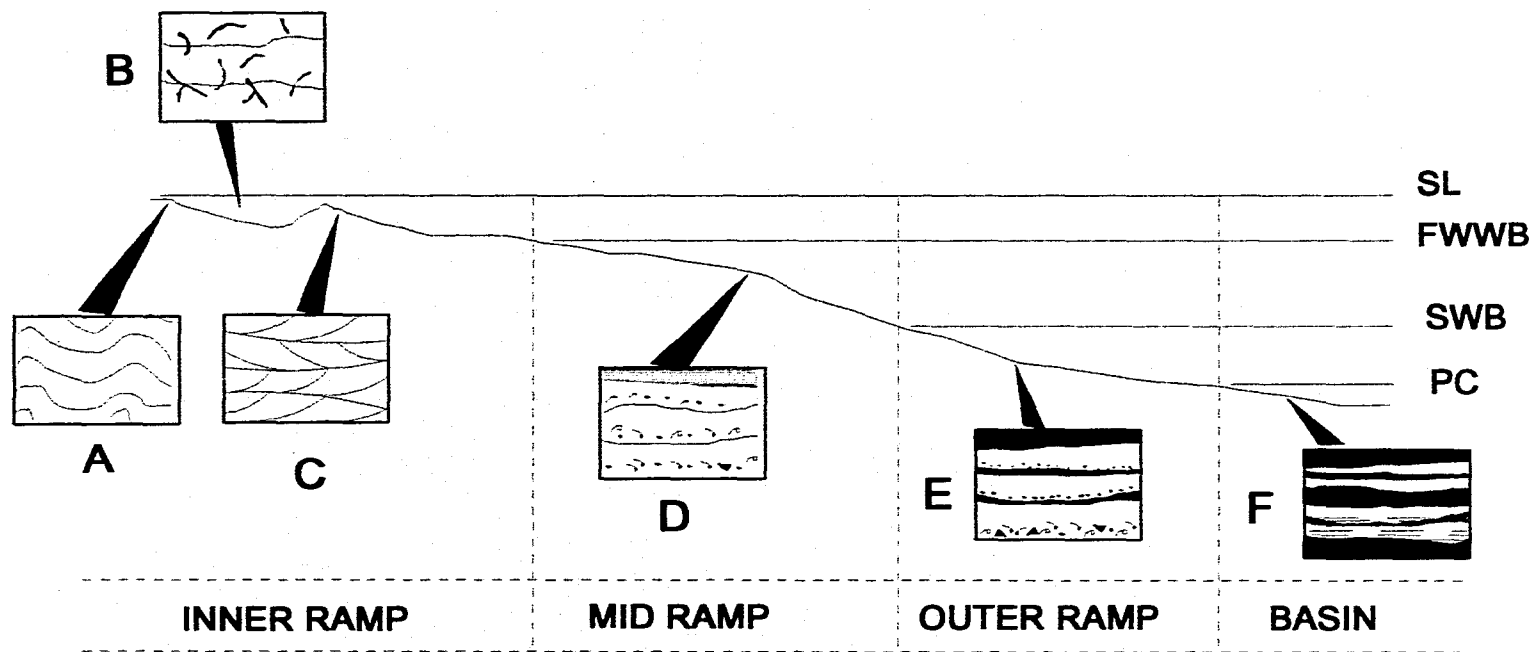
talud de la plataforma, además de que incorporan el término "sheet" para indicar la geometría que presentan los sedimentos turbidíticos.

Normark (1978), divide a los abanicos en: abanico superior que es la parte donde se encuentra el cañon principal y queda comprendida dentro del talud, abanico medio el cual se caracteriza por depósitos convexos hacia arriba y por numerosos y pequeños canales distributarios y el abanico inferior el cual está relativamente libre de canales.

Esto es los abanicos submarinos se desarrollan mas bien en plataformas terrígenas, que es en donde puede existir un punto como fuente importante de aporte, como puede ser la desembocadura de un río, dando como consecuencia la presencia de facies canalizadas.

En contraste el sedimento de los aprones carbonatados es aportado por multitud de pequeños cañones submarinos, Schlager y Chermak (1979); Mullins et al (1984), en Mullins y Cook (1986), de tal forma que cuando se trata de plataformas carbonatadas como en este caso (fig. 11), la fuente de aporte sería mas bien lineal, es decir sus fuentes de aporte van a ser múltiples a lo largo de la plataforma externa, dando lugar a los "sheets" que son cuñas de sedimento sin la presencia de grandes canales como fuente de aporte. Lo que implica también que las facies turbidíticas que se desarrollen cuando se trate de arenas carbonatadas, no van a presentar zonas de erosión, y los contactos entre las capas van ser predominantemente paralelos como se observan en las localidades de Río Chiflón y Cuauhtepic.

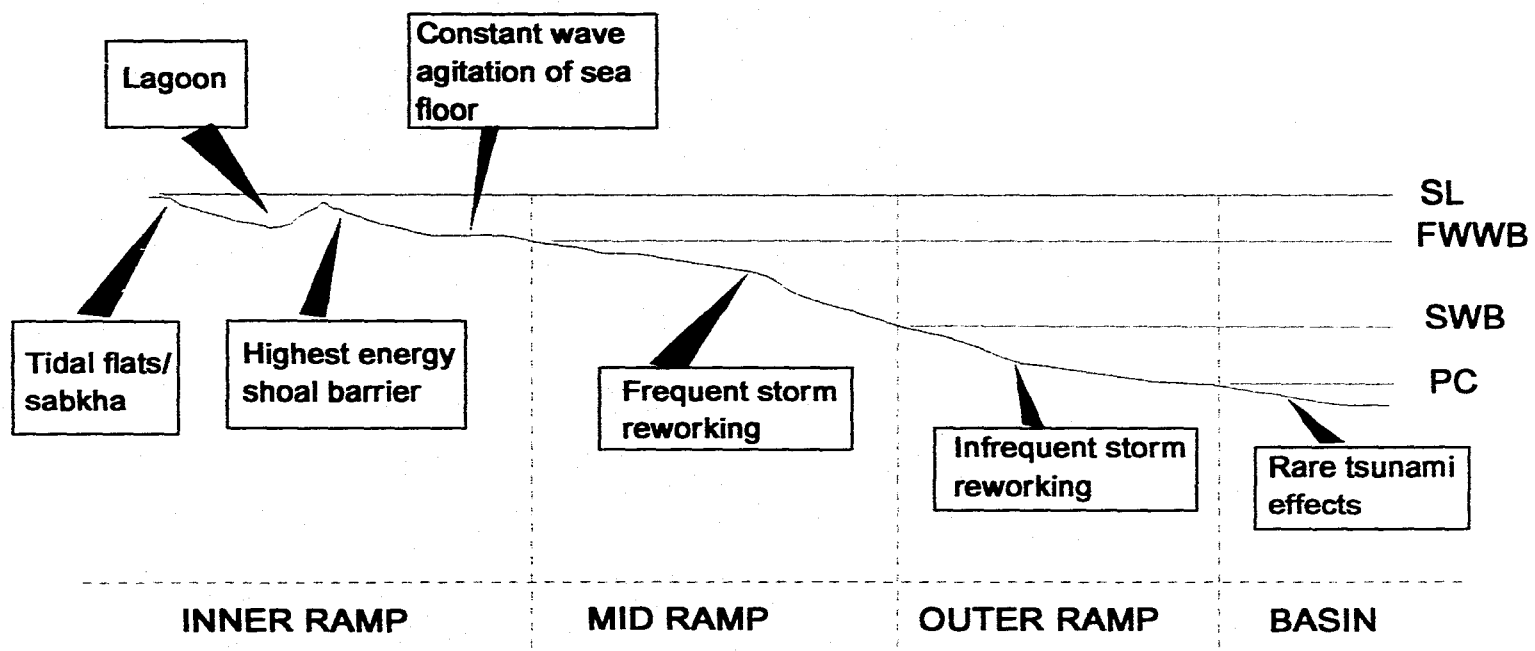
Como mecanismos de transporte se pueden considerar además de las corrientes oceánicas, la acción de las mareas y a la acción de las tormentas, lo que ocasiona los flujos turbidíticos que en un momento dado transportan el sedimento.



Burchette y Wright (1992)

RAMPA CARBONATADA DE TIPO HOMOCLINAL MOSTRANDO
LAS PRINCIPALES FACIES SEDIMENTARIAS.

FIG. 13



Burchette y Wright (1992)

RAMPA CARBONATADA DE TIPO HOMOCLINAL MOSTRANDO
LAS PRINCIPALES SUBDIVISIONES AMBIENTALES.

FIG. 14

SISTEMA ALTO DEL NIVEL DEL MAR

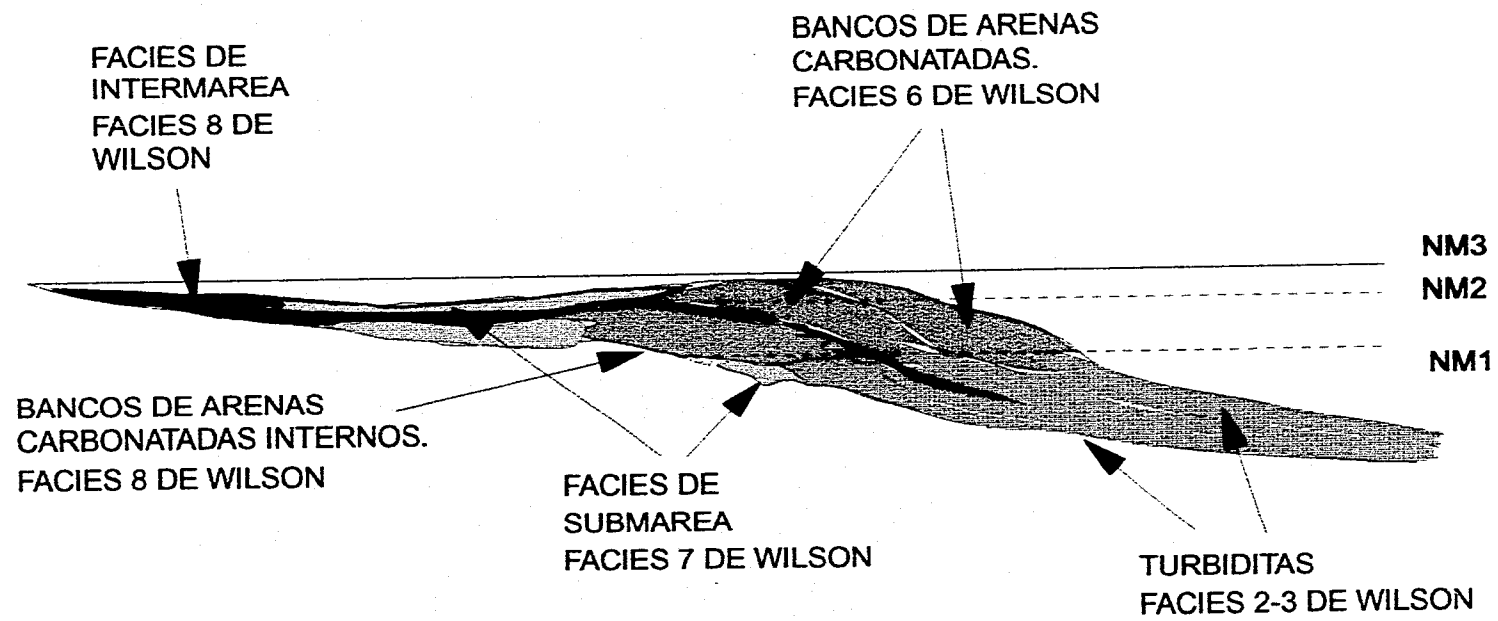


FIG. 15

V. DIAGENESIS.

En el presente estudio se identificaron 12 eventos diagenéticos que son: bioturbación, micritización, cemento A, cemento B, compactación, presión-solución, migración de aceite, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación. En cuanto a la migración de hidrocarburos y el fracturamiento, aunque no constituyen en si un proceso diagenético, se les incluye dentro de la paragénesis para poder situar la etapa de migración de aceite dentro de la historia diagenética.

LOCALIDAD PIE DE LA CUESTA.

COLUMNA I (Fig. 6 y Tabla I).

FORMACION SAN ANDRES.

Los procesos diagenéticos observados para las facies 8 de Wilson en esta localidad son: bioturbación, micritización, cemento B (de tipo granular, presión-solución, migración de aceite, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación (fotografía No. 44).

Para las facies 7 de Wilson, se tiene: bioturbación, micritización, presión-solución, migración de aceite, dolomitización, fracturamiento, recristalización y oxidación. La presencia de aceite únicamente se observa en la muestra MO-61 (fotografía No. 45).

En las facies de interbanco se observa: bioturbación micritización, cemento A, cemento B, compactación, presión-solución, migración de aceite, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación (fotografía No. 46).

Por último se tiene que en las facies 6, se observa: bioturbación, micritización, cemento A, cemento B, compactación, presión-solución, migración de aceite, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación (fotografía No. 47).

LOCALIDAD RIO CHIFLON.

COLUMNA II (Fig. 7 y Tabla II).

SAN ANDRES TURBIDITICO

Los procesos diagenéticos observados para esta unidad en esta localidad son: micritización, cemento B (de tipo granular), compactación, presión solución, migración de aceite, fracturamiento recristalización y disolución (fotografías Nos. 48 y 49).

LOCALIDAD CUAUTEPEC.

COLUMNA III (Fig. 8 y Tabla III).

SAN ANDRES TURBIDITICO.

Los procesos diagenéticos observados en esta localidad son los siguientes: micritización, cemento B (de tipo granular), presión-solución, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación (fotografías Nos. 43 y 32).

Cabe aclarar que en las columnas II y III, el proceso de micritización es anterior al redépósito que dió origen a esta unidad, mientras que en la columna I es sindeposicional.

A) ETAPAS Y PROCESOS DIAGENETICOS.

Estos procesos, se relacionan con las etapas propuestas por Choquete y Pray (1970). que son predeposicional, deposicional y postdeposicional, y que son reconocidas con base en la evolución de la porosidad. Siendo la porosidad primaria aquella que se presenta en las rocas o sedimentos, inmediatamente después del depósito final, e incluye cualquier espacio poroso dentro del sedimento ó roca en el tiempo o durante los procesos de depositación final; y la porosidad secundaria es la que se forma en el sedimento o roca después del depósito final. La relación entre el espacio y los elementos de la fábrica de la clasificación de facies de carbonatos, cuando muestran dependencia entre si, se dice que presentan una fábrica selectiva (por ej. porosidad primaria interparticular o intraparticular), y cuando esta relación no puede ser establecida se dice que se trata de una fábrica no-selectiva (ej. porosidad secundaria por fracturamiento).

Etapas Predeposicional y Deposicional.

Estas etapas abarcan desde la formación del primer material sedimentario hasta la deposición final, en el inicio del último sepultamiento de dicho material. Los procesos diagenéticos que involucra son los siguientes: bioturbación, que consiste de perforaciones hechas por organismos, y micritización de ooides, bioclastos, peloides y pelets. Este proceso es ocasionado por la alteración de los granos por efectos de algas endolíticas, los cuales son remplazados gradualmente hacia el centro por micrita (Bathurst, 1971).

Etapas Postdeposicional

Esta etapa comprende todo el tiempo después de la deposición final. Este intervalo de tiempo generalmente es largo y hay diferencias significantes en el tiempo relativo a los procesos involucrados y en cuanto a la creación y modificación del espacio poroso, por lo que Choquete y Pray

(op cit.), la subdividen en: eogenética, mesogenética y telogenética, estas tres divisiones están basadas en la evolución de la porosidad de eventos tempranos y tardíos.

De tal forma que la etapa Eogenética se aplica al intervalo de tiempo entre la deposición final y el enterramiento de nuevos depósitos de sedimento por debajo de la profundidad de influencia significativa de los procesos que operan en la superficie. Siendo la superficie el límite superior de esta zona.

Los procesos diagenéticos identificados como correspondientes a esta etapa son una cementación temprana o cemento A y una tardía o cemento B. La primera está representada en la mayoría de los casos por un cemento fibroso o cemento en palizada, que se caracteriza por tener una fábrica en la que los cristales sobrecrecen perpendicularmente a las partículas y hacia el espacio poroso y en escasas muestras se observa también cemento sintaxial, caracterizado por cristales grandes ópticamente continuos sobre fragmentos de equinodermos, indicando también una cementación marina temprana. La cementación tardía o cemento B, constituida por cemento de tipo granular, que se origina después de que ha ocurrido el depósito del cemento A, y el cual se caracteriza por estar formado por cristales anhedrales ecuantes, pudiéndose observar que los cristales crecen hacia el centro del hueco.

Se denomina como etapa Mesogenética, al intervalo de tiempo o etapa en la cual los sedimentos o rocas están enterrados abajo de la profundidad de mayor influencia de los procesos que están operando directamente desde la superficie, y constituye el tiempo geológico entre un corto estado de sepultamiento y la fase de levantamiento de la secuencia.

Los procesos diagenéticos ocurridos durante esta etapa son los siguientes: compactación, presión-solución, migración de aceite, y dolomitización. Durante esta etapa continúa el proceso de cementación tardía como se evidencia por el hecho de

que se observan indicios de compactación, en algunas muestras de facies 6 de Wilson (grainstones) tales como alineamiento de partículas, contacto entre granos y deformación en el contacto, lo que indica que la roca estuvo sometida a grandes presiones mientras ocurría la obliteración de la porosidad por el cemento B. Considerándose también que la presión-solución y la migración de aceite son resultado de las altas presiones desarrolladas durante esta etapa.

Es decir, la impregnación de aceite se encuentra asociada a una porosidad de tipo primaria intragranular principalmente y en menor grado intergranular de fábrica selectiva que fué modificada por los procesos diagenéticos mencionados.

En cuanto a la dolomitización, se considera que ésta fué posterior a la migración de aceite debido a que la impregnación, no esta asociada a la porosidad generada en este proceso, y así mismo que fue anterior al fracturamiento ya que se encuentra afectada por este. Tomando en consideración además que son las facies 7 de Wilson las que se encuentran mayormente afectadas por este proceso, se le asocia con el modelo de dolomitización de compactación por soterramiento en donde el Mg^+ requerido para la dolomitización fue derivado del agua de poro expulsada de masas arcillosas cercanas a las calizas (Morrow, 1982). Calvert (1964) menciona que la compactación por compresión de rocas clásticas da como resultado el movimiento de fluidos através de zonas porosas y fracturas hacia áreas de menor presión; si tales fluidos están supersaturados, la precipitación ocurrirá en áreas de baja presión, produciéndose la dolomitización por remplazamiento. Estos procesos diagenéticos corresponden a un ambiente de subsuelo de sepultamiento intermedio.

Dentro de un ambiente de sepultamiento profundo, correspondiente también a la etapa mesogenética se tiene la ocurrencia de los procesos de fracturamiento y recristalización.

La etapa Telo-genética se ha propuesto para el intervalo de tiempo o etapa en la cual las rocas carbonatadas soterradas profundamente, son influenciadas significativamente por procesos asociados con un levantamiento. El límite superior de esta zona, es la interfase erosional subaerea o subacuosa, y el límite inferior es gradacional y esta localizado a la profundidad en la cual los procesos erosivos son insignificantes o irreconocibles.

Dentro de esta etapa ocurren los procesos de disolución y oxidación. De tal forma que al ser levantadas estas rocas, las aguas meteóricas con un bajo ph provocaron procesos de disolución, y finalmente al quedar estas expuestas en superficie son oxidadas.

La paragénesis para las rocas en las localidades estudiadas se ilustra en las tablas I, II y III..

NOMENCLATURA EMPLEADA EN LAS TABLAS DE PARAGENESIS.

B = BIOTURBACION.
M = MICRITIZACION.
CA = CEMENTO A (drúsico, sintaxial).
CB = CEMENTO B (granular).
C = COMPACTACION.
PS = PRESION SOLUCION.
MA = MIGRACION DE ACEITE.
D = DOLOMITIZACION.
F = FRACTURAMIENTO.
R = RECRISTALIZACION.
DIS= DISOLUCION.
OX = OXIDACION.

TABLA I. DE EVENTOS DIAGENETICOS.
 LOCALIDAD TEXCATEPEC-PIE DE LA CUESTA.
 COLUMNA I.

	B	M	CA	CB	C	PS	MA	D	F	R	DIS	OX
FORMACION PIMIENTA.												
FACIES 2 DE W.												
MO- 30					X	X			X	X		
MO- 31					X	X			X	X		
FACIES 2-3 DE W.												
MO- 32					X	X			X	X		
MO- 33						X		X	X	X		
FORMACION SAN ANDRES.												
FACIES 6 DE W.												
MO- 34		X	X	X					X	X		
MO- 35	X	X	XX	X					X	X		
MO- 36		X	X	X		X			X	X		
MO- 37		X	X	X		X	X			X		
MO- 38		X	X	X		X	X			X		
MO- 39		X	X	X		X			X	X		
MO- 40		X	X	X		X	X		X	X		
MO- 41		X	X	X	X		X			X		
MO- 42		X	XX	X	X		X			X		
MO- 43		X	X	X	X	X	X			X		
MO- 44		X	XX	X		X	X		X	X		
MO- 45		X	XX	X	X	X	X			X		
FACIES DE INTERBANCO.												
MO- 46	X	X	XX	X		X	X			X		
MO- 47	X	X	X	X		X				X		
MO- 48		X		X		X				X		
FACIES 7 DE W.												
MO- 49		X							X	X		
MO- 50		X			X			X	X	X		
MO- 51	X	X				X		X	X	X		
MO- 52	X	X						X	X	X		
MO- 53	X	X							X	X		
MO- 54	X	X				X						
MO- 55	X	X							X	X		
MO- 56	X	X						X				
MO- 57	X	X			X	X			X	X		
MO- 58						X			X	X		
MO- 59	X	X				X			X	X		
MO- 60		X				X			X	X		X
MO- 61		X				X	X		X	X		X
MO- 62		X				X	X	X	X	X		X
MO- 63		X						X		X		
MO- 64		X						X		X		
MO- 65		X				X		X	X	X		
MO- 66		X				X		X	X	X		
MO- 67		X				X		X	X	X		
MO- 68		X			X				X	X		
MO- 69		X			X				X	X		

	B	M	CA	CB	C	PS	MA	D	F	R	DIS	OX
MO- 70	X	X				X		X		X		
MO- 71	X	X			X			X	X	X		
MO- 72	X	X				X		X		X		X
MO- 73	X	X						X		X		X
MO- 74	X				X	X		X		X		
MO- 75	X					X		X		X		
FACIES DE INTERBANCO.												
MO- 76		X					X		X	X		
MO- 77		X		X					X			
MO- 78	X	X	X	X		X		X	X	X		X
MO- 79	X	X	X	X		X		X	X	X		
MO- 80		X	X	X	X							
MO- 81	X	X	X	X				X	X	X		
MO- 82	X					X		X		X		
MO- 83	X	X		X		X		X	X	X		
MO- 84		X	X	X			X		X	X		
MO- 85	X	X						X	X	X		
MO- 86						X		X	X	X		
MO- 87	X	X		X	X	X		X	X	X		
MO- 88		X	X	X		X			X	X		
MO- 89					X	X			X	X		X
MO- 90	X	X				X		X	X	X		X
MO- 91	X	X	X	X		X		X	X	X		X
FACIES 6 DE W.												
MO- 92		X	X	X		X		X	X	X		
MO- 93	X	X		X		X		X		X	X	
MO- 94	X	X			X	X		X	X	X	X	X
MO- 95		X	X	X								
FACIES DE INTERBANCO.												
MO- 96	X	X				X		X		X	X	X
MO- 97	X	X	X	X	X			X	X	X		X
MO- 98	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X
MO- 99	X	X	X	X			X			X		
MO-100		X			X		X		X	X		
MO-101	X	X						X	X	X		
MO-102	X	X				X		X	X	X		
MO-103	X					X		X	X	X	X	
MO-104	X	X				X		X	X	X	X	
FACIES 6 DE W.												
MO-105		X	X	X		X			X			X
MO-106	X	X	X	X		X			X	X		
MO-107		X	X	X	X		X			X	X	
MO-108		X	X	X	X	X			X	X		X
MO-109		X	X	X	X	X	X				X	X
FACIES DE INTERBANCO.												
MO-110		X				X				X		
MO-111	X	X	X	X	X				X	X	X	
MO-112		X	X	X		X			X	X	X	
MO-113	X	X				X			X	X	X	X

	B	M	CA	CB	C	PS	MA	D	F	R	DIS	OX
FACIES 6 DE W.												
MO-114	X	X	X	X	X	X				X		X
MO-115		X	X	X	X	X	X		X	X		
FACIES DE INTERBANCO.												
MO-116	X	X			X	X		X	X	X		
MO-117		X	X	X	X	X				X		
MO-118		X				X				X	X	
MO-119		X				X				X		
MO-120		X	X	X						X		
MO-121		X	X			X				X		X
MO-122		X	X	X		X				X		X
MO-123		X		X		X				X		
MO-124		X	X	X		X				X	X	X
MO-125		X		X						X		
FACIES 7 DE W.												
MO-126		X				X				X		
MO-127		X				X	X		X	X		
MO-128		X							X	X	X	X
MO-129	X	X				X		X	X	X	X	
MO-130		X						X	X	X	X	
MO-131	X	X				X			X	X		
MO-132		X						X	X	X		
FACIES 8 DE W.												
MO-133		X		X						X		
MO-134		X		X					X	X	X	
MO-135	X	X		X			X			X		
MO-136	X	X								X		
MO-137		X		X		X				X		X
MO-138		X		X		X		X		X		
FACIES 7 DE W.												
MO-139		X							X	X	X	
MO-140		X						X	X	X	X	
MO-141		X				X		X	X	X	X	X
MO-142						X			X	X	X	
MO-143	X	X				X		X		X	X	X
MO-144	X	X				X		X		X	X	X
MO-145		X				X			X	X		
MO-146		X							X	X		
MO-147		X								X		X
MO-148	X	X				X				X		
MO-149	X	X				X		X	X	X	X	
FACIES 8 DE W.												
MO-150		X		X		X			X	X		
MO-151		X		X		X	X			X		
MO-152		X				X	X			X	X	
MO-153	X	X		X		X	X			X	X	
MO-154		X		X		X	X	X	X	X	X	
MO-155		X		X		X	X			X		
MO-156	X	X		X		X				X	X	
MO-157		X		X		X				X		X
MO-158		X						X	X	X		X
MO-159		X				X				X		X

TABLA II. DE EVENTOS DIAGENETICOS.

LOCALIDAD RIO CHIFLON.

COLUMNA II.

	M	CA	CB	C	PS	MA	F	R	DIS	OX
FORMACION PIMIENTA										
FACIES 2.										
MO-186					X		X	X		
MO-187					X		X	X		
MO-188				X	X			X		X
MO-189				X			X	X		X
MO-190				X			X	X		X
MO-191				X			X	X		
FORMACION SAN ANDRES.										
FACIES TURBIDITICAS.										
MO-192				X	X		X	X		
MO-193	X		X				X	X		
MO-194	X		X				X	X		
MO-195	X		X			X	X	X	X	
MO-196								X		
MO-197					X		X	X		
MO-198	X		X	X		X	X	X		
MO-199	X			X		X	X	X		
MO-200	X		X		X		X	X		
MO-201			X			X	X	X		
MO-202			X				X	X	X	
MO-203			X			X	X	X		
MO-204			X			X	X	X		
MO-205	X		X			X	X	X		
MO-206	X		X				X	X	X	
MO-207	X		X			X	X	X	X	
MO-208	X		X			X	X	X		
MO-209	X		X			X		X	X	
MO-210	X		X				X	X	X	
MO-211	X		X				X	X	X	
MO-212	X		X			X	X	X	X	
MO-213			X			X	X	X	X	
MO-214			X			X	X	X	X	
MO-215			X			X	X	X	X	

TABLA III. DE EVENTOS DIAGENETICOS.
 LOCALIDAD CUAUTEPEC.
 COLUMNA III.

	M	CB	C	PS	F	R	DIS	OX
FORMACION TAMAN.								
FACIES 2.								
MO-161			X	X				X
MO-162			X		X	X		X
MO-163			X		X	X	X	X
MO-164			X	X	X			X
MO-165						X		X
MO-166					X	X		
MO-167				X	X	X	X	
MO-168				X	X	X		X
MO-169			X	X	X	X		X
MO-170					X	X		X
MO-171				X	X	X		X
MO-172					X	X	X	
MO-173			X		X	X		
FORMACION SAN ANDRES.								
FACIES TURBIDITICAS.								
MO-174	X	X			X	X	X	
MO-175	X				X	X		
MO-176				X	X	X		X
MO-177						X		X
MO-178	X				X	X		
MO-179	X				X	X		
FORMACION TAMAN.								
FACIES 2.								
MO-180						X		X
MO-181						X		X
MO-182				X	X	X		X
MO-183					X	X		X
MO-184						X		
MO-185					X	X		X

Fotografía No. 44. 100 X.
Loc. Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-45. Facies 6 de W. Graistone-packstone. Se observan
dos generaciones de cementos: A (palizada) y B granular.

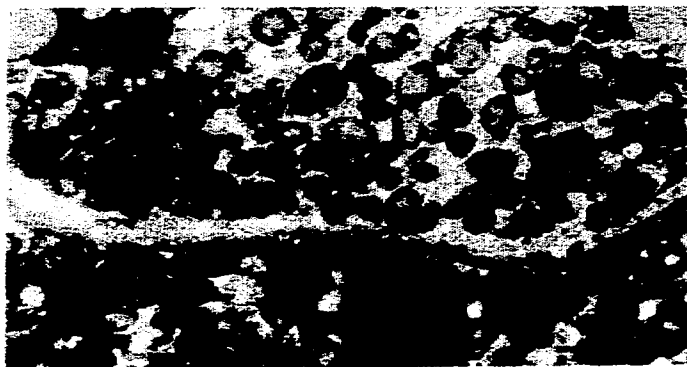
Fotografía No. 45. 100 X.
Loc. Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-61. Facies 7 de W. Packstone-wackestone
de pelets, bioclastos y ooides micritizados.

Fotografía No. 46. 40 X.
Loc. Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-48. Facies de interbanco. Grainstone-packstone
de ooides micritizados. Líneas estilolíticas rellenas
con arcilla negra, siguiendo el contorno de los ooides.

Fotografía No. 47. 40 X.
Loc. Texcatepec-Pie de la Cuesta.
MO-40. Facies 6 de W. Grainstone de ooides mi-
critizados, con impregnación de aceite residual.



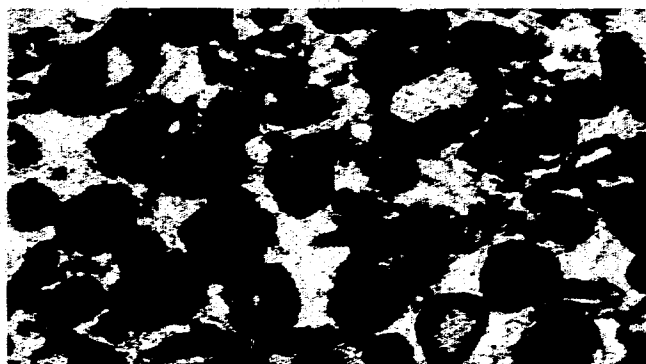
Fotografia No. 44



Fotografia No. 45



Fotografia No. 46



Fotografia No. 47

Fotografía No. 48. 40 X.

Loc. Río Chiflón.

MO-209. Facies Turbidíticas. Grainstone-packstone de ooides micritizados, con impregnación de aceite residual.

Fotografía No. 49. 40 X.

Loc. Río Chiflón.

MO-193. Facies turbidíticas. Packstone-wackestone de ooides micritizados, pelets, foraminíferos planctónicos y radiolarios. Etapa Postdeposicional.



Fotografia No. 48



Fotografia No. 49

VI. CONCLUSIONES.

1.- Se considera que el modelo sedimentario en la localidad Pie de la Cuesta para el depósito de la Formación San Andrés corresponde en sus inicios a una plataforma de rampa de tipo homoclinal, la cual fué evolucionando en la medida que acrecionaba sedimento en forma vertical a una plataforma con restricción, y que las localidades de Río Chiflón y Cuauhtepic corresponden a turbiditas mediales y distales respectivamente las cuales pueden formar parte de una cuña o "sheet" considerando que el aporte fué lineal mas que puntual para que se nos desarrollara un abanico.

2.- La sedimentación para la formación San Andrés se llevo a cabo inicialmente dentro de un sistema transgresivo, dando lugar a cambios de facies laterales dependiendo del paleorrelieve de la plataforma así como verticales producidos por la retrogradación de los bancos oolíticos y posteriormente cambio a un sistema alto de nivel del mar originando la progradación de los bancos oolíticos

3.- Que la variedad de cambios de facies se ve incrementada por cambios eustáticos del nivel del mar dando lugar a ciclos de alta frecuencia.

4.- Para la Formación San Andrés en la localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta, se midió un espesor de 421 m. Las facies observadas son: 8, 7, de interbanco y 6 de Wilson. En la localidad Río Chiflón se midieron 72 m., sin lograrse ver la base. En Cuauhtepic se midieron 5 m., interdigitados en sedimentos de facies 2 de Wilson de la formación Tamán. En estas dos últimas localidades estos sedimentos corresponden a turbiditas carbonatadas.

5.- Para la Formación Tepexic, en las localidades La Huasquilla y El Cojolite se observaron facies 8 y el límite 8-7 de Wilson, y en la localidad El Encinal-Santiago se observaron facies 6 de Wilson.

6.- Los procesos diagenéticos y la paragénesis observada para la Formación San Andrés en la localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta es la siguiente: bioturbación, micritización, cemento A, cemento B, compactación, presión-solución, migración de aceite, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación. Para los sedimentos turbidíticos carbonatados en la localidad de Río Chiflón son: micritización, cemento B, compactación, presión-solución, migración de aceite, fracturamiento, recristalización y oxidación, y en la localidad Cuautepec se observó: micritización, cemento B, presión-solución, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.

7.- La porosidad que presentan algunos intervalos de la Formación San Andrés hasta antes de la migración de hidrocarburos, es bastante buena de tipo primaria (intraparticular y en menor grado intergranular, como lo demuestra su buena impregnación de aceite residual, y estuvo afectada por los procesos diagenéticos ocurridos durante las etapas eogenética y mesogenética, es decir por la precipitación de los cementos en la primera y por los procesos de compactación y presión-solución en la segunda.

8.- En cuanto a los procesos de dolomitización, fracturamiento, recristalización y disolución, se considera que su ocurrencia fué posterior a la migración de aceite, debido a que ésta no está asociada a dichos procesos.

9.- Se considera que los procesos de fracturamiento y recristalización ocurrieron en un ambiente de sepultamiento profundo también dentro de la etapa mesogenética, y que los procesos de disolución y oxidación ocurrieron dentro de la etapa telogenética.

VI. BIBLIOGRAFIA.

- Aguayo, C.J.E., 1977, Sedimentación y Diagenesis de la Formación "Chipoco" "Jurásico Superior" en afloramientos, Estado de Hidalgo y S.L.P. Rev. del I.M.P. Vol.9. No.2, pag. 11-37.
- Bathurst, R.G.C., 1971, Carbonate Sediments and their Diagenesis. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam - Oxford - New York. Second Enlarged Edition, 1975.
- Burchette, T.P. and Wright, V.P., 1992, Carbonate Ramp Depositional Systems. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. Sedimentary Geology, 79 (1992) 3-57.
- Burckardt, C. 1930, Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain; Soc. paleont. Suisse, Mém. vol. 49-50, 280 págs., 65 figs., 18 tabs.
- Cabrera, C.R., 1973. Las Microfacies del Jurásico Superior. PEMEX. Inédito.
- Calvert, W.L., 1964, Pre-Trenton Sedimentation and Dolomitization, Cincinnati Arch Province: Theoretical Considerations. AAPG. Bulletin. V. 48. No. 2. PP. 166-190.
- Cantú, Ch.A., Flores, L.R. y Lecolle De C.F., 1967, Estratigrafía del Jurásico de Mazatepec, Pue. (México). I.M.P. pub. No. 7-11.
- Cantú, Ch.A., 1971. La Serie Huasteca (Jurásico Medio-Superior) del Centro Este de México. Revista del IMP. V.3, No. 2, pag.17-40.
- Cantú, Ch.A., 1978. La Serie Huasteca (Jurásico Medio y Superior) en el Subsuelo de Poza Rica, Ver. Proyecto c-3037. IMP.
- Choquette, Ph. and Pray, L., 1970, Geologic Nomenclature and Clasification of Porosity in Sedimentary Carbonates; AAPG, Bull., V. 54, p. 207-250.
- Driese S.G., Dott R.H., Jr., 1984, Model for Sandstone-Carbonate "Cyclothems" Based on Upper Member of Morgan Formation (Middle Pennsylvanian) of Northern Utah and Colorado. A.A.P.G. Bulletin. V.68. No.5. P.574-597. 22 figs., 4 tables.
- Embry, A.F. and Klovan J.E. 1971, A late Devonian reef track on northeast bank island, bulletin of canadian petroleum geologist, bol. 19 n.4.

- Erben, H.K., 1954, Nuevos datos sobre el Liásico de Huayacocotla, Ver. Soc. Geol. Mexicana, Bol., Vol. 17, p. 31-40. 2 figs., 2 tablas, 1 mapa.
- Erben H.K., 1956, El Jurásico Medio y el Calloviano de México XX Congreso Geológico Internacional. Instituto de Geología de la U.N.A.M.
- Erben, H. K., 1956, Estratigrafía y paleontología del Jurásico Inferior y Medio, marino de la Región Central de la Sierra Madre Oriental, XX Congreso Geológico Internacional. Libreto Guía de la Excursión C-8.
- Fehr, W. R. and Bonnard, E. G., 1930, Geological cross section through the Sierra Madre Oriental from Mecapalapa to Cueva Ahumada; Repte, geol. núm. 367. Archivo Petróleos Mexicanos. Inedito.
- Flugel E., 1982, Microfacies Analysis of Limestones. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York, 1982.
- Folk, R.L., 1959. Practical Petrographic Classification of Limestones. AAPG. Bulletin. V.43. No.1. pp. 1-38.
- Folk, R.L., and Land, L.S. 1975. Mg/Ca Ratio and Salinity: Two Controls over Crystallization of Dolomite. AAPG. V.59. p. 60-68, 2 fig.
- González, G.R., 1967, Informe Final Huayacocotla - Real del Monte (Hoja E-2). PRGC-3224. PEMEX. Inedito.
- Gutierrez, G.U., 1984. Prospecto Acaxochitlán. IGPR-236. Actualización Geológica. PEMEX. Inédito.
- Guzmán, V. M., 1991, Geodynamique Sedimentaire du Bassin de Tampico- Tuxpan, est du Mexique: Sedimentation, Subsidence, Matière Organique. Pour Obtenir le Titre de Docteur de l' Université de Pau. 366 P.
- Krumbein W.C., 1942. Physical and Chemical Changes in Sediments After Depositions. Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 12, No.3, pp.111-117. Table 1.
- Manzo, B.J.G., 1984, Prospecto San Bartolo. IGPR.-233. Actualización Geológica. PEMEX. Inédito.
- Manzo, B.J.G., 1989, Informe Geológico Final. Prospecto Cuaxtla. I.G.P.R.-276. PEMEX. Inédito.
- Morrow, D.W., 1982. Dolomitization Models and Ancient Dolostones. Geoscience Canada, V. 9, N. 2. P. 95-107.,

- Mullins H.T., Cook H.E., 1986. Carbonate Apron Models: Alternatives to the Submarine Fan Model for Paleoenvironmental Analysis and Hydrocarbon Exploration. Sedimentary Geology, V 48, P 37-79.
- Nilsen T.H., 1980, Modern and Ancient Submarine Fans: Discussion of Papers by R.G. Walker and W.R. Normark. AAPG. Bulletin. V. 64. N. 7. P. 1094-1112.
- Normark, W.R., 1978, Fan Valleys, Channels, and depositional Lobes on modern Submarine Fans: Characters for recognition of sandy Turbidite Environments. Bull. Am. Assoc. Pet. Geol., 62; 912- 931.
- Patiño, R.J., 1991, Informe Geológico Final. Prospecto Honey. I.G.P.R. -291. PEMEX. Inédito.
- Read, J.F., 1985, Carbonate Platform Models. AAPG. V.69, No.1 P. 1-21, 10 figs.
- Reyes D.E., 1964, El Jurásico Superior del área de Tamán, S.L.P. Informe Geológico No.508. PEMEX. Inedito.
- Sander, N.J., 1967, Classification of Carbonate Rocks of Marine Origen. AAPG. V.51. No.3. PP.325-336.
- Shinn, E.A., and LLOYD R.M., 1969. Anatomy of Modern Carbonate Tidal -flat, Andros Island, Bahamas. Journal of Sedimentary Petrology, Vol, 39, N.3 P. 1202-1228.
- Tejeda, G.C.M., 1990, Informe Final Prospecto Tamosantla. Etapa I. Integración e Interpretación Geoquímica - Geológica. Tomo I. PRIIGQ/012/88. PEMEX. Inédito.
- Walker R.G., 1978, Deep-water Facies and Ancient Submarine Fans: Models for Exploration for Stratigraphic Traps. AAPG. Bulletin. V. 62. N. 6. P. 932-966.
- Wilson, J.L., 1975, Carbonate facies in geologic history: New York, Springer-Verlag, 471 pp.

VII. APENDICE PETROGRAFICO.

Localidad Texcatepec-Pie de la Cuesta.

Columna I (fig. 5)

Se midió un espesor de 421 m. para esta unidad.

De 6.0 a 15.5 m. MO-159 a MO-157.

Packstone y wackestone, de color gris oscuro, constituidos por ooides micritizados, cuarzo detrítico, feldespato, bioclastos, peloides y escaso pedernal. Los bioclastos consisten de fragmentos de moluscos. Estratos de 0.6 a 1.2 m. de espesor y los procesos diagenéticos observados son: micritización, cemento B (granular), presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización y oxidación.

Este intervalo corresponde a una facies 8 de Wilson.

De 15.5 a 23.0 m.

Cubierto.

De 23.0 a 30.3 m. MO-156.

Grainstone-packstone, de color gris oscuro, de ooides micritizados, con escasos peloides y cuarzo detrítico, los ooides están formados en su mayor parte por granos envueltos y en menor proporción por oolitas simples y compuestas. Los estratos presentan espesores que varían de 1.0 a 1.5 m., y se les observa laminación cruzada. Los procesos diagenéticos presentes son: bioturbación, micritización, cemento B (granular), presión-solución, recristalización y disolución.

Corresponde a una facies 8 de Wilson.

De 30.3 a 37.5 m.

Cubierto.

De 37.5 a 44.5 m. MO-155 a MO-154.

Grainstone-packstone y packstone-grainstone, de color gris oscuro, con ooides micritizados, escasos fragmentos de moluscos, cuarzo detrítico e intraclastos, se observa buena porosidad de tipo intergranular, con impregnación de aceite muerto. Los estratos presentan espesores de 0.6 a 1.3 m., y los procesos diagenéticos observados son: micritización, cemento B (granular), presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización y disolución.

Corresponde a una facies 8 de Wilson.

De 44.5 a 50.5 m.

Cubierto.

De 50.5 a 63.0 m. MO-153 a MO-151.

Grainstone-packstone y packstone-grainstone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, bioclastos, peloides y escasos intraclastos, y cuarzo detrítico. Los bioclastos consisten de fragmentos de moluscos y fragmentos de algas en menor proporción. Se observa regular porosidad intragranular y en menor grado intergranular, con presencia de aceite muerto. Los estratos presentan espesores de 1.0 a 1.5 m., con líneas estilolíticas paralelas a la estratificación; y los procesos diagenéticos que los afectaron son: micritización, cemento B (granular), presión-solución, recristalización y disolución.

Corresponde a una facies 8 de Wilson.

De 63.0 a 70.5 m.

Cubierto.

De 70.5 a 73.0 m. MO-150.

Grainstone-packstone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, peloides y escasos pelets. En estratos de 0.8 a 1.0 m. de espesor. Los procesos diagenéticos que afectaron a estas rocas fueron: micritización, cemento B (granular), presión-solución, fracturamiento y recristalización.

Este intervalo al igual que los anteriores corresponde a una facies 8 de Wilson.

De 73.0 a 77.5 m.

Cubierto.

De 77.5 a 88.5 m. MO-149 a MO-146.

Wackestone-packstone y packstone-wackestone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, bioclastos, pelets y escaso cuarzo y pedernal detríticos. Los bioclastos son moluscos (nerineas) y ostracodos. Los estratos varían de 0.3 a 0.8 m. de espesor, a los que se les observa líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. Los procesos diagenéticos identificados son: bioturbación, micritización, presión-solución, dolomitización y recristalización.

Este intervalo corresponde a una facies 7 de Wilson.

De 88.5 a 93.5 m.

Cubierto.

De 93.5 a 96.0 m. MO-145.

Packstone-wackestone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, pelets, peloides y escasos intraclastos, cuarzo detrítico y bioclastos. Los bioclastos consisten de ostracodos y moluscos. Estratos de 0.8 a 1.2 m.

Este intervalo corresponde a una facies 7.

De 96.0 a 98.5 m.

Cubierto.

De 98.5 a 108.0 m. MO-144 a MO-139.

Packstone-wackestone de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, pelets, bioclastos y escasos intraclastos y cuarzo detrítico. Los bioclastos son ostrácodos, moluscos, placas de equinodermos y algas. Estratos de 0.6 a 1.5 m. de espesor, en los que se observa laminaciones por arcillosidad y líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. Los procesos diagenéticos observados son: bioturbación, micritización, presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.

Corresponde a una facies 7 de Wilson.

De 108.0 a 126.5 m. MO-138 a MO-133.

Grainstone-packstone y packstone-grainstone, de color gris oscuro, constituidos por ooides micritizados, cuarzo y feldespato detrítico, escasos intraclastos, bioclastos y pelets. Los bioclastos son: fragmentos de moluscos y de ostrácodos. Se observa regular porosidad de tipo intergranular, con presencia de aceite muerto. Los estratos presentan

espesores que varían de 0.6 a 1.5 m., con líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. Los procesos diagenéticos observados son: bioturbación, micritización, cemento B (granular), presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.

Corresponde a una facies 8 de Wilson.

De 126.5 a 163.0 m. MO-132 a MO-126.

Packstone-wackestone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, bioclastos, pelets y escaso cuarzo detrítico e intraclastos. Los bioclastos observados son: moluscos, ostracodos, espículas de equinodermos y escasos miliolidos. Estratos de 0.6 a 1.2 m de espesor, con líneas estilolíticas paralelas a la estratificación y laminaciones por arcillosidad. Los procesos diagenéticos presentes son: bioturbación, micritización, presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.

Este intervalo corresponde a una facies 7 de Wilson.

De 163.0 a 177.0 m. MO-125 a MO-122.

Packstone-grainstone, de color gris claro, constituido por ooides micritizados, intraclastos, fragmentos de moluscos y escaso cuarzo detrítico. Estratos de 0.9 a 1.5 m de espesor, con líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. Los procesos diagenéticos observados son: micritización, cemento A (palizada), cemento B (granular), presión-solución, recristalización, disolución y oxidación.

Corresponde a una facies de interbanco.

De 177.0 a 184.0 m.

Cubierto.

De 184.0 a 204.0 m. MO-121 a MO-116.

Packstone-grainstone y grainstone-packstone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, cuarzo y feldespatos detríticos, intraclastos y escasos bioclastos. Estos últimos consisten de fragmentos de moluscos, placas de equinodermos y fragmentos de ostrácodos. Los estratos presentan espesores que varían de 0.4 a 1.5 m., con líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. Los procesos diagenéticos que se observan son: bioturbación, micritización, cemento A (palizada), cemento B (granular), compactación, presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.

Corresponde a una facies de interbanco.

De 204.0 a 209.0 m.

Cubierto.

De 209.0 a 217.0 m. MO-115 a MO-114.

Grainstone de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados casi en su totalidad y muy escaso cuarzo detrítico. Los ooides consisten en oolitas simples en su mayor parte, granos envueltos en menor proporción y escasas oolitas compuestas, se observa una buena porosidad intragranular, con presencia de aceite muerto. El espesor de las capas varía de 0.4 a 1.8 m., y se les observan líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. Los procesos diagenéticos presentes son: bioturbación, micritización, cemento A (palizada), cemento B (granular), compactación presión -solución, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.

Corresponde a una facies 6 de Wilson.

De 217.0 a 218.0 m. MO-113.

Packstone-grainstone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, fragmentos de ostrácodos y escaso cuarzo detrítico. El espesor de la capa es de 1.0 m., se le observan líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. Los procesos diagenéticos presentes son: bioturbación, micritización, presión-solución, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.

Corresponde a una facies de interbanco.

De 218.0 a 229.0 m.

Cubierto.

De 229.0 a 237.0 m. MO-112 a MO-110.

Packstone-grainstone y grainstone-packstone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, cuarzo detrítico y en menor proporción bioclastos, intraclastos, feldespato y pedernal detríticos; se observan alineamientos de los ooides por compactación, así como un empaque cerrado. Los bioclastos presentes son: fragmentos de algas, fragmentos de equinodermos. Los estratos presentan espesores de 0.6 a 1.0 m., con líneas estilolíticas paralelas a la estratificación, formando una estructura estilobandeada. Los procesos diagenéticos presentes son: bioturbación, micritización, cemento A (palizada), cemento B (granular), compactación, presión-solución, fracturamiento, recristalización y disolución.

Corresponde a una facies de interbanco.

De 237.0 a 239.0 m. MO-109.

Grainstone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados y escasos intraclastos. Los ooides están constituidos en su mayor parte por oolitas simples, las que

presentan como núcleo fragmentos de cuarzo terrígeno, y en menor proporción granos envueltos, con núcleos de fragmentos de pelecípodos. Se observa una regular porosidad intragranular, con presencia de aceite muerto. El espesor de ésta capa es de 2.0 m., se le observa laminación cruzada y líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. Los procesos diagenéticos observados son: micritización, cemento A (palizada), cemento B (granular), compactación, presión-solución, recristalización y oxidación.

Este intervalo corresponde a una facies 6 de Wilson.

De 239.0 a 244.0 m.

Cubierto.

De 244.0 a 257.0 m. MO-108 a MO-105.

Grainstone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, peloides, intraclastos, escasos fragmentos de ostrácodos y cuarzo detrítico, se observa una porosidad pobre intragranular, con impregnación de aceite muerto. El espesor de los estratos varía de 0.4 a 1.5 m., con presencia de estilolitas de picos amplios paralelas a la estratificación. Los procesos diagenéticos observados son: bioturbación, micritización, cemento A (drúsico), cemento B (granular), compactación, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.

Corresponde a una facies 6 de Wilson.

De 257.0 a 282.0 m. MO-104 a MO-96.

Mudstone-wackestone, packstone-wackestone y packstone, de color café oscuro, gris oscuro y negro, constituidos por ooides micritizados, bioclastos, intraclastos, pelets y escaso cuarzo detrítico. Los bioclastos son: fragmentos de moluscos y de

ostracodos. Se observa una porosidad de pobre a regular, con impregnación de aceite muerto. El espesor de los estratos varía de 0.4 a 1.5 m, y presentan líneas estilolíticas paralelas a la estratificación, y un sistema de fracturas conjugado perpendicular a la estratificación. La paragénesis observada fué la siguiente: bioturbación, micritización, cemento A (palizada), cemento B (drúsico), compactación, presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.

Este intervalo corresponde a una facies de interbanco.

De 282.0 a 295.0 m. MO-95 a MO-92.

Grainstone-packstone, packstone-grainstone y packstone, de color gris oscuro, constituidos por ooides micritizados, peloides, y escasos bioclastos retrabajados. Los bioclastos consisten de fragmentos de moluscos, ostracodos y placas de equinodermos, y los ooides de oolitas simples en su mayor parte con centros de cuarzo, feldespatos y/o pedernal detrítico, y en menor proporción oolitas compuestas y granos envueltos, con núcleos de bioclastos generalmente. Los estratos presentan espesores que van de 0.3 a 0.8 m., se les observan líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. La paragénesis es la siguiente: bioturbación, micritización, cemento A (palizada), cemento B (granular), compactación, presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización, disolución y oxidación.

Corresponde a una facies 6 de Wilson.

De 295.0 a 317.5 m. MO-91 a MO-81.

Mudstone, wackestone, wackestone-packstone, packstone y grainstone-packstone, de color café oscuro, gris claro y gris oscuro, constituido por ooides micritizados, peloides, bioclastos, pellets y escaso cuarzo detrítico. Los bioclastos presentes son: fragmentos de moluscos, placas de equinodermos y

fragmentos de milímetros. La muestra MO-84 presenta buena porosidad intraparticular, con impregnación de aceite muerto, en las otras partes de este intervalo únicamente se observa el aceite residual en los planos de estratificación y en líneas estilolíticas (paralelas a la estratificación). El espesor de los estratos varía de 0.3 a 1.0 m. La paragénesis observada es la siguiente: bioturbación, micritización, cemento A (palizada), cemento B (granular), compactación, presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización y disolución.

Este intervalo corresponde a una facies de interbanco.

De 317.5 a 323.5 m.

Cubierto.

De 323.5 a 337.0 m. MO-80 a MO-76.

Packstone y grainstone-packstone, de color gris claro a gris oscuro, constituido por ooides micritizados, pelets, bioclastos y escaso cuarzo y pedernal detríticos. Los bioclastos consisten de placas de equinodermos y fragmentos de moluscos. La MO-76 presenta una porosidad de pobre a regular principalmente intragranular, con impregnación de aceite muerto. Los estratos presentan espesores que varían de 0.1 a 1.1 m., se observa también compactación, produciendo alineamientos en las partículas y deformando sus bordes. La paragénesis observada es la siguiente: bioturbación, micritización, cemento A (palizada), cemento B (granular), compactación, presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización y oxidación.

Corresponde a una facies de interbanco.

De 337.0 a 409.5 m. MO-75 a MO-49.

Mudstone a packstone-wackestone, con predominio de wackestone, de color café claro, gris claro a gris oscuro y negro, constituidos por ooides micritizados, peloides, pelets, bioclastos, escasos intraclastos y cuarzo detrítico. Los bioclastos consisten en, fragmentos de algas, placas de equinodermos, moluscos (nerinéas). Se observa compactación produciendo alineamiento en los granos y produciendo un empaque mas cerrado. Otras de las características sobresalientes de este cuerpo, son la cantidad de líneas estilolíticas (paralelas a la estratificación) que en ocasiones forman una estructura estilonodular. El espesor de los estratos varía de 0.3 a 1.1 m, predominando los de 0.4 a 0.6 m. Los procesos diagenéticos observados son: bioturbación, micritización, compactación, presión-solución, dolomitización, fracturamiento, recristalización y oxidación.

Este intervalo corresponde a una facies 7 de Wilson.

De 409.5 a 413.5 m. MO-48 a MO-46.

Packstone-grainstone y grainstone-packstone de color gris claro a gris oscuro, constituido por, ooides micritizados, bioclastos, cuarzo detrítico y escaso pedernal. Los ooides son principalmente granos envueltos y escasas oolitas simples. Los bioclastos estan constituidos por fragmentos de algas poco retrabajadas, placas de equinodermos y fragmentos de moluscos (nerineas) . En capas de 0.3 a 1.0 m, el color gris oscuro se presenta en la parte superior de este intervalo, por presencia de aceite muerto en los planos de estratificación, líneas estilolíticas horizontales . Se observa también laminación cruzada, y pequeños canales rellenos por guijas de cuarzo y bioclastos (nerinéas). Los procesos diagenéticos presentes son: bioturbación, micritización, cemento A (palizada y sintaxial), cemento B (granular), presión-solución, fracturamiento y recristalización.

Este intervalo corresponde a una facies de interbanco.

De 413.5 a 427.0 m. MO-45 a MO-34.

Grainstone de ooides micritizados, con escaso cuarzo detrítico, escasos intraclastos y muy escasos bioclastos bastante retrabajados. Los ooides se encuentran como oolitas simples, oolitas compuestas y granos envueltos, y presentan un núcleo de cuarzo terrígeno, feldespatos y/o fragmentos orgánicos, como algas, moluscos, placas de equinodermos y braquiópodos; algunos de los ooides se encuentran rotos por fuerte retrabajo. Los bioclastos identificados son: placas de equinodermos, fragmentos de algas, y fragmentos de moluscos. Algunos núcleos de granos envueltos se identificaron como Favreina sp. (lámina MO-35). En capas de 0.4 a 1.0 m de espesor de color gris claro y crema, las que presentan estratificación cruzada. Una de las principales características de este intervalo es su buena porosidad intragranular, con presencia de aceite muerto, observándose también hidrocarburos residuales tanto en las líneas estilolíticas (paralelas a la estratificación) como en los planos de estratificación. El espesor de los estratos varía de 0.6 a 1.0 m. Los procesos diagenéticos presentes son: bioturbación, micritización, cemento A (palizada, sintaxial), cemento B (granular), compactación, presión-solución, fracturamiento y recristalización.

Este intervalo corresponde a una facies 6 de Wilson.

Localidad Río Chiflón.

Columna II (Fig. 6).

En esta localidad se midió un espesor de 72 m., de sedimentos turbidíticos, derivados de la Formación San Andrés, sin lograrse ver su contacto inferior por no aflorar.

De 0.0 a 50.00 m. MO-215 a MO-198.

Grainstone-packstone y packstone-grainstone, de color gris oscuro, constituidos por: ooides micritizados, escasos peloides, intraclastos, pelets, bioclastos, fragmentos de rocas, cuarzo y pedernal detríticos. Los bioclastos identificados son: fragmentos de moluscos, fragmentos de algas, placas de equinodermos, fragmentos de ostrácodos, pelecípodos pelágicos y foraminíferos planctónicos. presenta una porosidad regular, intergranular e intragranular, con presencia de aceite muerto. El espesor de los estratos varía de 0.2 a 0.9 m., y se observan delgadas y muy escasas intercalaciones de cuerpos de lutitas de color negro, de 0.03 a 0.05 m. de espesor. La paragenesis observada es la siguiente: micritización, cemento B (granular), presión-solución, fracturamiento, recristalización, y disolución.

Este intervalo corresponde a una facies 2-3 de Wilson.

De 50.0 a 58.0 m. MO-197 a MO-196

Mudstone-wackestone y packstone-wackestone de color negro, arcillosos con presencia de bioclastos y escaso cuarzo detrítico. Los bioclastos presentes son en su mayor parte: foraminíferos planctónicos, radiolarios, y pelecípodos pelágicos. Los estratos presentan espesores que varían de 10 a 50 cm., se les observan líneas estilolíticas paralelas a la estratificación con presencia de materia orgánica de color negro, fracturamiento y ligera recristalización.

Este intervalo corresponde a una facies 2 de Wilson.

De 58.0 a 72.0 m. MO-195 a MO-192.

Packstone-grainstone, packstone-wackestone y wackestone-packstone, de color gris oscuro a negro, constituidos

principalmente por ooides micritizados, bioclastos, pelets, escasos intraclastos y escaso cuarzo detrítico. Los bioclastos identificados son: foraminíferos planctónicos, radiolarios, pelecípodos pelágicos, fragmentos de moluscos, fragmentos de algas y placas de equinodermos. Se observa una porosidad de pobre a regular de tipo intragranular, con presencia de aceite muerto. Los estratos varían de 0.4 a 0.6 m. y presentan bandeamiento por arcilla. Se observan delgadas y muy escasas intercalaciones de cuerpos de lutitas de color negro de 0.05 m de espesor. Los procesos diagenéticos que han afectado estas rocas son: micritización, cemento B (granular), presión -solución, fracturamiento, recristalización y disolución. Este cuerpo corresponde a una facies 2-3 de Wilson.

Localidad Cuautepéc.

Columna III (Fig. 7).

El espesor de las facies turbidíticas derivadas de la Formación San Andrés en esta localidad es de 5.0 m.

De 57.0 m a 59.0 m. MO-179 a MO-178.

Wackestone, de color gris oscuro, constituido por peloides micritizados, pelets y bioclastos. Los bioclastos son: radiolarios, foraminíferos planctónicos, pelecípodos pelágicos, pelets, fragmentos de algas, fragmentos de moluscos, espículas de equinodermos y fragmentos de ostrácodos. placas de equinodermos), .En estratos de 0.5 a 0.7 m. La paragénesis observada es la siguiente: micritización, fracturamiento y recristalización.

Este intervalo corresponde a facies turbidíticas.

De 59.0 a 60.0 m. MO-177 a MO-176.

Mudstone-wackestone y wackestone-mudstone, gris oscuro, con presencia de foraminíferos planctónicos, radiolarios y escasos peloides. El espesor de las capas es de 0.05 a 0.10 m., en paquetes de 0.4 y 0.6 m respectivamente. Los procesos diagenéticos observados son: presión-solución, fracturamiento y oxidación.

Este intervalo corresponde a una facies 2 de Wilson.

De 60.0 a 62.0 m. MO-175 a MO-174.

Wackestone-mudstone y packstone-grainstone, de color gris oscuro, constituido por ooides micritizados, peloides, bioclastos, e intraclastos. Los bioclastos consisten de: radiolarios, foraminíferos planctónicos, pelecípodos pelágicos, fragmentos de moluscos, espículas de equinodermos y foraminíferos bentónicos. La paragénesis observada es la siguiente: micritización, cemento B (granular), fracturamiento, recristalización y disolución.

Este intervalo corresponde a una facies turbidítica.