



01179  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Facultad de Ingeniería

LITOFACIES, PALEOECOLOGIA Y DINAMICA SEDIMENTARIA  
DEL CENOMANIANO - TURONIANO EN EL AREA DE  
ZOTOLTITLAN-LA ESPERANZA, EDO DE GUERRERO.

NOEMI AGUILERA FRANCO

**T E S I S**

PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO DE LA

FACULTAD DE INGENIERIA  
DE LA  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

COMO REQUISITO PARA OBTENER  
EL GRADO DE

**MAESTRO EN INGENIERIA**  
(EXPLORACION DE RECURSOS  
ENERGETICOS DEL SUBSUELO)

CIUDAD UNIVERSITARIA  
1 9 9 5

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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

***DEDICO ESTE TRABAJO A MI HIJO JUAN CARLOS***

***CON ESPECIAL RECONOCIMIENTO A MI ABUELITA BERTHA,  
QUIEN SIN SU AYUDA NO HUBIERA SIDO POSIBLE LA  
CULMINACION DE ESTE TRABAJO***

***CON AMOR Y CARIÑO POR EL APOYO QUE ME BRINDAN A:***

***JUANA***

***GABY***

***ANTONIO***

***Y A MI MADRE***

## AGRADECIMIENTOS

Por medio de este conducto quiero agradecer a las autoridades del Instituto Mexicano del Petróleo la oportunidad que se me brindó para la realización de estudios de Posgrado en la Facultad de Ingeniería, así como todas las facilidades otorgadas para la culminación de esta Tesis. Especialmente agradezco al M. en C. Baldomero Carrasco Velázquez, M. en C. Manuel Grajales Nishimura y al Ing. Favian Castillo Chavira.

De manera especial expreso mi gratitud al Dr. Jaime Barceló Duarte por aceptar la dirección de este trabajo, por su valiosa ayuda y orientación.

Agradezco a los sinodales Dr. Pedro Salmerón Ureña, Biol. María Ornelas Sánchez, M. en C. Victor Dávila Alcocer y al Dr. Francisco Vega Vera, por la revisión crítica al manuscrito, por sus aportaciones y sugerencias que contribuyeron a mejorar el mismo.

Mi agradecimiento especial al Ing. Ulises Hernández Romano por su participación en el trabajo de campo, por la revisión crítica al manuscrito, sugerencias y disponibilidad en todo momento que contribuyeron a enriquecer este trabajo.

Al Ing. Arturo Ortiz Ubilla por su ayuda en trabajo de campo y su amistad. Agradezco al Dr. Jaime Rueda Gaxiola por su aliento para la obtención de un buen aprovechamiento en las asignaturas cursadas.

Aprecio y agradezco a la Biol. Patricia Padilla por la determinación de los foraminíferos planctónicos en 6 muestras de la sección Zotoltilán, de la misma manera, a la Dra. Antonieta Sánchez Rios por la determinación del nanoplancton calcáreo en 13 muestras de la sección Zotoltilán. A Sonia Franco y a Mónica Granados, su valiosa cooperación para la edición final de esta tesis.

## INDICE

### RESUMEN

GENERALIDADES	PAG.
I.A. INTRODUCCION.....	1
I.B. OBJETIVO.....	1
I.C. LOCALIZACION .....	1
I.C. ANTECEDENTES DEL AREA DE ESTUDIO.....	3
I.E. METODO DE TRABAJO.....	3
I.F. MARCO GEOLOGICO.....	4
<b>II. ESTRATIGRAFIA</b>	
II.A. FORMACION HUITZUCO.....	6
II.B. FORMACION MORELOS.....	8
II.C. FORMACION MEXCALA.....	10
II.D. FORMACION BALSAS.....	14
II.E. FORMACION TETELCINGO.....	14
II.E. FORMACION OAPAN.....	15
<b>III. DESCRIPCION DE SECCIONES MEDIDAS</b>	
III.A. SECCION AYOTZINAPA.....	16
III.B. SECCION LA ESPERANZA.....	16
III.C. SECCION ZOTOLTITLAN.....	22
III.D. SECCION HUEYITLALPAN.....	25
<b>IV. BIOESTRATIGRAFIA.....</b>	<b>29</b>
<b>V. INTERPRETACION AMBIENTAL</b>	
V.A. LITOFACIES.....	42
V.B. PALEOECOLOGIA.....	77
V.C. CORRELACION DE SECCIONES.....	86
V.D. EVOLUCION PALEOAMBIENTAL.....	89
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>96</b>
<b>APENDICE PETROGRAFICO.....</b>	<b>102</b>

## RESUMEN

Mediante el estudio de cuatro secciones estratigráficas, se establece la bioestratigrafía, el marco paleoecológico y la evolución sedimentológica del Cenomaniano-Turoniano y posible Coniaciano-Santoniano, en el área de Zototlitlán-La Esperanza en el Edo. de Guerrero.

Las secciones Ayotzinapa, La Esperanza y Zototlitlán comprenden una secuencia de rocas carbonatadas que abarcan la parte superior de la Formación Morelos y rocas clástico-carbonatadas en la base y terrigenas en la cima de la Formación Mexcala. En la sección Hueyitalpan, únicamente se midieron rocas terrigenas que posiblemente correspondan al Coniaciano-Santoniano y que están representada por una parte de la Formación Mexcala.

Se estableció una zonificación que consta de 5 zonas:

- 1.- Zona de *Nummoloculina regularis* de la parte superior del Cenomaniano Medio.
- 2.- Zona de *Pseudorhapidionina laurinensis* de la parte inferior del Cenomaniano Tardío.
- 4.- Zona de *Whiteinella archaeocretacea* del Límite Cenomaniano-Turoniano
- 5.- Zona de *Dicarinella* del Turoniano Temprano.
- 6.- Zona de *Helvetoglobotruncana* del Turoniano Medio.

Para la paleoecología del área en cuestión, se consideraron parámetros tales como la salinidad, sedimento y el conjunto biológico. Con base a ellos se caracterizó la zona de planicie de mareas, el dominio lagunar, el dominio de la plataforma abierta, el dominio pelágico y las facies deltaicas. Para el dominio de la plataforma interna se establecieron 5 ecozonas que son: ecozona de ostrácodos; ecozona de discóridos y rotálidos; ecozona con algas; ecozona con carpetas algáceas; ecozona de moluscos y ecozona con foraminíferos bentónicos. Para la plataforma abierta se definió la ecozona de algas udoteáceas y corales y la ecozona con calcisferilidos y equinodermos. Para el dominio pelágico la ecozona con foraminíferos planctónicos. Para el ambiente deltaico no fue posible establecer ecozonas debido a que no se encontraron asociaciones bióticas características y debido también a la escasez de microfósiles.

De acuerdo a las características litológicas, se definieron 10 litofacies para la Formación Morelos y 13 para la Formación Mexcala. Con base en ellas se establecieron los ambientes sedimentarios y la evolución paleoambiental.

En el área de estudio, la Formación Morelos se depositó en un ambiente de plataforma carbonatada interna semirrestringida, en subambientes de supramarea-intermarea somera de facies 8 de Wilson; de intermarea-submarea de facies 8-7 de Wilson y de submarea-intermarea de facies 7 de Wilson. Se presentan además esporádicas facies 6 de Wilson y pequeños crecimientos orgánicos de facies 7.

La Formación Mexcala está representada por rocas clástico carbonatadas del Turoniano Temprano formadas en ambientes de plataforma abierta de facies 2 de Wilson; hacia el área de La Esperanza en facies de plataforma interna para pasar a plataforma abierta y hacia Ayotzinapa en ambientes de plataforma abierta. En el Turoniano Medio, en el área de Ayotzinapa y la Esperanza se presentan crecimientos orgánicos constituidos por bafflestones, floatstones y rudstones de rudistas, corales, algas udoteáceas y coralinas. Estos crecimientos hacia Zototlitlán no están muy bien desarrollados.

Para el Turoniano Medio, hacia el área de Zotoltilán, se tienen facies pelágicas (Facies 1 de Wilson), en tanto que hacia Ayotzinapa y La Esperanza, persisten las facies de plataforma abierta. El fuerte aporte clástico hacia estas porciones indican la influencia deltaica y su posición más cercana a la línea de costa. De hecho, en la porción superior de esas dos secciones se tienen facies deltaicas representadas por barras distales y canales distributarios.

Para la Sección Hueyitlalpan, la Formación Mexcala es esencialmente terrígena, con una secuencia alternante de limolitas calcarco-arcillosas, lodolitas, calcilitas de grano fino, en su porción basal, mientras que su porción media y superior se tienen intercaladas filarenitas gruesas a conglomeráticas y conglomerados de cuarzo lechoso. El ambiente que se establece es de un sistema deltaico, estando representada en su porción inferior por facies de prodelta y frente deltaico hacia la base y de planicie deltaica hacia la cima. El frente deltaico representa las barras distales, mientras que en la planicie se tienen canales distributarios y bahías interdistributarias.

El modelo de plataforma que se presenta hacia la porción de estudio para el Turoniano es de una plataforma tipo rampa, ya que no se presenta un borde arrecifal. Esta plataforma pasa de subambientes de planicie de marea a laguna y a facies de plataforma abierta profunda y ambientes pelágicos, tanto en la plataforma interna como en la plataforma abierta se identificaron depósitos de tormenta no siendo de espesor considerable.

Hacia el límite Cenomaniano-Turoniano se presentan características muy particulares resultado de condiciones de anoxia y cambios eustáticos del nivel del mar. Estas condiciones de anoxia, se han reconocido como "Eventos Oceánicos Anóxicos". Para el área de estudio, estos cambios, se observaron principalmente en los microfósiles, en donde se caracteriza una extinción masiva y baja diversidad de grupos de foraminíferos bentónicos.

## **I. GENERALIDADES**

### **I.A. INTRODUCCION**

En la Cuenca Guerrero Morelos se han realizado estudios de diversa índole; sin embargo, hacia el este de dicha cuenca, que abarca los poblados de Zotoltilán, Apango, Hueyitalpan y La Esperanza, y que es el área que nos concierne, los estudios realizados han sido muy regionales. Este trabajo pretende, por medio del estudio bioestratigráfico y sedimentológico detallado, establecer la evolución paleoambiental para esta porción. Asimismo, estos resultados podrán utilizarse como una fuente más para el establecimiento de la distribución de facies; la integración de este con otros estudios, permitirá una mejor evaluación de las posibilidades económico-petroleras de la zona, o establecer niveles de referencia para otras partes del país.

En esta zona se bosqueja un panorama complicado, ya que existen fuertes problemas estructurales, esto aunado a que se tienen características litológicas diferentes a las definidas formalmente como Formación Mexcala. Por otro lado, resulta interesante comentar que durante el Cenomaniano Medio-Turoniano Medio, que es el tiempo que abarcan las secciones estudiadas, existen muy pocos trabajos de tipo paleontológico en el área de estudio, especialmente los basados en foraminíferos bentónicos. Asimismo, para este tiempo, se presentaron condiciones ambientales reconocidas a nivel mundial (eventos anóxicos) que se detectaron para esta área.

Para el presente trabajo, se estudiaron cuatro secciones superficiales que son La Esperanza, Ayotzinapa, Zotoltilán y Hueyitalpan. Dichas secciones comprenden rocas de las formaciones Morelos y Mexcala. Se caracterizaron los ambientes sedimentarios en los cuales se depositaron los sedimentos, el marco paleoecológico y, finalmente, se estableció la dinámica sedimentaria que operó en el área de estudio durante el Cenomaniano-Turoniano y posible Coniaciano-Santoniano.

El establecimiento de la evolución sedimentaria se llevó a cabo, inicialmente, por medio del estudio de litofacies, para la definición de las cuáles se consideró a todos los constituyentes de la roca, su grado de conservación, las estructuras sedimentarias primarias y, finalmente, su determinación ambiental, que está íntimamente relacionada al marco paleoecológico. En el marco paleoecológico se utilizaron asociaciones orgánicas definidas como "ecozonas" que caracterizan el lugar físico de depósito. Asimismo, para el establecimiento del rango cronoestratigráfico de las columnas medidas, se realizó la bioestratigrafía de las mismas.

### **I.B. OBJETIVO**

El objetivo primordial del presente trabajo es establecer por medio del estudio de litofacies la dinámica sedimentaria y el marco paleoecológico de una secuencia del Cenomaniano-Turoniano en el área de Zotoltilán-La Esperanza, Edo. de Guerrero.

### **I.C. LOCALIZACION**

El área de estudio está delimitada por los meridianos 99° 14' y 99° 19' de longitud oeste y por los paralelos 17° 40' y 17° 47' de latitud norte (Fig. 1), ubicándose en la porción central del Estado de



Guerrero, al noreste de la Ciudad de Chilpancingo. Los poblados más importantes dentro del área de trabajo son: al noreste La Esperanza, en la porción central Zotoltilán, Apango, Almolonga y Ayotzinapa, y al suroeste Hueytlalpan. El acceso al área de estudio se hace a través de las carreteras estatales que aparecen en la Fig. 1.

Fisiográficamente el área de estudio se ubica en la Sierra Madre del Sur, en la Cuenca Hidrológica Balsas-Mexcala y, geológicamente, en la Cuenca Guerrero-Morelos.

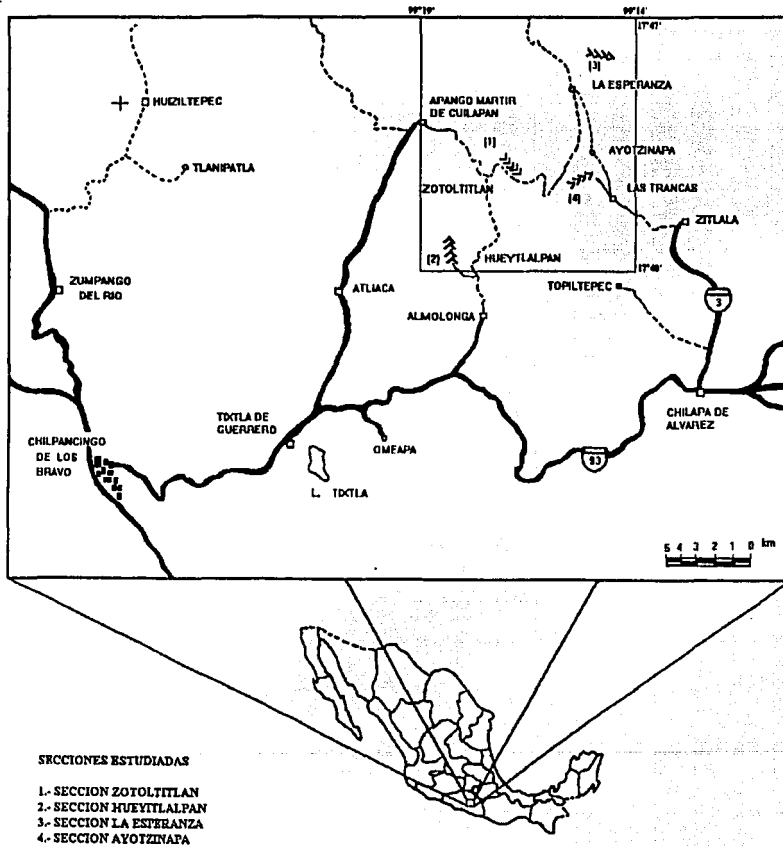


FIG. 1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO Y UBICACION DE LAS SECCIONES

## I.D. ANTECEDENTES DEL AREA DE ESTUDIO

En el área de la Cuenca Guerrero-Morelos se han realizado trabajos de diversa índole. Dentro de estos destacan, primero, los de reconocimiento y posteriormente, los de tipo estratigráfico-sedimentológico, tectónico, estructural y muy pocos de tipo bioestratigráfico. Dentro de los primeros trabajos realizados en la cuenca, cabe destacar la labor de Burckhardt (1919, en Fries, 1960) al establecer y describir las unidades bioestratigráficas en la parte central de Guerrero y como los de Guzmán (1950, en Fries *op. cit.*) quien agrupa las unidades bioestratigráficas en unidades cronoestratigráficas y Fries (*op. cit.*), quien dividió las rocas formalmente en verdaderas unidades litoestratigráficas. Dentro de los de tipo estructural Campa-Uranga (1978) y Campa y Ramírez (1979). Entre los de tipo paleogeográfico, se tiene el de Cserna *et al.* (1978) mientras que dentro de los de detalle estratigráfico el de Ontiveros-Tarango (1973), de Cserna *et al.* (1980) y Ortega-Gutiérrez (1980).

Dentro de trabajos inéditos de Petróleos Mexicanos y del Instituto Mexicano del Petróleo, se encuentran los de detalle estratigráfico y paleogeográficos como el de Quezada-Muñetón (1972), Maldonado-Leal (1985) y Nicolás (1986); los de tipo estructural como el de Rangel (1979); los de tipo tectónico-sedimentario (Ortiz-Ubilla, 1985), los de tipo bioestratigráfico Rabling y Bautista (1985) y Aguilera-Franco (1989).

En lo referente a trabajos de tesis, entre los más importantes se tienen el de Dávila-Alcocer (1974) de detalle estratigráfico, González-Pacheco (1988 y 1991), Martínez-Medrano (1994) y Hernández-Romano (1995) en donde se han realizado estudios de tipo ambiental y diagenéticos.

## I.E. METODO DE TRABAJO

Para el presente estudio, se utilizaron 4 secciones estratigráficas medidas a detalle y que son las secciones Zotoltilán, La Esperanza, Ayotzinapa y Hueyitalpan; de las tres primeras secciones, las rocas que se muestrearon abarcan el Cenomaniano Medio-Turoniano Medio, mientras que para la sección Hueyitalpan, únicamente se midió una parte que posiblemente corresponde al Coniaciano-Santoniano.

Para el trabajo de campo, el muestreo utilizado fué de tipo estratigráfico, es decir, el muestreo se realizó a cada cambio litológico y, cuando la secuencia era monótona o rítmica, se hizo una combinación con el muestreo sistemático, que consistió en muestrear a intervalos fijos. De cada muestra se elaboraron 2 láminas delgadas.

Para las descripciones de campo y la petrología se utilizó la clasificación de rocas carbonatadas de Dunham (1962), con las modificaciones de Embry y Klovan (1972). Dunham utiliza una combinación de los nombres de la textura con los nombres del tipo de grano, mientras que la introducción de Embry y Klovan es referida a las calizas arrecifales. La clasificación de Embry y Klovan fué usada tanto en carbonatos como en rocas híbridas. Para las rocas lodosas, la clasificación empleada fué la de Folk (1974), mientras que para las areniscas se utilizó una combinación de las clasificaciones de Pettijon (1975) y Folk (1974), ésta última para las arenitas líticas.

En todas las muestras, para detectar la dolomitización, se utilizó alizarina roja tipo S, este tipo de colorante es un reactivo que tiñe de rojo profundo la calcita en exposiciones en tiempos de 2 a 3

minutos. Los cristales que no son teñidos en este tiempo, son de dolomita ya que ésta última, se teñe a mayor tiempo de exposición (Friedman, 1959).

Se realizó el estudio bioestratigráfico y se estableció una zonificación que consta de 5 biozonas que abarcan edades del Cenomaniano Medio al Turoniano Medio. Las biozonas establecidas fueron de alcance estratigráfico del taxón y zonas de intervalo de acuerdo a la Guía Internacional de Nomenclatura Estratigráfica (1986). El estudio bioestratigráfico se efectuó por medio de láminas delgadas en un microscopio petrográfico. Las determinaciones de géneros y especies así como los alcances de los mismos se basaron en diversos trabajos tales como los de Bassoulet *et. al.* (1975, 1978 y 1979), Berthout (1974), Chiochini *et. al.* (1979), Deloffre (1988), Flugel (1979), Jhonson (1969), Hamaoui y Saint-Marc (1975), Loeblich y Tappan (1988), Misik, (1979), Schroeder y Newman (1985) y Soto (1981 y 1989). Los foraminíferos planctónicos del Cretácico Superior (6 muestras de la sección Zotoltilán) fueron determinados por la Biol. Patricia Padilla y el nanoplancton calcáreo por la Dra. Antonicta Sánchez del Instituto Mexicano del Petróleo. El estudio del nanoplancton calcáreo se realizó en 13 muestras (26 frotis) de la sección Zotoltilán.

El estudio de litofacies se hizo por medio de láminas delgadas en un microscopio petrográfico. Para el establecimiento de las litofacies, se tomaron criterios tales como la naturaleza de sus constituyentes, sus proporciones, el tamaño del grano, la clasificación y su grado de conservación. Se establecieron 10 litofacies para la Formación Morelos y 13 para la Formación Mexcala.

Para el estudio paleoecológico, se reconocieron asociaciones faunísticas (ecozonas) y con base a ellas se analizaron las relaciones organismo-ambiente y se reconstruyó su modo de vida.

Para la interpretación ambiental se tomaron en cuenta los parámetros antes mencionados, las estructuras sedimentarias y se comparó con las facies estandar de Wilson (1975).

En lo que se refiere a las rocas que se infirieron como de ambiente deltaico se utilizaron los criterios de diversos trabajos como los de Reineck y Singh (1982), Walker (1984) y Tucker (1991).

Para la evolución paleoambiental, se realizó la correlación de las 4 columnas estudiadas para establecer las condiciones ambientales durante el Cenomaniano y Turoniano. Cabe señalar que hacia el occidente del área de estudio en algunos trabajos (Hernández-Romano, 1995), las condiciones paleoambientales son similares a las propuestas en este estudio.

## **I.F. MARCO GEOLOGICO**

La Cuenca Guerrero-Morelos o Plataforma Guerrero-Morelos (Morán-Zenteno, 1984), está constituida por una secuencia de depósitos marinos mesozoicos del Cretácico Inferior-Cretácico Superior, que se extiende en la mayor parte del Edo. de Morelos y en porciones del noreste del Edo. de Guerrero y Sureste del Edo. de México. Las unidades sedimentarias marinas del Mesozoico, se encuentran cubiertas por depósitos continentales cenozoicos y tobas del Sistema Neovolcánico Transmexicano y remanentes de vulcanismo riolítico oligocénico (Morán-Zenteno, 1984). Hacia la porción occidental, dicha cuenca está limitada por el Arco Volcánico de Teloloapan, en donde sus rocas se interdigitan con rocas del Cretácico Inferior (Barceló-Duarte, 1992; Hernández-Romano, 1995). Al oriente, la secuencia es cabalgada por el Complejo Acatlán y al sur, el contacto con el Complejo Xolapa es variado (Hernández-Romano, *op.cit.*).

Esta secuencia de rocas mesozoicas, descansa sobre un basamento metamórfico hacia el norte de dicha cuenca, representado por el Exquisito Taxco (Fries, 1960, de Cserna *et al.*, 1975 en Morán-Zenteno, 1984). Al esquisto Taxco, lo cubren indistintamente en discordancia, las rocas verdes precretácicas (?) y sedimentos continentales Terciarios (Ontiveros-Tarango, 1973). Hacia el oriente de la cuenca, se ha propuesto que descansa sobre un basamento metamórfico representado por rocas paleozoicas del Complejo Acatlán, sin que se tengan datos suficientes que fundamenten tal suposición.

Las rocas sedimentarias más antiguas que afloran en la Cuenca Guerrero Morelos están representadas por las Formaciones Huitzucó y Acahuizotla. Hacia el poniente, la porción central y sur de la Cuenca Guerrero-Morelos se presentan rocas de la Formación Huitzucó. El ambiente que se le ha asignado es de sabkha costero (González-Pacheco, 1991; Hernández-Romano, 1995) de edad Aptiana-Albiana. La Formación Acahuizotla corresponde a un ambiente de plataforma somera de edad Aptiana Tardía (Ontiveros-Tarango, *op. cit.*, 1973). Estas rocas, afloran hacia la porción oriental de la Cuenca.

Las unidades del Cretácico Medio-Superior están caracterizadas por rocas carbonatadas de las Formaciones Morelos y Cuautla respectivamente, en tanto que la Formación Mexcala por rocas clástico-carbonatadas hacia la base y terrígenas en la parte superior. Los ambientes de depósito que les han asignado a dichas formaciones son para la Formación Morelos: ambientes de plataforma interna (González-Pacheco, 1991, Martínez-Medrano, 1995 y Hernández-Romano, 1995) y de facies arrecifales (Gómez-Rodríguez, 1991). La edad de estas rocas es Albiana-Cenomaniana, sin embargo, hacia el poniente de la Cuenca, esta edad pudiera llegar hasta el Aptiano Tardío (Barceló-Duarte 1992, en Hernández-Romano, *op. cit.*). La Formación Cuautla presenta ambientes de plataforma somera de una edad Cenomaniana Tardía-Turoniana (de Cerna *et al.*, 1980). La Formación Mexcala, en ambientes que varían de plataforma abierta somera (Hernández-Romano, *op. cit.*), depósitos turbidíticos (de Cerna *et al.*, *op. cit.*), base de talud, abanicos submarinos (González-Pacheco, 1988 y 1991) y ambientes deltaicos (González-Pacheco, *op. cit.* y Hernández Romano *op. cit.*). El rango de edad que se le ha asignado a esta formación es Turoniana Temprana-Maastrichtiana.

Para el Terciario, las unidades litoestratigráficas se tienen constituidas por rocas clásticas continentales del Grupo Balsas, del Eoceno Tardío-Oligoceno Medio y rocas volcánicas de la Formación Tetelcingo. Esta última formación se encuentra intercalada entre el Grupo Balsas (de Cserna *et al.*, *op. cit.*). Asimismo, se presentan rocas clásticas tobáceas y yesos con arcilla de la Formación Oapan de edad Miocénica-Pliocénica depositados en ambientes lacustres (Nájera-Garza, 1965 en de Cserna *et al.*, *op. cit.*).

En el presente trabajo, únicamente se estudiaron rocas de las Formaciones Morelos y Mexcala. En las secciones La Esperanza, Ayotzinapa y Zotoltilán, afloran rocas carbonatadas de facies de plataforma interna somera de la Formación Morelos del Cenomaniano Medio-Tardío. La Formación Mexcala esta constituida por rocas clástico-carbonatadas en facies de plataforma abierta y facies pelágicas para el Turoniano Inferior-Medio. Se infirieron también posibles facies deltaicas para el Turoniano Medio.

Hacia el área de Hueytlalpan, la Formación Mexcala es esencialmente terrígena en facies deltaicas posiblemente para el Coniaciano-Santoniano. La edad de las formaciones estudiadas se estableció con base al conjunto microfósil y corresponde únicamente al espesor medido de cada una de las secciones.

## II. ESTRATIGRAFIA

Con base al contenido micropaleontológico observado, se determinó que las rocas estudiadas pertenecen a la parte superior de la Formación Morelos de edad Cenomaniana Media-Tardía y a la Formación Mexcala de edad Turoniana-Santoniana (?). Estas rocas constituyen el mayor espesor de la secuencia estudiada; sin embargo, es conveniente mencionar a las demás unidades litoestratigráficas que conforman la columna (Fig. 2).

En el área de estudio, el basamento sobre el cuál descansa la secuencia de rocas sedimentarias se desconoce. Se supone que sean rocas metamórficas de bajo grado del Complejo Acatlán ya que en los alrededores del área de estudio estas rocas y sus equivalentes (Complejo Tierra Caliente al occidente y Esquisto Taxco al norte) descansan sobre rocas metamórficas de bajo a mediano grado (Hernández-Romano, 1995).

### II.A. FORMACION HUITZUCO

Fries (1960) considera a esta formación como el Miembro de Anhidrita de la Formación Morelos, de edad Albiana, posteriormente es propuesta formalmente como Anhidrita Huitzucó por de Cserna *et al.* (1980). Litológicamente, la Formación Huitzucó está constituida por una secuencia de anhidrita y yeso que hacia el área de Tlalcozotitlán contiene delgados horizontes de limo. Aflora ampliamente en la región de Huitzucó y Tlzapotla, Gro. y se extiende hasta el área de Apango, interdigitándose lateralmente con los clásticos continentales de la Formación Zicapa y hacia el occidente con las calizas de la Formación Acalhuitzotla (de Cserna *et al.*, 1980). En las cercanías del área de estudio, la Formación Huitzucó aflora en la parte sur en una franja que se extiende al sureste desde el Cerro Grande Huitziltepec y en una franja casi norte-sur en las serranías del este de la Barranca de Atliaca y en la parte oeste y norte de Apango (Hernández-Romano, 1995). La edad de esta formación de acuerdo a su posición estratigráfica es del Aptiano-Albiano (de Cserna *et al.*, 1980).

González-Pacheco (1991) encuentra a la Formación Huitzucó al noreste de Tlapala constituida por dolomías y wackestones de bioclastos reemplazados por anhidrita con laminaciones de algas y nódulos evaporíticos, mientras que hacia Apipilulco y Sasamulco, se presenta como una sucesión de estratos de anhidrita con horizontes arcillosos que pasa transicionalmente a dolomías.

Los ambientes de depósito que se le han asignado a la Formación Huitzucó son de laguna evaporítica (de Cserna *et al.*, *op. cit.*) y de sabkha marino (González-Pacheco, *op. cit.*) de acuerdo a las estructuras primarias y a las relaciones observadas.

La Formación Huitzucó llega a presentarse en intrusiones o pequeños diapiros dentro de la Formación Morelos, mientras que con la Formación Mexcala y el Grupo Balsas, su contacto es por falla normal y/o lateral, sin embargo, su contacto inferior no se ha podido observar.

González-Pacheco (*op. cit.*) menciona que por la relación con la Morelos, la edad de la Formación Huitzucó es más posible que sea de edad Aptiana; sin embargo, no cuenta con más datos que fundamenten tal edad.

C E N O Z O I C O	CUATERNARIO		Holoceno	ALUVION
			Pleistoceno	
	T E R C I A R I O	NEOGENO	Plioceno	OAPAN
			Mioceno	
		PALEOGENO	Oligoceno	GRUPO BALSAS
			Eoceno	
			Paleoceno	? ?
			Maastrichtiano	MEXCALA
	Campaniano			
	Santoniano			
Coniaciano				
Turoniano				
Cenomaniano	MORELOS			
M E S T A C I C O	S U P E R I O R	Albiano	HUITZUCO	
		Aptiano		
		Barremiano		
		Hauteriviano		
		Valanginiano		
		Berriasiano		
	I N F E R I O R			
	C O	JURASICO		
		TRIASICO		
P A L E O Z O I C O	PERMICO			
	PENSILVANICO			
	MISSISSIPICO			
	DEVONICO			
	SILURICO			
	ORDOVICICO			
	CAMBRICO			
			COMPLEJO ACATLAN	

FIG. 2. UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS EN EL AREA DE ESTUDIO. FRIES, 1960  
ORTEGA-GUTIERREZ, 1978; DE CSERNA ET AL 1980.

## II.B. FORMACION MORELOS

La Formación Morelos fue originalmente definida por Fries (1960) como una potente sucesión de calizas y dolomías de edad Albiana-Cenomaniana que aflora en Morelos y en los estados contiguos de México y Guerrero, subdividiendo a esta formación en un miembro de anhidrita que corresponde a la parte basal de edad Albiana (ahora considerada como Formación Huitzucó por de Cserna *et al.*, 1980) y un miembro carbonatado de edad Cenomaniana. Fries (*op. cit.*) no da una localidad tipo, pero menciona que hacia el área de Morelos se presentan los afloramientos mejor expuestos. Las rocas de la Formación Morelos se encuentran subyacidas por la Formación Huitzucó y están sobreyacidas por rocas de la Formación Cuautla o Mexcala cuando la primera está ausente.

De Cserna *et al.* (1980) consideran como Formación Morelos únicamente al miembro carbonatado de Fries (*op. cit.*). La describen como una secuencia constituida por calizas gruesas y masivas de plataforma, con intercalaciones esporádicas de dolomías. En ciertos intervalos, se presentan abundantes miliólidos del Albiano Medio-Superior y biostromas de rudistas del Albiano Medio. Mencionan que la parte superior de la Formación Morelos quedó truncada por una superficie de erosión durante el Cenomaniano Temprano y que no es posible determinar con exactitud la edad de esta formación.

Maldonado-Leal (1985) la encuentra ampliamente expuesta hacia el área de Apango y Tlaxiuhuacán y le asigna una edad Cenomaniana con base a foraminíferos bentónicos, menciona que no se presenta la base de tal unidad.

Rabling y Bautista (1985) realizan un estudio micropaleontológico en las sierras de Apipulco y Coacoyula en el Edo. de Guerrero encontrando a la formación ampliamente expuesta y con base en su contenido fosilífero, le asignan una edad Albiana-Cenomaniana.

En 1988, González-Pacheco utiliza el nombre de Formación Morelos para hacer referencia al miembro carbonatado de la definición original de Fries (*op. cit.*) y a calizas arrecifales que se presentan sobre una línea norte-sur en Ixtapan de la Sal, Ixcateopan, Chilacachapa, Apaxtla y Tlacotepec. Le asigna una edad Albiana-Cenomaniana con base en la presencia de foraminíferos bentónicos.

Posteriormente González-Pacheco (1991) encuentra a la Formación Morelos constituida hacia su base por abundantes dolomías con bioclastos y horizontes con carpetas de algas. La litología predominante son wackestones, packstones y grainstones de bioclastos constituidos por miliólidos, fragmentos de moluscos, ostrácodos y facies arrecifales en donde predominan los rudstones y framestones de caprinidos interstratificados con packstones y grainstones de bioclastos. Menciona que el contacto con la Formación Mexcala es transicional y es común encontrarla sobre la Formación Mexcala por falla inversa y en ocasiones de esta misma manera sobre la Formación Chilacachapa.

Aguilera-Franco (1989) en el área de Zotolotlán, Tlaxiuhuacán y Huiziltepec Edo. de Guerrero, encuentra a la Formación Morelos ampliamente expuesta, mencionando que en Huiziltepec está mejor representada y en esa área propone las siguientes biozonas: Zona de *Spiroloculina cretacea* del Cenomaniano Temprano base del Cenomaniano Medio; Zona de *Pseudorhapidionina laurinsensis* de la cima del Cenomaniano Medio-Cenomaniano Tardío y le asigna un ambiente de depósito de plataforma interna.

En este trabajo, la Formación Morelos es una de las mejor representadas. En las secciones medidas se tienen espesores que van de 177 m en la sección Zotoltilán, 80 m en la sección La Esperanza y 85 m en la sección Ayotzinapa. Cabe señalar que en dichas secciones no se observó el contacto inferior, mientras que su contacto superior es transicional con la Formación Mexcala, a excepción de Ayotzinapa en donde su contacto es abrupto.

En el área de estudio, la Formación Morelos está en contacto transicional y concordante con la Formación Mexcala. No se observaron las características litológicas de la Formación Cuautla, de hecho, en diversos trabajos se ha cuestionado la presencia de esta formación (González-Pacheco, 1991; Martínez-Medrano, 1995 y Hernández-Romano 1995). Aunque no se encontraron evidencias de la Formación Cuautla, es necesario mencionar sus características litológicas.

La Formación Cuautla fue propuesta por Fries (1960) para una sucesión de calizas compuesta de tres facies principales que son: 1) sucesión gruesa de capas de caliza de estratificación mediana a gruesa tipo "bahamita", 2) una sucesión más delgada de calizas laminadas de estratificación mediana a gruesa y 3) una sucesión muy delgada de capas de caliza clástica de estratificación delgada a mediana. Las tres facies pasan una a otra en sentido lateral y fueron cartografiadas como una sola formación que puede distinguirse de las Formaciones Morelos y Mexcala infra y suprayacente. La edad de esta Formación es Cenomaniana Tardía-Turoniana Temprana.

En Hueytlalpan, al menos en algunas partes se observa a la Formación Morelos en contacto con la Formación Mexcala por cabalgadura. En el área de estudio, el contacto inferior de la Formación Morelos no fue observado. Aunque la Formación Morelos es totalmente carbonatada, con algunas intercalaciones de dolomías, hacia el área de Zotoltilán en el contacto con la Mexcala el aspecto nodular se acentúa y se tienen esporádicos estratos con cierta influencia terrígena (Fig. 3).

Litológicamente, la Formación Morelos está constituida por texturas de wackestones-packstones y en menor proporción mudstones y grainstones, con abundante microfauna y microflora bentónica. Dentro de la microfauna los foraminíferos bentónicos es el grupo que esta mejor representado presenta también microflora (algas calcáreas) pero es más escasa. Las principales familias de foraminíferos bentónicos determinadas fueron: Soritidae, Miliolidae, Hauerinidae, Cuneolinidae, Dicyclinadae, Nezzazatidae, Rotalidae y Discorbidae. La microflora está constituida por especies de algas dasicladáceas como *Acicularia endoi*, *A. elongata*, *Salpingoporella dinarica*, *Heteroporella* sp., *Permoalculus* sp., *Cylindroporella* cf. *sudgeni* y *Neomeris cretacea*, se presenta además otras algas verdes de posición incierta (*Thaumatoporella parvovesiculifera*).

En lo que respecta a las formas pelágicas son escasas y mal conservadas dentro de estos se tienen calciferúlidos (*Bonetocardiella conoidea*, *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata* y *Stomiosphaera sphaerica*) y foraminíferos planctónicos como *Hedbergella planispira*, *H. delrioensis*, *Favusella washitensis*, *Globigerinelloides* sp. y *Praeglobotruncana stephani*. Como fauna acompañante figuran fragmentos de ostrácodos, equinodermos y en menor proporción algunos floatstones de moluscos (gasterópodos y rudistas) en pequeños biostromas.

Hacia el área de Ayotzinapa y La Esperanza, se presentan crecimientos orgánicos como bindstone de carpetas algáceas (azul-verdes o "cianobacterias"). Como puede observarse, la Formación Morelos contiene una abundante microflora y microfauna fósil.





*Fig. 3. Calizas nodulares de la Formación Morelos hacia el contacto con la Formación Mexcala, sección Zotoltilán.*

Con base al conjunto fósil que caracteriza a la Formación Morelos, la edad que se determinó para el área de estudio fué del Cenomaniano Medio-Tardío hacia el área de Zotoltilán. Para La Esperanza y Ayotzinapa del Cenomaniano Tardío.

A partir de las texturas, la biota y las estructuras sedimentarias, se interpretó un ambiente de plataforma interna en subambientes de submarea, en algunas porciones intermarea y en menor grado supramarea representada por facies 7 y 8 de Wilson, respectivamente. Posteriormente se hace una descripción más amplia de su medio de depósito, así como de las litofacies que la componen.

## **II.C. FORMACION MEXCALA**

La Formación Mexcala fué descrita originalmente por Fries (1960) como una sucesión de capas interestratificadas de arenisca, limolita y lutita calcáreas con escasos lentes de caliza con terrígenos. Hacia la porción superior de esta secuencia, los estratos de arenisca y subgrauvaca son más abundantes y se presentan también capas de conglomerados de grano fino. Hacia la porción basal de la secuencia, la microfauna es abundante, consistente principalmente de formas pelágicas (foraminíferos planctónicos, calciferúlidos y radiolarios) y macrofauna constituida principalmente de amonitas y otros moluscos. Las partes conglomeráticas superiores contienen fragmentos de madera. La microfauna y macrofauna hacia estas porciones es muy escasa. Su localidad tipo se encuentra a lo largo del río Balsas. La edad que le asignó a esta Formación fué Turoniana-Campaniana.

Quezada-Muñetón (1972) hacia el área de Apango encuentra a la Formación Mexcala en una sucesión de estratos constituida hacia su porción basal por un espesor de 130 m de calizas limolíticas, alternando con areniscas arcillosas negras con impresiones de amonoides y restos de algas; la parte media por 580 m de una alternancia rítmica de lutitas y areniscas, con algunos niveles carbonosos y abundante macrofauna; la parte superior por una alternancia de lutitas, limolitas y areniscas conglomeráticas. Las areniscas conglomeráticas presentan espesores de hasta 120 cm. La edad que le asigna es Coniaciana Temprana; sin embargo, menciona que por comunicación con otros autores y con base a datos paleontológicos, la edad de esta formación podría ser Turoniana.

Dávila-Alcocer (1974) la subdivide en tres miembros 1) lutitas y limolitas calcáreas, 2) limolitas y areniscas y 3) areniscas y conglomerados. Menciona que su contacto inferior se presenta en forma transicional y concordante con la Formación Cuautla, mientras que su límite superior en discordancia erosional con el Grupo Balsas. La edad que le asigna con base en sus fósiles es Turoniana Tardía para su base y Coniaciana para la cima.

Hacia el área de Tetelcingo, de Cerna *et al* (1980) encuentra a la Formación Mexcala descansando concordantemente sobre la Formación Cuautla y cubierta por la Formación Tetelcingo (Ortega Gutierrez, 1980). Esta formación consiste de una secuencia tipo flysh, formada por la alternancia rítmica de clásticos gruesos y finos de facies turbidíticas. Hacia la parte central de esta área se presenta en los tres miembros que Dávila-Alcocer (1974) cartografía. La edad que le asigna es Turoniana-Maastrichtiana con base en los fósiles que presenta.

Maldonado-Leal (1985) al sureste de Apango propone de manera informal a la Formación Apango, la subdivide en cuatro unidades litológicas que son: 1) calizas arcillosas, 2) alternancia de calizas y lutitas 3) lutitas y 4) alternancia de areniscas y limolitas, proponiendo como localidad tipo de las dos primeras unidades, el camino del poblado de Zototitlán y para las dos restantes unidades el norte del poblado de Hueyitlalpan. La edad que le asigna con base en microfauna planctónica, es del Paleoceno Inferior. Aguilera-Franco (1989), realiza el estudio micropaleontológico de las mismas secciones estratigráficas, llegando a la conclusión de que las especies de fósiles determinadas tanto de calciferúlidos como de nanoplácton calcáreo, ubican a la Formación Apango dentro del Turoniano-Santoniano no encontrándose evidencia de fauna del Paleoceno Temprano. Cabe señalar que en el trabajo mencionado anteriormente, únicamente se realizó el estudio micropaleontológico, pero por datos de campo, y en comunicación personal con el Ing. Alzaga-Ruiz se pensaba que se trataba de la Formación Mexcala, únicamente en facies diferentes a las establecidas clásicamente.

González-Pacheco (1988) al norte de Guerrero, la subdivide informalmente en un Miembro Somero y un Miembro Profundo, mencionando que el Miembro Profundo es el que más se apega a la descripción de Fries (1960) y tiene mayor distribución.

El Miembro Somero representado por ambientes de plataforma externa hasta depósitos deltaicos, presenta mudstones y wackestones arcillosos de ostrácodos y miliólidos, de color pardo amarillento, pasando verticalmente a una secuencia de litarenitas y lutitas rojas con estratificación cruzada. Los mejores afloramientos se presentan al sur de Tepetlapa y al norte de Temalac. La edad que le asigna es Turoniana y quizá abarca la cima del Cenomaniano y la parte baja del Santoniano.

El Miembro Profundo corresponde a una secuencia alternante de lutitas y areniscas, interpretado como turbiditas y otros depósitos de cuenca. Consiste en su parte basal de interestratificaciones de wackestone y packstones de globigerinidos, al subir estratigráficamente aumenta su contenido de arcilla y son comunes radiolarios y calcisferúlidos hasta tener un carácter terrígeno. La edad que le asigna a este miembro, con base en su contenido biógeno es Turoniana-Maastrichtiana.

En el presente trabajo la Formación Mexcala al igual que la Formación Morelos, se encuentra también bien representada. Los espesores que se midieron de esta formación fueron de 107 m en la sección Ayotzinapa, 135.7 m para la sección La Esperanza, 190 m en la sección Zotoltilán (Fig. 4) y 71 m para la sección Hueytlalpan (Fig. 5).

En el área de estudio se observan dos variaciones importantes. Hacia el área de Zotoltilán, su base se encuentra constituida por sedimentos calcáreo-arcillosos con abundante macrofauna (equinodermos, moluscos y corales) característica de facies de plataforma abierta. La parte superior, por una sedimentación terrígena tipo flysh (areniscas y lutitas) con microfauna planctónica de edad Turoniano Medio.

Hacia la porción de la Esperanza, como se verá más adelante en la descripción de las secciones, la Formación Mexcala está constituida por una alternancia de limolitas, areniscas y estratos calcáreo-arcillosos, con crecimientos orgánicos de corales, rudistas, algas udoteáceas y equinodermos. En la cima de las secciones estudiadas se presentan areniscas, areniscas conglomeráticas y conglomerados, característicos de ambientes de plataforma abierta y deltaicos hacia la cima.

En lo referente al área de Ayotzinapa, se tienen areniscas con intercalaciones de lutitas y limolitas. En esta sección, a diferencia de las dos anteriores, el contenido clástico es más evidente, así como es evidente también mayores crecimientos orgánicos de rudistas, corales y algas udoteáceas. El ambiente que se ha interpretado es de plataforma abierta y con influencia deltaica hacia la porción superior.

En la sección Hueytlalpan, la Formación Mexcala esta constituida por alternancias de areniscas calcáreas, limolitas, lodolitas en la base y areniscas conglomeráticas y conglomerados hacia la cima.

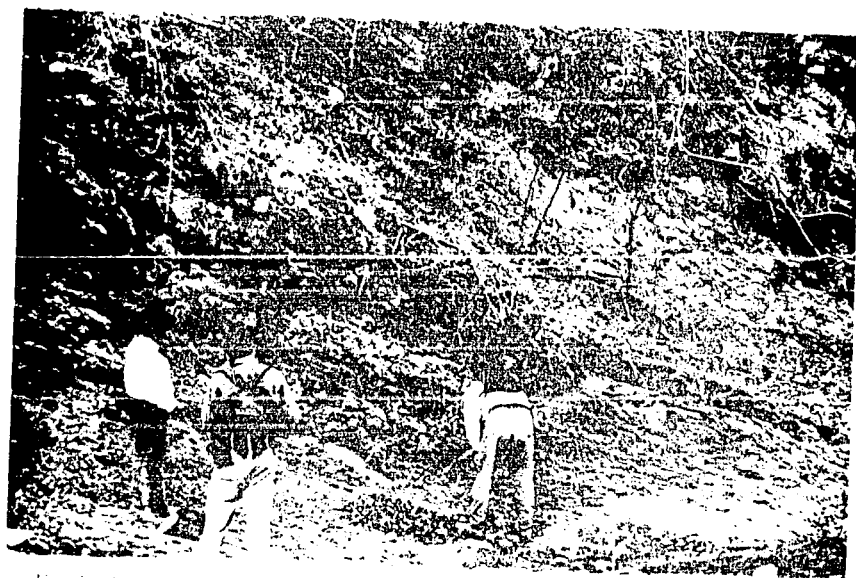
Los microfósiles que le caracterizan son formas planctónicas como calcisferúlidos y fragmentos de foraminíferos planctónicos, desafortunadamente mal conservados que únicamente nos indican Cretácico Tardío; sin embargo, por relaciones de campo, se piensa que esta secuencia pudiese estar encima de la sección Zotoltilán por lo que su edad puede ser más joven, además de que en una sección estudiada por la autora en 1989, sobre el mismo arroyo, se reportó microfauna planctónica de edad Coniaciano-Santoniano.

El ambiente de depósito para la Sección Hueytlalpan es de facies deltaicas, prodelta en la base de la sección representada por los sedimentos más finos, en la porción intermedia frente deltaico y planicie deltaica hacia la porción superior. En esta secuencia es frecuente encontrar estructuras sedimentarias como estructuras de canal, laminación cruzada festoneada, estructuras de corriente y rizaduras. A lo largo de la secuencia se presentan abundantes fragmentos de madera.

Como puede observarse en el área de Zotoltilán, los ambientes son más profundos, ya que pasan de ambientes de plataforma externa a pelágicos y que, de acuerdo con González-Pacheco estaríamos dentro de lo que el llamó el Miembro Profundo.



*Fig. 4. Anterior view of the rock formation in the area of the village of Mosceda.*



*Fig. 5. A view of the rock formation in the area of the village of Mosceda from the road to the village of Mosceda.*

Para el área de La Esperanza y Ayotzinapa, las condiciones ambientales fueron más someras, ya que hacia estas partes, los ambientes mejor representados son los someros tanto de plataforma interna, plataforma abierta y deltaico, que se apegaría al Miembro Somero (González-Pacheco, 1991). La edad de la Formación Mexcala de acuerdo a sus microfósiles, es de edad Turoniana Temprana-Media y posiblemente Coniaciana-Santoniana hacia la porción de Hueytlalpan.

## II.D. GRUPO BALSAS

El nombre de Grupo Balsas fue propuesto por Fries (1960), para una secuencia de depósitos clásticos no marinos de origen volcánico, aluvial, fluvial y lacustre. Son rocas con espesor y litología variable que incluyen yeso, calizas lacustres, conglomerados calizos, conglomerados volcánicos, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas, brechas volcánicas, tobas y corrientes lávicas.

Hacia el área de Tetelcingo, Ortega-Gutierrez (1980) define a la Formación Tetelcingo, como las rocas lávicas y piroclásticas de la parte basal del Grupo Balsas y le asigna una edad Maastrichtiana. Sin embargo, en fechamientos posteriores de las mismas muestras, la edad que indicaron fué del Eoceno (de Cserna, 1981). Las rocas de la Formación Tetelcingo, son sobreyacidas concordantemente y se interstratifican con las rocas sedimentarias clásticas del grupo indiferenciado consistentes de conglomerado caliza, areniscas y limolitas (Fries, 1960; de Cserna, 1981; en Hernández-Romano, 1995).

Bolívar (1963; en Hernández-Romano, 1995) al norte del Río Balsas divide al Grupo Balsas en dos facies: 1) facies conglomeráticas y 2) facies arenoso-limolítica. La primera, se encuentra constituida por conglomerados de caliza y de dolomía y en menor cantidad pedernal. La segunda facies, está compuesta por limolitas, lodolitas, areniscas y conglomerados interstratificados y poco consolidados.

Hernández-Romano (1995) diferencia tres unidades: 1) una facies conglomerática, 2) Formación Tetelcingo y 3) facies arenoso-limolítica. Menciona que tales unidades, podrían considerarse como Formaciones del Grupo Balsas siempre y cuando se hicieran estudios más detallados.

El depósito del Grupo Balsas fué el efecto de una tectónica distensiva al final de la deformación Laramídica por lo que se erosionaron los bloques altos y se formaron cuencas endorreicas en las que se acumularon estos sedimentos (Fries, 1960; de Cserna *et al.*, 1978; de Cserna *et al.*, 1980). Debido a que no se preservan fósiles se le considera Eoceno Tardío y Oligoceno Medio por su posición estratigráfica (González-Pacheco, 1991).

### II.D.1. FORMACION TETELCINGO

La Formación Tetelcingo fue propuesta por Ortega-Gutierrez (1980), para una secuencia volcánica que aflora en los alrededores de San Juan Tetelcingo, Gro. Esta secuencia está constituida litológicamente por tres partes que en orden aparente de superposición son: 1) la parte inferior constituida por tobas y brechas; 2) la parte media con lavas y brechas y 3) la parte superior de brechas piroclásticas. El espesor mínimo de estas rocas es de 400 m. Las rocas que conforman la base de la unidad están compuestas por depósitos piroclásticos del tamaño desde cenizas hasta lapilli consistente en líticos alterados ricos en biotita y cristales de plagioclasa. Las tobas se presentan de color rosa y verde. Presentan estratificación mediana a gruesa. Las brechas

piroclásticas de la parte superior de esta formación varían en espesores desde poco más de 1 m hasta decenas de metros. Esta unidad, aflora en la parte central y oriental de la Cuenca Guerrero-Morelos. Esta Formación, cubre discordantemente a las Formaciones Morelos y Mexcala (Ortega-Gutiérrez, 1981). Es cubierta concordantemente y se interstratifica con la facies arenoso-limolítica (Fries, 1960 y de Cserna, 1981 en Hernández-Romano, 1995).

La edad asignada a la Formación Tetelcingo fue Maastrichtiana (Ortega-Gutiérrez, 1980), sin embargo, de Cserna (1981) con base a nuevos análisis de las estas rocas, menciona que realmente son de edad Eocénica Temprana-Eocénica Tardía.

## II.E. FORMACION OAPAN

Esta formación fue propuesta de manera informal por Nájera-Garza (1965), posteriormente, de Cserna *et al.* (1980) definieron formalmente a esta formación, acreditándola a Nájera-Garza. Litológicamente, es una sucesión de capas de arenisca tobácea verde y yeso con arcilla de edad Miocénica-Pliocénica. Aflora en los alrededores de San Agustín Oapan. La localidad tipo la constituye el Cerro Misuehue, situado al norte de San Agustín Oapan a 2 Km, así como los cerros situados al noreste y al sur del mismo poblado.

De acuerdo a las relaciones estructurales y estratigráficas así como a su extensión, se sugirió que esta formación se depositó en una cuenca lacustre. Dicha cuenca fue originada por el fallamiento en bloques que afectó a los depósitos del Grupo Balsas. (Nájera-Garza, 1965, en de Cserna *et al.*, 1980).

### III. DESCRIPCIÓN DE LAS SECCIONES MEDIDAS

#### III. A. SECCIÓN AYOTZINAPA

La sección Ayotzinapa se midió en la Barranca que lleva su mismo nombre y que se ubica al sur de Ayotzinapa, Municipio de Zitlala, poblado que se encuentra entre Apango y Zitlala, Gro. De esta sección se midió un espesor de 187 m y se colectó un total de 44 muestras. En la Fig. 6 se muestra la columna estratigráfica de esta sección, junto con sus constituyentes, estructuras sedimentarias y los fósiles que le caracterizan. Esta secuencia se inicia con rocas de la Formación Morelos y termina con rocas de la Formación Mexcala.

En la parte basal está constituida por una secuencia de calizas de color gris claro y crema, en espesores delgados a medianos de 15, 40 y 50 cm. Estas rocas están representadas por intercalaciones de packstones, mudstone-wackestones y wackestones bioclásticos, principalmente de foraminíferos bentónicos. Hacia la parte más basal de esta secuencia, se presenta un bindstone de carpetas algáceas. En algunas porciones, se tienen floatstones de moluscos. El espesor total de este paquete es de 85 m. Se observa bioturbación por galerías hacia la base.

La parte media de esta secuencia, de 102 m de espesor, se caracteriza por la presencia de areniscas calcáreas de grano medio de 40 cm de espesor, en alternancia con packstones y en algunos niveles boundstones arcillosos con abundante macrofauna representada por corales, moluscos y algas udoteáceas (*Boueina pygmaea*) (Fig. 7). En algunos niveles se observa aspecto nodular y esporádica laminación cruzada festoneada y laminación cruzada tabular. El espesor de los estratos es de 7, 30 y 70 cm.

Hacia la cima de este segundo paquete se observa una intercalación de limolitas calcáreas, floatstones y packstones de moluscos en estratos delgados a medianos de 10 a 50 cm y gruesos de 70 cm de espesor, siendo comunes las limolitas. Le sobreyace una secuencia de floatstones y rudstones de corales y rudistas (Fig. 8), terminando en un rudstone arenoso que hacia la cima presenta guijas de cuarzo lechoso y que finalmente pasa a un conglomerado de 90 cm de espesor.

Tanto la parte media como la parte superior está representada por la Formación Mexcala. Cabe señalar que en esta sección el contenido terrígeno es más fuerte que en las secciones La Esperanza y Zotoltilán, el cambio de Morelos a Mexcala es un cambio muy abrupto de rocas eminentemente carbonatadas a terrígenas. Asimismo, los crecimientos orgánicos están mejor desarrollados en esta sección, tanto los corales y rudistas como las algas udoteáceas.

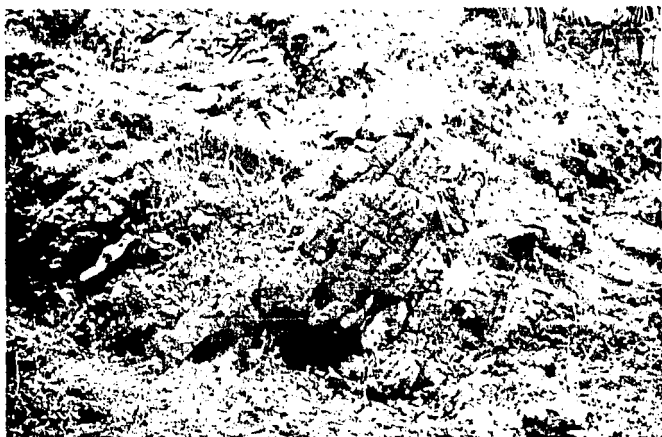
#### III. B. SECCIÓN LA ESPERANZA

La sección La Esperanza fué medida al norte del poblado de La Esperanza, iniciándose en la barranca del mismo nombre, y se continuó por la barranca que se localiza entre los cerros Cruz Muerta al norte y El Astillero al sur. De esta columna se midió un espesor total de 274.48 m y se obtuvieron 73 muestras. En la Fig. 9 se presenta la columna litológica y sus principales constituyentes.

Esta sección se inició en las calizas de la Formación Morelos. La sección es continua y no se observaron problemas estructurales; en algunas porciones se encontraron tramos cubiertos, pero sin complicación aparente alguna.







*Fig. 7. Reaction product of the soil of the experimental field of the Institute of Soil Science, U.S.S.R. Academy of Sciences, represented in the section of the soil of the experimental field of the Institute of Soil Science, U.S.S.R. Academy of Sciences.*



*Fig. 8. Reaction product of the soil of the experimental field of the Institute of Soil Science, U.S.S.R. Academy of Sciences, represented in the section of the soil of the experimental field of the Institute of Soil Science, U.S.S.R. Academy of Sciences.*



De la base a la cima está constituida por 80 m de calizas de color gris oscuro a gris claro y algunos estratos de color crema. La textura de estas calizas está representada por alternancias de wackestones y packstones de bioclastos, con algunas intercalaciones de mudstones y packstone-grainstones y se observan esporádicos estratos de dolomías. Hacia la parte media y superior de la secuencia se observaron algunos floatstones de moluscos y bindstones de carpetas de algas (Fig. 10). El espesor de los estratos varía hacia la base entre 7 cm hasta 1 m. A lo largo de estos estratos se observa bioturbación por galerías y estrolitas paralelas al plano de estratificación, hacia la porción media de este paquete se observa esporádica laminación cruzada.

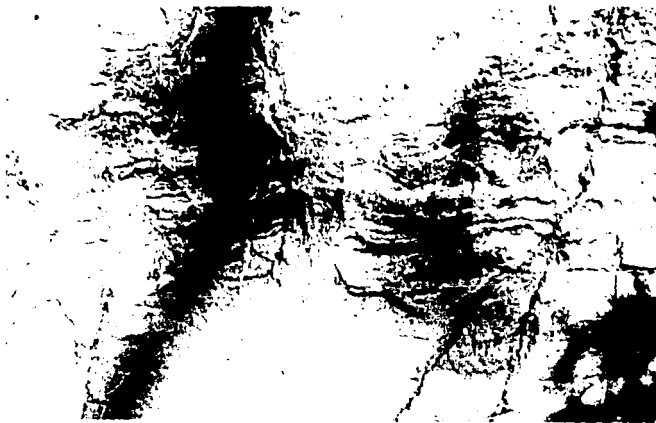


Fig. 10 Bindstone de carpetas de algas, hacia la porción superior de la Fm Morelos, sección La Esperanza

En el segundo cuerpo de estratos de la sección La Esperanza, se observa una transición de carbonatos hacia rocas más arcillosas, con la presencia de limolitas calcáreas y lutitas limosas, representando a la Formación Mexcala. Estos estratos están constituidos por packstones, packstone-grainstones y floatstones de moluscos con la presencia de algunos rudstones y bafflestones de moluscos (hipurítidos, *Vaccinites gossavensis* Fig. 11) corales y algas udoteáceas. Los espesores de estos estratos son de 7, 40, 70 y 1.20 cm, se observa abundante bioturbación por galerías y algunos estratos presentan aspecto nodular. Cabe señalar que los bafflestones de rudistas pertenecen a pequeños crecimientos orgánicos a manera de parches.

El tercer cuerpo observado se caracteriza por la presencia de limolitas calcáreo-arcillosas, areniscas calcáreas y hacia la cima de este cuerpo areniscas conglomeráticas de cuarzo lechoso y conglomerados (Fig. 12). Las areniscas presentan guijas de cuarzo lechoso de 3 cm de diámetro. El espesor de los estratos es de 7 a 40 cm y algunos de hasta 1 m, observándose un ligero acúñamiento y laminación festoneada.



*Fig. 11. Bolstone con Vaccinites gossaviensis. Fm. Mexcala, sección La Esperanza.*



*Fig. 12. Conglomerado de cuarzo lechoso, cima de la sección La Esperanza, Fm. Mexcala.*

### **III.C. SECCION ZOTOLITILAN**

La sección Zotoliltlán fué medida aproximadamente a 5 km al noroeste del poblado de Zotoliltlán, localizándose al este-sureste del poblado de Apango. De dicha secuencia se midió un espesor de 382.8 m y se colectaron 76 muestras (Fig. 13). Comienza en una secuencia carbonatada representada por la Formación Morelos y termina en una secuencia clástico-carbonatada de la Formación Mexcala.

De manera general, la columna se puede dividir en cuatro partes. En la parte inferior, la secuencia esta compuesta de 60 m de calizas de color gris claro con texturas de wackestones y packstones de bioclastos y algunas intercalaciones de dolomías y en ciertas porciones, calizas arcillosas con textura mudstone, con espesores de 15, 40 y 80 cm. A lo largo de este paquete se observa intensa bioturbación por galerías, estífolitas paralelas a la estratificación y fracturamiento. Hacia la base de este paquete se observaron grietas de desecación y escasas estructuras de ojos de pájaro (estas ultimas sólo en algunos horizontes), así como esporádicas laminaciones.

El segundo paquete que corresponde a la cima de la Formación Morelos, está constituido por 115 m de calizas de aspecto nodular (en ciertas partes el aspecto nodular, esta dado por la intensa bioturbación), con algunas intercalaciones de lodolitas y esporádicas limolitas (Fig. 14). Hacia la parte media de dicho paquete, las calizas presentan texturas de wackestones a packstones bioelásticos y en algunas porciones floatstones de moluscos. Los espesores que le caracterizan son de estratos delgados a gruesos de 30 cm hasta de 1.5 m de espesor. Se observa bioturbación por galerías, fracturamiento en algunos niveles y también en esporádicos niveles estructuras ojos de pájaro y laminaciones

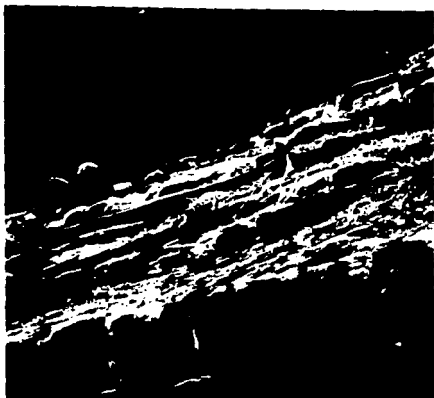
El tercer paquete de 75 m se tienen calizas arcillosas con algunas intercalaciones de limolitas y lodolitas, en texturas de wackestones a packstones arcillosos y floatstone de moluscos. En estos estratos el contenido terrigeno se hace más evidente y corresponde a la parte basal de la Formación Mexcala. Dentro de este se encuentra un espesor cubierto de 20 m.

El cuarto paquete que corresponde a la parte superior de la Formación Mexcala, se encuentra conformado en la base por intercalaciones rítmicas de calizas arcillosas con limolitas (Fig. 15). Las calizas arcillosas presentan texturas wackestones-packstones de bioclastos y floatstones de moluscos. Los floatstones son de aspecto nodular, de 40 cm a 1 m de espesor. El espesor de las limolitas es de 5 cm.

Esta porción de la secuencia es muy fosilífera, encontrándose moluscos, equinodermos y corales. Se presenta abundante bioturbación por galerías. En algunos niveles el aspecto nodular de los estratos está dado por la bioturbación.

La parte superior está constituida por rocas terrigenas en alternancias de areniscas, limolitas y lodolitas, los espesores de los estratos de las areniscas y limolitas va de 15 a 20 cm. Se tienen también algunos floatstones de moluscos intercalados de 1 a 1.2 m de espesor. Hacia este nivel el aspecto nodular de los estratos se acentúa, observándose bioturbación por galerías.





*Fig. 14. Calizas arcillosas modulares,  
sección Zotoluitlán (f.m. Morelos)*



*Fig. 15. Intercalaciones de  
calizas arcillosas y limolitas,  
sección Zotoluitlán (f.m. Mexcala)*

### **III.E. SECCION HUEYTLALPAN**

Esta sección se ubica al poniente de Hueytlapan, sobre la barranca Zazacuala, comprende un espesor de 51.4 m con un total de 24 muestras. Los afloramientos aquí expuestos presentan alta deformación estructural, por lo que no fué posible medir una sección que incluyera toda la secuencia aflorante.

Se estudió aquella zona que presentaba mayor continuidad. La secuencia se encuentra interrumpida por dos fallas cuyos desplazamientos no parecen ser de consideración. En esta sección únicamente está representada la Formación Mexcala, sin saberse con exactitud su edad. En la Fig. 16 se muestra la columna litológica de la secuencia y sus principales componentes.

El primer intervalo está constituido por una alternancia de limolitas arcillo-arenosas de color gris claro de 25 cm de espesor, con lodolitas de 5 cm, predominando éstas últimas, en coloraciones de gris claro a gris oscuro y, en algunas partes, coloraciones amarillentas (Fig. 17).

Se presentan algunos horizontes de areniscas calcáreas de grano fino con fragmentos de madera en laminaciones paralelas y en partes granulometría más fina en estructuras flaser. Se observa bioturbación por galerías, laminación cruzada, estructuras de carga, estratificación ondulante y pequeños canales que se acúan lateralmente.

Hacia la cima de este paquete, se tienen intercalaciones de areniscas de grano fino a medio, en algunas porciones se observa muy arcillosa con fragmentos de madera y bioturbación por galerías. Las areniscas calcáreas de grano fino, de capas delgadas de 10-15 cm de espesor, presentan laminación paralela y se acúan lateralmente formando lentes que constituyen el relleno de estructuras de canal. Encima de estas rocas se presenta alternancia de limolitas calcáreas en estratos de 35 cm y pasa a una alternancia de lodolitas de 5 a 10 cm de espesor se observa bioturbación por galerías y pistas, laminación cruzada festoneada y tabular de bajo ángulo, se observaron también calcos de corrientes.

La parte media de la secuencia está constituida por areniscas calcáreas de grano fino, con intercalaciones de areniscas de grano medio y lodolitas. Los espesores de estos estratos son delgados, de 5, 7 y 10 cm. Las areniscas se encuentran bastante bioturbadas por galerías y pistas, se tienen marcas de corriente, laminación paralela y rizaduras con crestas ondulantes en la cima del estrato; se tienen también fragmentos de madera.

Le sobreyacen a estos estratos areniscas conglomeráticas de 1 hasta 4 m de espesor (Fig. 18), con fragmentos de cuarzo lechoso bien redondeados, fragmentos de madera, bioturbación por galerías y fragmentos de moluscos. En estas partes es común observar imbricación. El tercer paquete esta formado por una secuencia de areniscas calcáreas de grano fino, limolitas y, hacia la cima, conglomerados con guijas de cuarzo lechoso de hasta 10 cm de diámetro. Hacia esta porción las areniscas y los conglomerados se hacen masivos (Fig. 19).

Se observan abundantes fragmentos de madera, laminación paralela y cruzada festoneada y estructuras de canal en las areniscas. Algunos estratos de areniscas conglomeráticas presentan laminación cruzada tabular, laminación cruzada festoneada y bioturbación por galerías. Los bioclastos observados fueron principalmente fragmentos de moluscos.







*Fig. 17. Base de la sección Huaytillaipan, alternancia de limolitas arcillo arenosas con  
ludolitas Em Mexcala*



*Fig. 18. Bancos de areniscas con lentes de conglomerados, sección Huaytillaipan,  
Em Mexcala*



*Fig. 19. Cima de la sección Hueytlalpan, conglomerados con clastos de cuarzo lechoso.  
Fm Mexcala.*

#### IV. BIOESTRATIGRAFIA

Para la reconstrucción de la paleoecología y la evolución sedimentológica, es necesario ubicarnos dentro de un marco cronoestratigráfico, por consiguiente, una de las primeras partes de este trabajo consistió precisamente en el establecimiento de la bioestratigrafía.

Los trabajos de este tipo en el área de estudio, son muy escasos principalmente en trabajos inéditos de Pemex (Quezada, 1975; Maldonado, 1985) y del Instituto Mexicano del Petróleo (Aguilera-Franco, 1989).

En el presente estudio se elaboró una tabla de distribución estratigráfica de los principales microfósiles, se hicieron cuadros de distribución de cada una de las secciones estudiadas y se propone una zonificación que consta de 5 biozonas.

La edad de las rocas estudiadas es del Cenomaniano Medio-Turoniano Medio, para las secciones La Esperanza, Zotoltillán y Ayotzinapa, mientras que para la sección Hueyidalpan posiblemente del Coniaciano-Santoniano (Aguilera-Franco, 1989). Desafortunadamente para esta sección únicamente se tienen algunas formas de calcisferilidos y foraminíferos planctónicos que nos indican edad de Cretácico Tardío, posiblemente pos Turoniano, sin embargo, no es posible definir con exactitud su edad.

Como se menciona, las rocas que abarcan las columnas estratigráficas medidas, caen dentro del Cenomaniano-Turoniano. Es importante comentar que este tiempo ha sido objeto de numerosos estudios en otras partes del mundo, debido a que sus sedimentos, se caracterizan por presentar cambios litológicos, geoquímicos y faunísticos muy particulares manifestándose todos ellos a nivel mundial (Caus *et al.*: 1993; Demaison y Moore, 1980; Hart *et al.*: 1993; Jarvis *et al.*: 1988 y Ulinieny *et al.*, 1993) y sin duda, estos cambios se manifiestan también dentro de los sedimentos mexicanos. En esta parte nos referiremos a los de tipo faunístico.

En México se han estudiado muy poco las rocas para el Cenomaniano-Turoniano, menos aún en lo referente a las facies someras. Las causas principales son: la falta de continuidad y escasez de afloramientos a este nivel, ya sea por procesos de dolomitización, mala preservación o ausencia de éstos y sobre todo al desconocimiento de los microfósiles de facies someras (foraminíferos bentónicos), que apenas en los últimos años se han venido estudiando. Cabe señalar que los foraminíferos bentónicos y las algas calcáreas se han utilizado más como marcadores paleobatiométricos y paleoambientales que como fósiles índice.

Sin embargo, existen diversos trabajos como los de Berthout (1973), Fleury (1975), Saint-Marc (1975), Chiochini y Coll (1979), Bilotte (1984); Shroeder y Newman (1985); Michaud (1985); Aguilera-Franco (1989); Peza y Pirdeni (1994), en donde se han realizado diferentes zonificaciones y se han establecido tablas de distribución estratigráfica realizadas con base en foraminíferos bentónicos y que resultan muy importantes para correlaciones locales.

En el área de estudio, la buena preservación y exposición de los afloramientos, el muestreo a detalle y el buen control estratigráfico realizado en las secciones medidas, nos permitió establecer la bioestratigrafía de esta zona.

El intervalo muestreado de la Formación Morelos, de acuerdo a los microfósiles que presenta, es del Cenomaniano Medio-Tardío, siendo del Turoniano Inferior-Medio-Santoniano para la Formación Mexcala. Se realizaron cuadros de distribución de géneros y especies en cada una de las secciones estudiadas, a excepción de la sección Hueyitalpan en donde los microfósiles identificados son muy escasos y mal conservados. La distribución de los microfósiles puede observarse en las figuras 20, 21 y 22.

De las secciones estudiadas se determinaron un total de 51 géneros y 49 especies, las cuáles se vaciaron en una tabla de distribución estratigráfica (Fig. 23). Es importante mencionar, que de todos los géneros identificados en algunos no fue posible su determinación a nivel específica, debido por un lado a la preservación de las mismas y por otro lado a que no se presentaban las características diagnósticas de las especies. En el caso de algunos géneros de foraminíferos bentónicos reportados en este estudio, las formas donde no fue posible su determinación a nivel de especie, son formas que tienen rangos estratigráficos amplios, es decir, no son fósiles índice. Por otra parte, la taxonomía de éstas no ha sido claramente establecida.

Los rangos estratigráficos de los foraminíferos bentónicos y las algas calcáreas en este estudio, se basaron principalmente en trabajos europeos (Bassoullet *et al.* 1975, 1978 y 1979; Berthout 1973; Chiochini *et al.* 1979; Deloffre 1988; Flugel 1979; Jhonson 1969; Hamaoui y Saint-Marc 1975; Misik 1979 y Shoreder y Newman, 1985). Las especies de foraminíferos planctónicos, se basaron en trabajos mexicanos de Soto (1981 y 1989), mientras que los rangos estratigráficos de los calcisferúlidos en trabajos como los de Andri (1972), Dali-Ressot (1989) y Trejo (1983).

En las secciones La Esperanza, Ayotzinapa y Zotoltilán, los sedimentos que caracterizan a la Formación Morelos del Cenomaniano, están representados por abundantes formas tanto en cantidad como en una gran variedad específica de foraminíferos bentónicos, que incluyen hauerínidos como *Nummoloculina heimi*, *N. regularis*, otros miliólidos como *Quinqueloculina* sp. y *Triloculina* sp.; spiroloculínidos (*Spiroloculina* sp y *S. cretacea*), amodiscoides (*Glomospira* sp); nezzazátidos (*Nezzazata conica*, *N. simplex*, *Biconcaba bentoni*, *Biplanata penerophiformis*, *Merlingina cretacea* y *Trochospira avnimelechi*); ataxofrágmidos (*Pseudolituonella reichelti*); soritidos (*Pseudorhapidionina lauriniensis* y *P. dubia*), cuncolinidos (*Cuneolina* sp., *C. conica* y *C. pavonia*); dicyclínidos (*Dicyclina schlumbergeri*); meandropsínidos (*Margeina apulla*), valvulaminidos (*Nezzazinella picardi* y *Valvulammina* sp.); rotálidos, discórbidos, lituólidos (*Moncharmontia appennina* y *Pseudocyclammina rugosa* esta última especie se reporta por primera vez en México).

Las algas dasicladáceas están caracterizadas por especies tales como *Salpingoporella dinarica*, *Heteroporella* sp., *Cylindroporella* sp., *Cylindroporella* cf. *sudgemi*, *Acicularia* sp., *A. elongata*, *A. endoi*, *Actinoporella* sp., *Neomeris cretacea* y las algas gymnocodiáceas por *Permocalculus* sp. La microfauna planctónica es muy escasa constituida principalmente por calcisferúlidos y algunos foraminíferos planctónicos. Las especies identificadas de calcisferúlidos fueron: *Bonetocardiaella conoidea*, *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerulla inornata* y *Stomiosphaera sphaerica*.

Dentro de los foraminíferos planctónicos destacan *Hedbergella* sp., *H. delrioensis*, *H. planispira*, *Globigerinelloides* sp., *Praeglobotruncana stephani* y *Rotalipora* sp.











Como fauna acompañante, se tienen equinodermos, ostrácodos y moluscos. Es importante remarcar la presencia de *Thaumatoporella parvovesiculifera*, que aunque no es un fósil índice, es muy importante como indicador ambiental.

Por otro lado, se reporta para este tiempo la presencia de *Pienina oblonga* que se le ha considerado como esclerito de esponja (Granier, 1992). Cabe señalar que este microfósil, se reporta por primera vez para estos sedimentos ya que únicamente se había reportado para España y Francia en sedimentos del Aptiano-Albiano.

Hacia el límite Cenomaniano-Turoniano, aparecen especies de foraminíferos planctónicos representados por *Whiteinella* sp. y *W. archaeocretacea*.

Puede decirse que el conjunto faunístico del Cenomaniano, es casi el mismo que se ha reportado en otras partes del mundo, debido a que estos organismos vivían dentro de la provincia del Tethys; sin embargo, existen sus excepciones. Tal es el caso de los grandes alveolínidos que en los sedimentos mexicanos están ausentes (Saint-Marc, 1975 y Schroeder y Newman 1985).

La entrada del Turoniano está marcada microfauisticamente, hacia el área de Zotoltilán, por la extinción de *Bonetocarrhella conoides* y por la gran abundancia de otros calciferulídeos; sin embargo, aparte de las especies encontradas para el Cenomaniano, como *Pithonella ovalis*, *Calcsphaerula inornata* y *Stomiosphaera sphaerica*, hacen su aparición especies como *Bonetiella* sp., *Navarella castroi* y *Risserella rahlgae*, fósiles índices del Turoniano (Trejo, 1983) y *Pithonella perlonga* (Andri, 1972). Junto con estas especies se tiene también nanoplácton calcáreo (*Lithastrinus moratus*) que nos indica edades del Turoniano.

En la parte superior de la sección Zotoltilán, más específicamente en las muestras UH94-82, UH94-85, UH94-86, UH94-87, UH94-88 y UH94-89 se reportaron las especies de *Whiteinella* sp., *W. archaeocretacea*, *W. cf. gigantea*, *Dicarinella hagu*, *D. difformis*, *Helvetoglobotruncana* sp., *Loeblichella* sp. y *Margmotruncana* sp.

En estas muestras se realizó también un estudio de nanoplácton calcáreo, en donde se reporta a la especie *Lithastrinus moratus* como fósil índice del Turoniano. De manera general, la conservación del nanoplácton calcáreo es de mala a moderada, siendo escaso a ligeramente común en algunas muestras.

En la sección Zotoltilán es donde los microfósiles son más abundantes y están mejor representados, esto es debido que en las otras dos secciones el contenido clástico es más abundante impidiendo su desarrollo o conservación.

En las rocas del inicio del Turoniano en las secciones La Esperanza y Ayotzinapa no presentan fósiles índice que caractericen este piso; sin embargo, se observa una extinción por completo de formas de foraminíferos bentónicos del Cenomaniano, lo que pudiera ser un buen nivel de referencia. La extinción masiva y la baja diversidad de ciertos grupos de formas bentónicas obedece principalmente a que las condiciones ambientales que existieron principalmente a través del límite Cenomaniano-Turoniano (probablemente condiciones anóxicas), no fueron propicias para su desarrollo.

En mares epicontinentales, el intervalo del límite Cenomaniano-Turoniano a nivel mundial, está caracterizado por la aparición de facies margosas y un incremento en el contenido de carbono

orgánico y valores anormalmente altos de  $^{13}\text{C}$  acumulado, como consecuencia del desarrollo de una extensa capa de mínimo oxígeno durante este tiempo. Este corto intervalo de tiempo durante el cual se presentan estas características, fue llamado (OAE) "Evento Anóxico Océánico" (Shlanger y Jenkins, 1976).

El evento anóxico se ha fundamentado en numerosos trabajos tales como los de Jarvis *et al.*, (1988); Magniez-Jannin, (1988); Caus *et al* (1993); (Marcinowski, 1980; Scholle y Arthur, 1980; Elder, 1985; Eicher y Diner, 1985, en Peryt y Wyrwicka, 1993). Los foraminíferos bentónicos parecen ser buenos indicadores de la anoxia y de oxigenación progresiva de los ambientes (Magniez-Jannin 1988).

Hacia el área de La Esperanza y Ayotzinapa la microfauna varía, aunque siguen presentándose los calcisferúlidos caracterizados por *Pithonella perlonga* del Turoniano y algunas formas de foraminíferos planctónicos como *Helbergella brittonensis*, *Dicarinella* sp., *Whitemella* sp y *Helvetoglobotruncana* sp., que aunque son muy escasos y mal conservados nos indican una edad de Turoniano Inferior (?) -Medio.

Hacia esta porción, los microfósiles que predominan son algas udoteáceas representadas por *Bowenia pygmaea* y gynomocodiáceas como *Perrinitia cf. trenaee*, esta última sólo en algunos intervalos.

Hacia el área de La Esperanza se encontró abundante macrofauna representada por corales y rudistas (hipurítidos), los rudistas fueron determinados por la Dra. Gloria Alencaster quien reporta la especie *Vaccinites gossaviensis* (Dauville) de edad Turoniano Tardío de Francia; asimismo, menciona que es semejante en menor grado a *Vaccinites martini* Mac Gillavry, del Cóniaciano de Curacao. Sin embargo, la microfauna reportada en esta sección, principalmente calcisferúlidos y ciertas formas de foraminíferos planctónicos (*Helvetoglobotruncana* sp.) nos indican una edad de Turoniano Medio. En comunicación con la Dra. Alencaster, existe la posibilidad de que éste género, pueda tratarse de una nueva especie o, de pertenecer a la misma, podría alargarse su rango y bajar hasta el Turoniano Medio.

Además de las formas bentónicas (foraminíferos bentónicos y algas calcáreas), se encontraron elementos pelágicos, que sin lugar a dudas contribuyen a un mayor conocimiento de estos sedimentos como es el caso de calcisferúlidos y foraminíferos planctónicos mencionados anteriormente. Cabe señalar que la mezcla de microfauna bentónica con planctónica es muy importante, ya que nos permitió calibrar nuestras edades.

En otras partes del mundo, como ya se había mencionado, se han establecido diversas zonificaciones con foraminíferos bentónicos. En la figura 24 se muestran las diferentes zonificaciones con base en foraminíferos bentónicos y planctónicos y la establecida para el área de estudio.

Las biozonas propuestas para el área de estudio son: la Biozona de *Nummoloculina regularis*, de la parte terminal del Cenomaniano Medio; Biozona de *Pseudorhapidionina laurimensis* del Cenomaniano Tardío; Biozona de *Whitemella archaeocretacea* a través del límite Cenomaniano-Turoniano; Biozona de *Dicarinella* del Turoniano Temprano y la Biozona de *Helvetoglobotruncana* del Turoniano Medio.

AUTORES		BERKHOUT (1973)	SANT-MARC (1975)	JACQUES-FLURY (1971)	CHOCCHINI Y COLL (1979)	AGUILERA-FRANCO (1989)	ROSALES ET AL. (1993)	SOTO.F. (1981)	CAUS ET AL. (1994)	ESTE TRABAJO (1995)
TURONIANO	SUP								MARGUETIUM CANA SIGALI	
	MED				NUMMOLOCULINA HEIMI VALVULAMINA PICARDI	HELVEGLOBOTRUNCANA	CALCISPHERULA INNOVINATA		HELVEGLOBOTRUNCANA HELVETICA	HELVEGLOBOTRUNCANA
	INF				PSEUDOLITUONELLA REICHEL Y CHRYSALIDINA GRADATA	DICARINELLA	VALVULAMINIDOS-MICROCODIUM O P. LAURINENSIS	DICARINELLA 9		DICARINELLA
CEOMANIANO	SUP	MEZZAZATINELLA PICARDI PSEUDOLITUONELLA REICHEL	CISALVEOLINA FALLAX  DIPLANATA PENEROPLIFORMIS	CISALVEOLINA FALLAX BICONCABA BENTORI PSEUDORHAPIDIONNA DUBIA	PSEUDORHAPIDIONNA LAURINENSIS Y PSEUDORHAPIDIONNA DUBIA	PSEUDORHAPIDIONNA LAURINENSIS	ROTALIDOS MEZZAZATIDOS		WHITINELLA ARCHAEOCRETACEA	WHITINELLA ARCHAEOCRETACEA
	MED	BICONCABA BENTORI	P. LAURINENSIS N. REGULARIS OVALYOLINA OYUM	PSEUDODONIA CP. VIALII	OSTRACODOS Y AMILOIDOS	SPIROLOCULINA CRETACEA	NUMMOLOCULINA HEIMI	FRÆGLOBOTRUNCANA	ROTALIPORA CUSHMANI	PSEUDORHAPIDIONNA LAURINENSIS NUMMOLOCULINA REGULARIS
	INF		SIMPALVEOLINA SIMPLEX PSEUDODONIA VIALII	PENEROPLIS VARUS COSKINOLIMIDES TERAMIS				THALMANNINELLA	ROTALIPORA BROTZENI	?

FIG. 24 CUADRO DE DIFERENTES ZONIFICACIONES CON BASE A FORAMINIFEROS BENTONICOS Y PLANCTONICOS

FALLA DE ORIGEN

Las biozonas establecidas, se definieron con base a primeras apariciones y extinciones; es decir, son biozonas de alcance estratigráfico del taxón. Se definieron también biozonas de intervalo, las cuáles se caracterizan por ser un intervalo entre dos biohorizontes bioestratigráficos distintivos, en donde la base de la biozona está delimitada por el nivel de la primera aparición de un taxón o por el límite superior de cualquier biozona distintiva (Guía Estratigráfica Internacional, 1976).

#### BIOZONA DE *NUMMoloculina regularis*

Esta biozona se define con la primera aparición de *Nummuloculina regularis*. Esta es una biozona de intervalo, que comprende los estratos que contienen la primera aparición de *Nummuloculina regularis*, hasta los estratos que subyacen a la primera aparición de *Pseudorhaphidionina laurinenensis*. En esta biozona, es notable la presencia de abundantes formas de *Nummuloculina heimi*, se presentan además otras especies de foraminíferos bentónicos como *Dicyclina schlumbergeri*, *Merlingina cretacea*, *Biconcava bentoni*, *Trochospira avnimelechi*, *Præchrysalidina infracretacea*, *Nezzazata simplex*, *N. comica*, *Cuneolina comica*, *C. paxonia*, *Pseudolithuonella reicheli*, *Pseudocyclammina rugosa*, *Boliviniopsis* sp., *Nummuloculina regularis*, *Nezzazatinella picardi*, rotalidos y discorbidos. Se presentan escasos calcisferúlidos como *Stomiosphaera sphaerica*. La microfiora está representada por *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Acicularia endoi* y *Salpingoporella dinarica*, como fauna acompañante figuran fragmentos de esponjas, equinodermos, ostrácodos y moluscos.

La edad que se le ha asignado a esta biozona es del Cenomaniano Medio de acuerdo a la presencia de *Nummuloculina regularis* y debido también, a que no se presentan foraminíferos como *Pseudorhaphidionina laurinenensis* que según Newman (1985), corresponde al Cenomaniano Tardío.

Esta biozona no está muy bien representada y de hecho no puede controlarse su límite inferior debido a que se presenta en la base de la sección Zotoltilán. Su ausencia en las secciones Ayotzinapa y La Esperanza posiblemente se debe a que el espesor medido del Cenomaniano en ambas secciones, no fue lo suficientemente grande.

Esta biozona equivale a la microfacies de *Nummuloculina heimi* del Cenomaniano de Rosales et al (1994) y a la parte superior de la Biozona de *Spiroloculina cretacea* de Aguilera-Franco (1989), sin embargo y debido a que anteriormente se desconocía la taxonomía de los foraminíferos bentónicos se piensa que la zona de *Spiroloculina cretacea*, corresponda realmente a la zona de *Nummuloculina regularis*, debido a su estrecho rango estratigráfico.

#### BIOZONA DE *PSEUDORHAPHIDIONINA LAURINENSIS*

Esta es una biozona de alcance estratigráfico en donde su límite inferior está marcado por la primera aparición de *Pseudorhaphidionina laurinenensis* y el límite superior por su extinción. En esta biozona también hacen su aparición *Biplanata peneropliformis*, *Pseudorhaphidionina dubia*, *Murgeina apula*, *Protopeneroplis striata* y *Chrysalidina gradata*. En lo que respecta a los foraminíferos planctónicos se presentan *Rotalipora* sp., *Præglobotruncana stephani* y *Hedbergella planispira*. Se tiene además la aparición de *Bonetocardicella conoidea*, *Pithonella ovalis* y *Calcisphaerula innominata*. En lo referente a la microfiora representada por varias especies de algas dasicladáceas como *Acicularia endoi*, *A. elongata*, *Cylindroporella* sp.,

*Actinoporella* sp., *Salpingoporella dinarica*, *Neomeris pfeenderae* y *N. cretacea*. Se presentan también algas gymnocodiáceas como *Permocalculus* sp.

Persisten de la biozona anterior los foraminíferos bentónicos como *Moncharmontia appenninica*, *Nummoloculina heimi*, *N. regularis* de manera muy escasa, *Spiroloculina* sp., *N. cretacea*, *Nezzazata* sp., *Nezzazata conica*, *N. simplex*, *Pseudolituonella reichelti*, *Nezzazatinella picardi*, *Biconcava bentoni*, *Trochospira avimilechi*, *Dicyclina schlumbergeri* y *Pseudoeyclammina rugosa*.

Como fauna acompañante hacen su aparición fragmentos de corales, aptychus de amonitas, briozoarios y persisten fragmentos de equinodermos, moluscos, ostrácodos, *Pienma oblonga* y otras espículas de esponja. Todos estos microfósiles se presentan de manera escasa y fragmentada. De las biozonas propuestas para el Cenomaniano del área de estudio, esta biozona es la mejor representada en las tres secciones medidas, en la cual existe una gran abundancia de especímenes y especies tanto de microfauna como de microflora.

La edad de esta biozona es del Cenomaniano Tardío de acuerdo a la presencia de *Pseudorhapidionna laurimensis*. Se correlaciona con la Biozona de *Pseudorhapidionna laurimensis* y *P. dubia* de Chiochini *et al.*, (1979); Saint-Marc (1985) y Aguilera (1989). Esta biozona equivale a la biozona de *Praeglobotruncana-Thalmaninella* (Soto, 1981) del Cenomaniano. Así como a la parte inferior de la biozona de *Rotalipora* de Soto (1989) del Cenomaniano Tardío-Turoniano más basal.

#### BIOZONA DE *WHITEINELLA* ARCHAEOCRETACEA

Esta es una biozona de intervalo. Se define con la primera aparición de *Whitemella archaeocretacea* hasta los estratos que contienen la primera aparición de *Dicarinella* sp. Esta zona, se caracteriza por la máxima abundancia de calcisferúlidos representados por *Calcisphaerula innominata*, *Stomiasphaera sphaerica*, *Pythonella ovalis*, *P. perlonga*, *Navarella castroi*, *Riserella rablingae* y *Bonettella* sp. De hecho, las últimas 4 especies hacen su aparición en esta biozona.

Desaparecen casi por completo las formas de foraminíferos bentónicos, teniendo sólo la presencia de *Praechrysalidina infracretacea* y desaparecen o al menos no fueron identificadas *Praeglobotruncana stephani* y *Rotalipora* sp.

En la parte inicial de esta biozona es común la presencia de abundantes formas de erinoideos, se tiene también formas de foraminíferos planctónicos como, *Whiteinella* sp., *W. archaeocretacea*, *Hedbergella brittonensis*, *Hedbergella delrioensis* y *Heterohelix* sp. Dentro de esta biozona es común la presencia de abundantes y bien conservados ejemplares de *Boueina pygmaea*. Cabe señalar que en las secciones La Esperanza y Ayotzinapa este nivel con *Boueina* se presenta precisamente en el límite Cenomaniano-Turoniano, a diferencia de Zatliltlán, donde se presenta aproximadamente a 80 m sobre este límite. En asociación con este conjunto, es característico, la presencia de formas estenohalinas como corales y briozoarios. Se presentan además algunas formas de nanoplacton calcáreo caracterizado por *Thoracosphaera* sp., *Litastrius moratus*, *L. floralis*, *Zigodiscus* sp., *Z. diplogrammus*, *Prediscusphaera cretacea* y *Cribrosphaera ehrenbergi*.

La edad de esta biozona es del Cenomaniano Tardío-Turoniano Temprano, de acuerdo a la presencia de *Ninarella castrat*, *Bonettella* sp., *Risorella rublingae* y *Pythonella perlonga* y desde luego a la presencia de *Whiteinella archaeocretacea*, que aunque este fósil es muy escaso, sí se presenta. Esta biozona equivale a la Biozona de *Whiteinella archaeocretacea* del Cenomaniano Tardío-Turoniano Temprano de Robaszynski *et al.* (1980, 1990); Walkins, (1985); Jarvis *et al.* (1989), Caus, *et al.* (1993), Peryt y Wrywicka (1993), Ulicny, *et al.* (1993). Equivale también a la biozona de *Rotalipora* del Cenomaniano Tardío-Turoniano Temprano de Soto (1981).

El hecho de que en esta biozona, los ejemplares de *Whiteinella* no estén muy bien conservados, se debe principalmente que para este tiempo, se tenían condiciones ambientales (condiciones de anoxia) adversas para su buen desarrollo, sin embargo, por ser organismos que presentan estrategias tipo r (oportunisticos), es posible tenerlos en el registro geológico. El aumento considerable de especímenes y especies de calciferulidos se ha observado que es común en varias partes del mundo (Jenkins, 1991, Caus, *et al.* 1993, y Jarvis *et al.* 1993) y este posiblemente sea un evento de correlación a través del Cenomaniano Tardío-Turoniano Temprano.

#### BIOZONA DE DICARINELLA

La biozona de *Dicarinella* es una biozona de intervalo comprende estratos que contienen la primera aparición de *Dicarinella*, hasta la capa que subyace a la primera aparición de formas de *Helvetoglobotruncana*. Esta biozona se presenta únicamente en la parte superior de la sección Zotoltitlán, se presentan además las siguientes formas de foraminíferos planctónicos: *Dicarinella hagni*, *D. cf. afformis*, *Whiteinella baltica*, *Loeblichella coarctata* y *Heterohelix cf. moremani*. Se tienen también *Whiteinella* sp. y *W. archaeocretacea*. Como formas acompañantes de calciferulidos las especies: *Phitonella ovalis*, *P. perlonga*, *Microconus* sp. y *Stomiosphaera sphaerica*. El nanoplancton calcáreo está caracterizado por *Eiffelithus gorkae*, *E. turrisieffeli*, *Gartnerago obliquum*, *Lithastrinus cf. moratus*, *L. moratus*, *Microhabdulus cf. belgicus*, *Prediscosphaera cretacea*, *Thoracosphaera* sp., *Watzaueria barnesae*, *Zigodiscus minimus* y *Z. bicreentius*.

En las secciones La Esperanza y Ayotzinapa el microfósil que le da el nombre a la biozona esta ausente; sin embargo, sí se presentan formas como *Whiteinella*, características de la biozona. Hacia esas áreas la biozona se tiene representada principalmente por formas bentónicas como algas udoteáceas (*Boucina pygmaca*), gymnocodiáceas como *Permocalculus cf. irenae* y algas coralinas representadas por *Lithophyllum* sp. y *Marinella lugeoni*, así como fragmentos de corales, equinodermos, braquiópodos y ostrácodos.

La edad de esta biozona es del Turoniano Temprano debido a la presencia de *Dicarinella* sp. Se correlaciona con la biozona de *Dicarinella* de Soto (1981) del Turoniano Temprano, la biozona de Aguilera-Franco (1989) también del Turoniano Temprano y parte de la biozona de *Loeblichella* de Soto (1989) del Turoniano Temprano-Turoniano Tardío.

#### BIOZONA DE HELVETOGLOBOTRUNCANA

Esta biozona se define con la primera aparición de *Helvetoglobotruncana*, es una biozona de alcance estratigráfico, sin embargo, no se tiene bien controlada su cima, ya que sólo se presenta en las últimas muestras de la sección Zotoltitlán y en la sección Ayotzinapa. Las otras formas de

foraminíferos planctónicos que le caracterizan son: *Whiteinella archacocretacea*, *W. cf. gigantea* y *Marginotruncana* sp., ésta última especie hace su aparición en esta biozona.

Hacia La Esperanza, esta biozona no se presenta. La biota que la caracteriza son abundantes formas bentónicas estenohalinas como corales, braquiópodos, algas coralinas (*Lithophylum* sp.) y rudistas.

La edad de esta biozona es del Turoniano Medio por la presencia de *Helvetoglobotruncana* sp. Esta edad es precisamente a la presencia del taxón ya que se le considera fósil índice para este piso (Soto, 1981, y Jarvis, *et al* 1993). Se correlaciona con la biozona de *Helvetoglobotruncana* del Turoniano Medio de Soto (1981).



## **V. INTERPRETACION AMBIENTAL**

Para la interpretación ambiental fue indispensable caracterizar los ambientes sedimentarios de cada sección por medio del estudio de litofacies, así como de su distribución horizontal, su correlación y, posteriormente su evolución ambiental.

### **V.A. LITOFACIES**

El establecimiento de las litofacies se efectuó con base al contenido de los principales componentes de la roca. Cada litofacies fue nombrada de acuerdo a las texturas y al tipo de partículas predominantes.

Para cada una de las litofacies se interpreta su ambiente de depósito y se compara ésta con las facies estándar de Wilson (1975). Asimismo, se establecen los subambientes del dominio de la plataforma somera tomando los criterios de James, (1985). Se definieron un total de 10 litofacies para la Formación Morelos del Cenomaniano y 13 para la Formación Mexcala del Turoniano y posible Coniaciano Santoniano (Sección Hueytlalpan).

De cada una de las secciones estudiadas se realizaron columnas sintéticas. En ellas, se observa la distribución de las litofacies y la interpretación ambiental (Figs. 25, 26, 27 y 28).

## **FORMACION MORELOS (CENOMANIANO)**

### **LITOFACIES 1 " PACKSTONES-GRAINSTONES DE FORAMINIFEROS BENTONICOS "**

Esta litofacies esta caracterizada por texturas packstones y en mucho menor cantidad grainstones con foraminíferos bentónicos. En los primeros predominan los miliólidos y en los segundos, soritidos y dicyclinidos (Fig. 29). Esta litofacies se presenta en las secciones La Esperanza, Ayotzinapa y Zotoltilan, figuras 25, 26 y 27 respectivamente.

Los espesores de los estratos son de 35 a 70 cm aproximadamente, de color gris a gris oscuro, en ciertos niveles se observa cierta arcillosidad y en algunas porciones el espesor de los estratos disminuye hasta 5 cm.

Las estructuras sedimentarias son: intensa bioturbación por galerías, estructuras ojos de pájaro y ligera laminación ondulante.

En ciertos estratos de esta litofacies, se encontraron cristales de dolomita en la matriz y dentro de cavidades en algunos ostrácodos y algas verdes, también se encontró dolomita asociada a la presión solución. Las partículas que la caracterizan son: micrita, bioclastos, intraclastos, peloides, pellets y granos envueltos.

TEXTURAS	ESTRUCTURAS	ESFUERZO	TIPO DE ROCA	LITOFACIES	PACES DE WILSON (1975)	YACIMIENTOS	FORMACION
B G W M						MAMARIPERANGORA	M
							Z
							X
							C
							A
							L
							A
							M
							N
							O
							D
							A
							T
							A
							O
							R
							N
							A
							Z
							E
							L
							O
							R

FIG. 25 LITOFACIES Y AMBIENTES EN LA SECCION AYOTZINAPA

FALLA DE OJICEN

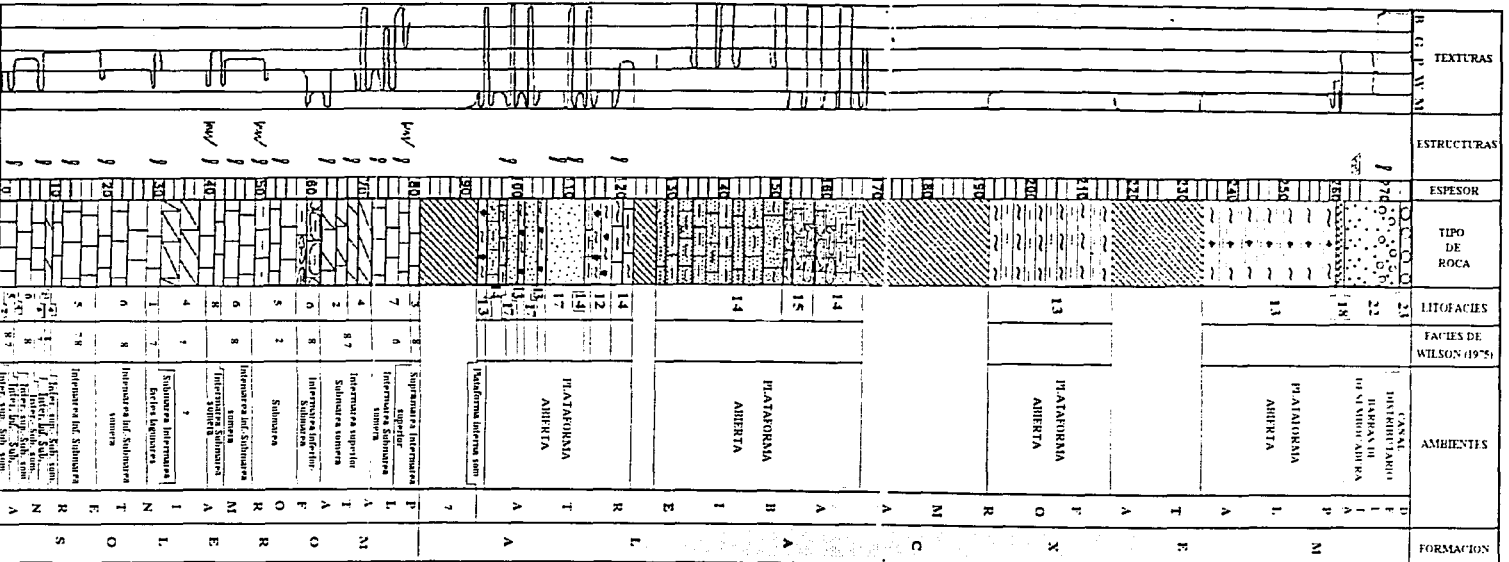


FIG. 26 LITOFACIES Y AMBIENTES EN LA SECCION LA ESPERANZA



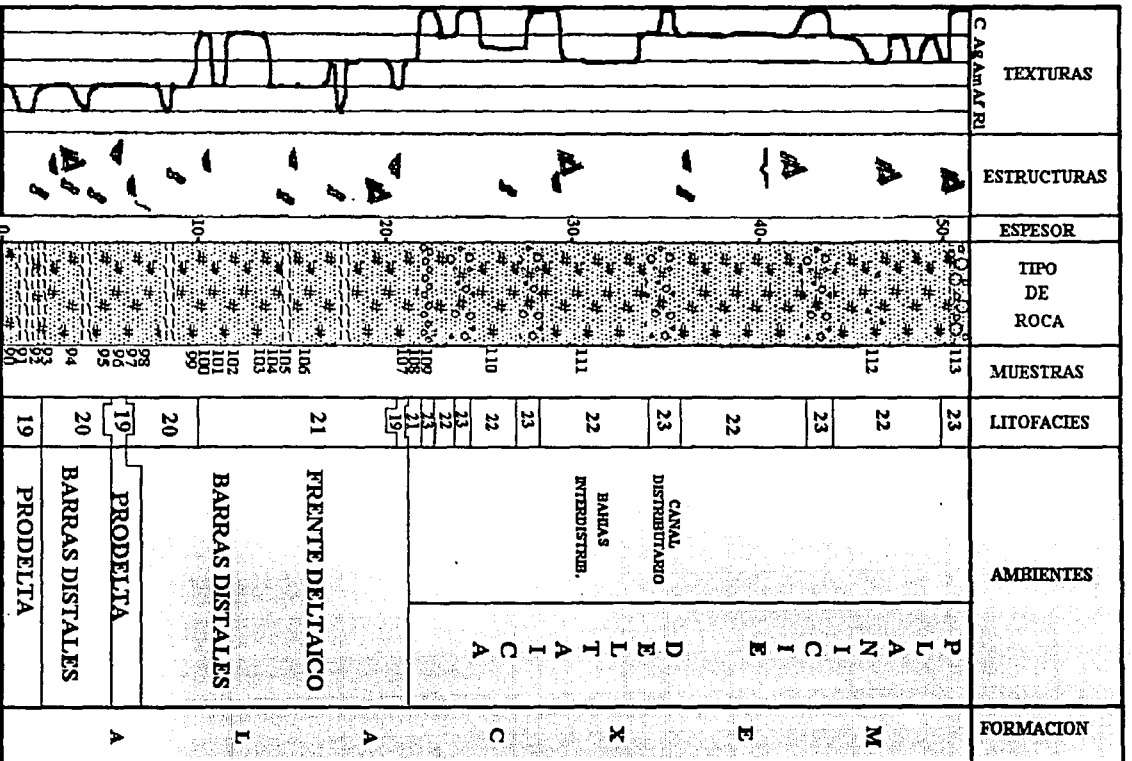


FIG. 28 LITOFACIES Y AMBIENTES EN LA SECCION HUEYTLALPAN

Aunque los bioclastos son las partículas predominantes (foraminíferos bentónicos) en esta litofacies, en la muestras UH94-14, los intraclastos constituyen el mayor porcentaje.

La biota dominante está representada principalmente por formas de foraminíferos bentónicos. Se observa una variedad específica y un gran número de individuos, generalmente se encuentran completos y bien conservados. Los grupos más importantes son los miliólidos, nezzazátidos, orbitolinidos, dicyclinidos, soritidos y textularidos. En ciertas muestras se tienen escasos rotálidos, así como también fragmentos de moluscos, ostrácodos y equinodermos de manera escasa y mal conservada. En lo que respecta a la microflora, se encontraron escasos fragmentos de algas dasicladáceas, algas verdes de posición incierta (*Thaumatoporella parvovesiculifera*) y masas algáceas azul-verdes (cianobacterias).

La microfauna que caracteriza esta litofacies esta representada por formas eurihalinas, es decir, organismos que no son característicos de altas salinidades como es el caso de los miliólidos; sin embargo, se presenta variedad específica y abundancia de individuos, lo que indica condiciones de salinidad cercana a la marina normal y condiciones semirrestringidas por la presencia de especímenes de equinodermos ya que éstos últimos son de condiciones abiertas.

De acuerdo a las diferentes texturas que presenta esta litofacies, se infiere que estas rocas fueron depositadas en condiciones variables de energía. Mientras que la presencia de micrita o lodos calcáreos nos indica condiciones de baja energía y de ambientes calmados, el cementante indica condiciones energéticas agitadas. Otros rasgos de condiciones adversas es la presencia de intraclastos y peloides así como ciertos periodos de exposición subaérea (Shinn, 1986) y la intensidad de la bioturbación. La abundancia de bioturbación está controlada por la estabilidad del sustrato. Generalmente, la bioturbación decrece con la profundidad (Flügel, 1982).

Las estructuras ojos de pájaro en algunos niveles ejemplifican períodos cortos de exposición subaérea. Esta estructura es común en la zona de intermarea superior-supramarea.

De manera general esta litofacies es característica de aguas tranquilas, debajo del nivel base del oleaje, bien oxigenada, dentro de la zona fótica de mares tropicales y subtropicales, geográficamente estos ambientes están localizados en lagunas abiertas y donde la profundidad del agua es generalmente de 10 m. (Wilson, 1975).

La variación a grainstones con foraminíferos de los grupos soritidos y dicyclinidos, indican condiciones semirrestringidas de intermarea-submarea muy somera, de partes marginales de lagunas, pudiendo llegar a constituir pequeñas barras. Así mismo, estas asociaciones son características de facies periarrecifales o posiblemente también a canales de mareas (Tucker, 1990).

De acuerdo a los cinturones de facies estandar de Wilson (1975), esta litofacies corresponde a una facies 7 lagunares, con ligeras interdigitaciones de facies 8, diferenciándose ambas por el contenido de intraclastos. Se infiere un ambiente de plataforma interna somera característica de facies 7- 8 de Wilson, en un subambiente de submarea-intermarea superior en un medio de condiciones semirrestringidas.

## LITOFACIES 2 "PACKSTONE-WACKESTONE DE PELOIDES OSTRACODOS, MILIOLIDOS Y ESPONJAS"

A esta litofacies la caracterizan texturas de packstone-wackestone de peloides, ostrácodos, miliólidos y espículas de esponja. (Fig. 30) y se encontró en las secciones La Esperanza y Zotoltitlán (Figs. 26 y 27).

Los estratos presentan espesores de 70 a 90 cm de color gris oscuro, en porciones ligeramente arcilloso. Se observa cierta dolomitización y recristalización o neomorfismo, generalmente asociada a las grietas de desecación, así mismo, la bioturbación presenta un mayor grado de dolomitización.

Las estructuras sedimentarias observadas son: intensa bioturbación por galerías, estructuras ojos de pájaro, grietas de desecación, laminación y estructuras geopetales. Las partículas que la constituyen son en orden decreciente en porcentaje: micrita, bioclastos, peloides, pellets y granos envueltos.

La biota que caracteriza a estas rocas está constituida por formas bentónicas tales como miliólidos y otros foraminíferos bentónicos, ostrácodos y espículas de esponja. Generalmente estos bioclastos son fragmentados y mal conservados, a excepción de los ostrácodos que se presentan tanto fragmentados como completos.

Los foraminíferos bentónicos identificados fueron miliólidos (*Quinqueloculina*, *Glomospira* sp, *Spiroloculina* sp y *Nummoloculina heimi*), pequeños nezzazátidos, escasos ejemplares de *Moncharmontia appeninica* y *Pseudocyclamina rugosa* éstos últimas formas fragmentadas y en especial, los miliólidos se observan reemplazados por espatita. Se tienen además rotálidos, fragmentos de moluscos y equinodermos. En lo que respecta a la microflora se presentan algas dasicladáceas y algas verdes (*Thaumatoporella parvovesiculifera*).

Los organismos que caracterizan esta litofacies son generalmente eurihalinos, se observa poca variedad específica lo que nos indica condiciones semirrestringidas; sin embargo, la presencia de ciertas formas estenohalinas como fragmentos de equinodermos, indica conexión con aguas de mar abierto o que estos pudieron ser acarreados en épocas de tormentas.

Se infieren cortos periodos de exposición subaérea debido a las grietas de desecación y a las estructuras ojos de pájaro. Estos periodos son característicos en la zona de intermarea superior y supramarea (Shinn, 1986).

En esta litofacies, la baja diversidad específica y el porcentaje de individuos nos indica condiciones parciales de restricción y un subambiente de intermarea superior. De acuerdo a lo anterior, se interpretó pertenecer a una facies 8-7 de Wilson.

## LITOFACIES 3 "BINDSTONE DE ALGAS "

Esta litofacies está constituida por un bindstone de algas verdes y algas characeas (Fig. 31, ver también fig. 10, afloramiento) en espesores de 40 cm de color crema. Esta litofacies únicamente se presenta en las secciones Ayotzinapa y La Esperanza (Figs. 25 y 26 ).

Las partículas que la caracterizan son: micrita, bioclastos, peloides, intraclastos y granos envueltos. No se observaron estructuras sedimentarias primarias en el campo. Sin embargo, la microflora en este caso es una gran ayuda para la interpretación ambiental.

La biota que ejemplifica a esta litofacies es en un 90 % microflora representada por algas azul-verdes (cianobacterias) y algas characeas, se observaron primordialmente oogonios, así como algas verdes (*Thaumatoporella parvovesiculifera*), en tanto que la microfauna por escasos miliólidos fragmentados y mal conservados.

Esta litofacies presenta una fuerte recristalización o neomorfismo agradante y en ciertas porciones una fuerte dolomitización.

Los bioclastos de esta litofacies son de condiciones de altas salinidades, encontrándose por ejemplo, que los oogonios de characeas, se encuentra en medios hiposalinos (estuarios y lagunas) e hipersalinos y muy frecuentes en sedimentos lacustres (Bignot, 1982). La presencia de baja diversidad y las altas salinidades nos indican condiciones de restricción.

Las masas algáceas se forman en la parte superior de la zona de intermareas y se extienden dentro de la zona de supramarea. Estos crecimientos algáceos nos indican condiciones de exposición subaérea (Logan, *et al.*, 1964).

Una característica de esta litofacies, son períodos de exposición durante el depósito, lo cuál resulta en una intensiva diagenesis, especialmente la cementación y recristalización (James, 1985.). Este ambiente es muy estresante para los organismos (Wilson, 1975).

El ambiente que se le asigna a esta litofacies es de una plataforma somera en un subambiente de supramarea-intermarea superior y pertenece a la facies 8 de Wilson.

#### **LITOFACIES 4 "MESODOLOMIAS, MICRODOLOMIAS Y PACKSTONE - WACKESTONE DE BIOCLASTOS DOLOMITIZADOS FUERTEMENTE ARCILLOSOS"**

Las texturas que caracterizan a esta litofacies están representadas por mesodolomías inequigranulares xenotópicas, microdolomías y packstone-wackestone dolomitizados (Fig. 32). En ciertos niveles se observa fuerte arcillosidad. Esta litofacies se presentan en las secciones Ayotzinapa (Fig. 25) La Esperanza (Fig. 26) y Zotoltilán (Fig. 27).

El espesor de los estratos es de 40 a 85 cm y en algunos hasta de 1m de espesor, presenta coloraciones de gris claro a crema. En ciertas muestras se observa la presencia de pirita que se hace abundante llegando a constituir verdaderas masas, como en la sección Zotoltilán.

Las estructuras sedimentarias observadas fueron bioturbación por galerías, las cuales se presentan con un grado mayor de dolomitización, estructuras geopetales y cierta laminación.

En esta litofacies se encontraron 3 variaciones. La primera de ellas está caracterizada por dolomías microcristalinas en donde su textura original son wackestone-packstone de bioclastos (foraminíferos bentónicos, fragmentos de moluscos, ostrácodos y algas verdes como



*Thaumatoporella*) de Facies 7 y packstone-wackestone de peloides y bioclastos (moluscos, rotálidos, ostrácodos, discórbidos, equinodermos y otros bentónicos) de facies 8.

La segunda variación es de wackestones limoso dolomitizado a microdolomía limosa, esta variación es característica únicamente de la sección Zotoltilán y se encuentra hacia la porción superior de la Formación Morelos, en donde sus constituyentes principales son micrita, bioclastos, intraclastos, y un aporte considerable de cuarzo detrítico y la presencia de arcilla. Esta litofacies es característica de la facies 8 de Wilson.

En algunas muestras el remplazamiento de calcio por magnesio es completo y se observa solamente fantasmas de fósiles y otras partículas tales como peloides e intraclastos. En otras muestras sólo parte de la matriz y algunos microfósiles no se han remplazado, los microfósiles que no están remplazados son algunos miliólidos, rotálidos, dicitinidos, ostrácodos, moluscos, equinodermos y *Thaumatoporella parvovesiculifera*.

Así mismo, se encontró una tercera variación, caracterizada por dolomías microcristalinas, en donde no es posible reconocer la textura original.

Esta litofacies debido a la baja diversidad de microflora y microfauna y a los escasos microfósiles que presenta, nos indica condiciones de restricción, alta evaporación y, de acuerdo a su composición es característica de zonas de intermarea superior de facies 8 y de submarea somera de facies 7 de Wilson. Geográficamente, esta litofacies se ubica en las lagunas y planicies de mareas.

#### **LITOFACIES 5 " WACKESTONE-PACKSTONE DE INTRACLASTOS, DISCORBIDOS Y ROTALIDOS "**

Esta litofacies esta constituida por wackestone-packstone de intraclastos y bioclastos (rotálidos y discórbidos, Fig. 33). Esta litofacies se presentan en las secciones Ayotzinapa, La Esperanza y Zotoltilán (Figs. 25, 26 y 27 respectivamente).

Los estratos de esta litofacies son de color gris oscuro, el espesor de las capas es de 10, 25 y 45 cm. En algunos estratos se observa un aspecto nodular y abundante material arcilloso generalmente éste es común en los estratos más delgados; asimismo, en ciertas muestras es notable la presencia de material detrítico representado por cuarzo y en otros niveles, la presencia de cristales de dolomita en la matriz.

Las estructuras sedimentarias son; laminación paralela, abundante bioturbación por estructuras ojos de pájaro y estructuras geopetales. En esta litofacies se encontró dolomitización asociada a presión solución.

Los tipos de partículas presentes son: micrita, intraclastos, bioclastos, peloides y cuarzo. La biota característica de esta litofacies son abundantes formas de rotálidos y discórbidos (foraminíferos bentónicos) se tienen además algunos miliólidos, nezzazátidos, lituólidos (*Pseudocyclammina rugosa*), valvulaminidos, fragmentos de moluscos, ostrácodos, equinodermos, dasicladáceas y espículas de esponja escasas y fragmentadas.

La microflora está constituida por algas azul-verdes (cianobacterias). Esta litofacies se caracteriza por presentar tres variaciones en cuanto a la textura se refiere. La primera variación está representada por wackestone de bioclastos. Las formas que lo caracterizan son rotálidos, discórbidos y ostrácodos, generalmente se presenta bien conservados y de manera abundante; asimismo es notable la presencia de formas de nezzátidos como *Trochospira avnimelechi*, *Merlingina cretacea* y dicyclínidos como *Dicyclina schlumbergeri* este tipo de bioclastos se encuentran fragmentados y mal conservados. Se tienen además escasos fragmentos de moluscos y espículas de esponja, en lo que respecta a la microflora se observaron algas azul-verdes (cianobacterias) y fragmentos de dasicladáceas muy mal conservadas y escasas. En ciertos niveles se tiene *Thaumatoporella parvovesiculifera*.

La presencia de intraclastos y peloides nos indican condiciones de mayor energía características de condiciones de intermarea. En algunas muestras se observan laminaciones de packstone de peloides e intraclastos. En esta litofacies es común la presencia de laminación paralela, lo que nos indica condiciones agitadas características de zonas de intermarea. Asimismo, es notable la presencia de material terrígeno, acarreado posiblemente de la zona continental hacia mar adentro por corrientes de marea o tormentas.

En ciertos niveles sobre todo en la sección La Esperanza, se observa un incremento en la diversidad específica, pero muy mal conservada, representando facies 7 de Wilson, en la zona de intermarea-submarea. Dentro de esta litofacies es común la presencia de acumulación de material arcilloso en la presión solución.

Cabe mencionar que en la sección La Esperanza, esta litofacies también presenta características de facies 2 de Wilson, lo que nos indica, un desnivel topográfico de la plataforma, en esta litofacies la textura que presenta son wackestone de material muy fino, arcilloso y con muy escasa fauna plágica (calcisferúlidos).

La segunda textura esta representada por mudstone-wackestones de bioclastos e intraclastos. La biota que le caracteriza son formas bentónicas de rotálidos y *Pseudocyclammina rugosa* se tienen además de manera escasa espículas de esponja, equinodermos, moluscos, ostrácodos escasas formas de algas dasicladáceas y *Thaumatoporella parvovesiculifera*.

En esta litofacies se observa una baja diversidad específica, constituida por formas eurihalinas característica de condiciones de restricción y de intermarea. Esta litofacies con base en su contenido, se ha inferido pertenecer a una facies 7-8 de Wilson.

La tercera variación es un wackestone-packstone de bioclastos. Esta litofacies es de manera general la más abundante dentro de las tres secciones estudiadas, que corresponden a este intervalo, la biota que le caracteriza además de los rotálidos y discórbidos, son otras formas de foraminíferos bentónicos fragmentados como *Trochospira avnimelechi*, *Biplanata peneropliformis*, *Spiroloculina* sp., *Nummoloculina regularis*, *Biconcaba bentoni*, *Dicyclina schumbergeri*, *Chrysalidina gradata*. Se tienen además fragmentos escasos de equinodermos, moluscos y espículas de esponja.

Estos bioclastos son eurihalinos y no indican condiciones de salinidad, sin embargo la presencia de formas abundantes como rotálidos y discórbidos que sí son característicos de altas salinidades (salobres a hipersalinas) nos marcan condiciones de restricción. La presencia en algunas muestras

de formas estenohalinas como equinodermos nos sugiere conexión con mar abierto y un ambiente parcialmente restringido.

El ambiente de depósito que se infiere de esta litofacies es de un subambiente de intermarea inferior de baja energía a submarea, representado por una facies 8 de Wilson, con esporádicas facies 7.

#### LITOFACIES 6 "WACKESTONE-PACKSTONE DE DASICLADACEAS Y FORAMINIFEROS BENTONICOS"

En esta litofacies las texturas que se presentan son wackestones-packstones de dasicladáceas y foraminíferos bentónicos (Fig. 34). El espesor de los estratos es de 10 a 40 cm, de color crema a gris claro. Esta litofacies se presenta en las secciones Ayotzinapa, La Esperanza y Zotoliltlán, en las columnas sintéticas se observa su distribución (Figs. 25, 26 y 27).

En estos estratos la estructura sedimentaria característica es la bioturbación por galerías, se presentan además estructuras geopetales y estructuras ojos de pájaro. Los constituyentes de esta litofacies son bioclastos, pellets, micrita, peloides, intraclastos y granos envueltos.

Los bioclastos de esta litofacies son abundantes algas dasicladáceas, se tienen también foraminíferos bentónicos como diciclinidos, nezzazátidos, orbitolinidos y miliólidos. Como fauna acompañante fragmentos de ostrácodos, moluscos, equinodermos y espículas de esponja (*Pieninia oblonga*), estos últimos escasos y fragmentados.

La microflora esta constituida por algas dasicladáceas de las especies *Neomeris cretacea*, *Neomeris pfenderae*, *Acicularia* sp., *Acicularia endoi*, *Cylindroporella* sp., *C. sudgeni*, *Permeocalculus* sp. y *Salpingoporella dinarica*.

La abundante bioturbación indica condiciones de mayor energía ya que esta se tiene representada en su mayor parte por galerías y es característica de ambientes de submarea somera- intermarea. La presencia de material fino, indican ambientes de submarea. En algunas muestras de esta litofacies se observan estructuras ojos de pájaro, que ejemplifican condiciones de exposición subaérea; sin embargo, según Shinn, (1986), estas estructuras son indicativas de exposición subaérea siempre y cuando se presenten junto con grietas de desecación o laminación ondulante, sin embargo se descarta esa posibilidad ya que en ésta litofacies, las estructuras mencionadas anteriormente no se presentan.

Se observa una gran cantidad de individuos de formas tanto eurihalinas como estenohalinas de condiciones parcialmente restringidas y de ambientes de intermarea de baja energía a submarea somera. La abundancia de algas dasicladáceas, junto con espículas de esponja y foraminíferos bentónicos, indica que esta zona, es característica de zonas fóticas no de más de 30 m de profundidad (Flügel, 1982). Estas profundidades pueden ser controladas por la bioturbación, ya que su abundancia depende al contenido de oxígeno y a la presencia o ausencia de cuerpos fosilíferos calcáreos (Byers, 1977; en Flügel 1982). De acuerdo a sus características y a sus constituyentes, esta litofacies corresponde a una facies 8 de Wilson.

## LITOFACIES 7 "PACKSTONE-GRAINSTONE DE PELOIDES E INTRACLASTOS, OSTRACODOS Y MILIOLIDOS"

Esta litofacies esta representada por un packstone-grainstone de peloides e intraclastos con abundantes bioclastos (ostrácodos y miliólidos) (Fig. 35). Esta litofacies es característica de las secciones Ayotzinapa y la Esperanza (Figs. 25 y 26). Los componentes principales son micrita, peloides y bioclastos.

El espesor de los estratos son de 20, 60 y 90 cm de espesor, el color de las rocas es gris claro, algunas presentan arcilla y/o dolomitización. Las estructuras sedimentarias observadas fueron bioturbación por galerías, laminación cruzada y estructuras ojos de pájaro.

El contenido fosilífero que la caracteriza son abundantes ostrácodos tanto completos como fragmentados, así mismo se tienen foraminíferos bentónicos (nezzazátidos y rotálidos), moluscos, calcisferúlidos y braquiópodos.

Dentro de esta litofacies se presenta una variación representada por abundante *Thaumatoporella parvovesiculifera*, ostrácodos y miliólidos

El contenido de bioclastos es característico de condiciones restringidas ya que no hay una gran variedad específica; esto aunado a que las formas presentes son principalmente eurihalinas, características de condiciones de alta salinidad como es el caso de los ostrácodos.

Las estructuras ojo de pájaro indican condiciones de intermarea, mientras que la laminación cruzada, indica condiciones de acción de corrientes causadas por variaciones de energía que se presentan hacia el área de intermarea y submarea somera. La presencia de intraclastos marca condiciones agitadas ya que éstos son formados en zonas de intermarea de alta energía.

El contenido de esta litofacies implica condiciones restringidas de altas salinidades ya que no hay una gran variedad específica, además de que las formas presentes son principalmente eurihalinas, características de condiciones de alta salinidad como son los ostrácodos y miliólidos, generalmente, este tipo de ambientes es estresante para la vida de los organismos, solo algunos ostrácodos y ciertas formas de foraminíferos bentónicos son adaptables a tales condiciones.

El ambiente de depósito para esta litofacies, es de plataforma interna muy somera en subambientes de intermarea a submarea somera. De acuerdo a los cinturones estandar de Wilson, esta litofacies presenta características de facies 8.

## LITOFACIES 8 "PACKSTONE-WACKSTONE DE INTRACLASTOS, PELOIDES Y FORAMINIFEROS BENTONICOS"

Dentro de esta litofacies se tienen packstone de intraclastos y bioclastos con variaciones a wackestone-packstone de bioclastos y peloides. El espesor de estos estratos es de 5 cm y hasta de 1 m de color gris oscuro (Fig. 36). Esta litofacies, se presenta en las secciones Ayotzinapa, La Esperanza y Zotoltilán (Figs. 24, 25 y 26 respectivamente).

Las estructuras sedimentarias observadas fueron: bioturbación por galerías, comunes estructuras ojos de pájaro, estructuras geopetales, laminación paralela y grietas de desecación.

Las partículas predominantes son micrita, peloides, intraclastos y bioclastos. La biota que caracteriza a esta litofacies es muy escasa y mal conservada, estando caracterizada por formas como ostrácodos que en ciertos niveles son abundantes, foraminíferos bentónicos, principalmente nezzazatidos, escasos y fragmentados, fragmentos de moluscos y muy escasa *Thaumatoporella parvovesiculifera*. De manera general, los foraminíferos bentónicos más representativos son *Merlingina cretacea*, *Trochospira avnimelechi* y *Biconcaba bentori*.

Debido a la poca variedad específica y a la presencia de organismos curihalinos, las condiciones en que se depositaron estos sedimentos fueron primordialmente de condiciones restringidas con altas salinidades. La presencia de estructuras ojos de pájaro asociadas con grietas de desecación indica que se presentaron períodos de exposición subaérea, característicos de zonas de intermarea-supramarea, esto se apoya también en la cantidad importante de peloides que se presentan.

En vista de lo anterior, estas rocas se depositaron en un ambiente de intermarea a submarea somera y de facies 8 de Wilson.

### LITOFACIES 9 "WACKESTONE-PACKSTONE LIMOSO DE INTRACLASTOS"

Esta litofacies esta representada por una textura wackestone-packstone limoso de intraclastos (Fig. 37). Esta litofacies se identificó en las secciones Ayotzinapa, La Esperanza y Zotoltilán (Figs. 25, 26 y 27). El espesor de los estratos es de 4, 10 y 38 cm, de color amarillento, a gris. Estas rocas se intercalan con estratos arcillosos fisiles y limolitas calcáreas. Las estructuras sedimentarias presentes son: gradación normal, laminación paralela y laminación cruzada. El contenido de partículas es micrita, bioclastos, intraclastos, peloides, arcilla y cuarzo.

Estos sedimentos contienen una biota dominada por ostrácodos, foraminíferos bentónicos aglutinados y rotálidos. Se presentan escasas formas fragmentadas y mal conservadas de equinodermos, espículas de esponja, moluscos (gasterópodos y rudistas) y fragmentos de algas. La microfauna planctónica por foraminíferos planctónicos como *Hedbergella* sp., y *H. delrioensis*. Se presentan además escasos calcisferúlidos (*Pithonella ovalis*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Bonetocardiella conoidea* y *Calcisphaerula innominata*).

Las estructuras sedimentarias como laminación paralela y laminación cruzada son características de ambientes de intermarea superior y supramarea, generalmente las primeras son formadas por mareas y tormentas en tanto que las segundas son producidas por acción de corrientes, cuando la energía cesa, se presenta el medio propicio para la formación de gradación normal.

La biota que caracteriza a esta litofacies es principalmente de carácter curihalino de altas salinidades (ostrácodos). El medio de depósito es de plataforma somera en subambientes de intermarea y submarea de condiciones parcialmente restringidas por la presencia de formas estenohalinas (equinodermos) generalmente acarreados por corrientes de mareas o tormentas.

La presencia de material terrígeno en esta litofacies proviene de zonas de supramarea y zonas continentales, siendo el viento su medio de transporte. Esta litofacies corresponde a una facies 6 y 8 de Wilson. Las muestras que caracterizan las facies 6 de Wilson, se presentan a manera de pequeñas acumulaciones de arenas carbonatadas, sin llegar a constituir grandes barreras de borde de plataforma, pero de alguna manera contribuyeron al establecimiento de las zonas parcialmente restringidas.

## LITOFACIES 10 "PACKSTONE-GRAINSTONE DE INTRACLASTOS Y BIOCLASTOS"

Esta litofacies esta representada por un packstone-grainstone de intraclastos (Fig. 38) y es característica únicamente en la sección Zotoltilán (Fig. 27). El espesor de los estratos es de 15 cm, de color gris claro. Se observan estructuras geopetales en cavidades que han sido disueltas.

Los constituyentes que caracterizan a dicha litofacies son: micrita, bioclastos, intraclastos, pellets, granos envueltos y oolitas.

La biota esta caracterizada por gasterópodos y rudistas. Se presentan además escasas formas de foraminíferos bentónicos (*Moncharmontia apenninica* y algunos miliolidos), fragmentos de algas verdes (*Thaumatoporella parvovesiculifera*), dasicladáceas y fragmentos de codiáceas que en su mayoría se presentan como intraclastos. Entre la fauna acompañante figuran equinodermos, ostrácodos, y calcisferúlidos. Estos últimos bioclastos fragmentados y escasos. Los moluscos se tienen en su mayor parte a manera de granos envueltos.

Los bioclastos que ejemplifican esta litofacies son principalmente de condiciones eurihalinas; sin embargo, la presencia de fragmentos de equinodermos (formas stenohalinas), indica que estos fueron acarreados por corrientes de mareas o tormentas.

La abundancia de intraclastos nos sugiere subambientes de supramarea, intermarea y submarea somera. Sin embargo los intraclastos desgastados y redepositados principalmente durante tormentas nos indican subambientes de intermarea y submarea somera; asimismo, en estas zonas son comunes los granos envueltos.

La textura de estas rocas indican que las condiciones en las que se depositaron fueron de agitación constante, permitiendo la formación de los grainstones. La presencia de algunos rudistas y otros moluscos indica que estos fueron depositados en canales de marea o bancos ocasionados por el oleaje a manera de depósitos de rezago. La presencia de intraclastos ejemplifica condiciones de intermarea-submarea.

El ambiente de depósito para esta litofacies es de plataforma interna en subambientes de intermarea-submarea, de condiciones parcialmente restringidas, debido a la presencia de formas eurihalinas que necesitan condiciones de salinidad cercanas a la marina normal. De acuerdo a Wilson (1975) esta litofacies nos representa una facies 8.

## FORMACION MEXCALA (TURONIANO)

### LITOFACIES 11 "PACKSTONE DE FRAGMENTOS DE EQUINODERMOS Y CALCISFERULIDOS"

Esta litofacies se presenta tanto en el Cenomaniano como en el Turoniano. En el Cenomaniano, esta representado por carbonatos de plataforma interna, mientras que para el Turoniano, estos niveles se tienen alternando con lodolitas, lutitas y limolitas calcáreas en facies de plataforma abierta (Fig. 39). El espesor de los estratos 12, 30, 38 y 55 cm de aspecto nodular y de color de gris claro a negro. Es exclusiva de la sección Zotoltilán (Fig. 27).

Las estructuras sedimentarias presentes son: bioturbación por pistas y galerías, en algunos nódulos se tienen moluscos y equinodermos enteros. Las partículas presentes son micrita, bioclastos, intraclastos y se observa material terrígeno (cuarzo y arcilla). En algunas muestras es común encontrar pirita. En estas muestras se observa un ligero neomorfismo y en algunas porciones dolomitización asociada a presión solución.

Las rocas tienen una biota dominada por abundantes equinodermos del género *Saccocoma* sp., calcisferúlidos, escasos foraminíferos planctónicos y foraminíferos bentónicos mal conservados como *Praerhysalidina* sp.; son comunes los moluscos como gasterópodos y pelecípodos, así mismo se tienen briozoarios, fragmentos de ostrácodos, braquiópodos, espículas de esponja y fragmentos de corales.

Las especies de calcisferúlidos identificados fueron *Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *P. perlonga*, *Risserella rablingae*, *Calcisphaerula innominata*, *Navarrella cordobaensis*, y *Bonetiella* sp. Los foraminíferos planctónicos son *Heterohelix* sp., *Hedbergella* sp., *Hedbergella delrioensis*, *Hedbergella amabilis*, *Hedbergella brittonensis* y escasas formas mal conservadas de *Whiteinella* sp.

Es conveniente mencionar que para el Cenomaniano (muestra UH94-38), se ha considerado como un depósito de tormenta, dentro de una facies 8 de Wilson. Los depósitos de tormentas o tempestitas, ilustran condiciones esporádicas de alta energía, este depósito, se caracteriza porque los bioclastos que se presentan dentro del sedimento, son formas pelágicas de mar abierto, depositados en superficies de plataforma interna, en este material no se observa una orientación preferencial en donde se explique que hayan sido transportados por corrientes de marea u oleaje producido por el viento, sino que el material es fuertemente retrabajado por condiciones de una mayor energía. (Flügel, 1982).

Para las muestras restantes y que corresponden ya al Turoniano, se ha interpretado como pertenecientes a facies 2 de Wilson. Las facies 2 de Wilson (1975) se caracteriza por estar bien oxigenadas, con salinidad marina normal y buena circulación. Estas facies se encuentran debajo del oleaje pero se extiende dentro del área de tormentas, justo debajo de la zona fótica.

La fauna que presenta es típica de condiciones abiertas y de formas estrictamente estenohalinas (corales, braquiópodos, cefalópodos, y equinodermos), lo que sugiere un depósito en una plataforma marina abierta somera. La presencia de material terrígeno sugiere acarreo por el viento de la zona continental, o transportado por corrientes fluviales.

#### LITOFACIES 12 "LODOLITAS, ARCILLITAS Y LIMOLITAS CON CALCISFERULIDOS Y FORAMINIFEROS PLANCTONICOS"

Esta litofacies está representada por arcillitas, arcillitas limosas y limolitas (Fig. 39), el espesor de los estratos varía entre 5 a 25 cm en promedio, el color de estas rocas es gris claro. Estas rocas se tienen intercaladas entre los packstone de calcisferúlidos de la litofacies 11 y los floatstones de moluscos de la litofacies 14. Esta litofacies es característica exclusivamente de la sección Zototitlán (Fig. 27).

Los principales constituyentes en estas rocas son cuarzo, arcilla y bioclastos. En algunas muestras la micrita y el cementante calcáreo son importantes. Las estructuras sedimentarias observadas fueron la bioturbación por galerías y esporádica laminación paralela.

La biota que caracteriza esta litofacies es muy escasa y constituida principalmente por calcisferúlidos (*Pithonella ovalis* y *P. perlonga*), foraminíferos planctónicos (globigerinidos, heterohelicidos), que de manera general se encuentran fragmentados y mal conservados a excepción de los calcisferúlidos que están completos. Se presentan además algunas formas de foraminíferos bentónicos como *Praecrysalidina* sp. y en ciertos niveles se tienen equinodermos y moluscos (rudistas).

En ciertos niveles como en la muestras UH94-61, existen formas de pelecípodos enteros. La fauna que presenta es característica de condiciones marinas abiertas de salinidad marina normal, caracterizado entonces por formas estenohalinas. El medio de depósito de estas rocas es de plataforma abierta profunda.

### LITOFACIES 13 "LIMOLITAS CALCAREO-ARCILLOSAS"

Esta litofacies se presenta hacia el área de La Esperanza. Las rocas de esta litofacies están representadas por limolitas calcáreo-arcillosas (Fig. 40) en estratos de 10 a 40 cm de color gris. Estos se tienen intercalados entre los floatstones y rudstones de moluscos. En ciertos niveles se observa un aspecto nodular dado por el fuerte porcentaje de arcilla y por la bioturbación.

Sus constituyentes principales son cuarzo, micrita, arcilla y bioclastos. La estructura sedimentaria observada fué la bioturbación por galerías.

Hacia estas rocas el contenido de bioclastos es muy pobre, teniéndose porcentajes de sólo un 5%. La biota está caracterizada por formas bentónicas tales como lituólidos, algunos miliólidos, ostrácodos, moluscos y equinodermos. En lo que respecta a las formas planctónicas están representadas por calcisferúlidos y fragmentos de foraminíferos planctónicos. Las formas presentes son principalmente eurihalinas no siendo características de salinidades normales a excepción de los equinodermos, calcisferúlidos y foraminíferos planctónicos que se presentan en condiciones marinas normales.

El fuerte aporte clástico que se presenta al contacto con la Formación Mexcala se debe posiblemente a la formación para este mismo tiempo de un sistema deltaico.

El ambiente de depósito que se ha interpretado para estas rocas es de plataforma marina abierta.

### LITOFACIES 14 "PACKSTONE A FLOATSTONE-RUDSTONE DE MOLUSCOS, EQUINODERMOS Y BOUENIA PYGMAEA"

Esta litofacies se presenta en las secciones Ayotzinapa, La Esperanza y Zotoltilán (Figs. 25, 26 y 27) y es una de las mejor representadas. Cabe mencionar que en la sección Ayotzinapa (Fig. 41), el contenido de cuarzo detrítico se encuentra en un porcentaje más alto con respecto a las otras dos secciones, observándose su disminución casi en la sección Zotoltilán (Fig. 42), de hecho en esta última es altamente carbonatada.

En la sección Zotoltilán, estos estratos se encuentran intercalados con limolitas y lodolitas de la litofacies 13 y los packstone de calcisferúlidos y moluscos de la facies. Los estratos presentan espesores de 40 cm hasta de 1 m de espesor, presenta colores de gris a gris claro, en ciertos niveles se observa un aspecto nodular debido a la presencia de abundante macrofauna



representada por equinodermos completos, corales, ostreidos, pelecípodos y gasterópodos, en ciertos niveles se observa fuerte arcillosidad y la presencia de material detrítico representado por cuarzo. La alta presencia de cuarzo, impidió en gran parte el buen desarrollo de estos crecimientos.

La principal estructura sedimentaria es la bioturbación por galerías, de hecho, el aspecto nodular de estas calizas es precisamente la abundante macrofauna que se encuentra dentro de ellas, así como la presencia de material arcilloso. En estas muestras es común también la pirita.

Los principales constituyentes de esta litofacies son; micrita, bioclastos, arcilla y cuarzo; en la muestra UH94-82, se encontró un porcentaje importante de oolitas rellenas de colofano.

La biota esta representada por abundantes microfósiles tales como calcisferúlidos, algas udoteáceas representadas por *Bouenia pygmaea*, foraminíferos bentónicos caracterizados por la especie *Praechrysalidina* sp. y muy escasos rotálidos, abundantes crinoideos, fragmentos de ostrácodos, braquiópodos generalmente fragmentados y escasos fragmentos de foraminíferos planctónicos.

Se tienen de manera abundante fragmentos de moluscos caracterizados por rudistas y pelecípodos, se observaron también aptichus de amonitas. Los equinodermos están representados por abundantes placas de crinoideos.

Las especies de calcisferúlidos son *Calcisphaerula innominata*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *Navarella castroi*, *Riserella rablingae*, en tanto que las especies de foraminíferos planctónicos son *Hedbergella delrioensis*, *Whiteinella* sp., *Dicarinella* sp., *Heterohelix* sp. y *H. pulcra*. Los foraminíferos bentónicos son escasos, dentro de estos se tienen nezzazátidos (*Nezzazatinella picardi*), textuláridos (*Praechrysalidina infracretacea*), miliólidos y rotálidos muy escasos. En lo que respecta a la microflora, se caracteriza por especies como *Bouenia pygmaea* y *Permocalculus* cf. *irenae*.

En lo referente a las secciones La Esperanza y Ayotzinapa, esta litofacies está caracterizada por floatstone y rudstone de moluscos, *Bouenia pygmaea* y fragmentos de corales. Estos estratos se encuentran intercalados entre limolitas, areniscas y lodolitas. El espesor de los estratos es de 40 hasta 70 cm, el color es de gris claro, en ciertos niveles se observa un aspecto nodular dado por las galerías y la arcillosidad, asimismo se tiene la presencia de pirita.

La macrofauna esta representada por pelecípodos, gasterópodos y algunos fragmentos de corales ramosos. El material terrígeno representado por cuarzo detrítico, se tiene en porcentajes de 3 a 10% hacia La Esperanza, mientras que hacia el área de Ayotzinapa en porcentajes de 20 a 30 %.

Las partículas predominantes son: micrita, bioclastos, intraclastos, granos envueltos, cuarzo detrítico y arcilla.

La biota caracterizada tanto por microfauna como por microflora. La microfauna principalmente por fragmentos de moluscos como gasterópodos, pelecípodos, rudistas, crinoideos, fragmentos de corales, briozoarios, espículas de esponja (*Pienina oblonga*), foraminíferos bentónicos como rotálidos, algunos miliólidos y textuláridos (*Praechrysalidina* sp.). La microfauna pelágica esta constituida por calcisferúlidos (*Phitonella ovalis*, *P. perlonga*, *Navarella* sp. y *Stomiosphaera sphaerica*) generalmente completos, mientras que los foraminíferos planctónicos están

representados por *Heterohelix* sp., *Hedbergella amabilis*, *Hedbergella* cf. *brittonensis*, *Whiteinella* sp. y *Helvetoglobotruncana* sp. y otros foraminíferos de cámaras quilladas indeterminables.

En lo que respecta a la microflore se tienen algas verdes y algas rojas. Las algas verdes representadas por udoteáceas (*Boueina pygmaea*) y algas gymnocodiáceas (*Permocalculus irenae*), las algas rojas principalmente coralinas de la especie *Marinella lugeoni* y *Lithophyllum* sp.

Como puede observarse en las figuras 41 y 42, esta litofacies se presenta más carbonatada hacia el área de Zotoltilán y con una mayor influencia terrígena hacia las otras dos secciones. Este aporte detrítico quizá se deba a la presencia de sistemas fluviales, estando la fuente de aporte más marcado hacia La Esperanza y Ayotzinapa. Hacia Zotoltilán, en la muestra UH94-82, se presenta cierta influencia terrígena.

El ambiente de depósito para esta litofacies es de una plataforma abierta de salinidad marina normal, caracterizada por formas estenohalinas. Las porciones más carbonatadas de acuerdo a Wilson (1985), esta representada por una facies 2.

#### LITOFACIES 15 "ARCILLITA LIMOSA CALCAREA Y LIMOLITA ARCILLOSA CON FORAMINIFEROS PLANCTONICOS Y CALCISFERULIDOS"

Esta litofacies se encuentra únicamente en la cima de la Sección Zotoltilán (Fig. 43). En la fig. 27, se observa su distribución. Las rocas de esta litofacies presentan espesores de 10 y 15 cm hasta de 1 m, con coloraciones de crema pardo.

Se presentan laminaciones paralelas, con fragmentos de madera, posiblemente, arrastrados por corrientes fluviales hacia mar adentro.

La biota que caracteriza a esta litofacies son principalmente foraminíferos planctónicos y calcisferulidos, así como escasos fragmentos de moluscos y equinodermos.

Las especies predominantes de foraminíferos planctónicos fueron, Heterohelicidos, (*Heterohelix* sp. y *H.* cf. *moremani*); globigerinidos (*Globigerinelloides* sp.); hedbergélicos (*Hedbergella* sp. *H.* cf. *delrioensis*); whiteinidos (*Whiteinella* sp, *W.* *archaeoretacea*, *W.* cf. *gigantea*) y foraminíferos incipientemente quillados (*Dicarinella* sp. y *Marginotruncana* sp.).

El ambiente de depósito de estas rocas fué de un ambiente pelágico, según Jarvis *et al* (1988), las formas incipientemente quilladas como *Praeglobotruncana* y *Dicarinellas* vivieron en aguas intermedias y los taxos quillados como *Marginotruncanas* estuvieron restringidos a áreas de aguas profundas, es decir a mayor a 100 m. El hecho de que los foraminíferos estén mal conservados y se presentan formas incipientemente quillados implica que las condiciones ambientales no fueron propicias para su desarrollo. Esto es explicado ampliamente en el capítulo siguiente.

## LITOFACIES 16 "BAFFLESTONE Y BOUNDSTONE DE CORALES Y RUDISTAS DE PARCIAL A FUERTEMENTE ARENOSOS"

Esta litofacies está representada en las secciones Ayotzinapa y La Esperanza (Figs. 25 y 26). El espesor de los estratos son de 1 a 1.30 m, de color gris claro. En algunos se tiene la presencia de arcilla. Estos estratos se tienen intercalados entre limolitas y lodolitas.

Hacia el área de La Esperanza, la macrofauna está representada primordialmente por rudistas y abundantes corales ramosos y cerebroides; mientras que hacia el área de Ayotzinapa (Fig. 44), se presenta un predominio de corales, tanto ramosos como cerebroides con rudistas y pelecipodos de manera subordinada. Los principales componentes de la roca son micrita, bioclastos y cuarzo.

La biota característica de esta litofacies son: algas coralinas, foraminíferos bentónicos, equinodermos, calcisferúlidos y escasas formas de foraminíferos planctónicos. Todos estos se presentan de manera escasa y fragmentada, a excepción de los calcisferúlidos que se presentan completos.

Las especies de calcisferúlidos son: *Pithonella ovalis*, *P. perlonga*, *Stomiosphaera sphaerica*, y *Calcisphaerula innominata*. Entre los foraminíferos bentónicos se tienen textuláridos (*Praechrysalidina* sp.) y miliólidos muy mal conservados. De los foraminíferos planctónicos son sólo fragmentos mal conservados. La microflora está caracterizada por algas coralinas (*Lithophylum* sp. y *Marinella lugeoni*).

La biota que conforma a esta litofacies está compuesta por especies stenohalinas de salinidad marina normal, en condiciones someras. Estos organismos, son comunes en plataformas internas de baja energía, generalmente los hipuritidos (ver figura 11), son llamados elevadores en donde la forma de la concha está íntimamente asociada a la naturaleza del sustrato y son típicas de sedimentos lodosos (Skelton & Gilli 1991 en Ross y Skelton, 1993).

Estos crecimientos orgánicos dependen de factores ecológicos como la energía del agua y de la productividad orgánica. Se presentan como pequeños biostromas y de acuerdo a lo anterior, son comunes en plataformas internas y medias. Asociando esta litofacies a las facies standard de Wilson estaríamos en una facies 5. Hacia el área de estudio, estos crecimientos están poco desarrollados debido al importante aporte clástico. Posiblemente el gran aporte clástico está dado por sistemas deltaicos.

## LITOFACIES 17 "CALCLITITA ARCILLOSA DE GRANO FINO"

Esta litofacies está representada por calcilitas de grano fino (Fig. 45). Los espesores que le caracterizan son de 10, 25 cm, de color gris obscuro a negro, en algunos estratos, se presenta un aspecto nodular. Esta litofacies se tiene presente en las secciones Ayotzinapa, La Esperanza y Zotoltilán (Figs. 25, 26 y 27). Estos estratos se tienen intercalados entre limolitas, lodolitas y los crecimientos orgánicos de corales, rudistas y algas udotáceas.

Las estructuras sedimentarias presentes en algunos niveles son laminación paralela, laminación cruzada y bioturbación por pistas y galerías.

Los constituyentes principales son cuarzo, arcilla, bioclastos y fragmentos de roca.

La biota que predomina es muy escasa y mal conservada teniéndose en porcentajes de un 5 a 7%. Dentro de esta figuran fragmentos de ostrácodos y moluscos, calcisferúlidos y cámaras de foraminíferos planctónicos como heterohelicidos y escasas formas de foraminíferos bentónicos representados por *Praeacrysalidina* sp. Los calcisferúlidos por *Pithonella ovalis*, *P. perlonga*, *Microconus* sp y *Stomiosphaera sphaerica*.

La biota que caracteriza a esta litofacies esta representada por formas de salinidad marina normal y de condiciones abiertas. Las laminaciones representan la acción de corrientes, posiblemente de sistemas fluviales. El medio de depósito para esta litofacies es de una plataforma abierta.

### **LITOFACIES 18 "FILARENITAS, FILARENITA ARCILLOSA Y WACKA LITICA"**

Esta litofacies se tienen en las secciones Ayotzinapa y La Esperanza (Figs. 25 y 26). Está constituida por filarenitas, filarenitas arcillosas y wacka litica (Fig. 46). Las rocas que la caracterizan presentan espesores de 15 a 40 cm. La presente litofacies, está interstratificada con los rudstone y bafflestone de corales y moluscos de la litofacies 16 y con las calcilitas .

Los constituyentes principales son: cuarzo, arcilla y fragmentos de roca metamórfica y calcárea predominando las primeras. Los bioclastos que se presentan son escasos y mal conservados teniéndose sólo un porcentaje del 2%.

Dentro de los bioclastos predominan fragmentos de corales, fragmentos de moluscos, fragmentos de equinodermos, ostrácodos, braquiópodos, calcisferúlidos, foraminíferos bentónicos y fragmentos de foraminíferos planctónicos y algas coralinas.

Al igual que la litofacies anterior, las estructuras que se presentan son generadas por corrientes fluviales. La fauna que presenta es muy escasa debido principalmente a variaciones de salinidad por parte de corrientes fluviales, además de que el aporte clástico hace imposible la proliferación de vida. Sin embargo se presentan bioclastos de salinidad marina normal como es el caso de equinodermos, corales y braquiópodos, lo que sugiere que esta litofacies se depositó en un ambiente de plataforma abierta, por la presencia de formas pelágicas como calcisferúlidos y foraminíferos planctónicos.

### **LITOFACIES 19 "LIMOLITAS CALCAREAS Y CALCLITITAS DE GRANO FINO"**

Esta litofacies es exclusiva de la base de la sección Hueyitalpan (Fig. 28). Está representada por limolitas calcáreas y calcilitas de grano fino (Fig. 47). Las rocas de dicha litofacies, presentan espesores de 10 a 25 cm de color gris claro. Se tienen intercaladas entre lodolitas y areniscas de grano fino.

Las principales estructuras sedimentarias encontradas son laminaciones paralelas, laminación cruzada, estructuras de carga, bioturbación por galerías, algunos estratos se acuñan lateralmente formando estructuras de canal. En todos estos estratos se tiene abundantes fragmentos de madera, que en ciertos niveles las laminaciones están dadas por las acumulaciones de estos fragmentos.

Los constituyentes están representados por cuarzo, arcilla, fragmentos de roca, cementante y bioclastos.

La biota es muy escasa y mal conservada y está caracterizada primordialmente por fragmentos de ostrácodos, equinodermos y formas pelágicas como fragmentos escasos y mal conservados de foraminíferos planctónicos y calcisferúlidos; asimismo, se tiene la presencia de textuláridos.

Con base en los componentes y a las estructuras sedimentarias presentes, se infiere que el ambiente en el que se depositaron estas rocas fue en un ambiente de baja energía, relativamente somero por la presencia de formas bentónicas y con conexión abierta por las formas planctónicas que se presentan. Asimismo, la presencia de madera que es común a lo largo de toda la sección, indica condiciones que estos pudieron ser transportadas por corrientes fluviales.

De acuerdo a lo anterior se sugiere que estas rocas se depositaron en un sistema deltaico, en facies de prodelta. Generalmente esta zona, es la región donde los sedimentos acarreados por distributarios son depositados y es donde se presenta la fracción más fina principalmente limos y arcillas. Estos sedimentos forman una zona de transición entre el sistema deltaico y los sedimentos finos de la plataforma.

### **LITOFACIES 20 "CALCLITITAS FINAS A MEDIAS"**

Esta litofacies es exclusiva de la sección Hueyitlalpán (Fig. 28). Esta representada por calclititas finas y muy finas (Fig. 48) de color gris y gris oscuro. El espesor de los estratos es de 10 a 30 cm.

Las estructuras sedimentarias observadas fueron bioturbación por galerías y en algunos estratos se observan pistas, estructuras de carga y laminaciones paralelas. En ciertas laminaciones, es común observar fragmentos de madera; asimismo, se presenta laminación cruzada festoneada y pequeños canales, así como marcas de corriente en la base de los estratos.

Los constituyentes principales de esta litofacies son cuarzo, cemento, arcilla, feldespatos y fragmentos de roca (metamórfica y sedimentaria).

Los organismos que se presentan son equinodermos, moluscos, textuláridos y calcisferúlidos, generalmente estos se presentan de manera escasa y fragmentada en porcentaje de apenas un 2%.

La fauna que se presenta en esta litofacies es principalmente de formas stenohalinas y de condiciones marinas abiertas, a excepción de los foraminíferos bentónicos y los moluscos. La presencia tan escasa de estos bioclastos, se debe precisamente al aporte de material detrítico, proveniente de zonas continentales y transportado por corrientes fluviales.

De acuerdo a lo anterior se sugiere que el ambiente de depósito para estas rocas son de un ambiente deltaico, posiblemente de barras de desembocadura del frente deltaico. Esta litofacies se tiene intercalada entre la litofacies 19 del prodelta.

### **LITOFACIES 21 " CALCLITITAS DE GRANO GRUESO A MEDIO"**

Esta litofacies esta representada por calclititas de grano grueso a medio (Fig. 49), de color gris claro a verde, el espesor de los estratos es de 5 hasta 80 cm. Es exclusiva de la sección Hueyitlalpan (Fig. 28).

En algunos estratos, se observa bioturbación por galerías y en ciertos niveles se presenta laminación paralela, cruzada tabular y festoneada. Asimismo, en la cima de algunos estratos se presentan rizaduras y estructuras de canal.

Los constituyentes principales son: cuarzo, feldespatos, fragmentos de roca (metamórficas y sedimentarias, predominando las primeras), arcilla, bioclastos y cementante.

Los bioclastos están muy mal conservados y son raros con un promedio del 2%, están caracterizados por formas como fragmentos de equinodermos, moluscos, ostrácodos, foraminíferos bentónicos (textuláridos) y calcisferúlidos (*Pithonella ovalis* y *Calcisphaerula innominata*).

Las estructuras sedimentarias presentes indican una mayor energía provocada por corrientes o el oleaje; los fragmentos de madera indican que fueron acarreados de la zona continental por medio de corrientes fluviales.

La ausencia en estas rocas de biota indica que las condiciones no eran propicias para su desarrollo debido a fluctuaciones de salinidad. De acuerdo a lo anterior se tiene que las rocas de esta litofacies se depositaron en un sistema deltaico, del frente deltaico posiblemente de barras distales.

#### LITOFACIES 22 "FILARENITA Y CALCLITITAS GRUESAS A CONGLOMERATICAS"

Esta litofacies se presenta en las secciones Ayotzinapa, La Esperanza y Hueyitalpan (Figs. 25, 26 y 28), está constituida por diversas texturas de grano grueso a muy grueso (Fig. 50).

En La Esperanza y Ayotzinapa, se presenta hacia la cima de las secciones, siendo sus constituyentes principales el cuarzo, los fragmentos de roca metamórfica. En ciertas porciones se observa la presencia de arcilla y bioclastos. Estas rocas se observan en espesores de 10 a 60 cm. Le sobreyacen conglomerados de cuarzo lechoso que representan la litofacies 23.

Hacia el área de Hueyitalpan, los fragmentos de cuarzo lechoso, se presentan bien redondeados y son del tamaño de las guijas. El espesor de los estratos va de 50 cm hasta más de 3 m, con coloraciones gris claro a verdoso. Los fragmentos de roca metamórfica por los cuales están compuestos, son de cuarzo policristalino, se presentan también fragmentos de pedernal y fragmentos de caliza.

Las estructuras sedimentarias observadas son: bioturbación por galerías y pistas (siendo éstas últimas más frecuentes en Hueyitalpan), laminación cruzada tabular, laminación cruzada festoneada y laminación paralela; además hacia la porción de Hueyitalpan, se tienen rizaduras simétricas con crestas ondulantes.

En estos sedimentos es muy frecuente encontrar fragmentos de madera, lo que indica acarreo de la parte continental por corrientes fluviales hacia mar adentro. El redondeamiento de las partículas indica que éstas sufrieron transporte.

Los bioclastos representantes son muy escasos y fragmentados encontrándose primordialmente formas bentónicas principalmente moluscos, equinodermos y ostrácodos mientras que hacia el

área de La Esperanza, se tiene además la presencia de raras formas planctónicas muy mal conservadas de foraminíferos planctónicos y calciferúlidos. Su escasa presencia se debe probablemente al gran aporte continental que impidió la proliferación de estos organismos, a las condiciones variables en la salinidad y las condiciones fuertes de energía, provocadas por las corrientes fluviales y el oleaje.

El ambiente sedimentario de esta litofacies se interpretó como perteneciente a un sistema deltaico de grano grueso. Las facies de este sistema de acuerdo a la granulometría que presenta están caracterizados por parte del frente deltaico y a la planicie deltaica externa( posiblemente canales distributarios y bahías interdistributarias). Cabe señalar que de acuerdo al tipo de delta, se tienen variaciones de las facies establecidas que caracterizarían un delta normal. En los deltas de grano grueso, los canales son muy bien desarrollados y son los que mejor se preservan en el registro geológico, en tanto que las planicies de inundación y las bahías interdistributarias son pobremente desarrolladas y su granulometría es del tamaño de las arenas.

### LITOFACIES 23 "CONGLOMERADO OLIGOMICTICO Y POLIMICTICO"

Estas litofacies se presenta en la cima de las secciones La Esperanza y Ayotzinapa (Figs. 25 y 26), en la sección Hueyitalpan, constituye la cima de la secuencia y la parte superior que se hace gruesa hacia la cima. Esta litofacies está constituida por conglomerados de cuarzo lechoso (Fig. 51), presentan espesores de 50, 90 cm y hasta 2 m.. En la sección Hueyitalpan, las guijas y guijarros presentan diámetros de hasta 10 cm, mientras que en la sección La Esperanza las guijas son de 3 cm de diámetro.

Estos conglomerados, en las 3 secciones en las que se observaron, es común encontrar una gradación en los estratos, de areniscas gruesas a medias en la base, para pasar a areniscas conglomeráticas y conglomerados en la cima.

El conglomerado polimictico presenta fragmentos de roca metamórfica, así como fragmentos de arenisca y carbonatos que están incluidos en una matriz constituida de filarenita gruesa a muy gruesa. En tanto que el conglomerado oligomictico presenta primordialmente cuarzo policristalino.

Las estructuras sedimentarias presentes son: laminación cruzada tabular, laminación cruzada festoneada, bioturbación por galerías, gradación normal y estructuras de canal formando acuñaamiento lateral. En ciertas porciones, la bioturbación le da un aspecto nodular a los estratos. En estos sedimentos es notable la presencia de fragmentos de madera, acarreados de zonas continentales, posiblemente por corrientes fluviales.

La biota que caracteriza a esta litofacies es muy escasa y mal conservada, principalmente representada por foraminíferos bentónicos, moluscos, ostrácodos y equinodermos.

De acuerdo a la granulometría, a las estructuras sedimentarias, se infiere que estas rocas se formaron en un ambiente deltaico, dominado por corrientes fluviales de gran energía estando representada la planicie deltaica posiblemente corresponda a canales distributarios.

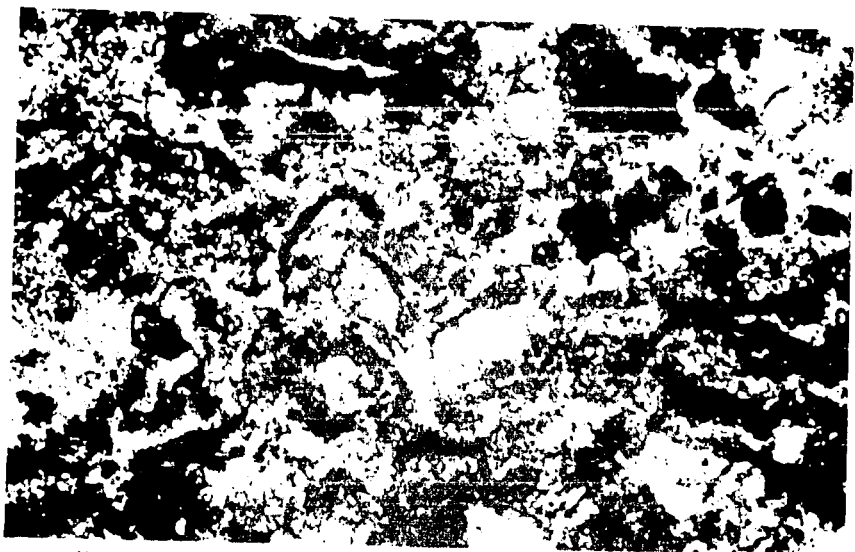


*Fig. 29. Litotachys 2. parvissima de Litotachys homonidis. UH 41-78, 40X*

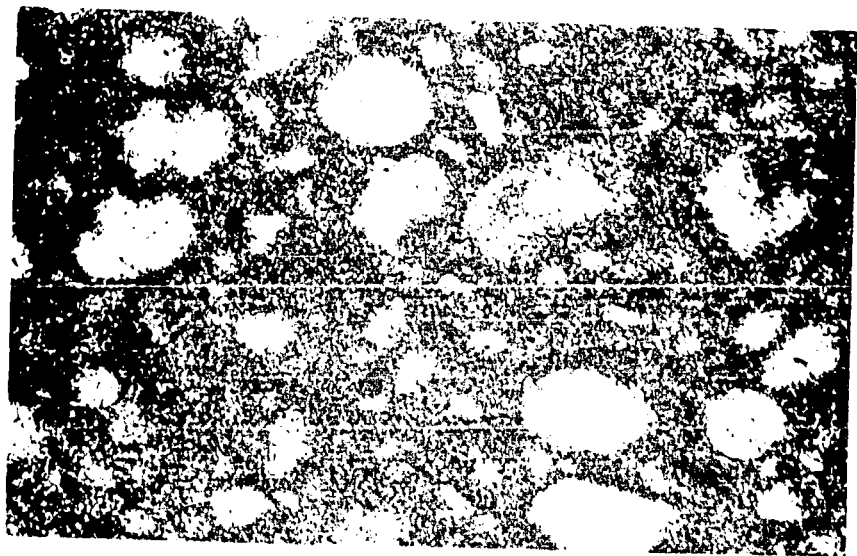


*Fig. 30. Litotachys 2. parvissima de poloides, multilobatus y ostracoides. NA 44-30, 40X*



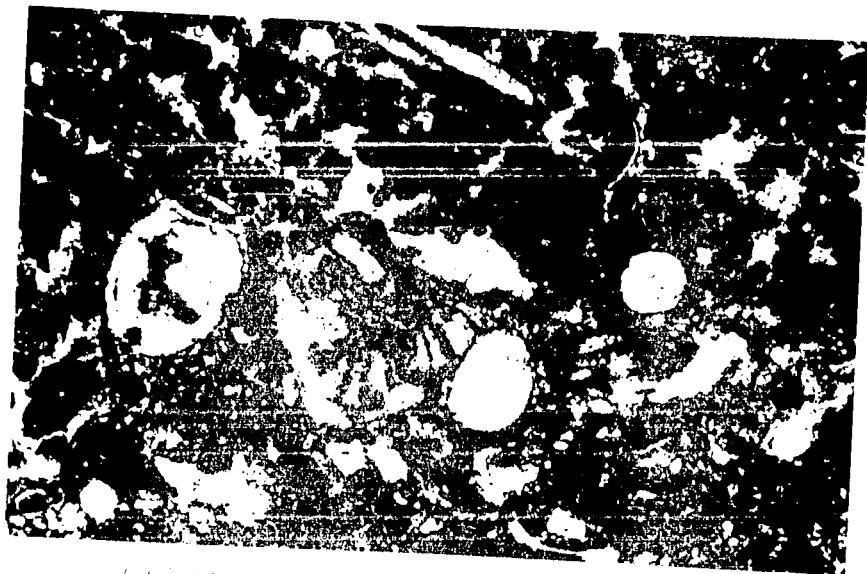


*Fig. 31 Litoria 3. pinastone di carpeta di algas y charoitas. NA44 74. 40X*

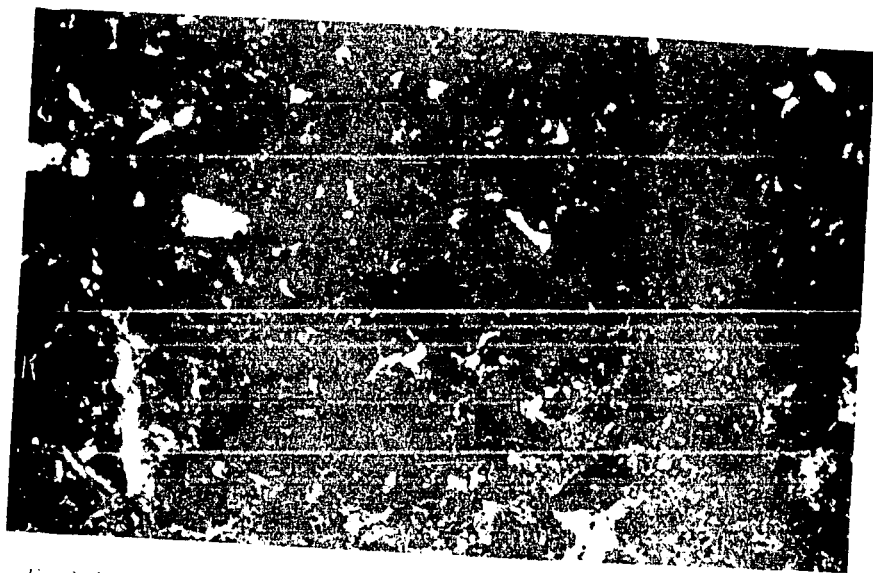


*Fig. 32 Litoria 4. Wadeston lamoso dolomitizado. UH44 02. 40X*

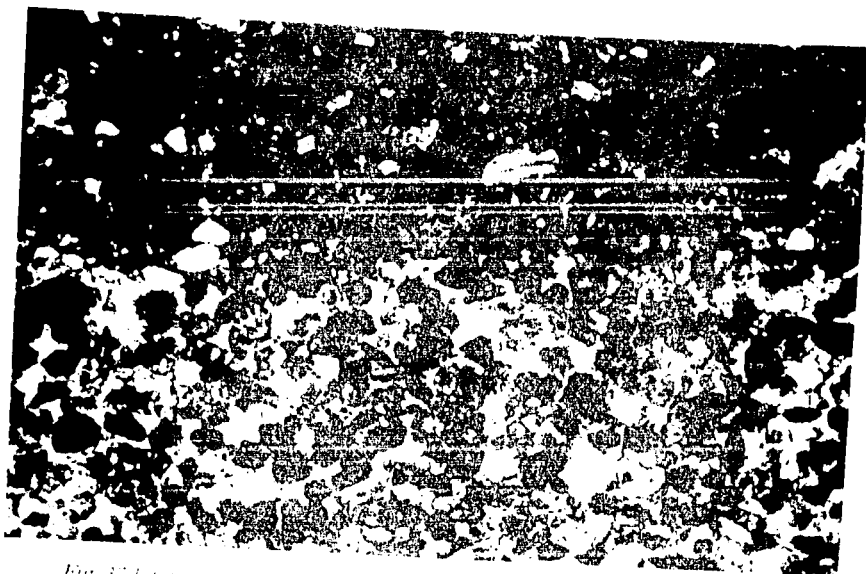




*Fig. 35. Litolobus sp. (left) and Litolobus sp. (right).*



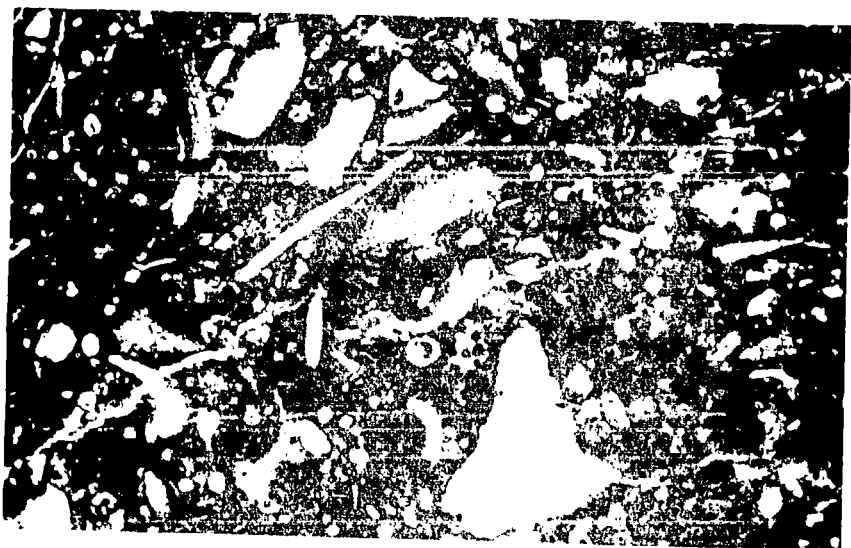
*Fig. 36. Litolobus sp. (left) and Litolobus sp. (right).*



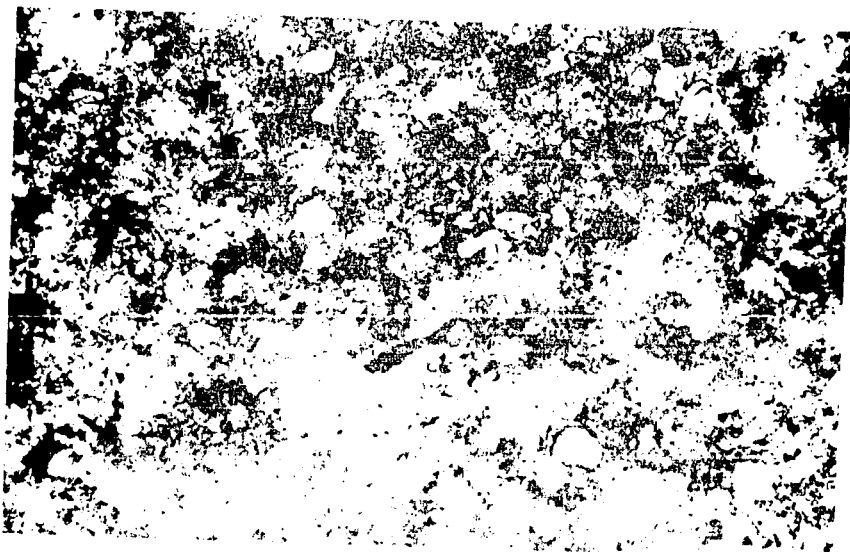
*Fig. 37. Lamellar structure of the surface of the film of  $PE_{100}^{100}$ .*



*Fig. 38. Lamellar structure of the surface of the film of  $PE_{100}^{100}$ .*



*Fig. 39. Larva of *Luonocies 12. arcillita* (with *Calaisioides* and *Tomopteris*) UH94 68, 100X.*



*Fig. 40. Larva of *Luonocies 12. arcillita* with *Calaisioides* and *Tomopteris* benthonic UH94 68, 100X.*

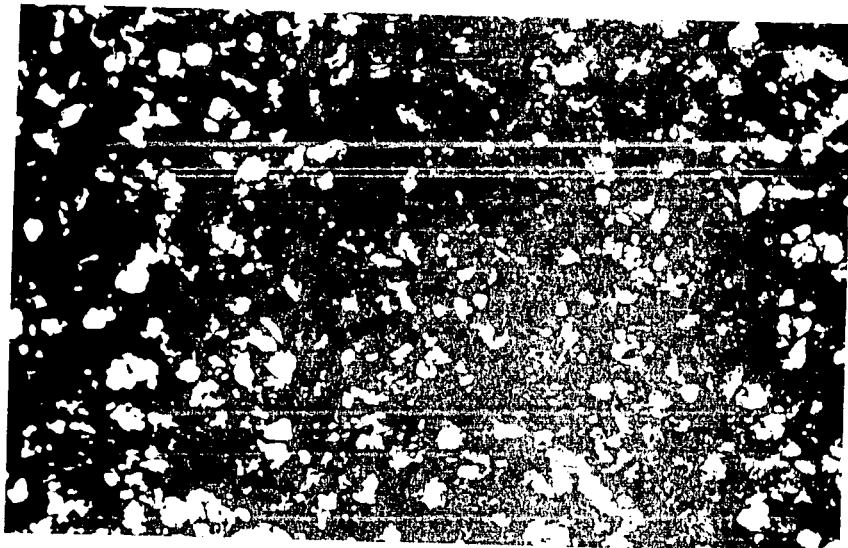


Fig. 3. The surface of the specimen of metal N 1 at 2500°C.

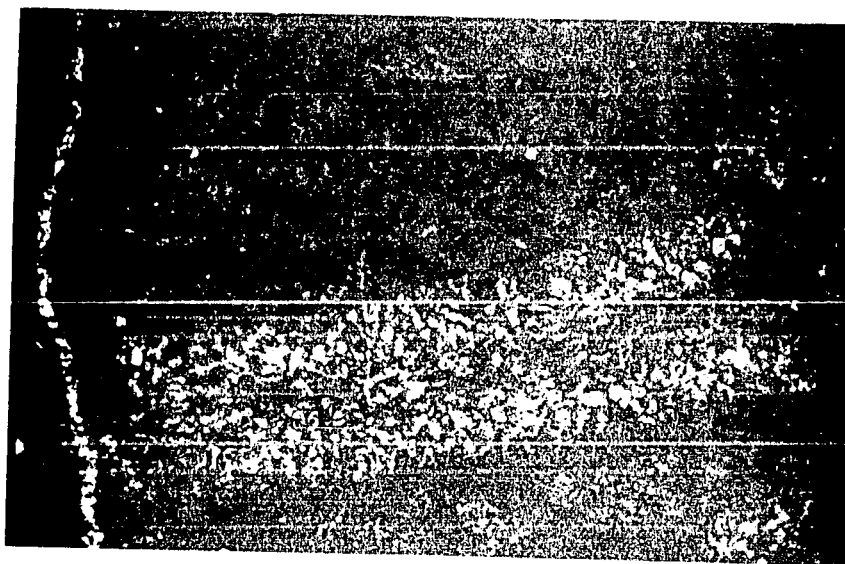
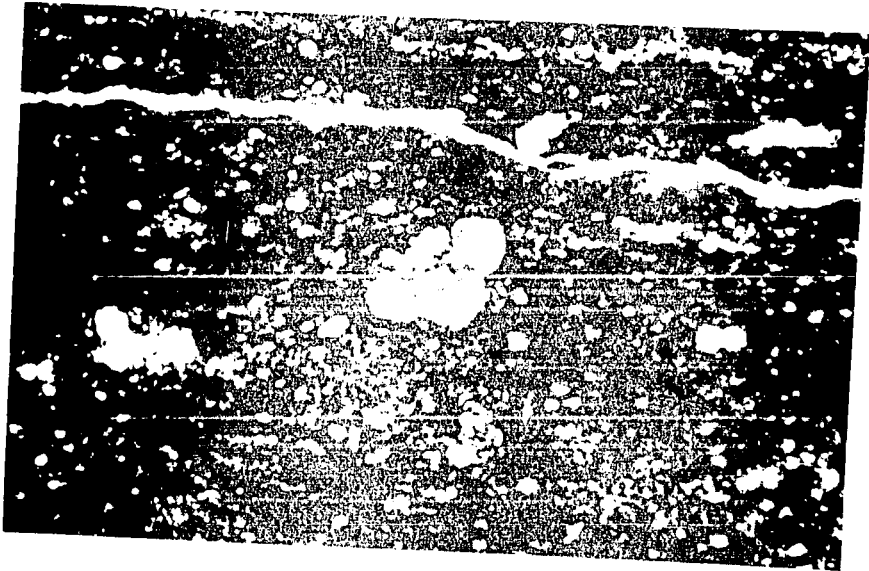


Fig. 4. The surface of the specimen of metal N 1 at 2500°C.



*Fig 43 - Intotancies de L. (1) en muestra de suelo de campo. Se observa el alto contenido de materia orgánica en la foto*



*Fig 44 Intotancies de L. (1) en muestra de suelo de campo. (100X)*



Fig. 3. *Structure of the surface of the film.*

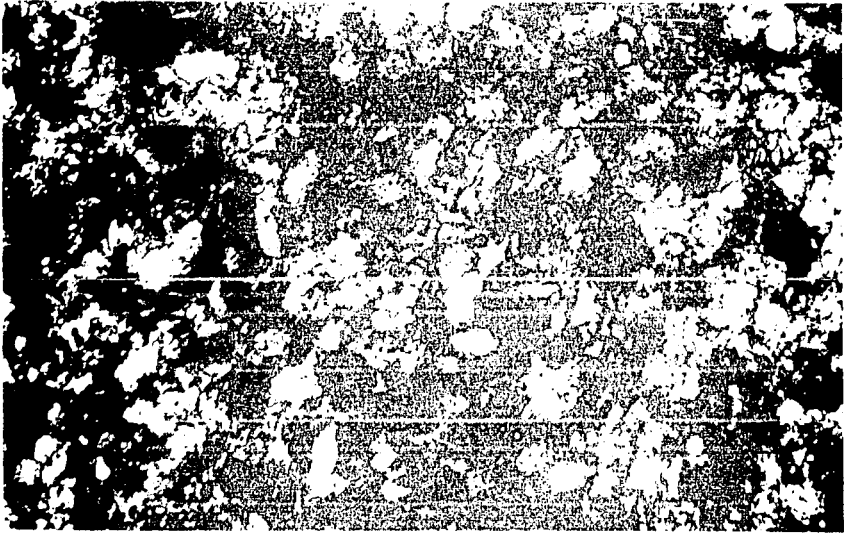
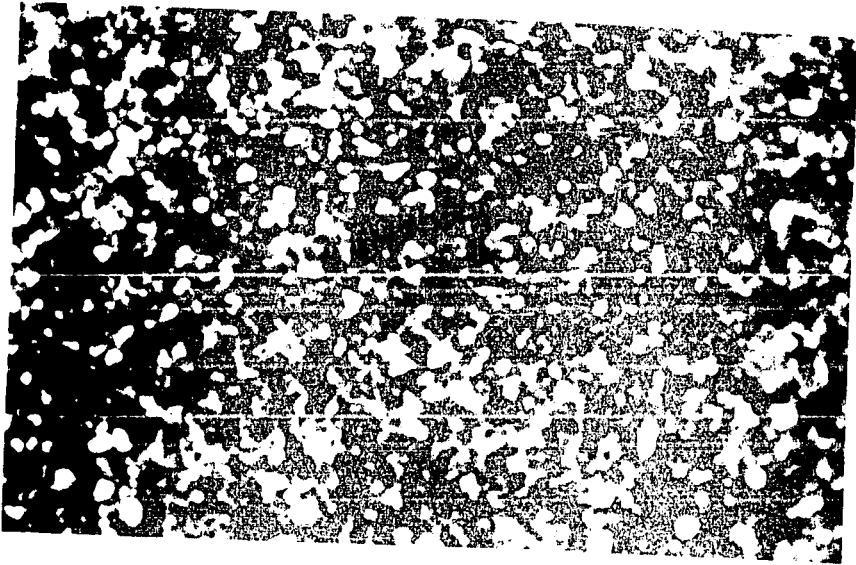
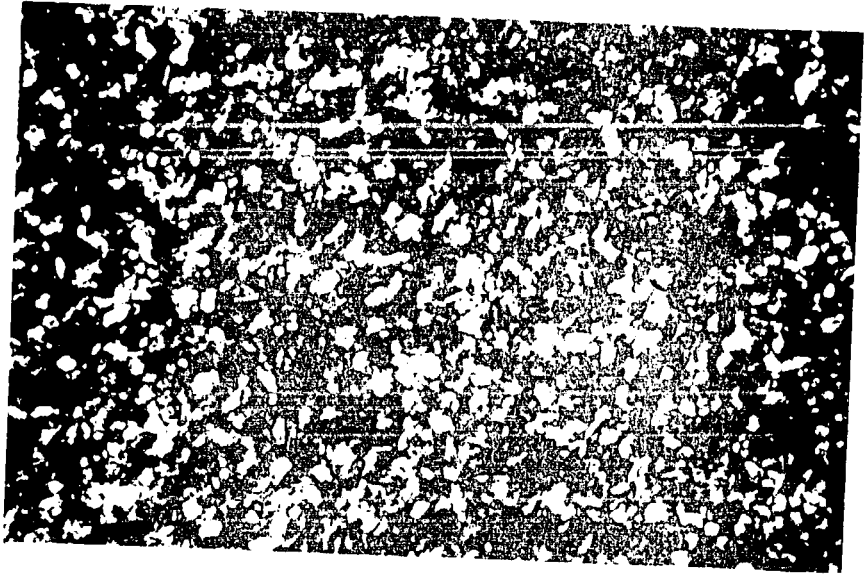
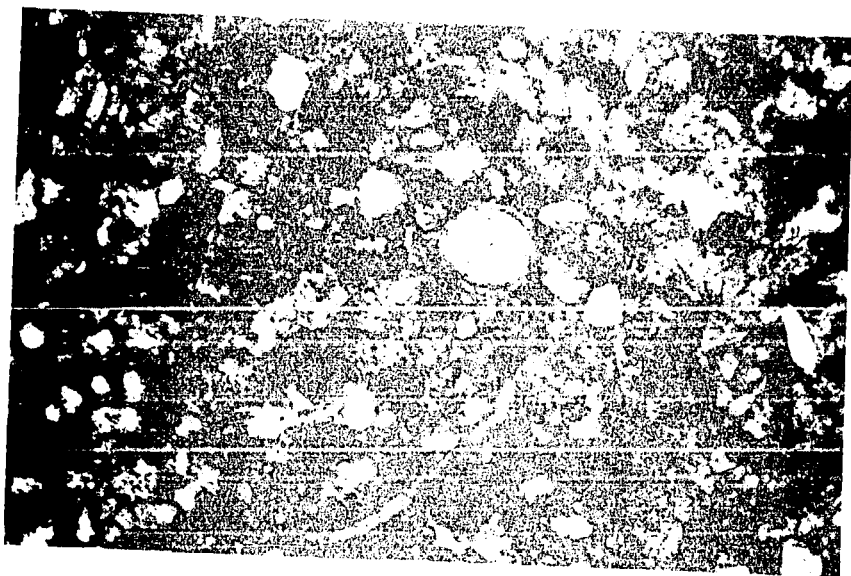
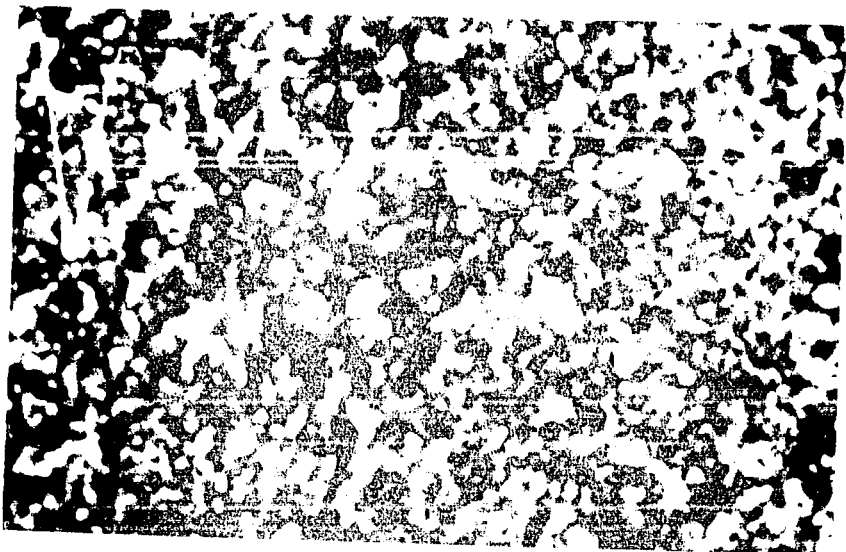
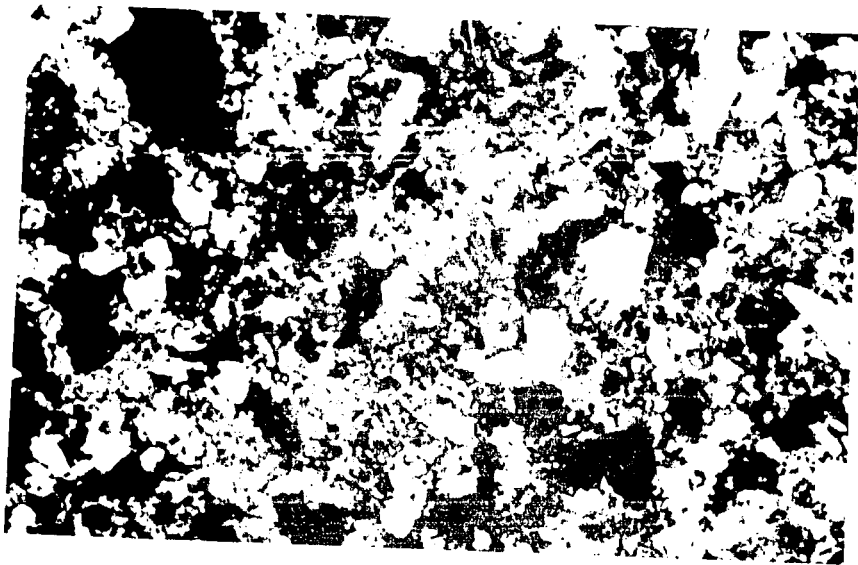


Fig. 4. *Structure of the surface of the film (1000X).*









*Fig. 51. Limestone of *Strophomena* (Murch.) (Murch.)*



*Fig. 52. Limestone of *Strophomena* (Murch.) (Murch.)*

## V.B. PALEOECOLOGIA

La reconstrucción paleoambiental depende de un marco estratigráfico bien establecido, de una buena taxonomía y de un contexto ecológico entendible. El marco estratigráfico provee interrelaciones temporales y espaciales para la comparación de los fósiles dentro de la historia geológica. El objetivo primordial de la ecología consiste en entender cómo la morfología y la fisiología de los organismos, presenta patrones de adaptación a las condiciones de vida, cómo ellos pueden interactuar con otros y los caminos por los cuales pueden modificar su forma de vida para adaptarse al ambiente. (Dodd y Stanton, 1981).

De tal manera, la paleoecología tiene por objeto el analizar las relaciones entre los organismos y su ambiente biótico y abiótico, la reconstrucción de su medio de vida y su distribución dentro del espacio y del tiempo (Souquet, 1989).

Para establecimiento de la distribución paleoecológica de los principales grupos de microfósiles es necesario conocer parámetros ambientales tales como salinidad, naturaleza del fondo, batimetría, condiciones de hidrodinamismo, así como el dominio fótico y afótico, ya todos estos elementos nos marcarán asociaciones faunísticas reconocibles (Reeckmann y Friedman, 1982; Gargouri, 1988; Johnson y Baldwin, 1988).

Para la realización del estudio paleoecológico, se utilizaron "ecozonas", es decir, zonas que corresponden a conjuntos de nichos materializados en un medio de vida heterogéneo caracterizados por una asociación orgánica fosilífera sobre un lugar (Souquet, *op. cit.*).

En este trabajo se estudiaron rocas carbonatadas de la Formación Morelos del Cenomaniano Medio-Tardío y rocas clástico-carbonatadas de la Formación Mexcala. De tal manera tenemos que para el Cenomaniano, las facies están representadas en un ambiente de plataforma interna muy somera. En lo que respecta al Turoniano, los ambientes que se presentan son principalmente de plataforma abierta somera, plataforma abierta profunda y pelágicos hacia el área de Zotoltilán; mientras que hacia La Esperanza y Ayotzinapa se tienen ambientes de plataforma interna, plataforma abierta y facies deltaicas hacia la cima. Para el área de Hueytlalpan, que posiblemente corresponda al pos Turoniano (Coniaciano-Santoniano), las facies que se presentan son exclusivamente deltaicas.

### V.B.I. RELACIONES PALEOECOLOGICAS DEL AREA ESTUDIADA.

En este estudio se caracterizaron primeramente las asociaciones de microfósiles junto con el sedimento presente, ligados a factores físicos y químicos, para después definir el medio de depósito y el lugar físico de ese medio.

Se definieron las características de la plataforma interna para el Cenomaniano Medio-Tardío. Para el Turoniano, se definieron ambientes de plataforma abierta somera, plataforma abierta profunda, el ambiente pelágico y el ambiente deltaico.

En las secciones Ayotzinapa, La Esperanza y Zotoltilán, el Cenomaniano Medio-Tardío, está caracterizado por abundantes formas de foraminíferos bentónicos representados por miliólidos, hauerinidos, alveolinidos, peneróplidos, diciclinidos, lituólidos, soritidos, nezzazátidos, ataxofrágmidos, textuláridos, rotálidos y discórbidos. Dentro de las formas de foraminíferos planctónicos se presentan: hedbergélicos, heterohelicidos, rotalipóridos y preglobotruncánidos,

siendo estos últimos cuatro grupos muy escasos y mal conservados. Se presentan también algunas formas de calcisferúlidos muy escasos.

Se tienen además, de manera muy escasa, espículas de esponja, moluscos, equinodermos, ostrácodos (este último grupo en ciertos niveles es muy abundante y nos indica condiciones de alta salinidad); así como la presencia de escleritos de esponja representados por *Pieninia oblonga*. La microflora está caracterizada por algas calcáreas (dasicladáceas y otras algas verdes como *Thaumatoporella parvovesiculifera*); es común también la presencia de algas azul-verdes (cianobacterias).

De manera general, para el Cenomaniano se tiene que en el área de estudio la fracción detrítica, las algas charofitas y las algas azul-verdes (cianobacterias) son más frecuentes hacia la porción de suporamarea-intermarea, aunque también se pueden presentar de manera muy escasa en la zona de intermarea; junto con las algas charofitas y las algas azul-verdes (cianobacterias) se presentan también escasos ostrácodos.

Hacia la zona de intermarea, se observa un marcado predominio de ostrácodos, de manera más escasa se presentan los miliólidos, orbitolinidos, rotálidos, grandes bivalvos y gasterópodos, algas dasicladáceas y algas azul-verdes (cianobacterias).

Hacia la porción de submarea, se tienen de manera abundante a los miliólidos, los rotálidos y las algas dasicladáceas, mientras que los ostrácodos, otras algas verdes como *Thaumatoporella parvovesiculifera*, fragmentos de moluscos (rudistas), equinodermos y foraminíferos planctónicos son muy escasos. Dentro de este ambiente se presentan los depósitos lagunares, siendo importantes para ellos los parámetros de salinidad y restricción como se verá más adelante.

De acuerdo a lo anterior, tenemos que las asociaciones faunísticas están regidas principalmente por condiciones de restricción, salinidad y energía del medio. En este estudio, se establecieron los diferentes dominios caracterizados cada uno de ellos de acuerdo al conjunto biológico (ecozonas).

En lo que respecta al Turoniano, son características formas estrictamente estenohalinas de plataforma abierta como es el caso de equinodermos, braquiópodos, corales, moluscos (cefalópodos) y briozoarios. Se tiene además microflora representada por algas udoteáceas, gimnocodiáceas y coralinas. La fauna planctónica por calcisferúlidos y foraminíferos planctónicos de ambientes más profundos. Para los depósitos profundos, la salinidad y las condiciones energéticas no juegan un papel primordial. En la figura 53, se muestra la distribución paleoecológica de los diferentes grupos de organismos observados en el presente estudio.

## V.B.II. DOMINIO DE PLATAFORMA INTERNA

El dominio de la plataforma interna se caracteriza por la existencia de un gran número de facies. Estas facies están definidas en función de la naturaleza de la fauna y flora dominante, de la salinidad y de la restricción, teniéndose entonces que existen varios subambientes tales como el de supramarea, intermarea y submarea.

En el subambiente de supramarea, se presentan organismos que soportan una emersión continua y raramente cubierto por el mar. Son depósitos de playa del cordón litoral, la fauna es poco abundante y frecuentemente fragmentada (Berthout, 1975).

ESTA TESIS NO DEBE  
 SALIR DE LA BIBLIOTECA  
 FALLA DE ORIZABA

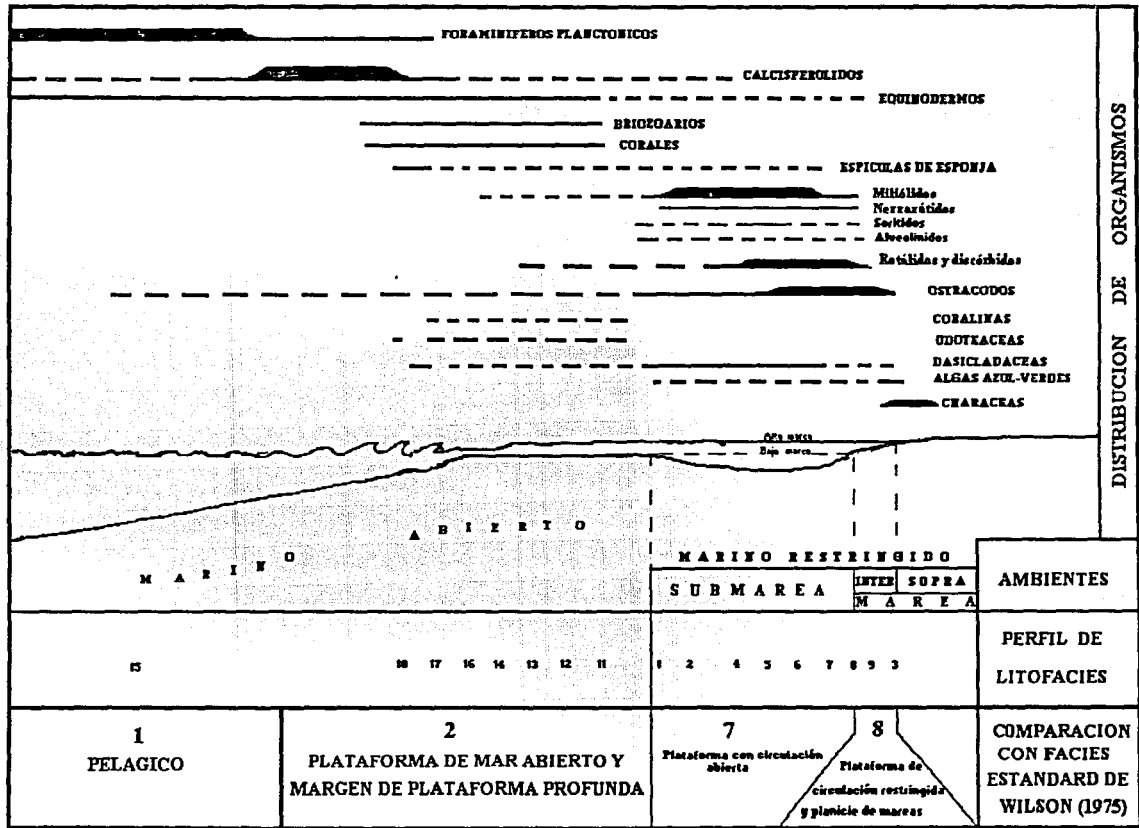


FIG. 53 DISTRIBUCION PALEOECOLOGICA DE LOS PRINCIPALES ORGANISMOS EN EL AREA DE ESTUDIO

El subambiente de intermarea se caracteriza por poblaciones que soportan emersiones poco prolongadas tanto como un fenómeno normal. El límite inferior de este subambiente es difícil de diferenciar del subambiente de submarea. Los depósitos de intermarea se presentan a profundidades de 0 a 5 m. Dentro de éste es importante notar la presencia de moluscos y ostreidos (Berthout *op. cit.* y Reineck, 1980).

El límite superior del subambiente de submarea, su límite superior es el nivel a partir del cual siempre esta sumergido el sustrato (Berthout, *op. cit.*).

Para el dominio de la plataforma interna se definieron 6 ecozonas que son: ecozona de ostrácodos, ecozona de discórbidos y rotálidos, ecozona con algas calcáreas, ecozona con carpetas algáceas, ecozona con moluscos y ecozona con foraminíferos bentónicos. Estas ecozonas se definen a continuación.

#### ECOZONA DE OSTRACODOS

Los ostrácodos y algunos miliólidos constituyen la microfauna dominante. Los ostrácodos se presentan tanto fragmentados como completos. En lo que respecta a los miliólidos, se tienen algunas especies como *Quinqueloculina* sp., *Glomospira* sp., *Spiroloculina* sp., *Nummuloculina heimi* y formas escasas de lituólidos como *Pseudocyclamina rugosa* y *Moncharmantia appeninica*. Esta ecozona es una de las más comunes dentro de la plataforma, generalmente está representada por formas eurihalinas, es decir formas que soportan variaciones de salinidad y de medios restringidos, generalmente en la zona de intermarea. De acuerdo a Wilson (1975), corresponde a una facies 8.

#### ECOZONA DE DISCORBIDOS Y ROTALIDOS

Otra asociación característica es el caso de formas comunes de foraminíferos bentónicos representados por discórbidos y rotálidos. En este trabajo, no fue posible realizar su determinación específica debido a que son grupos cuya taxonomía no ha sido suficientemente estudiada. Sin embargo, estos organismos son importantes indicadores ambientales. Se ha observado que el rango de salinidad que soportan es de salobres a hipersalinas, siendo más característicos en las primeras. Junto con estas formas se tiene también escasos fragmentos de ostrácodos; asimismo, se presentan escasas formas de foraminíferos bentónicos de gran talla como *Pseudocyclamina rugosa*, *Cuneolina pavonia*, *Dicyclina shumbergeri* y muy raras formas de soritidos como *Pseudorhapidionina laurinsensis*, nezzazátidos como *Merlingina cretacea* y valvulinidos como *Nezzazatinella picardi*. Los orbitolinidos, que comunmente aparecen como organismos estenohalinos, se adaptan a importantes variaciones de salinidad y soportan condiciones de alta energía (Jaques, 1973).

Se observan de manera esporádica fragmentos de equinodermos, espículas de esponja y escasas formas de algas calcáreas como *Acicularia endoi* y *Neomeris cretacea*. Esta asociación esta representada también en la zona de intermarea. De acuerdo a Wilson (*op. cit.*) esta ecozona se presenta dentro de una facies 8.

#### ECOZONA CON ALGAS

Esta ecozona se presenta esencialmente dentro de una sedimentación carbonatada fina, dentro de un medio calmado caracterizado por una microflora y microfauna bentónica abundante. La microflora bien conservada, constituida por *Permocalculus* sp., *Salpingoporella dinarica*, *Cylindroporella sudgeni*, *Acroporella* sp., *Acicularia elongata*, *A. endoi* y algas azul-verdes. Junto con este

conjunto de algas calcáreas se presentan de manera escasa formas de nezzazátidos: *Biplanata peneropliformis*, *Biconcaba bentori*, *Nezzazata simplex* y *Trochospira avnimelechi*; valvulininos: *Nezzazatinella picardi*; lituólidos: *Moncharmontia appeninica* y *Pseudocyclammia rugosa*; ataxofrágmidos: *Pseudolituonella reichelli*; raros soritidos como *Pseudorhapidionina laurinesis* y escasas formas de orbitolinidos como *Cuneolina conica*.

Se tienen además ostrácodos, moluscos y formas de escleritos de esponja como *Pieninia oblonga*. Esta ecozona es característica de la zona de submarea y corresponde a una región cubierta por el mar y en donde las algas que viven aquí, necesitan de una buena iluminación. Las algas dasicladáceas se caracterizan por ser de condiciones calientes, salinidad variable arriba de 50-60 ppmil. Las algas dasicladáceas son muy abundantes en aguas no mayores a algunos metros de profundidad generalmente de 3-5 m, justo debajo del nivel de mareas. De acuerdo a Wilson, estas características nos representa facies 8-7.

Dentro de esta ecozona con algas, se tiene una variación en cuanto al incremento de la energía. Los elementos que caracterizan condiciones de mayor energía son peloides e intraclastos. Los microfósiles hacia esta porción son espículas de esponja generalmente rotas, foraminíferos bentónicos como miliólidos (*Nummoloculina heimi*, *Spiraloculina* sp. y *Quinqueloculina* sp.); orbitolinidos (*Cuneolina conica* y *Dicyclina schlumbergeri*) escasos nezzazátidos (*Biplanata peneropliformis*, *Moncharmontia* sp. y *Trochospira* sp.); lituólidos (*Pseudocyclammia rugosa*); discórbidos y rotálidos muy escasos. Dentro de la fauna acompañante figuran fragmentos de equinodermos, moluscos y ostrácodos. La microflora es poco variada, las especies encontradas son *Salpingoporella dinarica*, *Thaumatoporella parvovesiculifera* y algas azul-verdes. Esta ecozona es característica de un subambiente de intermarea de facies 8 de Wilson.

#### **ECOZONA CON CARPETAS ALGACEAS**

Esta ecozona está controlada principalmente por periodos de exposición subaérea. Esta asociación esta representada por carpetas algáceas (azul-verdes), algas charofitas y en menor proporción algas verdes como *Thaumatoporella parvovesiculifera*. La microfauna que la caracteriza son escasos miliólidos, fragmentados y mal conservados. En el área de estudio, este conjunto es muy escaso en las rocas; las formas que se presentan son organismos eurihalinos. Las algas azul-verdes soportan amplios rangos de salinidad, desde aguas dulces hasta hipersalina, sin embargo las condiciones más favorables para su preservación son de condiciones marinal normales a hipersalinas. La biota se caracteriza por soportar condiciones de alta salinidad y sólo organismos muy especializados están adaptados a tales condiciones. El subambiente que nos representa sobre la plataforma interna es de intermarea superior a supramarea. De acuerdo a Wilson (1975), estas condiciones son características de facies 8.

#### **ECOZONA DE MOLUSCOS**

Esta ecozona está representada por pequeñas acumulaciones de moluscos que dentro del dominio de la plataforma interna son muy escasas. Generalmente se presentan a manera de parches. La microfauna es muy rara encontrándose algunos miliólidos y otras formas de foraminíferos bentónicos, asimismo se tienen escasos fragmentos de equinodermos. Estas pequeñas construcciones se presentan como floatstones de moluscos, principalmente gasterópodos y rudistas de facies 7 de Wilson.



## ECOZONA CON FORAMINIFEROS BENTONICOS

Las texturas de esta ecozona varían de packstones, en ocasiones grainstones y de manera esporádica se tienen algunas dolomías. Esta ecozona ejemplifica un medio lagunar, en el cuál, existe una agitación moderada, es una zona bien iluminada y relativamente calmada; siendo la salinidad y la restricción principalmente, las dos variables que la caracterizan (Gargouri, 1988).

a) Cuando la salinidad es cercana a la normal y el confinamiento es semirrestringido, la fauna esta compuesta esencialmente de foraminíferos muy diversificados de subambientes de submarea. En esta asociación se presentan foraminíferos de testa aglutinada representados por orbitolinidos como *Cuneolina conica* y *Dycyclina schlumbergeri*, asociados a soritidos (*Pseudorhapidionina lauricensis* y *P. dubia*); nezzazátidos (*Biconcaba bentori*, *Biplanata peneropliformis*, *Trochospira avnimelechi* y *Merlingina cretacea*); lituólidos (*Moncharmontia appeninica*); meandropsinidos (*Murgeina apula*) y escasas formas de hauerinidos (*Nummoloculina regularis* y *N. heimi*) de acuerdo a Wilson (1975) este conjunto ejemplifica Facies 7.

b) Cuando la salinidad se aleja de la normal y la restricción se acentua, la fauna presenta una tendencia a hacerse monoespecífica como es el caso de facies con abundantes miliólidos de las familias Hauerinidae (*Nummoloculina heimi*, *N. regularis*), Spiroloculinidae (*Spiroloculina* sp., y *S. cretacea*), Amodiscidae (*Glomospira* sp) y otros miliólidos como *Quinqueloculina* sp. Se presentan otras formas de foraminíferos pero son generalmente fragmentados y escasos como *Biconcaba bentori*, *Pseudorhapidionina dubia* y *P. lauricensis*. Geográficamente estas lagunas se encuentran detrás de barreras, crecimientos orgánicos o bancos de arena carbonatada, que de cierta manera provocan las condiciones tranquilas y sedimentos con abundante micrita. De acuerdo a las facies de Wilson (1975), esta zona corresponde a una facies 8.

## V.B.III. DOMINIO DE PLATAFORMA ABIERTA

El dominio de plataforma abierta se presenta en las secciones Ayotzinapa, La Esperanza y Zotoltilán en el Turoniano.

Hacia el área de La Esperanza se observan crecimientos orgánicos representados por bafflestones de hipuritidos (*Vaccinites gossaviensis*), corales y *Boeuina pygmaea*. El microbentos está representado por fragmentos de ostrácodos, foraminíferos bentónicos (textuláridos), equinodermos, espículas de esponja (*Pieninia oblonga*), escasos calcisferúlidos (*Calcisphaerula innominata*, *Stomiosphaera sphaerica* y *Pithonella ovalis*), escasas formas de foraminíferos planctónicos y es frecuente encontrar asociaciones coral-alga, estas últimas representadas por *Lithophylum* sp. y *Marinella lugeoni*. Estos crecimientos orgánicos se encuentran generalmente hacia medios protegidos. El tipo de conchas de estos rudistas, esta en relación directa con el sustrato y la energía del medio, prefiriendo vivir en plataformas de baja energía en donde forman extensos cuerpos tabulares. El gran desarrollo de rudistas sobre los corales se debe principalmente a aspectos readaptativos (Ross y Skelton 1993). La presencia de formas planctónicas nos sugiere cierta conexión con mar abierto. Estos crecimientos generalmente no se presentan en bordes de plataforma (Philip, 1975); asimismo, son formas estrictamente estenohalinas.

Para este dominio se definieron 2 ecozonas: ecozona con algas udoteáceas y corales y ecozona con calcisferúlidos y equinodermos. Estas ecozonas se describen a continuación.

### ECOZONA CON ALGAS UDOTEACEAS Y CORALES

Cuando los organismos mejor desarrollados son los corales y las algas udoteáceas y en mucho menor grado los rudistas, como es el caso de la sección Ayotzinapa, se considera que el ambiente de depósito es de planicies coralinas en un medio de mayor energía (Jaques, 1973).

La morfología de los corales y las algas rojas, está controladas por la profundidad y la energía del agua. En estas partes se tiene un gran desarrollo de algas udoteáceas como es el caso de *Boueina* sp., gymnocodiáceas como *Permocalculus* sp., coralinas como *Lithophylum* sp. y *Marinella lugeoni*. Este tipo de asociación, esta muy bien desarrollada hacia el área de La Esperanza y Ayotzinapa. Este conjunto está representado litológicamente por floatstones de algas udoteáceas de la especie *Boueina pygmaea* y gymnocodiáceas como *Permocalculus* cf. *irenae* y rudistas. Las algas udoteáceas se presentan en aguas calientes, marinas someras y de salinidad variable, sin embargo, no requieren de una fuerte circulación, en tanto que las algas coralinas, son de salinidad marina normal y de plataformas abiertas. La profundidad a la que se presentan estos organismos son de 0 hasta 200 m. Además de la fauna y flora ya mencionada se observa una asociación constituida por calcisferúlidos, moluscos, textuláridos, equinodermos, braquiópodos y escasos fragmentos de foraminíferos planctónicos. De acuerdo a la gran abundancia de formas estenohalinas, esta ecozona, se sitúa en una facies 2 de Wilson (1975).

Este ambiente se presenta para el Turoniano. Sus facies están caracterizadas primordialmente por la presencia de fauna y flora de salinidad marina normal como es el caso de los equinodermos, algas udoteáceas, corales, briozoarios, foraminíferos planctónicos y calcisferúlidos. Para este tiempo se presentan algunas variaciones en las secciones estudiadas que se traducen principalmente en el cambio de condiciones de aporte de material detrítico y profundidad de la plataforma.

### ECOZONA CON CALCISFERULIDOS Y EQUINODERMOS

Esta asociación se presenta únicamente hacia el área de Zotoltilán. Los sedimentos son principalmente carbonatados. La biota esta constituida por abundantes formas de calcisferúlidos y crinoideos, se tienen además fragmentos de algas dasicladáceas, foraminíferos bentónicos (textuláridos), moluscos (pelecípodos, gasterópodos y rudistas), se tienen de manera escasa y fragmentada foraminíferos planctónicos, ostrácodos, braquiópodos, esponjas y corales.

Las especies de calcisferúlidos están representadas por *Pithonella ovalis*, *P. perlonga*, *Navarella castroi*, *Bonetiella* sp., *Risserrella rablingae*, *Stomiosphaera sphaerica* y *Calcsphaerula innominata*. Los foraminíferos planctónicos están caracterizados por formas como *Whiteinella* sp., *Hedbergella delrioensis*, globigerininos y heterohelícidos. La biota que caracteriza a esta ecozona esta constituida por especies estenohalinas de salinidades normales y de condiciones abiertas no mayores de 200 m. de acuerdo a Wilson (*op. cit.*). El ambiente que caracteriza a esta zona es de plataforma abierta y de facies 2.

### V.B. IV. DOMINIO PELAGICO

Este dominio está caracterizado por presentar formas planctónicas. La salinidad y las condiciones energéticas no juegan un papel importante, generalmente, son condiciones de relativa calma y de salinidad marina normal. La microfauna bentónica está ausente, o si se presenta es sólo en un pequeño porcentaje. Dentro del área de estudio, este ambiente únicamente se presenta hacia el área de Zotoltilán. Para este dominio únicamente se definió la ecozona de foraminíferos planctónicos.

## ECOZONA CON FORAMINIFEROS PLANCTONICOS

Esta ecozona está representada por facies arcillosas con foraminíferos planctónicos y muy escasas formas de calcisferúlidos. Se presenta además, una pequeña fracción de formas bentónicas constituidas por textuláridos (*Praechrysalidina gradatn*) y foraminíferos hialinos que no fueron determinados, asimismo, se tienen fragmentos de equinodermos, ostrácodos y moluscos, estos últimos también escasos.

Las facies lodosas contienen foraminíferos planctónicos aunque mal conservados, son abundantes en comparación a los calcisferúlidos. Las formas de foraminíferos planctónicos están representadas por especies como *Dicarinella* sp., *D. hagni*, *D. cf. difformis*, *Whiteinella* sp., *W. archaeocretacea*, *W. baltica*, *Loeblichella coarctata*, *Globigerinelloides* sp., *Hedbergella delrioensis* y *Heterohelix moremani*. Los calcisferúlidos por *Pithonella ovalis*, *P. perlonga*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Microconus* sp. y *Calcisphaerula innominata*.

Los estudios efectuados sobre foraminíferos han hecho posible entender los controles de su distribución. Mientras que los foraminíferos bentónicos muestran patrones relacionados a la profundidad, los foraminíferos planctónicos habitan esencialmente en la zona cercana a la superficie marina, con ciertas variaciones por grupos. En cuanto a la batimetría total del medio, presentan una correlación entre la morfología de la testa y el provincialismo latitudinal (Be y Tolderlund 1971, en Peryt, 1988). Sin embargo, se ha observado que la morfología de los foraminíferos planctónicos, esta íntimamente relacionada a su hábitat (Be, 1977, en Jarvis *et al.*, 1988), teniéndose por ejemplo que las formas no quilladas como hedbergélicos, heterohelícidos y whiteinélidos, habitan las aguas más someras (menor a 50 m); las formas incipientemente quilladas (dicarinelas, praeglobotruncanas y helvetoglobotruncanas) habitan aguas intermedias, es decir, a profundidades entre 50-100 m; en tanto que las formas quilladas (rotalipóridos y marginotruncanas), habitan aguas profundas de más de 100 m.

Sin embargo, cabe señalar que las condiciones ambientales juegan un papel preponderante para el establecimiento y el grado de conservación de ciertas especies.

En el área de estudio, la ecozona de foraminíferos planctónicos se presenta únicamente en la cima de la sección Zotoltilán. Los morfotipos que le caracterizan son formas no quilladas (whiteinélidos, hedbergélicos y heterohelícidos) y de manera subordinada las formas incipientemente quilladas (dicarinélidos y helvetoglobotruncánidos).

Estas formas se tienen a partir del Turoniano Medio. Sin embargo, a través del límite Cenomaniano-Turoniano, que se presenta aproximadamente a 120 m debajo se tienen rocas que registran condiciones ambientales extremas producidas por lo que se les ha llamado a nivel mundial "Eventos Oceánicos Anóxicos", es decir, la disminución de oxígeno en los océanos, provocada principalmente por las condiciones climáticas uniformes que impedía la circulación de corrientes oceánicas ricas en oxígeno, y por otro lado, a la transgresión Cretácica que alcanzó su mayor esplendor para este tiempo (Schlanger y Jenkyns, 1976). De acuerdo a lo anterior, en esta ecozona la escasez y la mala conservación de los foraminíferos que se presentan es debido posiblemente a que todavía para este tiempo, las condiciones ambientales no se reestablecían por completo. Solo las formas más resistentes a estos cambios persistieron. De tal manera, de acuerdo con Be (1977, en Jarvis *et al.* 1988) la profundidad a la que se efectuó el depósito fue posiblemente de poco más de 100 m. De acuerdo con Wilson (1975) esta ecozona caracteriza a una facies 1.

## **V.B.V. DOMINIO DELTAICO**

El dominio deltaico se observó principalmente en la cima de las secciones Ayotzinapa y La Esperanza, representados por depósitos de grano grueso dominados por arenas gruesas y conglomerados de guijas. En la sección Hueyitalpan, el dominio deltaico se tiene bien representado, diferenciándose las facies de prodelta, constituidas esencialmente por limos y arcillas. Arenas finas y medias constituyen las facies del frente deltaico y arenas gruesas y conglomerados en los canales distributarios.

Dentro de este tipo de depósitos la salinidad juega un papel importante ya que sólo se adaptan organismos tolerantes a bajas salinidades, como es el caso de los ostrácodos, o ciertas formas de moluscos. De acuerdo principalmente a las características texturales así como a las estructuras sedimentarias presentes, se tiene que las principales facies encontradas fueron de prodelta y frente deltaico. Cabe señalar que debido a lo escaso de los microfósiles para estas rocas, no fué posible establecer ecozonas y sólo se diferenciaron las facies de un delta y que se presentan a continuación.

### **FACIES DE PRODELTA**

Las facies de prodelta se caracterizan por presentar rocas lodosas, generalmente en éstas facies es común encontrar bioturbación y fauna planctónica proveniente de ambientes tanto de cuenca como de plataforma. En el área de Hueyitalpan están caracterizadas por presentar bioclastos muy escasos, constituidos por fragmentos de moluscos, ostrácodos, equinodermos, calcisferúlidos y fragmentos de foraminíferos planctónicos y foraminíferos bentónicos (textuláridos); la estructura observada más abundante fue la bioturbación. Asimismo, se tienen fragmentos de madera acarreados por corrientes fluviales provenientes de la zona continental. El conjunto de biota que presentan estas facies no es característico de un rango de salinidad; sin embargo, se supone que hacia estas porciones, debido a la mezcla tanto de agua marina como dulce, se tienen variaciones de salinidad y sólo organismos adaptados a estas fluctuaciones pudieron resistir. Tal es el caso de los moluscos y los ostrácodos.

### **FACIES DE FRENTE DELTAICO Y PLANICIE DELTAICA**

Hacia estas porciones el tamaño de los sedimentos, así como altas fluctuaciones de salinidad, son los parámetros más importantes para el establecimiento de vida. En el área de estudio, los sedimentos se caracterizan por presentar granulometría gruesa. Los organismos que se encuentran son muy escasos, teniéndose sólo algunas formas de foraminíferos planctónicos muy escasos y mal conservados, calcisferúlidos, fragmentos de moluscos y ostrácodos. En las facies de planicie deltaica se presentan solo algunos fragmentos de moluscos.

## **V.B.VI. CONCLUSIONES PALEOECOLOGICAS**

Como se ha podido observar la paleoecología fue determinada principalmente para un modelo de plataforma de rampa. Este tipo de plataforma en el área de estudio pasa de subambientes de planicie de mareas a laguna y a facies de plataforma abierta somera a profunda para finalmente presentarse los ambientes pelágicos. Se observa que hacia las partes de la plataforma interna, son importantes las características de restricción y salinidad. Hacia las partes de la plataforma abierta la salinidad juega un papel menos importante, mientras que hacia porciones más profundas, el sedimento y la morfología de los organismos, son los parámetros más importantes.

En lo que respecta a las facies deltaicas, éstas están determinadas tanto por la granulometría del sedimento, los tipos de bioclastos así como por las estructuras sedimentarias presentes, sin que se hayan encontrado asociaciones bióticas características.

## V.C. CORRELACION DE LAS SECCIONES MEDIDAS

En las secciones Zotoltilán, La Esperanza y Ayotzinapa, por medio de datos paleontológicos, se determinó que los estratos que comprenden cada una de éstas secciones, corresponden a la parte terminal del Cenomaniano Medio hasta el Turoniano Medio. La sección Hueyitlalpan, se le ha considerado por posición estratigráfica, de edad pos Turoniana, posiblemente Coniaciana-Santoniana (Aguilera-Franco, 1989).

En el área de estudio se correlacionaron entre si las secciones La Esperanza, Ayotzinapa y Zotoltilán, la sección Hueyitlalpan no fue posible correlacionarla. De acuerdo a observaciones de campo, se piensa que posiblemente la Sección Hueyitlalpan se encuentra sobreyaciendo a rocas que conforman la sección Zotoltilán ya que al menos las características litológicas de la cima de la sección Zotoltilán, son muy parecidas a las de la base de la sección Hueyitlalpan.

El inicio de la sección Zotoltilán corresponde a la parte superior del Cenomaniano Medio y es únicamente aquí donde se presenta este intervalo; sin embargo, el punto de correlación entre las secciones estudiadas a excepción de la sección Hueyitlalpan, es precisamente el límite Cenomaniano-Turoniano.

Para este límite, se presentan características micropaleontológicas observadas también en otras partes del mundo (Caus, *et al*, 1993; Ferrandini, 1988; Magniez-Jannin y Jacquin, 1988; Peryt, 1988 y Peryt y Wyrwicka, 1993). Tales características son: una extinción masiva de foraminíferos bentónicos, la aparición de abundantes formas de calcisferúlidos y algunas formas de foraminíferos planctónicos como whiteinélidos y heterohelicidos. Para las rocas que comprenden este trabajo, el límite Cenomaniano-Turoniano, abarca la zona de *Whiteinella archaeocretacea* esta zona, se ha correlacionado a nivel mundial (Caron, 1985; Caus *et al*, 1993; Peryt y Wyrwicka, 1993, Robaszynski y Caron, 1979). Asimismo, se tiene para este mismo tiempo, un aumento de formas de calcisferúlidos tanto en variedad como en cantidad así como abundantes fragmentos de equinodermos.

Litológicamente en todas las secciones medidas hacia esta porción, las rocas presentan características similares. Tales características son: un aumento en el contenido de arcilla, un menor espesor de los estratos y la intercalación de arcillitas y limolitas.

En las secciones Zotoltilán y La Esperanza, el límite Cenomaniano-Turoniano es transicional, observándose un aumento en el contenido de arcilla y la presencia de material terrígeno hacia la cima de la Formación Morelos. Hacia Ayotzinapa, se observa un ligero aumento en el contenido de arcilla en las calizas de la Morelos y pasa bruscamente a limolitas de la Formación Mexcala.

El paso de la Formación Morelos a la Formación Mexcala esta representado en ambientes de plataforma interna a ambientes de plataforma abierta. En la sección Ayotzinapa este paso se presenta en ambientes de plataforma interna; sin embargo, es muy breve ya que los estratos que le sobreyacen son de ambientes de plataforma abierta.

Los estratos de la Formación Morelos comprenden rocas de un ambiente de plataforma interna de intermarea-submarea de facies 7 y 8 de Wilson. Se presentan crecimientos orgánicos a manera de parches, no constituyendo nunca grandes crecimientos arrecifales de borde de plataforma. Estos crecimientos orgánicos son comunes en facies 7 de plataforma interna (Wilson, 1975). Se presentan también rasgos de exposición subaérea de facies 8.

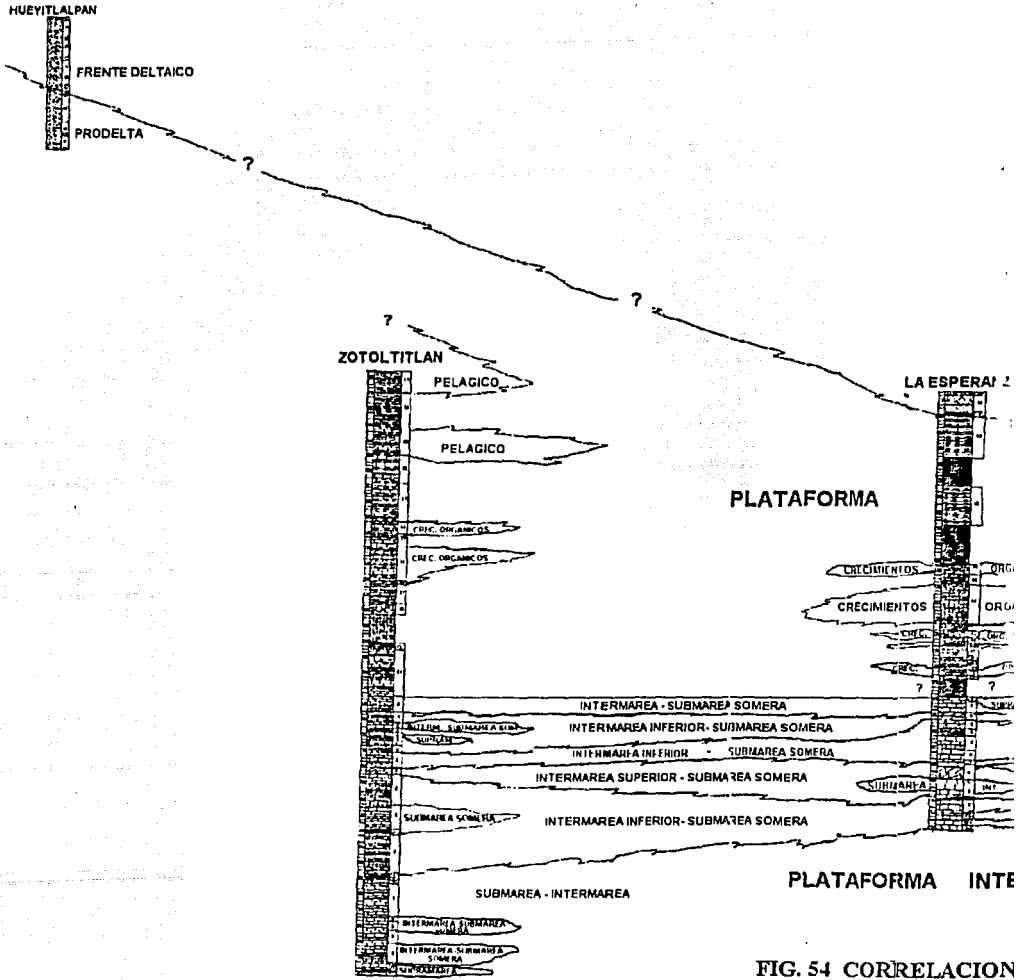
En La Esperanza y Ayotzinapa las facies de plataforma interna son más someras, estando representadas facies de supramarea inferior a intermarea y en menor proporción submarea. En la sección La Esperanza en las facies de submarea se presenta un ligero profundizamiento en la plataforma estando detectado éste por facies 2 de Wilson (esto se observa mejor en en la columna sintética Fig. 26), sin embargo, posteriormente continúan las condiciones someras. En Ayotzinapa, se presenta un mayor predominio de facies 8 y con sólo unas intercalaciones de facies 7, indicando que hacia esta porción las facies son aún más someras.

El paso de la Morelos a la Mexcala hacia el área de Zototitlán se presenta de ambientes de plataforma abierta somera de facies 2 de Wilson (1975) caracterizada por abundantes formas stenohalinas (equinodermos, fragmentos de briozoarios, corales, calcisferúlidos y foraminíferos planctónicos). Del ambiente de plataforma abierta del Turoniano Temprano, se pasa a condiciones pelágicas para el Turoniano Medio. Hacia estas rocas, los microfósiles que se presentan son principalmente foraminíferos planctónicos como hedbergélicos, whiteinélidos, heterohelicidos y dicarinélidos. Los ambientes más profundos que se tienen en el área de estudio, están representados en la sección Zototitlán; sin embargo, de acuerdo a los morfotipos de foraminíferos planctónicos que se presentan, la profundidad a la que se depositaron dichos sedimentos, no fué muy grande, posiblemente de alrededor de 100 m debido posiblemente a condiciones ambientales adversas.

En lo que respecta hacia La Esperanza y Ayotzinapa, se presentan condiciones de plataforma abierta somera con abundantes crecimientos orgánicos para pasar hacia facies deltaicas representadas por barras de desembocadura y canal distributivo. Los crecimientos orgánicos hacia estas áreas están caracterizados por asociaciones de bancos de hipurítidos, corales ramosos y cerebroides, así como asociaciones de algas udoteáceas y coralinas (*Boueina pygmaea*, *Marinella lugeoni* y *Lithophylum* sp.). Estos crecimientos orgánicos a manera de parches caracterizan facies 5 de Wilson (1975). En la figura de correlación (Fig. 54) se observa que estos crecimientos orgánicos se tienen mejor desarrollados hacia el área de La Esperanza.

Como puede observarse los ambientes más profundos se presentan hacia Zototitlán, mientras que hacia Ayotzinapa y La Esperanza los ambientes son más someros. Una posible explicación a esto es la posición geográfica de las secciones, de acuerdo a lo anterior, las secciones La Esperanza y Ayotzinapa se tienen más cerca de la línea de costa y posiblemente el gran aporte clástico de deba a las corrientes fluviales de sistemas deltaicos que empezaban a desarrollarse hacia la porción oriental.

En cuanto a la sección Hueytlalpan, posiblemente su punto de correlación sean las rocas de la cima de las secciones La Esperanza y Ayotzinapa, en las facies de canal distributivo. Las rocas de la sección Hueytlalpan son exclusivamente terrígenas. El ambiente que se ha interpretado es de tipo deltaico y hacia esta región sus facies están mejor desarrolladas. De acuerdo a la granulometría así como a sus estructuras sedimentarias, se identificaron facies de prodelta, frente deltaico y planicie deltaica, los microfósiles que presentan son escasos y mal conservados, por observaciones de campo se piensa que posiblemente esta secuencia sea del Coniaciano-Santoniano







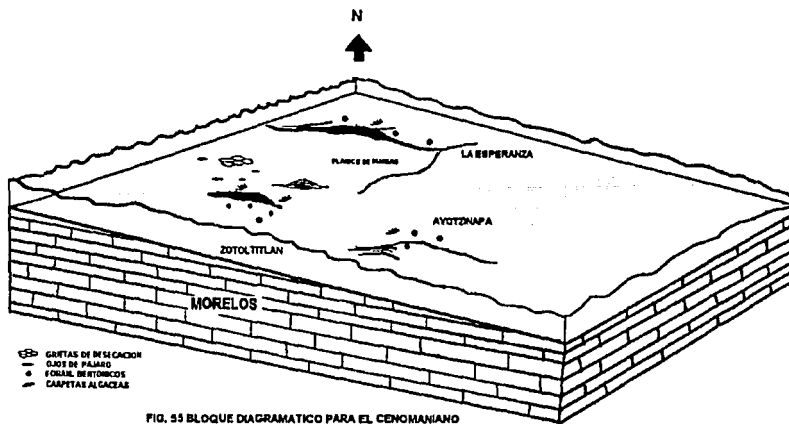
y que sobreyace a estratos similares de la cima de la sección Zotoltilán. En la porción basal de la sección Hueyitlalpan se presentan sedimentos muy similares a los que se tienen en Zotoltilán; sin embargo, no se tienen más datos que fundamenten esto. La correlación de las secciones estudiadas en el presente trabajo se muestran en la Fig. 54

#### V. D. EVOLUCION PALEOAMBIENTAL

Las secciones Zotoltilán, La Esperanza y Ayotzinapa abarcan edades del Cenomaniano Medio-Turoniano Medio, mientras que hacia el área de Hueyitlalpan posiblemente pertenezca al Posturoniano (Coniaciano-Santoniano, Aguilera-Franco, 1989). De acuerdo a lo anterior la evolución paleoambiental se realizará únicamente para el Cenomaniano-Turoniano, ya que de acuerdo a la posición estratigráfica de la sección Hueyitlalpan las rocas presentan características diferentes.

Los sedimentos más antiguos analizados en este estudio, se presentan hacia el área de Zotoltilán con depósitos carbonatados de la Formación Morelos, en un ambiente de plataforma interna muy somera, representada por subambientes de submarca de facies 7 de Wilson. Hacia esta porción se tienen condiciones de relativa calma con medios parcialmente restringidos y un gran desarrollo de formas bentónicas tales como foraminíferos bentónicos con una gran variedad específica y un número elevado de individuos.

Para el Cenomaniano Medio-Tardío (Fig. 55), las condiciones de submarea persisten hacia Zotoltilán aunque se tienen de manera escasa condiciones de intermarea, éstas últimas caracterizadas por ciertos períodos de exposición subaérea de facies 8 de Wilson. Las facies de exposición subaérea, lo indican estructuras sedimentarias tales como grietas de desecación y estructuras ojos de pájaro, junto con éstas, se presenta laminación ondulante y paralela que son características de zonas de intermarea y supramarea. Estos subambientes de cierta manera caracterizan un ambiente agitado, diferenciándose un contenido considerable de intraclastos y peloides; asimismo, acarreado por el viento o cercano a la zona continental, se tiene la presencia de pequeñas cantidades de material detrítico.



Para esta parte también son escasos pero se presentan pequeños crecimientos orgánicos a manera de parches, constituidos por moluscos (rudistas) de facies 7 de Wilson. Se presentan también pequeños cuerpos de arena carbonatada representados por facies 6 de Wilson. La presencia de estos permitía el establecimiento de condiciones de restricción parcial.

Hacia las partes de la plataforma interna se tienen también depósitos de tormenta ocasionados principalmente por fenómenos meteorológicos tales como huracanes. Estos depósitos de tormentitas son esporádicos y de dimensiones pequeñas por lo que no se cartografiaron.

Al norte del área, en la sección La Esperanza, persisten las condiciones de submarea, de hecho, hacia esta parte se observa una ligera profundización de la plataforma ya que para este tiempo se presentan condiciones de facies 2 (Fig. 26), con abundante contenido micrítico, infiriéndose posiblemente una subsidencia dentro del área; sin embargo, se observa una mayor restricción y, por consiguiente, una menor variedad específica en cuanto a las formas bentónicas se refiere. Estas condiciones sólo se mantienen en un corto intervalo de tiempo, para volverse a reestablecer condiciones de intermarea en facies 8 de Wilson, en esta, las condiciones energéticas son mayores, encontrándose abundantes intraclastos y peloides y el desarrollo de formas resistentes a estas condiciones para este depósito como son los rotálidos y ostrácodos.

Mientras que hacia Zotoltilán prevalecían condiciones de submarea-intermarea, hacia el área de Ayotzinapa las condiciones eran principalmente de intermarea de facies 8 intercaladas con esporádicas facies 7 de submarea (Fig. 25); asimismo, se tiene la presencia de facies de supramarea inferior-intermarea superior, representados por facies 8 en donde los organismos predominantes son crecimientos de masas algáceas y oogonios de charáceas, indicando ciertos periodos de exposición subaérea y condiciones restringidas de altas salinidades.

El hecho de que hacia el área de Ayotzinapa se tengan condiciones más someras y de mayor energía, indica que estas zonas estaban más levantadas, o que la línea de costa estaba más cercana a ella.

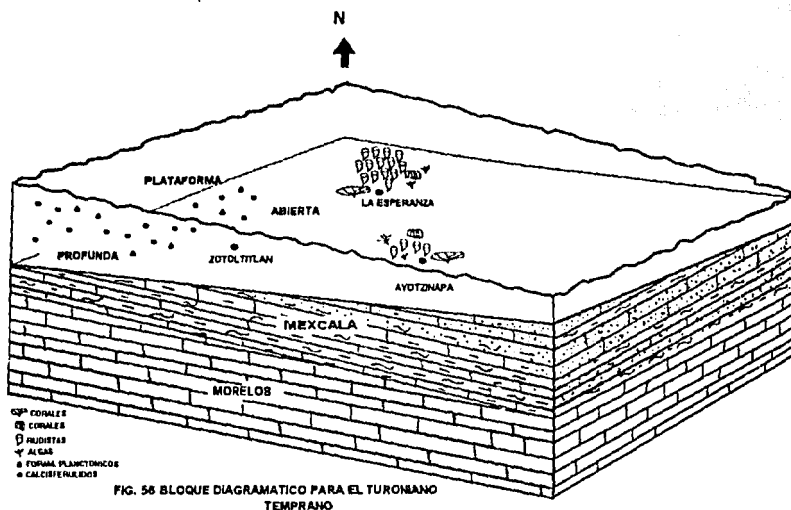
A finales del Cenomaniano principios del Turoniano Temprano (Fig. 56), la sedimentación eminentemente carbonatada es disminuida, observándose la presencia de un incremento de arcilla y cuarzo detrítico. En Zotoltilán se presentan depósitos de plataforma abierta somera, observándose un aumento considerable de formas estenohalinas (calcisferúlidos, equinodermos, briozoarios, braquiópodos, algas udoteáceas, algas dasicladáceas y escasa formas de foraminíferos planctónicos) indicando intercambio de aguas más profundas y el predominio tanto de microfauna como de microflora. Estos depósitos definen una facies 2 de Wilson, indicando una profundización de la plataforma y es precisamente, donde se ubica el límite Cenomaniano-Turoniano.

Cabe señalar que en este límite se produjo un evento mundial, en donde se presentan marcados cambios faunísticos y bioquímicos muy importantes producto de eventos anóxicos, que fueron el resultado de interrelación de factores geológicos y climáticos. (Jarvis *et al*, 1988; Caus *et al*, 1993 y Hart *et al*, 1993). La combinación de condiciones climáticas e hipsográficas, favoreció la formación de una extensa capa con mínimo oxígeno y es a lo que se le ha llamado "Eventos Oceánicos Anóxicos" (Schlanger y Jenkins, 1976).

Asimismo, coincide con la transgresión del Cretácico Tardío, la cual incrementó el área y volumen de mares epicontinentales, estando acompañado de un incremento en la producción de carbono orgánico, valores altos de  $^{13}C$  en los carbonatos depositados para ese tiempo, así como a la disminución de

organismos tanto en diversidad como en abundancia (Caus *et al.*, 1993; Peryt y Wyrwicka, 1993; Shlanger y Jenkins, 1976 y Ulicny *et al* 1993).

La presencia o ausencia, la naturaleza y la cantidad de foraminíferos bentónicos son buenas características marcadoras de la anoxia así como también la progresiva oxigenación de los ambientes (Magniez-Jannin y Jacquin, 1988).



En el área de Zotoltilán, el Límite Cenomaniano-Turoniano, es muy similar al de otras partes del mundo, para este tiempo, como ya se mencionó anteriormente, se tiene un gran apogeo de calcisferúlidos y equinodermos y la desaparición de la mayoría de las formas bentónicas productoras de carbonato (miliólidos y alveolínidos). Al desaparecer estas formas productoras de carbonato de calcio, se produce un desequilibrio en el ecosistema dando lugar a altos niveles de nutrientes y es lo que se conoce como eutroficación. Esta eutroficación trajo consigo el no depósito de carbonato de calcio durante la zona de *Whiteinella archaocretacea*, persistiendo sólo los calcisferúlidos y fragmentos de equinodermos principalmente (Caus *et al.*, 1993). Desde luego, que estas condiciones están íntimamente relacionadas al marco ambiental producto de los eventos anóxicos. Asimismo, las características de los eventos anóxicos sugieren factores globales tales como regresiones y transgresiones (Magniez-Jannin y Jacquin, 1988).

Hacia la porción de Zotoltilán, se observa que al igual que Caus *et al.*, (1993), persisten formas oportunistas con estrategias tipo R (estrategias de prolificidad, es decir, son especies que superan a sus competidoras por su tasa de reproducción) tales como whiteinellidos, hedbergelidos y heterohelicidos. Los organismos que desaparecen son los organismos que presentan estrategias tipo K (estrategias de adaptación morfológica) como las rotaliporas y las proglobotruncanas.

Para el área de Zotoltilán, en el Turoniano Temprano (Fig. 56) persisten condiciones de plataforma abierta, para pasar posteriormente a depósitos pelágicos hacia el Turoniano Medio. Para el Turoniano Medio (Fig. 57) en la región de Zotoltilán fué donde unicamente se detectaron las condiciones pelágicas, en este ambiente. Hacia La Esperanza y Ayotzinapa, no se presentan condiciones pelágicas como se discutirá más adelante. El ambiente pelágico los microfósiles que le caracterizan son foraminíferos planctónicos de dos morfotipos (no quillados e incipientemente quillados). Según Be (1977, en Jarvis *et al.*, 1988), la morfología de los foraminíferos planctónicos, depende de factores ecológicos y que ejemplifican su modo de vida, de tal manera, las formas globigeriniformes, habitan aguas someras de hasta menores de 50 m, mientras que las formas como dicarinelas se presentan a profundidades de 50-100 m en tanto que las formas quilladas, habitan aguas más profundas, es decir, mayores a 100 m. De acuerdo a lo anterior, se tiene que el depósito que se llevó a cabo hacia esta porción, no era muy profundo, posiblemente se deba a que para este tiempo, apenas se estaban restableciendo nuevamente las condiciones de oxigenación que cesaron para el Cenomaniano Tardío-Turoniano Temprano.

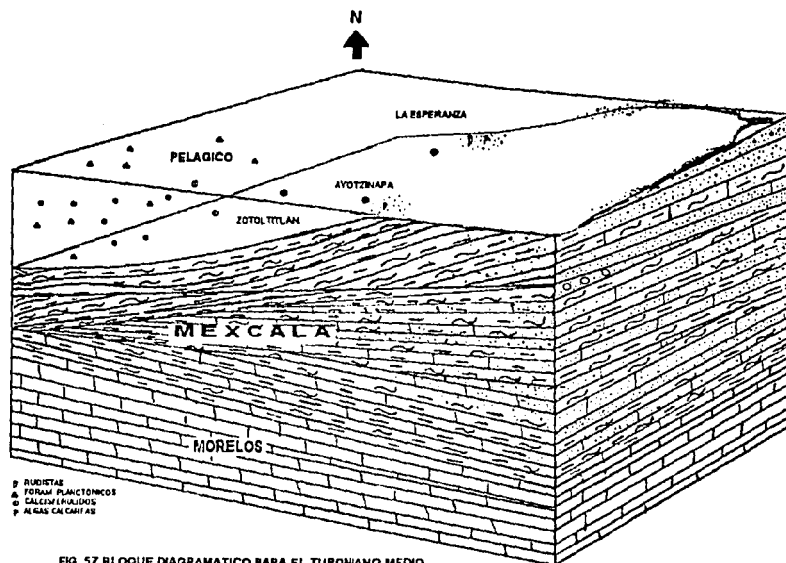


FIG. 57 BLOQUE DIAGRAMATICO PARA EL TURONIANO MEDIO

Mientras que para Zotoltilán persistían facies de plataforma abierta para el Turoniano Temprano, para la porción norte y oeste del área de estudio, que comprende las secciones La Esperanza y Ayotzinapa; las condiciones de plataforma interna prevalecen al menos en un corto tiempo, para pasar después a condiciones de plataforma abierta (Fig. 56). En las facies de plataforma abierta de las áreas de La Esperanza y Ayotzinapa el contenido terrígeno se acentúa y puede decirse que las rocas se vieron afectadas en menor grado por la Transgresión Turoniana.

Dentro de esta parte, existe un predominio de crecimientos orgánicos representados por bafflestone de hipúritidos (*Vaccinites gossaviensis*), en asociación con corales (cerebroides y ramosos), algas udoteáceas y coralinas (*Boueina pygmaea*, *Permocalculus* cf. *irenae*, *Lithophylum* sp. y *Marinela lugeoni*); sin embargo hacia estas porciones es característica la presencia de material terrígeno que en gran parte impidió el buen desarrollo y crecimiento de estos organismos. La presencia de este material terrígeno se debe a que para este tiempo, en alguna porción se estaba desarrollando un sistema deltaico y que dependiendo de la posición geográfica de las secciones con respecto a la línea de costa, tenía mayor o menor influencia de este sistema.

De acuerdo a lo anterior se tiene que para el Cenomaniano se tiene una plataforma interna muy somera mientras que para el Turoniano, el modelo de plataforma que se propone para la porción del área estudiada es de una plataforma tipo rampa. En este modelo, no se presenta una barrera en donde se disminuya la energía del oleaje, de hecho sobre estas plataformas se presentan depósitos de tormenta que en la sección Zotoltilán aunque no son ampliamente cartografiados, sí se presentan. Sin embargo, son comunes bancos de arenas carbonatadas que ocasionan pequeñas zonas restringidas. La pendiente de estas plataformas aumenta gradualmente desde la línea de costa hasta profundidades mayores a 200 m. Hacia las porciones más alejadas de la línea de costa los microfósiles que se presentan son organismos de condiciones marinas normales como es el caso de las secciones Zotoltilán, Ayotzinapa y La Esperanza.

La existencia de facies deltaicas para el Turoniano Medio en el área de la Esperanza y Ayotzinapa indica que hacia estas porciones se empezaban a levantar zonas continentales cercanas a la línea de costa debido principalmente a la actividad tectónica, dando consigo la formación de ambientes deltaicos. De tal manera que para el Coniaciano-Santoniano (?), hacia el área de Hueyitalpan, las condiciones progradantes del sistema deltaico estuvieron mejor desarrolladas, teniéndose facies de prodelta, frente deltaico y planicie deltaica.

En estos ambientes, la distribución de los sedimentos se llevó a cabo por corrientes fluviales, teniéndose los sedimentos más finos las facies de prodelta, los sedimentos intermedios en las facies de frente deltaico y los sedimentos más gruesos en las facies de planicie deltaica representada principalmente por canales distributarios y bahías interdistributarias (éstas últimas pobremente desarrolladas). De acuerdo al tamaño de grano, el tipo de delta estudiado en Hueyitalpan fué de un delta de grano grueso.

## VI. CONCLUSIONES

Las muestras estudiadas en el presente trabajo pertenecen a rocas carbonatadas de la Formación Morelos y a rocas clástico-carbonatadas de la Formación Mexcala.

De acuerdo a datos micropalcontológicos, el espesor medido de la Formación Morelos es del Cenomaniano Medio-Tardío, mientras la Formación Mexcala posiblemente abarque una edad del Turoniano Temprano-Santoniano. El límite inferior de la Formación Morelos y el límite superior de la Formación Mexcala no fueron medidos.

El contacto de la Formación Morelos con la Mexcala es transicional hacia el área de Zotoltilán y La Esperanza, mientras que hacia Ayotzinapa es abrupto. No se encontraron evidencias de la Formación Cuautla.

Tanto la fauna planctónica como la bentónica, nos permitió calibrar y apoyar las edades propuestas en este trabajo, con base en ellas se estableció una biozonificación que consta de 5 biozonas.

- Zona de *Nummoloculina regularis* de la parte superior del Cenomaniano Medio.
- Zona de *Pseudorhapidionina laurinensis* de la parte inferior del Cenomaniano Tardío.
- Zona de *Whiteinella archaeocretacea* a través del límite Cenomaniano-Turoniano.
- Zona de *Dicarinella* del Turoniano Temprano.
- Zona de *Helvetoglobotruncana* del Turoniano Medio.

Se establecieron un total de 23 litofacies, 10 para la Formación Morelos y 13 para la Formación Mexcala. Cada litofacies se definió con base en la proporción en porcentaje de sus principales constituyentes.

Para la paleoecología del área en cuestión se identificaron conjuntos biológicos (ecozonas), en base a ellos se caracterizó el dominio de la plataforma interna (ecozona de discórbidos y rotálidos, ecozona de algas, ecozona de carpetas algáceas, ecozona de moluscos y ecozona de foraminíferos bentónicos), el dominio de la plataforma abierta (ecozona de algas udoteáceas y corales, ecozona de calcisferúlidos y equinodermos), el dominio pelágico (ecozona de foraminíferos planctónicos) y el dominio deltaico.

La distribución paleoecológica de los microfósiles nos dió información acerca de como los conjuntos orgánicos interactúan y sus adaptaciones a ciertos patrones de vida, tales como salinidad, hidrodinamismo, sedimento y batimetría.

Para el Cenomaniano, se presentan condiciones de plataforma interna somera estando representada por facies 7 y 8 de Wilson en subambientes de submarea-intermarea. Se presentan crecimientos orgánicos de facies 7 y pequeños bancos de arena carbonatada de facies 6.

Hacia el área de Ayotzinapa las facies que prevalecen son las facies 8 de Wilson en subambientes de intermarea-submarea, con intercalaciones de facies 7 de submarea. Es evidente también que hacia el área de La Esperanza, se tienen un ligero profundizamiento de la plataforma representada por facies 2 de Wilson; sin embargo, nuevamente se reestablecen las condiciones someras.

Para el Turoniano, hacia el área de Zotoltilán se presentan ambientes de plataforma abierta somera representada de facies 2 de Wilson. Hacia la porción superior de la Formación Mexcala, se tienen ambientes de plataforma abierta profunda, mientras que hacia la cima de la sección, ambientes pelágicos representados por arcillitas y mudstones arcillosos con foraminíferos planctónicos.

Hacia el área de La Esperanza y Ayotzinapa, el ambiente de depósito para la Formación Mexcala es de plataforma abierta somera. Hacia estas partes, se presentan crecimientos orgánicos representados por hipuritidos, algas udoteáceas y, en menor proporción, corales. Esta fauna, es característica de medios calmados, calientes y de zonas protegidas, generalmente no se presentan en bordes de plataforma.

La evolución de facies sugiere que la evolución de la plataforma desde el Cenomaniano al Turoniano Temprano, esta íntimamente ligada a la posición geográfica. Mientras que hacia Zotoltilán se tienen condiciones más profundas, hacia el área de Ayotzinapa y La Esperanza se presentan las condiciones más someras, lo que sugiere que estas partes se tengan más cercanas a la línea de costa.

El aporte clástico tan brusco en la Sección Ayotzinapa se ha sugerido deberse al aporte de un sistema deltaico, desarrollándose para este mismo tiempo hacia el oriente.

La transgresión del Cenomaniano-Turoniano, posiblemente esté más marcado, hacia Zotoltilán, con los cambios de ambiente que se presentan. Posiblemente esta transgresión hacia las partes más cercanas a la línea de costa como Ayotzinapa, esté menos marcada.

Para el Cenomaniano Medio-Tardío se presentan ambientes de plataforma interna somera, en tanto que para el Turoniano Temprano-Medio, se presenta una plataforma tipo rampa.

Para el Coniaciano-Santoniano (?) hacia la porción de Hueyitalpan las facies deltaicas están mejor desarrolladas, con base a la granulometría y a las estructuras sedimentarias de establecieron las facies del prodelta, el frente deltaico y la planicie deltaica. El tipo de delta desarrollado hacia estas porciones es de grano grueso.

Las condiciones de anoxia reportadas como un evento a nivel mundial cercano al límite Cenomaniano-Turoniano, se presentan para esta región. Sin embargo, se sugiere hacer otros tipos de estudios tales como el de isótopos estables y el contenido de carbono orgánico en los sedimentos. En este trabajo, se detectaron cambios faunísticos importantes correlacionables a nivel mundial, es decir, una disminución tanto en número de individuos como de especies de foraminíferos bentónicos.

El establecimiento de la distribución de facies sedimentarias en el área de estudio y en cualquier área de trabajo reviste gran importancia ya que nos permitirá establecer modelos de distribución de rocas almacenadoras o productoras, así como para determinar rutas de migración de hidrocarburos; las dimensiones, orientación y geometría de rocas almacenadoras o productoras de hidrocarburos está determinado por los ambientes deposicionales.

Desde el punto de vista económico petrolero, las rocas de las secciones estudiadas no mostraron evidencias de hidrocarburos, únicamente se observó cierta impregnación en algunas estilolitas. Así mismo, el contenido de materia orgánica presente en estas rocas es muy escaso.

## BIBLIOGRAFIA

Aguilera-Franco, N., 1989, *Estudio Bioestratigráfico del Jurásico-Cretácico Inferior en el Prospecto Almolonga*; Subdirección de Tecnología de Exploración, IMP., 85 p. con 20 ilustraciones. (Inédito).

Dodd, R.J. y Stanton, R.J., *Paleoecology, Concepts and Applications*, Jhon Wiles & Sons, Primera ed. 559 p.

Andri, E., 1972, *Mise Au Point et Données Nouvelles sur la Famille des Calcisphaerulidae Bonet 1956: Les Genres Bonetocardiella, Phitonella, Calcisphaerula et Stomiosphaera*; *Revue de Micropaléontologie*, Vol. 15, N. 1, p. 12-34.

Araujo, M.J.O., 1980, *Prospecto Quechultenango, PEMEX. IGZS-766*, 80 p (Inédito).

Bathurst, R.G., 1972, *Carbonate Sediments and their diagenesis*; *Developments in Sedimentology*, No. 12, Elsevier, Pub. Co., 658 p.

Bassoulet, J.P., Bernier, P., Deloffre, R., Genot, P., Jaffrezo, M., Poignant, A.F., 1975, *Réflexions sur la systématique des dasycladales fossiles*; *Geobios*, N. 8, Fasc. 4, p. 259-290.

Bassoulet, J.P., Bernier, P., Conrad, M.A., Deloffre, R. y Jaffrezo, M., 1978, *Les Algues Dasycladales de Jurassique et du Crétace*; *Geobios*, Memoire Speciale, N. 2, 330 p.

Bassoulet, J.P., Bernier, P., Deloffre, R., Genot, P., Vachard, D., 1979, *Essai de classifications des Dasycladales en Tribus*; *Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, Vol. 3, N. 2, p. 429-442.

Berthout, P., 1974, *Repartition Stratigraphique actualisée des principaux foraminifères de Crétace Moyen et Supérieur du Bassin Occidental Portugais* en Oertli, H.J. 1984, *Benthos'83*, 2nd. Symp. Int. sur les Foram. Benth., p. 45-54.

Bilotte, 1984., *Le Crétace Supérieur des Plats-Formes Est-Pyrénées*; Atlas, Laboratoire de Géologie Sédimentaire et Paléontologie Université Paul-Sabatier Toulouse, 45 p.

Campa, U.F., 1978, *La Evolución Tectónica de Tierra Caliente*, Guerrero; Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, T. 39, No. 2, p. 52-64.

Campa, M.F. y Ramirez, J., 1979, *La evolución geológica y la metalogénesis del Noroccidente de Guerrero*, No. 1, serie Técnico-Científica, UAG, México, 101 p.

Caron, M., 1985, *Cretaceous Planktic Foraminifera* en: H. M. Bolli, J. B. Saunders and Perch-Nielsen (Editors), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press. Cambridge., p. 17-86.

Caus, E., Gómez-Garrido, A., Simó, A., y Soriano, K., 1993, *Cenomanian-Turonian platform to basin integrated stratigraphy in the South Pyrenees (Spain)*; *Cretaceous Research*, Vol. 14, p. 531-551.



Chiochini, M., Mancinelli, A., Molinari-Paganelli, V. y Tilia Zuccari, 1979, *Stratigraphic Distribution of Benthic Foraminifera in the Aptian, Albian and Cenomanian Carbonate Sequences of the Aurunci and Ausoni Mountains (Southern Lazio, Italy)*; *Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, Vol. 3, N. 2, p. 525-535.

Dali-Ressot, M.D., 1989, *Découverte d'une nouvelle espèce de "Calcisphaerulidae" dans le Crétacé Tunisien et Confirmation des Affinités Systematiques de Certains Représentants Crétacé Supérieur de Ce Groupe*; *Revue de Micropaléontologie*, Vol. 32, N. 3, p. 185-194.

Dávila-Alcocer, A.V.M., 1974, *Geología del área de Atenango del Río, Edo. de Guerrero*; Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, UNAM, 109 p. (Inédita).

De Cerna, Z., Palacios-Nicto, M. y Pantoja-alor, J., 1978, *Relaciones de Facies de las Rocas Cretácicas en el Noreste de Guerrero y en Areas Colindantes México y Michoacán*, en: Arcnal, R. del *Libro-guia de la excursión geológica a Tierra Caliente, Estados de Guerrero y México*; IV Convención Geológica Nacional, Soc. Geol. Mexicana, México, 53 p.

De Cserna, Z., Ortega,G.F., y Palacios, N.M., 1980, *Reconocimiento Geológico de la parte Central de la Cuenca del alto Río Balsas, Edos. de Guerrero y Puebla*; Libro Guia de la excursión geológica de la parte central de la Cuenca del alto Río Balsas, Edos. de Guerrero y Puebla, V Convención Geológica Nacional, Soc. Geol. Mexicana, México, 53 p.

Deloffre, R., 1988, *Nouvelle Taxonomie des algues Dasycladales*; *Bull. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, Vol. 12, N. 1, p. 165-217.

Demaison, G.J. y Moore, G.T., 1980, *Anoxic environments and oil source bed genesis*; *The American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, Vol. 64, N. 8, p. 1179-1209.

Dunham, R.J., 1962, *Classification of carbonate rocks according to depositional texture, Classification of Carbonate Rocks*; a Symposium, American Association of Petroleum Geologist, Memoir 1, p. 108-121.

Elliot, T., 1986; Deltas en Reading, H.G., *Sedimentary environments and facies*, end ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 113-154.

Embry, A.F., y Klovan., E., 1971, *A late Devonian Reef tract on Northeastern Banks Island, N.W.T*; *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, Vol. 19, N. 4, p. 730-781.

Ferrandini, M., 1988, *Les Foraminifères Benthiques du Cenomanien Supérieur dans le Sud-Est Marocain*; *Revue de paléobiologie*, Vol. Espéc. N. 2, Benthos'86. p. 429-430.

Fleury, 1971, *Le Cénomanién á Foraminifères Benthoniques du Mussif ( Varassova) Zona du Gavro*, Akarmanie Grèce Continentale; *Revue de Micropaléontologie*, V. 14, N. 3, p. 181-194.

Fflugel, E., 1979, *Paleoecology and Microfacies of Permian Triassic and Jurassic Algae Communities of Plataform and Reef Carbonates from the Alps*; *Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, Vol. 3, N. 2, p. 569-587.

Flügel, E., 1982, *Facies Analysis of Limestone*; Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 633p.

Folk, R.L., 1974, *Petrology of Sedimentary Rocks*, Hemphill Publishing Co., Texas, 182p.

Fries, C., 1960, *Geología del Estado de Morelos y de Partes Adyacentes de México y Guerrero*, Región Central Meridional de México; Boletín 60, Instituto de Geología, UNAM, México, 236 p.

Friedman, G.M., 1959, *Identification of Carbonate Minerals by Staining Methods*; *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 59, N.1, p. 87-97.

Gargouri, S., 1988, *Repartition Paleocologique des Foraminifères Cenomaniens de la Tunisie Centrale*; *Revue de Paléontologie, Benthos'86*, Vol. Spec. No. 2, p. 431-436.

Gómez-Rodríguez, R.D., 1991, *Facies Arrecifales del Antoclinorio de Chilacachapa, Edo. de Guerrero*; Tesis de Maestría, DEPMI-UNAM. México, 91 p., (Inédita).

González-Pacheco, V.V., 1988, *Estratigrafía y Condiciones Paleoambientales de la Secuencia Cretácica del área de Atenango del Río, Edo. de Guerrero*; Tesis Profesional, Fac. de Ing, UNAM, 102 p. (inédita).

González-Pacheco, V.V., 1991; *Evolución Sedimentológica y diagénesis del Cretácico de la porción norte del Estado de Guerrero*; Tesis de Maestría DEPMI-UNAM, 208 p., (inédita).

Granier, B., 1986, *Les Pieninia oblonga Borza Et Mšik, 1976 Sont-Elles Des Sclérites D'Alcionaires?*; *Revue de Micropaléontologie*, Vol. 29, No. 2, p. 103-108.

Hart, M.B., Dodsworth, P. y Duane, A.M., 1993, *The Late Cenomanian Event in Eastern England*; *Cretaceous Research*, Vol. 14, p. 459-508.

Hollis, D.H., 1976, *Guía Estratigráfica Internacional*, 205 p.

Hernández-Romano, U., 1995, *Evolución Sedimentológica de la Secuencia Cretácica en el Área de Huitziltepec, Edo. de Guerrero*; Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, UNAM; México, 120 p.

Jacques, R.M., 1973, *Observations sur l'écologie des Orbitolines et des Choffatelles dans le Crétacé inférieur d'Estremadura (Portugal)*; C.R. Acad. Sc. Paris, T. 276.

James, P.N., 1985, *Shallowing-Upward Sequences in Carbonates*, en Walker, R.G., (ed); *Geological Association Publications*, 137 p.

Jarvis, J., Carson, G.A., Cooper, M.K.E., Hart, M-B., Leary, P.N., Tocher, B.A., Home, D. y Rosenfield, A., 1988; *Microfossil assemblages and the Cenomanian-Turonian (Late Cretaceous) oceanic anoxic event*, *Cretaceous Research*, Vol. 9, p. 3-103

Jhonson, J. A., 1969, *A review of the Lower Cretaceous Algae*; *Quarterly of the Colorado School of Mines*, N. 6. 180 p.

Loeblich, A. y H. Tappan, 1988, *Foraminiferal genera and their classification*: Van Nostrand Reinold, 2 Vol.

Logan B.W., Rezak, R., y Ginsbur, R.N., 1964, *Classifications and Environmental Significance of Algal Stromatolites*; *Journal Geology*, Vol. 72, p. 68-83.

Luftulla, H.P. y Pirdeni, A., 1994, Cenomanian-Turonian Boundary in the Mirdita zone, Albania; *Cretaceous Research*, N. 15, p. 217-225.

Magniez-Jannin, F. y Jacquin, T., 1988, *Foraminifères et Sequences Sedimentaires: Vers une Meilleure Compréhension des Environnements Anoxiques du Cretace dans L'Atlantique Sud*; *Revue de Paléobiologie*, Vol. Espéc. N.2, Benthos'86, p. 297-307.

Maldonado, L., 1985, *Prospecto Chilapa, Gro; Informe Geológico N. 948*, PEMEX Supticia. Gral. de Exploración, Zona Sur, 68 p. (Inédito).

Mathicu, R., *Répartition des Foraminifères dans la Baie du Mont Sain-Michel*; *Bulletin de la Société de Normandie*, T. LVIII, p. 30-37.

Martínez-Medrano, 1994, *Estratigrafía, Sedimentación y Diagénesis de la Secuencia Cretácica en la región de Santa Teresa Edo. de Guerrero*; Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería UNAM, 122p.

Michaud, F., 1985, *Stratigraphie et Paleogeographie du Mesozoique du Chiapas (Sud Est. du Mexique)*; *Mémoires de Stratigraphie*, N. 6, 301 p., 24 p.

Morán-Zenteno, D.J., 1984, *Geología de la República Mexicana*. INEGI-Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 88p.

Nicolas, L.B., 1987, *Prospecto Chilpancingo, Gro. Informe Geológico Nacional*, 999, PEMEX, Supticia Gral. de Exploración, Zona Sur, 70 p. (Inédito).

Newman, M. y Schroeder, R., 1985, *Les Grandes foraminifères du Crétacé Moyen de la Région Méditerranéenne*; *Geobios, Memoire Special*, N. 7. 157 p.

Ontiveros, T. G., 1973, *Estudio Estratigráfico de la Porción Noroccidental de la Cuenca Morelos-Guerrero*; *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, V. 25, p. 189-234.

Ortega-Gutierrez, F., 1980; *Rocas Volcánicas del Maastrichtiano en el Area de San Juan Tetelcingo, Edo. de Guerrero*; en: *Libro-guía de la Excursión Geológica a la Parte Central de la Cuenca del alto Río Balsas, Edos. de Guerrero y Puebla*, V Convención Geológica Nacional, Soc. Geol. Mexicana, México, 58 p.

Ortiz, U.A., 1985, *Estudio Tectónico Estructural en el Area de Chilpancingo-Huamuxtlan*, Subdirección de Tecnología de Exploración, IMP, 92 p., (Inédito).

Peryt, D., 1988, *Paleoecology of Middle and Late Cretaceous Foraminifers from the Lublin Upland (Se Poland)*; *Revue de Paléobiologie*, Vol. Espéc. N. 2, en Benthos'86, p. 311-321.

Peryt, D y Wywricka, K., 1993, *The Cenomanian/Turonian boundary event in Central Poland; Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*. Vol. 194, p. 185-197.

Pettijohn, F., 1975, *Sedimentary rocks*, 3 ed. Harper and Row, Nueva York, 628 p.

Philip, J., 1972, *Paleoecologie des Formations a Rudistes du Cretace Superieur-L'Exemple du Sud-Est de la France; Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.

Philip, J., 1974, *Les Formations Calcaires a Rudistes du cretace Superieur Provencal et Rhodanien; Stratigraphie et Paléogéographie; Bulletin du B.R.G.M.*, (dcuxième série) Section 1, No. 3, p. 107-151.

Quezada, M.J., 1972, *Prospecto Apango, Gro. Informe Geológico N. 566*, Supticia. Gral. de Exploración, Zona Sur, 48 p., PEMEX (inédito).

Rabling, A. y Lourdes, B.G., 1985, *Estudio Bioestratigrafico de las Rocas del Cretacico en el Prospecto Ixcateopan, Gro;* Subdirección de Tecnología de Exploración, IMP, 61 p. (inédito).

Rangel., 1979, *Prospecto Balsas, Gro. Informe Geológico N. 738*, Supticia Gral. de Exploración, Zona Sur. s/pp.

Reeckmann, A. y Friedman, G.M., 1982, *Exploration for Carbonate Petroleum Reservoirs;* Elf-Aquitaine, John Willey/Sons, New York, 213 p.

Reineck, H.E. y Singh, I.B., 1980; *Depositional, Sedimentary Environments*, with reference to terrigenous clastics, 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin. 551p.

Robasynski, F., Amedro, F., Foucher, J.C., Gaspard, D., Magniez-Jannin, F., Manivit, H. y Sornay., 1980, *Synthese Biostratigraphique a Partir de Sept Groupes Paleontologiques: Foraminiferes, Nanoplancton, Dinoflagelles et Macrofaune. Rev. Micropaleontol.* V. 22, p. 195-321.

Robasynski, F., Caron, M., Dupuis, C., Amedro, F., González-Donoso, J., Linares, D., Hardenbol, J., Gartner, S., Calandra, F. y Deloffre, R., 1990, *A Tentative Integrated Stratigraphy in the Turonian Central Tunisia: Formations, zones and Secuencial Stratigraphy in the Kalaat Senan Area;* Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine, N. 14, p. 213-384.

Rosales, C., 1991, *Estudio taxonómico y Evaluación Bioestratigráfica de los foraminiferos bentónicos de una secuencia carbonatada del Cretácico Medio-Superior de la Sierra de Chiapas, Instituto Mexicano del Petróleo*, Subdirección de Tecnología de Exploración, 120 p. (Inédito).

Rosales, C., Caus, E. y Bermudes, S. J., 1994, *Evidencias de Exposición Subaérea en el Cretácico de Chiapas; Primer Reporte de Microcodium en la Caliza Sierra Madre; Boletin de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, V. XLI, N.1, p. 1-15.

Ross, D.J. y Skelton, P.W., 1993, *Rudist formations of the Cretaceous*; a paleoecological, sedimentological and stratigraphical review en Wriqth, V.P; Sedimentology Review/1, Blackwell Scientific publications, Oxford, p. 73-91.

Saint-Marc, P., 1970, *Sur Quelques Foraminifères Cenomaniens et Turoniens du Liban*; *Revue de Micropaléontologie*, Vol 13, N. 2, p. 85-94.

Saint-Marc, 1975, *Étude Stratigraphique et Micropaléontologique de L'Albien du Cénomanien et du Turonien du Liban*; Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient, Tomo XIII, 288p.

Shlanger, W., 1981; *The paradox of drowned reefs and carbonate platforms*; Geological Society of American Bulletin, Parte 1, Vol. 92, p. 197-184.

Schlanger, S.O., y Jenkyns, H.C., 1976, *Cretaceous oceanic anoxic events; Causes and consequences*; Geologie en Mijnbown, Vol. 55, N. 3-4, p. 179-184.

Shinn, E.A., 1986, *Modern carbonate tidal flats; Their disgnostic features*, en Warne, J. E. y Shanley, K.W. (eds.), Carbonate Depositional Environments Modern and Ancient, Part 3, Tidal Flats, Colorado School of Mines Quaterly, Vol. 81, N. 1, p. 7-35.

Smosna, R., y S. M. Warshauer, 1981, *Rank exposure index on a Silurian carbonate tidal flat*; Sedimentology, N. 28, p. 723-731.

Soto, J. F., 1981, *Zonificación microfauística del Cañon de la Borrega, Tamaulipas*; Revista del Instituto del Petrólco, Vol. XIII, No. 1, p. 7-23.

Soto, J.F., 1989, *Estudio Bioestratigráfico del Jurásico-Cretácico en el Prospecto Cuicatlan, Oaxaca*; Subdirección de Tecnología de Exploración, IMP, 119 p., 5 láminas, (Inédito).

Souquet, P., 1989, *Structure et Dynamique de la Lithosphère*; Tectonica des Plaques, Tectonique globale, V. 2, a Université Paul Sabatier, Toulouse.

Trejo., M., 1983., *Paleobiología y Taxonomía de algunos fósiles mesozoicos de México*; Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XLVI, N. 2, 82p.

Tucker, M.E., 1990, *Carbonate Sedimentology*; Blackwell Scientific Publications, Oxford, 482 p.

Ulicny, D., Hladíková, J. y Hraděchá, L., 1993, *Record of sea levels changes, oxigen depletion and the <sup>13</sup>C Anomaly Across the Cenomanian-Turonian Boundary, Bohemian Cretaceous Basin*; *Cretaceous Research*, Vol. 14, p. 211-234.

Walker, 1984, *Depositional Facies*; Geological Association of Canada Publications, segunda ed., 317 p.

Wilson, J.L., 1970, *Depositional facies Across Carbonate Shelf Margins*; vol. XX, p. 229-233.

Wilson, J.E., 1975, *Carbonate Facies in Geology History*; Springer-Verlag, N.Y., 471 p.

## APENDICE PETROGRAFICO

### SECCION LA ESPERANZA

#### NA94-01

Wackestone de bioclastos. Micrita 35%, bioclastos 35%, peloides 30%. Los bioclastos estan representados por foraminiferos bentónicos (*Nummoloculina heimi*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Moncharmontia appeninica* y pequeños nezzazatidos indeterminables comunes, algas verdes escaso *Thaumatoporella parvovesiculifera* y dasicladáceas (*Acicularia endoi*) escaso, fragmentos de equinodermos escasos, espículas de esponja escasas y moluscos escasos. Bioturbación. Intermarea, facies 7 de Wilson.

#### NA94-02

Wackestone-packstone de bioclastos. Bioclastos 45%, peloides 25%, micrita 30%. Los bioclastos se caracterizan por: foraminiferos bentónicos como rotálidos abundantes, otros foraminiferos como *Merlingina cretacea*, *Biconcaba bentori*, *Trochospira avnimelechi*, *Nummoloculina heimi*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Quinqueloculina sp.*, *Praeacrhysalidina sp.*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, ostrácodos comunes. Bioturbación y laminación. Submarea, facies 7 de Wilson.

#### NA94-03

Wackestone de bioclastos con porciones dolomitizadas. Bioclastos 40 %, intraclastos 10%, peloides 20%, micrita 30%. Los bioclastos estan representados por foraminiferos bentónicos abundantes, algas verdes escasas, fragmentos de moluscos. Los microfósiles que le caracterizan son abundantes rotálidos y discórbidos; los otras formas de foraminiferos son comunes tales como *Moncharmontia appeninica*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Biconcaba bentori*, *Nezzazata conica*, *Cuneolina conica*, *Nummoloculina heimi*, *Merlingina cretacea*, *Pseudorhapidionina sp.*, *Spiroloculina cretacea*, *Quinqueloculina sp.*, Intermarea-submarea, facies 7 de Wilson.

#### NA94-04

Dolomia microcristalina o microdolomia con textura original de probable packstone de bioclastos. Bioclastos, 40%, intraclastos 10%, peloides 20%, micrita 30%. Los bioclastos reconocibles fueron miliólidos, discórbidos, rotálidos, fragmentos de moluscos y equinodermos. Laminación. espeleotemas y bioturbación. Facies 8 de Wilson, intermarea-submarea.

#### NA94-05

Wackestone-packstone de bioclastos. bioclastos 40%, pelets 10%, peloides 6%, intraclastos (algalclastos) 7%, granos envueltos 2%, micrita 35%. Foraminiferos bentónicos; rotálidos y discórbidos enteros y fragmentados, miliólidos comunes y fragmentados, otros foraminiferos bentónicos abundantes y enteros, dasicladáceas escasas y fragmentadas, fragmentos de moluscos, equinodermos escasos, ostrácodos escasos. Las especies identificadas fueron: *Biconcaba bentori*, *Spiroloculina cretacea*, *Trochospira avnimelechi*, *Nummoloculina heimi*, *Cuneolina sp.*, *Merlingina cretacea*, *Nezzazatinella picardi*, *Nezzazata conica*, *Pseudolithonella reicheli*, *Quinqueloculina sp.*, *Moncharmontia appeninica*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Salpingoporella dinarica*. Intermarea, facies 8 de Wilson.

#### NA94-06

Wackestone de peloides y bioclastos. Micrita 40%, peloides 23%, pelets 15%, bioclastos 20% y granos envueltos 2%. Foraminiferos bentónicos; rotálidos escasos y fragmentados, otros

foraminíferos bentónicos escasos y fragmentados, fragmentos de moluscos escasos, equinodermos escasos y fragmentados, equinodermos enteros y fragmentados, espículas de esponja enteros y fragmentados, ostrácodos enteros y fragmentados. Las especies encontradas fueron *Trochospira avnimelechi*, *Merlingina cretacea*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Pseudocyclammina rugosa*, *Bolivinaopsis* sp., textuláridos, *Saccocoma* sp. Submarea, facies 7 de Wilson.

NA94-07

Wackestone-packstone de bioclastos. Bioclastos, 40%, micrita 35%, intraclastos 30%, peloides 10%. Foraminíferos bentónicos como rotálidos y discórbidos escasos y fragmentados, miliólidos abundantes y fragmentados, espículas de esponja comunes y fragmentadas, fragmentos de ostrácodos escasos, fragmentos de dasicladáceas escaso, moluscos escasos. Las especies reportadas fueron: *Biplanata peneropliformis*, *Nezzazatinella picardi*, *Pseudorhapidionina* sp., *Dicyclina schlumbergeri*, *Nummuloculina regularis*, *N. heimi*, *Cuneolina* sp., *Merlingina cretacea*, *Spiroloculina cretacea*, *Praechrysalidina infracretacea*, *Actinoporella* sp. Bioturbación. Facies 7 de Wilson, submarea.

NA-9408

Microdolomia con textura original de packstone de bioclastos. Bioclastos 30%, micrita 30%, peloides 20%, intraclastos 8%. Los bioclastos observados fueron fragmentos de moluscos y fragmentos de foraminíferos bentónicos. Facies 8.

NA94-10

Wackestone-packstone de bioclastos ligeramente dolomitizados. Bioclastos 35%, micrita 25%, peloides 13%, pelets 10%, intraclastos 15%, granos envueltos 2%. Los bioclastos presentes fueron: foraminíferos bentónicos rotálidos comunes y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos abundantes y enteros, ostrácodos comunes y fragmentados, fragmentos de algas dasicladáceas escaso y fragmentos de moluscos escasos. Las especies determinadas fueron: *Pseudorhapidionina laurinsensis*, *Nummuloculina heimi*, *Spiroloculina cretacea*, *Spiroloculina cretacea*, *Merlingina cretacea*, *Nezzazata* sp., *Nezzazata simplex*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Moncharmontia appenninica*, *Quinqueloculina* sp., *Nezzazatinella picardi*, *Biconcaba bentor* y *Thaumatoporella parvovesticulifera*. Facies 8, intermarea-submarea.

NA94-11

Wackestone-packstone de intraclastos y bioclastos. Bioclastos 25%, micrita 30%, intraclastos 30%, pelets 14%, granos envueltos 1%. Los bioclastos representativos son rotálidos escasos y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos abundantes y enteros, fragmentos de equinodermos escasos, ostrácodos escasos, moluscos escasos, y fragmentos de dasicladáceas comunes. Las especies determinadas fueron: *Biplanata peneropliformis*, *Pseudocyclammina rugosa*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Glomospira* sp., *Quinqueloculina* sp., *Cuneolina conica*, *Biconcaba bentori*, *Nezzazata simplex*, *Pseudorhapidionina laurinsensis*, *Merlingina cretacea*, *Spiroloculina cretacea*, *Acicularia elongata*, *Neomeris pfenderae*, *Salpingoporella dinarica*, *Cilindroporella sudgeni*, ? *Girvanella*. Facies 8, intermarea-submarea.

NA94-12

Wackestone-packstone de bioclastos ligeramente dolomitizado. Bioclastos 40%, micrita 30%, intraclastos 27%, granos envueltos 3%. Los bioclastos encontrados fueron rotálidos y discórbidos comunes y fragmentados, miliólidos abundantes y enteros, otros foraminíferos bentónicos comunes y enteros, fragmentos de: equinodermos, moluscos y ostrácodos escasos, algas verdes escaso. Las especies determinadas fueron: *Trochospira avnimelechi*, *Cyclogira* sp., *Merlingina cretacea*,

*Nummoloculina heimi*, *N. regularis*, *Spiroloculina* sp., *Spiroloculina cretacea*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Pseudorhapidionina* sp., *P. dubia*, *Nezzazata simplex*, *Biplanata peneropliformis*, *Glomospira* sp., *Cuneolina pavonia*. Facies 7, submarea.

#### NA94-13

Microdolomia ligeramente arcillosa. las partículas que se pudieron observar fueron algunos fragmentos de moluscos y posibles fragmentos de algas dasicladáceas. No se pudo establecer ni el ambiente ni las facies.

#### NA94-14

Wackestone-packstone de bioclastos y peloides. Bioclastos 30%, micrita 30%, intraclastos 10%, peloides 28%, granos envueltos 2%. Los bioclastos presentes fueron: foraminíferos bentónicos comunes y fragmentados, rotálidos escasos y fragmentados, fragmentos de ostrácodos y moluscos escasos. Las especies encontradas fueron: *Moncharmontia appeninica*, *Pseudorhapidionina dubia*, *Nummoloculina regularis*, *Spiroloculina* sp., *Nezzazatinella picardi*, *Biconcaba bentori*, *Trochospira avnimelechi*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Merlingina cretacea*, *Glomospira* sp., *Biplanata peneropliformis*, *Nezzazata simplex*. Facies 8 de Wilson, intermarca-submarea.

#### NA94-15

Wackestone de bioclastos. Bioclastos, 30%, micrita 50%, intraclastos 5%, peloides 10%. Los bioclastos reportados fueron: rotálidos comunes y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos abundantes y enteros, algas dasicladáceas comunes y fragmentadas, otras algas enteras y fragmentadas, fragmentos de moluscos. Las especies reportadas fueron: *Pseudolituonella reicheli*, *Pseudorhapidionina laurinensis*, *Trochospira avnimelechi*, *Pseudorhapidionina dubia*, *Biconcaba bentori*, *Nummoloculina heimi*, *N. regularis*, *Biplanata peneropliformis*, *Moncharmontia appeninica*, *Merlingina cretacea*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Triloculina* sp., *Salpingoporella* sp., *Thaumatoporella parvovesiculifera*, algas azul-verdes. Facies 7, submarea.

#### NA94-16

Mudstone de bioclastos. Bioclastos 25%, micrita 65%, peloides 10%. Los bioclastos identificados fueron: foraminíferos bentónicos tales como rotálidos comunes y enteros, otros foraminíferos bentónicos comunes y enteros, fragmentos de: equinodermos, ostrácodos, algas dasicladáceas y calcisferúlidos todos ellos escasos. Las especies identificadas fueron: *Pseudorhapidionina laurinensis*, *Biplanata peneropliformis*, *Spiroloculina* sp. y *Phitonella* sp. Facies 2, submarea.

#### NA94-17

Wackestone de bioclastos ligeramente dolomitizado. Micrita 50%, bioclastos 35%, peloides 15%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos como rotálidos comunes y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos comunes y fragmentados, calcisferúlidos escasos, dasicladáceas enteras y fragmentadas, moluscos enteros y fragmentados ostrácodos enteros y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Merlingina cretacea*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Cadosina* sp. Facies 2 de Wilson, submarea.

#### NA94-18

Wackestone de bioclastos. Bioclastos 25%, micrita 45%, peloides 20%, intraclastos 10%. Los bioclastos son miliólidos comunes y enteros, rotálidos comunes y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos enteros y fragmentados, fragmentos de moluscos y ostrácodos escasos. Las especies identificadas fueron: *Dicyclina schlumbergeri*, *Biconcaba bentori*, *Quinqueloculina*



*sp.*, *Pseudorhapidionina laurinensis*, *Moncharmontia appeninica*, *Nummuloculina regularis*, *Cuneolina pavonia* y calcisferúlidos indeterminados. Facies 2 de Wilson, submarea.

#### NA94-19

Wackestone de bioclastos muy arcilloso. Bioclastos 25%, micrita 45%, intraclastos 10%, peloides 15%. Los bioclastos están representados por miliólidos comunes y enteros, rotálidos enteros y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos enteros y fragmentados, fragmentos de ostrácodos, espículas de esponja enteros y fragmentos de moluscos enteros. Las especies encontradas fueron: *Nummuloculina regularis*, *Moncharmontia appeninica*, *Spiroloculina cretacea*, *Pseudorhapidionina laurinensis*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Peinina oblonga*, *Quinqueloculina sp.*, *Triloculina sp.* y *Phitonella ovalis* Facies 2, submarea.

#### NA94-20

Wackestone de bioclastos. Bioclastos 25%, micrita 60%, intraclastos 10%, peloides 5%. Los bioclastos fueron: rotálidos comunes y fragmentados, miliólidos enteros y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos comunes y fragmentados, calcisferúlidos escasos y fragmentados, fragmentos de moluscos escasos, ostrácodos abundantes y enteros, espículas de esponja enteras y fragmentadas. Las especies identificadas fueron: *Moncharmontia appeninica*, *Bolivinospis sp.*, *Nezzazatinella picardi*, *Cuneolina pavonia*, *Phitonella ovalis* y *Peinina oblonga*. Facies 2, submarea.

#### NA94-21

Wackestone de bioclastos. Bioclastos 20%, micrita 50%, intraclastos 15%, peloides 20%. Los bioclastos identificados fueron: rotálidos comunes y fragmentados, miliólidos enteros y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos enteros y fragmentados, calcisferúlidos enteros y fragmentados, fragmentos de: dasicladáceas, moluscos, ostrácodos y equinodermos, todos estos últimos son escasos. Las especies identificadas fueron: *Dicyclina schlumbergeri*, *Biplanata peneropliformis*, *Nummuloculina regularis*, *Quinqueloculina sp.*, *Spiroloculina sp.*, *Moncharmontia sp.* y *Phitonella ovalis*. Facies 2, submarea.

#### NA94-22

Wackestone de bioclastos arcilloso. Bioclastos 20%, micrita 65%, arcilla 15%. Los bioclastos identificados fueron: rotálidos comunes y enteros, miliólidos escasos y enteros, otros foraminíferos bentónicos escasos y enteros, algas azul-verdes escasas y fragmentadas, calcisferúlidos escasos y fragmentados, fragmentos de foraminíferos planctónicos escasos, fragmentos de moluscos escasos. La especie identificada fue: *Dicyclina schlumbergeri*. Facies 2, submarea.

#### NA94-23

Wackestone-packstone de bioclastos y peloides. Bioclastos 30%, micrita 35%, peloides 30%, intraclastos 4%, granos envueltos 1%. Los bioclastos están representados por rotálidos abundantes y fragmentados, miliólidos comunes y enteros, otros foraminíferos bentónicos enteros y fragmentados, fragmentos de moluscos, ostrácodos, espículas de esponja y equinodermos. Las especies determinadas fueron: *Spiroloculina cretacea*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Biplanata peneropliformis*, *Nezzazata conica*, *Peinina oblonga*, *Merlingina cretacea*, *Nummuloculina regularis*, *Quinqueloculina sp.* Facies 7, submarea.

#### NA94-24

Wackestone-packstone de bioclastos. Bioclastos 40%, micrita 40%, intraclastos 3%, peloides 10% y pellets 7%. Los bioclastos característicos fueron: miliólidos comunes y enteros, rotálidos comunes

y fragmentados. Otros foraminíferos bentónicos comunes y fragmentados, fragmentos de equinodermos, ostrácodos, moluscos, dasicladáceas y calcisferúlidos escasos. Las especies determinadas fueron: *Pseudorhapidionina dubia*, *Moncharmontia appeninica*, *Nezzazata simplex*, *Nezzazatinella picardi*, *Pseudocyclammina rugosa*, *Biconcaba bentori*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Nummoloculina heimi*, *N. regularis*, *Pithonella ovalis*, *Rotalipora sp.* Facies 8, intermarca.

#### NA94-25

Wackestone-packstone de bioclastos. Bioclastos 35%, micrita 40%, peloides 15%, pelcets 10%, granos envueltos 3%. Los bioclastos característicos; rotálidos enteros y fragmentados, miliólidos enteros y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos enteros y fragmentados, dasicladáceas comunes y fragmentadas, moluscos enteros y fragmentados, ostrácodos enteros y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Neomeris cretacea*, *Acicularia sp.*, *Salpingoporella dinarica*, *Biplanata peneropliformis*, *Moncharmontia sp.*, *Pseudocyclammina rugosa*, *Nezzazata simplex*, *Pseudorhapidionina laurinensis* y *Spiroloculina sp.* Facies 8, submarea-intermarca.

#### NA94-26

Packstone de bioclastos. Bioclastos 30%, micrita 40%, intraclastos 15%, peloides 15%. Los bioclastos característicos fueron: rotálidos comunes y enteros, miliólidos comunes y enteros, otros foraminíferos bentónicos comunes y enteros, dasicladáceas comunes y enteras. Las especies determinadas fueron: *Nummoloculina heimi*, *N. regularis*, *Nezzazata simplex*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Merlingina cretacea*, *Spiroloculina cretacea*, *Nezzazatinella picardi*, *Quinqueloculina sp.*, *Biplanata peneropliformis*, *Pseudocyclammina rugosa*, *Biconcaba bentori*, *Salpingoporella dinarica*, y *Calcisphaerula inominata*. Facies 8, submarea-intermarca.

#### NA94-27

Wackestone de bioclastos. Bioclastos 40%, micrita 40%, peloides 10%, intraclastos 5%, pelcets 5%. Los bioclastos característicos fueron: foraminíferos bentónicos, algas dasicladáceas stomiosféridos y fragmentos de moluscos. Las especies determinadas fueron: *Cuneolina conica*, *Moncharmontia appeninica*, *Nezzazata conica*, *Merlingina cretacea*, *Pseudolituonella reicheli*, *Pseudorhapidionina laurinensis*, *Nezzazata simplex*, *Biconcaba bentori*, *Salpingoporella dinarica*, *Permocalculus sp.*, *Aptychus sp.* y *Cadosina sp.* Facies 8, submarea.

#### NA94-28

Packstone de bioclastos. Bioclastos 45%, micrita 30%, intraclastos 15%, peloides 10%. Los bioclastos característicos fueron: rotálidos escasos y fragmentados, miliólidos abundantes y enteros, otros foraminíferos bentónicos abundantes y enteros, dasicladáceas comunes y enteras, equinodermos enteros y fragmentados, moluscos comunes y fragmentados, ostrácodos enteros y fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Cuneolina conica*, *Moncharmontia appeninica*, *Nezzazata conica*, *Merlingina cretacea*, *Pseudolituonella reicheli*, *Trochospira avimelechi*, *Pseudorhapidionina laurinensis*, *Nezzazata simplex*, *Nummoloculina regularis*, *Spiroloculina sp.*, *Spiroloculina cretacea*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Biplanata peneropliformis*, *Biconcaba bentori*, *Salpingoporella dinarica*, *Permocalculus sp.*, *Neomeris cretacea*, *Aptychus sp.* y *Cadosina sp.* Facies 8, submarea.

#### NA94-29

Wackestone-packstone de bioclastos. Bioclastos 40%, micrita 50%, arcilla 10%. Los bioclastos observados fueron: foraminíferos bentónicos comunes y fragmentados, equinodermos enteros y fragmentados, ostrácodos enteros y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Cuneolina*

*conica*, *Moncharmontia appenica*, *Spiroloculina sp.* y *Pseudocyclamina rugosa*. Facies 7, submarea.

#### NA94-30

Wackestone-packstone de bioclastos. Bioclastos 35%, micrita 40%, pellets, 10%, intraclastos 8%, granos envueltos 2%. Los bioclastos determinados fueron: ostrácodos abundantes y enteros, miliólidos comunes y enteros, rotálidos abundantes y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos escasos y enteros, moluscos enteros y fragmentados, equinodermos enteros y fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Pithonella ovalis*, *Spiroloculina sp.*, *Merlingina cretacea*, *Pseudorhapidionina laurinensis*, *Cuneolina pavonia*, y *Pseudocyclamina rugosa*. Facies 8, submarea.

#### NA94-31

Micro a Mesodolomía con textura original de packstone de bioclastos. Bioclastos, 50%, micrita 35%, peloides 10%, intraclastos 5%. Los bioclastos determinados fueron fragmentos de moluscos, ostrácodos, foraminíferos bentónicos y algas todos ellos escasos y mal conservados. Facies 8, Submarea.

#### NA94-32

Dolomía microcristalina con textura original de bindstone de algas. Bioclastos 80%, Micrita 15%, arcilla 5%. Se observan principalmente algas azul-verdes, fragmentos de miliólidos y moluscos estos últimos muy escasos. Facies 8, Intermarea-Supramarea inferior.

#### NA94-33

Dolomía microcristalina con textura original de packstone-wackestone de bioclastos. Los constituyentes observados fueron: micrita, bioclastos y peloides no fue posible determinar sus porcentajes. Los bioclastos observados fueron moluscos, fragmentos de dasicladáceas, foraminíferos bentónicos. Facies 8.

#### NA94-34

Dolomía microcristalina. con textura original de packstone de bioclastos. Los bioclastos identificados fueron: calcisferúlidos raros y fragmentados, foraminíferos bentónicos raros y fragmentados, y moluscos escasos y fragmentados, ostrácodos escasos y fragmentados, equinodermos escasos y fragmentados, algas escasas y fragmentadas. Las especies identificadas fueron: *Calcisphaerula innominata* y *Saccocoma sp.* Facies 8 intermarea.

#### NA94-35

Packstone de peloides. Bioclastos 30%, peloides 50%, micrita 10%, cemento 10%. Los bioclastos determinados fueron ostrácodos abundantes y escasos, rotálidos comunes y fragmentados, miliólidos enteros y fragmentados, y otros foraminíferos enteros y fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Nezzazata sp.*, *N. simplex*, *Spiroloculina sp.*, *Glomospira sp.*, y textuláridos. Facies 8, intermarea.

#### NA94-36

Wackestone-packstone de bioclastos. Bioclastos 35%, micrita 40%, peloides 15% e intraclastos 10%. Los bioclastos determinados fueron: rotálidos comunes y enteros, miliólidos comunes y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos escasos y enteros ostrácodos escasos, algas verdes comunes fragmentadas. Las especies identificadas fueron: *Merlingina cretacea*, *Dicyclina*

*schlumbergeri*, *Nezzazinella picardi*, *Moncharmontia appeninica*, y *Spiroloculina* sp. Facies 8, intermarea.

#### NA94-38

Packstone de peloides, Bioclastos 25%, peloides 50%, micrita 15%, intraclastos 3%, granos envueltos 2%, cemento 5%. Los bioclastos determinados fueron: rotálidos enteros y fragmentados, miliólidos comunes y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos escasos y fragmentados, fragmentos de ostrácodos, moluscos enteros y fragmentados, calcisferúlidos enteros y fragmentados, braquiópodos enteros y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Bonetocardiella conoidea*, *Pithonella ovalis*, *Praechrysalidina* sp., *Bolivinopsis* sp., *Dicyclina schlumbergeri*, *Nezzazata* sp., *N. simplex*, *Merlingina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Rotalipora* sp., y *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 6, intermarea.

#### NA94-39

Packstone-grainstone de peloides. Bioclastos 25%, peloides 40%, micrita 5%, granos envueltos 2%, intraclastos 10%, cemento 5%. Los bioclastos determinados fueron miliólidos comunes y fragmentados, rotálidos enteros y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos, moluscos enteros y fragmentados, ostrácodos enteros y fragmentados, calcisferúlidos enteros y fragmentados, equinodermos enteros y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Nezzazata simplex*, *Spiroloculina* sp., *Praechrysalidina gradata*, *Quinqueloculina* sp., *Didemnoidea moreti*, *Pithonella ovalis*, *Hedbergella delrioensis*, *Stomiasphaera sphaerica* y *Calcisphaerula innominata*. Facies 6, intermarea.

#### NA94-40

Packstone-grainstone de intraclastos. Bioclastos 20%, micrita 5%, intraclastos 55%, peloides 5%, granos envueltos 10%, cemento 5%. Los bioclastos determinados fueron: rotálidos enteros y fragmentados, miliólidos comunes y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos comunes y fragmentados, equinodermos enteros y fragmentados, ostrácodos enteros y fragmentados, moluscos enteros y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Spiroloculina* sp., *Merlingina cretacea*, *Cuneolina pavonia*, *Moncharmontia appeninica*, *Quinqueloculina* sp., *Nummuloculina heimi*, *Biconcaba bentori*, *Cilindroporella* sp., *Bouenia* sp., *Permocalculus* sp. y *Neomeris cretacea*. Facies 8, intermarea.

#### NA94-41

Wackestone de bioclastos. Micrita 70%, bioclastos 30%. Los bioclastos determinados fueron miliólidos enteros y fragmentados, ostrácodos enteros y fragmentados, equinodermos enteros y fragmentados, rotálidos enteros y fragmentados y moluscos enteros y fragmentados. Submarea, facies 7.

#### NA94-42

Floatstone de algas. Micrita 10%, bioclastos 50%, peloides 40%. Los bioclastos observados fueron: miliólidos comunes y fragmentados, ostrácodos comunes y fragmentados, moluscos enteros y fragmentados, posibles algas enteras y fragmentadas. Las especies determinadas fueron: *Quinqueloculina* sp., *Spiroloculina* sp., y *Glomospira* sp. Facies 7 submarea.

#### NA94-43

Limolita calcareo-arcillosa. Bioclastos 5%, micrita 30%, cuarzo 60%, intraclastos 4%; Los bioclastos observados fueron: equinodermos, miliólidos, ostrácodos y moluscos, todos

fragmentados y escasos. Las especies reconocidas fueron: *Spiroloculina* sp. y *Bolivinopsis* sp. Plataforma interna.

#### NA94-44

Filarenita de grano fino. Cemento espático 2%, Bioclastos 2%, Arcilla 2%, Cuarzo 45%, Fragmentos de roca 40%. Los bioclastos son muy escasos y fragmentados teniéndose equinodermos, moluscos, miliólidos y calcisferúlidos y fragmentos de foraminíferos bentónicos. La especie determinada fué *Pithonella ovalis*. Plataforma abierta.

#### NA94-45

Floatstone-rudstone de moluscos. Las partículas identificadas fueron: micrita 40%, bioclastos 30%, intraclastos 15%, granos envueltos 10%, cuarzo 3%. Los bioclastos determinados fueron: moluscos comunes, miliólidos comunes, algas coralinas comunes y equinodermos comunes. Plataforma abierta.

#### NA94-46

Rudstone de algas codiáceas. Las partículas identificadas fueron: micrita 10%, bioclastos 20%, intraclastos 60%, granos envueltos 10%. Los bioclastos determinados fueron: algas codiáceas, algas dasicladáceas, moluscos (gasterópodos y otros), crinoideos, calcisferúlidos y rotálidos. Todos los bioclastos a excepción de los rotálidos son comunes. Las especies determinadas fueron: *Bouenia pygmaea*, *Neomeris cretacea*, *Tricolucina* sp., *Praechrysalidina* sp., *Stomiosphaera sphaerica*, *hedbergella amabilis*, *Pithonella perlonga* y *Pithonella ovalis* Plataforma abierta.

#### NA94-47

Floatstone de crinoideos y moluscos, Las partículas identificadas fueron, bioclastos 30%, cuarzo 45% cemento 10%. Los bioclastos determinados fueron: crinoideos abundantes, moluscos abundantes, briozoarios comunes, ostrácodos escasos, moluscos escasos, calcisferúlidos escasos, algas y braquiópodos escasos. Las especies características fueron: *Praechrysalidina* sp., y *Pithonella ovalis*. Plataforma abierta.

#### NA94-48

Floatstone de moluscos arenoso. Las partículas identificadas fueron micrita 20%, bioclastos 40%, intraclastos 5%, cuarzo 30%. Los bioclastos fueron gasterópodos, crinoideos, briozoarios, algas, calcisferúlidos, foraminíferos planctónicos. Las especies determinadas fueron: *Praechrysalidina infracretacea*, *Hedbergella amabilis*, *H. cf. planispira*, *Navarrela* sp., *Pithonella ovalis* y *Calcisphaerula* innominata. Plataforma abierta.

#### NA94-49

Floatstone de moluscos arenoso. Las partículas identificadas fueron micrita 30%, bioclastos 35%, intraclastos 5%, cuarzo 30%. Los bioclastos fueron gasterópodos, crinoideos, briozoarios, algas, calcisferúlidos, foraminíferos planctónicos. Todos los microfósiles son comunes. Las especies determinadas fueron: *Praechrysalidina infracretacea*, *Hedbergella amabilis*, *H. cf. planispira*, *Navarrela* sp., *Pithonella ovalis* y *Calcisphaerula* innominata. Plataforma abierta.

#### NA94-50

Floatstone de equinodermos y moluscos arenoso. Las partículas identificadas fueron micrita 40%, bioclastos 30% y cuarzo 30%. Los bioclastos observados fueron: gasterópodos, crinoideos, briozoarios, corales, calcisferúlidos, foraminíferos planctónicos. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis* y *Calcisphaerula* innominata. Plataforma abierta.

#### NA94-51

Wacka lítica. Los constituyentes identificados fueron: bioclastos 5%, arcilla 20%, fragmentos de roca 25% y cuarzo 40%. Los bioclastos determinados fueron gasterópodos, crinoides, corales, calcisferúlidos, foraminíferos planctónicos todos ellos muy escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron, *Stomiosphaera sphaerica* y *Globigerinelloides* sp. Plataforma abierta.

#### NA94-52

Calclitita de grano fino. Los constituyentes fueron: bioclastos 3%, arcilla 10%, cuarzo 45%, fragmentos de roca carbonatada 30%, fragmentos de roca metamórfica 10%. Los bioclastos identificados fueron fragmentos de moluscos, equinodermos, calcisferúlidos y ostrácodos, todos estos mal conservados y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis* Plataforma abierta.

#### NA94-53

Floatstone de moluscos con matriz de limolita gruesa calcarco-arcillosa. Los constituyentes fueron: micrita 30%, bioclastos 30%, cuarzo 25%, intraclastos 3%, peloides 12%. Los bioclastos representativos fueron: calcisferúlidos, equinodermos, fragmentos de foraminíferos bentónicos, fragmentos de foraminíferos planctónicos, fragmentos de codiáceas y dasciadáceas, todos los bioclastos son escasos. Las especies determinadas fueron: *Pithonella perlonga*, *P. ovalis*, *Permocalculus irenae* y *Praechrysalidina* sp., Plataforma abierta.

#### NA94-54

Floatstone de algas codiáceas y moluscos. Las partículas determinadas fueron: micrita 35%, bioclastos 35, cuarzo 25, intraclastos 5%. Los bioclastos encontrados fueron: calcisferúlidos, moluscos, equinodermos, foraminíferos bentónicos, ostrácodos, algas codiáceas y coralinas, todos los bioclastos son escasos y fragmentados a excepción de los calcisferúlidos. Las especies identificadas fueron: *Pithonella perlonga*, *Permocalculus irenae*, *Bouenia* sp., *Lithophyllum* sp. y *Marinella lugeoni*. Plataforma abierta.

#### NA94-55

Limolita arenosa. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 78%, arcilla 20%, bioclastos 2%. Los bioclastos identificados fueron: ostrácodos, algas coralinas y moluscos, todos estos fragmentados y mal conservados. Plataforma abierta.

#### NA94-56

Floatstone de moluscos. Los constituyentes principales fueron: micrita 40%, cuarzo 10%, bioclastos 40%, arcilla 10%. Los bioclastos determinados fueron: calcisferúlidos, foraminíferos bentónicos, moluscos, equinodermos, ostrácodos, foraminíferos planctónicos, todos los bioclastos son fragmentados y mal conservados. Las especies determinadas fueron, *Saccocoma* sp., *Praechrysalidina* sp., *Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *P. perlonga*, *Calcisphaerula innominata*, *Hedbergella amabilis*, *H. cf. brittonensis*, *Whiteinella* sp. y *Heterohelix moremani*. Plataforma abierta.

#### NA94-57

Limolita arcillosa. Los constituyentes principales son: cuarzo 70%, arcilla 25, bioclastos 5%. Los bioclastos determinados fueron: calcisferúlidos, foraminíferos planctónicos y moluscos, todos ellos fragmentados y escasos. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *P. perlonga*, y *Stomiosphaera sphaerica*. Plataforma abierta.

#### NA94-58

Floatstone de moluscos arenoso. Las partículas presentes fueron: cuarzo 20%, bioclastos 50%; micrita 15%, arcilla 15%. Los tipos de bioclastos identificados fueron: calcisferúlidos comunes, moluscos y equinodermos comunes, foraminíferos planctónicos, foraminíferos bentónicos ostrácodos y codiáceas, todos estos escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron *Navarrella* sp., *Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *Pithonella perlonga*, *Praechrysalidina* sp., *Hedbergella* sp., *Whiteinella* sp., y *Navarrella* sp. Plataforma abierta.

#### NA94-59

Rudstone de rudistas fuertemente arenoso. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 85% y micrita 7% y cuarzo 8%. Los bioclastos determinados fueron: moluscos, (radiolíticos), corales y algas coralinas. La especie determinada fué *Lithophyllum* sp. Plataforma abierta.

#### NA94-60

Bafflestone de corales. Los constituyentes principales son: bioclastos 70%, arcilla 5%, cuarzo 15 y micrita 10%. Los bioclastos determinados fueron: corales abundantes, algas coralinas comunes, calcisferúlidos escasos y foraminíferos planctónicos escasos. Todos los bioclastos e excepción de los corales y calcisferúlidos se encuentran fragmentados. Las especies determinadas fueron, *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella ovalis*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Lithophyllum* sp. *Praechrysalidina gradata* y *Pienina oblonga*. Plataforma abierta.

#### NA94-61

Bafflestone de moluscos. Los constituyentes principales fueron: micrita 20%, cuarzo 8%, bioclastos 70%, arcilla 2%. Los bioclastos determinados fueron: moluscos abundantes, calcisferúlidos comunes y fragmentados, equinodermos escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata*, *Stomiosphaera sphaerica*. Plataforma abierta.

#### NA94-62

Rudstone de corales. Las partículas representativas fueron: bioclastos 90%, micrita 8% y arcilla 2%. Los bioclastos representativos fueron corales abundantes, ostrácodos escasos, braquiópodos escasos, y calcisferúlidos escasos. Las especies representativas fueron: *Stomiosphaera sphaerica*, *Calcisphaerula innominata*, y *Pithonella ovalis*. Plataforma abierta.

#### NA94-63

Packstone de moluscos. Los constituyentes principales fueron: micrita 15%, bioclastos 70%, intraclastos 10%, granos envueltos 1%. Los bioclastos identificados fueron: moluscos abundantes, algas coralinas comunes, equinodermos comunes, ostrácodos escasos, espículas de esponja escaso, briozoarios escasos, algas codiáceas escasas, calcisferúlidos escasos. Todos los bioclastos se presentan fragmentados a excepción de los calcisferúlidos. Las especies determinados fueron: *Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *P. perlonga*, *Pienina oblonga*, *Heterohelix* sp., y *Bouenia* sp. Plataforma abierta.

#### NA94-64

Limolita arcillosa. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 55%, bioclastos 15%, arcilla 30%. Los bioclastos representados fueron: foraminíferos planctónicos, calcisferúlidos, moluscos, equinodermos, ostrácodos y foraminíferos bentónicos, todos ellos se encuentran de manera escasa y fragmentada, a excepción de los calcisferúlidos. Las especies determinadas fueron *Praechrysalidina* sp., y *Pithonella ovalis*. Plataforma abierta.

#### NA94-65

Limolita arcillosa. Las partículas representativas fueron: arcilla 30%, cuarzo 60%, bioclastos 10%. Los bioclastos representativos fueron foraminíferos planctónicos escasos, calcisferúlidos, ostrácodos, moluscos, miliólidos y equinodermos todos ellos escasos y fragmentados. Las especies determinantes fueron: *Hedbergella delrioensis*, *Whiteinella* sp., *Whiteinella archaeocretacea*, *Pithonella perlonga*, *Stomiosphaera sphaerica* y *Cadosina* sp. Plataforma abierta.

#### NA94-66

Limolita arcillosa-calcárea. Los constituyentes principales son: arcilla 70%, cuarzo 27%, bioclastos 3%. Los bioclastos determinados fueron foraminíferos planctónicos, calcisferúlidos y moluscos, todos ellos escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Stomiosphaera sphaerica*, *Heterohelix pulchra* y *Praeacrhysalidina* sp. Plataforma abierta.

#### NA94-67

Filarenita de grano grueso. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 40%, arcilla 10%, fragmentos de roca metamórfica 40%, bioclastos 10%. Los bioclastos representativos fueron, moluscos, calcisferúlidos y foraminíferos planctónicos todos ellos fragmentados y escasos. Las especies determinadas fueron: *Stomiosphaera sphaerica*, y *Praeacrhysalidina* sp. Plataforma abierta.

#### NA94-68

Filarenita conglomerática con algunos cuarzos del tamaño de la guija. Los constituyentes principales fueron: Cuarzo 35%, fragmentos de roca metamórfica 60% y bioclastos 5%. Los bioclastos determinados fueron fragmentos de moluscos y equinodermos. Todos los bioclastos son muy escasos. barras de desembocadura.

#### NA94-69

Filarenita conglomerática Los constituyentes principales fueron: Cuarzo 35%, fragmentos de roca metamórfica 60% y bioclastos 5%. Los bioclastos determinados fueron: equinodermos, ostrácodos, foraminíferos bentónicos, calcisferúlidos y foraminíferos planctónicos, todos ellos escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Stomiosphaera sphaerica*. Barras de desembocadura.

#### NA94-70

Filarenita gruesa a muy gruesa. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 80%, arcilla 15%, bioclastos 5%. Los bioclastos determinados fueron equinodermos, moluscos y ostrácodos. Todos los bioclastos se presentan de manera rara y fragmentada. Plataforma abierta

#### NA94-71

Filarenita de grano medio. Los constituyentes principales fueron: cemento 2%, bioclastos 5%, cuarzo 50%, arcilla 43%. Los bioclastos característicos son moluscos, foraminíferos bentónicos, equinodermos, foraminíferos planctónicos y calcisferúlidos todos ellos de manera escasa y mal conservada. Las especie característica fue: *Pithonella ovalis*. Plataforma abierta

#### NA94-72

Filarenita. Los constituyentes principales fueron: cemento 2%, bioclastos 2%, cuarzo 55%, feldespatos 2%, fragmentos de roca 41%, arcilla 8%. Se presentan cámaras aisladas de foraminíferos planctónicos, fragmentos de equinodermos y moluscos, todos los bioclastos son escasos y mal conservados. Barras de desembocadura.



#### NA94-73

Arenisca conglomerática. Las partículas determinadas fueron cuarzo 60%, arcilla 5%, fragmentos de roca 15% metamórfica, bioclastos 20%. Los bioclastos representativos fueron: Fragmentos de equinodermos, fragmentos de moluscos, fragmentos de foraminíferos bentónicos y ostrácodos, todos ellos escasos y fragmentados. Canal distributivo.

### SECCION AYOTZINAPA

#### NA94-74

Bindstone de algas dolomitizado. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 45%, micrita 25 %, peloides 20%, intraclastos 7% y granos envueltos 3%. los bioclastos determinados fueron: oogonios de characcas comunes , masas algáceas, y miliólidos escasos. Las especie determinada fué *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 8, supramarea-intermarca superior.

#### NA94-75

Wackestone-packstone de bioclastos. Los constituyentes principales fueron: miliólidos abundantes, rotálidos escasos, otros foraminíferos bentónicos escasos, algas verdes comunes, ostrácodos escasos fragmentos de ostrácodos escasos y dasicladáceas escaso. Todos los bioclastos a excepción de algunas formas de foraminíferos bentónicos se presentan fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Spiroloculina cretacea*, *Biplanata peneropliformis*, *Pseudorhapidionina laurinensis*, *Nummoloculina regularis*, *Quinqueloculina sp.*, *Triloculina sp.*, *Praeglobotruncana sp ?*, *Terquemella sp.*, y otros fragmentos de dasicladáceas indeterminadas. Facies 8, intermarea.

#### NA94-76

Packetone-wackestone de peloides. Los constituyentes principales fueron: peloides 30%, micrita 30%, bioclastos 20%, pelets 18%, intraclastos 2%. Los bioclastos determinados fueron: miliólidos, ostrácodos y fragmentos de algas, todos ellos son comunes y se presentan tanto enteros como fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Spiroloculina sp.*, *Triloculina sp.*, *Nezzazata sp.*, *Nezzazata conica*, *Crhysalidina gradata* y *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 8 con laminaciones de facies 7, intermarea-submarea somera.

#### NA94-77

Wackestone de bioclastos recristalizado, Los constituyentes principales fueron: micrita 45%, bioclastos 35%, peloides 10%, intraclastos 9%, oolitas amorosas 1%. Los bioclastos determinados fueron miliólidos comunes y fragmentados, rotálidos comunes y fragmentados y otros foraminíferos bentónicos también comunes y fragmentados. Las especies encontradas fueron, *Spiroloculina cretacea*, *Cuneolina pavonia*, *Quinqueloculina sp.*, *Pseudorhapidionina laurinensis*, *Saccocoma sp* y *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 8, intermarea.

#### NA94-78

Wackestone-packstone de bioclastos. Los constituyentes principales fueron micrita 40%, bioclastos 35%, peloides 15%, intraclastos 10%. Los bioclastos representativos fueron miliólidos comunes y más enteros que fragmentados, otros foraminíferos bentónicos, rotálidos escasos y fragmentados, equinodermos escasos y fragmentados, moluscos escasos y fragmentados, espículas de esponja escaso y fragmentadas, ostrácodos escasos y fragmentados, algas dasicladáceas escaso y fragmentadas y otras algas verdes comunes y fragmentadas. Las especies identificadas; *Pseudocyclamina sp.*, *Biconcaba bentori*, *Moncharmonti appeninica*, *Merlingina cretacea*,

*Nummuloculina heimi*, *N. regularis*, *Trochospira avnimelechi*, *Cuneolina pavonia* y *Nezzazatinella picardi*. Facies 8 intermarca.

NA94-79

Wackestone-packstone de peloides y bioclastos. Los constituyentes principales fueron: micrita 40%, bioclastos 30%, pelets 10%, peloides 10%, intraclastos 10%. Los bioclastos presentes fueron: miliólidos escasos y predominan los enteros sobre fragmentados, rotálidos escasos y predominan los fragmentados sobre los enteros, otras formas de foraminíferos bentónicos escasos y son más los fragmentados que los enteros, ostrácodos comunes enteros sobre fragmentados, moluscos escasos y predominan los fragmentados sobre los enteros, las algas dasicladáceas comunes y fragmentadas. Las especies identificadas fueron: *Quinqueloculina sp.*, *Spiroloculina sp.*, *Spiroloculina cretacea*, *Chrysalidina gradata* y *Rotalipora ?* Facies 8, intermarca.

NA94-80

Wackestone-packstone de bioclastos e intraclastos. Los constituyentes principales fueron micrita 30%, bioclastos 40%, intraclastos 20%, peloides 10%. Los bioclastos determinados fueron: miliólidos comunes y predominan los enteros sobre los fragmentados, otros foraminíferos bentónicos abundantes y más enteros que fragmentados, rotálidos y discórbidos escasos y fragmentados sobre enteros, ostrácodos comunes y fragmentados sobre enteros, moluscos escasos y fragmentados, equinodermos fragmentados y escasos, algas dasicladáceas y otras algas verdes escasas y fragmentadas: Las especies determinadas: *Pseudolituonella reicheli*, *Nezzazatinella picardi*, *Cuneolina conica*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Pseudorhapidionina laurinenensis*, *Murgeina apulla*, *Nezzazata conica*, *N. simplex*, *Preachrysalidina infracretacea*, *Quinqueloculina sp.*, *Triloculina sp.*, *Nummuloculina regularis*, *Pseudocyclamina rugosa*, *Moncharmontia appeninica*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Acicularia sp.*, *Heteroporella sp.* Facies 8, intermarca-submarea.

NA94-81

Packstone de peloides y bioclastos. Los constituyentes principales fueron: peloides 30%, pelets 30%, bioclastos 25%, micrita 25%, intraclastos 10%. Los bioclastos representativos fueron: miliólidos comunes y predominan los enteros que los fragmentados, rotálidos escasos, enteros sobre fragmentados, otros foraminíferos bentónicos escasos enteros sobre fragmentados, fragmentos de ostrácodos escasos, fragmentos de moluscos escasos, algas verdes escasas y fragmentadas, foraminíferos planctónicos ? escasos y fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Quinqueloculina sp.*, *Pseudorhapidionina laurinenensis*, *Triloculina sp.*, *Dicyclina schlumbergeri*, *spiroloculina cretacea*, *Cuneolina sp.*, *Rotalipora sp ?* y *Acicularia sp.* Facies 7 y 8 predominando las primeras.

NA94-82

Packstone de bioclastos y peloides. Las partículas representativas fueron: micrita 25%, peloides 25%, bioclastos 20%, intraclastos 20%, pelets 5% granos envueltos 5%. Los bioclastos característicos fueron miliólidos comunes y predominan los enteros sobre los fragmentados, rotálidos escasos y más fragmentados que completos, otros foraminíferos bentónicos comunes y más enteros que fragmentados, ostrácodos abundantes y más enteros que fragmentados, moluscos comunes y fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Biplanata peneropliformis*, *Pseudorhapidionina laurinenensis*, *Murgeina apulla*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Nummuloculina regularis*, *Quinqueloculina sp.*, *globochaete alpina*, *Thaumatoporella parvovesiculifera* y fragmentos escasos de foraminíferos planctónicos?. Facies 8, intermarca-submarea somera.

#### NA94-83

Wackestone-Packstone de peloides e intraclastos. Los constituyentes principales fueron, micrita 25%, bioclastos 20%, intraclastos 20%, peloides 20%, pelets 13% y granos envueltos 2%. Los bioclastos presentes fueron: miliólidos comunes y predominan los enteros sobre los fragmentados, otros foraminíferos bentónicos comunes y predominan los enteros sobre los fragmentados, fragmentos de ostrácodos escasos, fragmentos de espículas de esponja y fragmentos de moluscos comunes. Las especies determinadas fueron *Pseudocyclammina rugosa*, *Nummoloculina regularis*, *Cuneolina pavonia*, *tritoculina sp.*, *Moncharmontia appeninica*, *Pseudorhapidionina sp.*, *Spiroloculina sp.*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Biconcaba bentori*, y *Acicularia sp.* Facies 8 intermarea.

#### NA94-84

Packstone de bioclastos, partículas representativas fueron. micrita 40%, bioclastos 25%, intraclastos 20%, peloides 10%, pelets 5%. Los bioclastos característicos fueron: moluscos, abundantes, equinodermos comunes y fragmentados, foraminíferos bentónicos abundantes enteros, espículas de esponja comunes y fragmentada y algas dasicladáceas escaso y fragmentadas. Las especies características. *Pseudocyclammina rugosa*, *Cuneolina pavonia*, *Moncharmontia appeninica*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Biconcaba bentori*, *Pseudorhapidionina laurinensis*, *Pienina oblonga*, algas verdes "Cianobacterias", *Salpingoporella dinarica*, y *Cylindroporella sp.* Facies 8, intermarea.

#### NA94-85

Packstone de peloides. Los constituyentes principales fueron: intraclastos 42%, bioclastos 25%, micrita 25%, peloides 5% y pelets 3%. Los principales bioclastos determinados fueron: rotálidos escasos y fragmentados, miliólidos comunes y enteros, otros foraminíferos bentónicos comunes y fragmentados, ostrácodos, equinodermos, algas verdes y moluscos, todos ellos fragmentados y escasos. Las especies identificadas fueron: *Dicyclina aschlumbergeri*, *Nezzazatinella picardi*, *Moncharmontia appeninica*, *Merlingina cretacea*, *Pseudorhapidionina sp.*, *Nummoloculina regularis*, *Nezzazata simplex*, *Trochospira avnimelechi*, *Spiroloculina sp.*, *Salpingoporella dinarica*, *Cylindroporella sp.*, *Thaumatoporella parvovesiculifera* y algas azul-verdes. Facies 8, intermarea-submarea.

#### NA94-86

Wackestone a packstone de peloides y bioclastos altamente dolomitizado. Los constituyentes principales fueron: bioclastos, micrita, intraclastos y peloides, no es posible dar sus porcentajes debido a que se encuentra muy dolomitizada. Los bioclastos determinados fueron: fragmentos de moluscos, fragmentos de foraminíferos bentónicos, fragmentos de ostrácodos y algas. Facies 8, posible intermarea.

#### NA94-87

Wackestone-packstone de bioclastos e intraclastos. Los constituyentes fueron, bioclastos 40%, intraclastos 35 y micrita 35%. Los bioclastos determinados fueron: rotálidos comunes y más enteros que fragmentados, miliólidos comunes más enteros que fragmentados, otros foraminíferos bentónicos comunes y más fragmentados que enteros, algas dasicladáceas, moluscos, equinodermos y ostrácodos, escasos y mal conservados. Laminaciones de facies 7 y 8 en donde predominan las facies 8, intermarea-submarea.

#### NA94-88

Packstone -wackestone de bioclastos. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 50%, micrita 25%, intraclastos 20% y peloides 5%. Los bioclastos determinados fueron: miliólidos abundantes y enteros, rotálidos escasos y enteros, otros foraminíferos bentónicos, moluscos comunes y fragmentados. Las especies identificadas fueron, *Nummoloculina regularis*, *Pseudorhaphidionna lauricensis*, *Moncharmontia appenninica*, *Merlingina cretacea*, *Biplanata peneropliformis*, *Spiroloculina* sp., *Cuneolina pavonia*, *Triloculina* sp. y *Quinqueoculina* sp. Facies 7, submarea-intermarea.

#### NA9489

Packstone-wackestone de bioclastos. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 50%, micrita 40%, e intraclastos 10%. Los bioclastos determinados fueron: espículas de esponja abundantes y fragmentadas, miliólidos comunes y enteros, rotálidos escasos y fragmentados, otros foraminíferos bentónicos comunes y fragmentados, moluscos, equinodermos escasos y fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Nummoloculina regularis*, *Pseudorhaphidionna dubia*, *Merlingina cretacea*, *Trochospira avimelechi*, *Nezzazatinella picardi?*, *Biplanata peneropliformis*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Cuneolina conica*, fragmentos de posibles planctónicos ?. Facies 7 submarea-intermarea.

#### NA94-90

Wackestone de bioclastos e intraclastos. Constituyentes principales; micrita 35%, intraclastos 35%, bioclastos 30% y peloides 10%. Los bioclastos encontrados fueron rotálidos abundantes, miliólidos abundantes, moluscos, equinodermos, ostrácodos y algas raras y fragmentadas. Las especies identificadas fueron: *Merlingina cretacea*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Nezzazatinella picardi*, *Pseudorhaphidionna lauricensis*, *Moncharmontia appenninica*, *Biplanata peneropliformis*, *Pieninia oblonga*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Rotalipora* ? Facies 8, intermarea.

#### NA94-91

Wackestone de intraclastos. Los constituyentes fueron: micrita 35%, intraclastos 35%, bioclastos 20% y peloides 10%. Los bioclastos principales fueron: miliólidos escasos, fragmentos de moluscos y ostrácodos escasos y calcisferilidos todos ellos fragmentados. Las especies determinadas fueron, *Pithonella ovalis*, *Glomospira* sp., *Hedbergella* sp?, y *Moncharmontia appenninica*. Facies 8, intermarea.

#### NA94-92

Packstone de bioclastos y peloides. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 35%, micrita 30 %, peloides 30% e intraclastos 5%. Los bioclastos determinados fueron: rotálidos comunes y enteros, miliólidos comunes y más enteros que fragmentados, otros foraminíferos bentónicos comunes y enteros, dasciadáceas, espículas de esponja, equinodermos y moluscos fragmentados y escasos, a excepción de las espículas de esponja que son abundantes. Facies 7, submarea-intermarea.

#### NA94-93

Packstone-wackestone de bioclastos, los constituyentes fueron, bioclastos 45%, micrita 35%, intraclastos 15% y peloides 5%. Los bioclastos determinados fueron: rotálidos abundantes, miliólidos escasos y otros foraminíferos bentónicos comunes, todos estos se presentan más enteros que fragmentados, ostrácodos, espículas de esponja, moluscos y equinodermos escasos y fragmentados. Las especies características identificadas fueron: *Nummoloculina regularis*,

*Pienina oblonga*, *Trochospira avnimelechi*, *Pseudorhapidionina dubia*, *Cuneolina pavonia*, *Moncharmontia appeninica*, *Pienina oblonga*, *Acicularia sp.* y *Saccocoma sp.* Facies 8, intermarea.

NA94-94

Packstone-wackestone de bioclastos. Los constituyentes fueron: bioclastos 45%, micrita 30%, e intraclastos 25%. Los bioclastos identificados fueron, rotálidos abundantes, miliólidos abundantes, otros foraminíferos bentónicos comunes y enteros, ostrácodos, moluscos y equinodermos escasos y fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Nummoloculina regularis*, *N. heimi*, *Spiroloculina cretacea*, *Nezzazata conica*, *N. simplex*, *Pseudorhapidionina sp.* y *Moncharmontia appeninica*. Facies 8, intermarea.

NA94-95

Packstone de bioclastos recristalizado. Los constituyentes fueron: bioclastos 55%, micrita 25%, intraclastos 15% y granos envueltos 5%. Los bioclastos determinados fueron: miliólidos abundantes, y completos, rotálidos comunes, otros foraminíferos bentónicos abundantes, equinodermos, moluscos, algas dasicladáceas, espículas de esponja algas azul-verdes y ostrácodos escasos y fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Neomeris cretacea*, *Globochaete alpina*, *Permocalculus sp.*, *Pseudorhapidionina dubia*, *Dycyclina schlumbergeri*, *Biplanata peneropliformis*, *Nummoloculina heimi*, *Nummoloculina regularis*, *Spiroloculina cretacea*, *Pseudolituonella reicheli*, *Triloculina sp.*, *Pseudocyclamina rugosa*, *Pieninia oblonga*, *Nezzazata conica*, *Nezzazinella picardi*. Facies 8, intermarea.

NA94-96

Mudstone-wackestone de bioclastos. Los constituyentes principales fueron: micrita 75%, bioclastos 20% e intraclastos 5%. Los bioclastos principales fueron; moluscos, equinodermos, rotálidos y miliólidos todos ellos escasos y fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Pseudocyclamina rugosa*, *Pseudorhapidionina sp.* y *Quinqueloculina sp.* Facies 8, submarea-intermarea.

NA9496'

Packstone-wackestone de peloides. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 35%, micrita 30%, peloides 20% e intraclastos 15%. Los bioclastos determinados fueron: rotálidos escasos y fragmentados, espículas de esponja escaso y fragmentadas, calcisferúlidos escasos y fragmentados, foraminíferos bentónicos escasos y fragmentados, foraminíferos planctónicos escasos y fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Pieninia oblonga*, *Pithonella ovalis*, *Triloculina sp.*, *Diccyclina schlumbergeri* y posibles planctónicos. Facies 8, intermarea-submarea.

NA94-97

Filarenita arcillosa. Partículas constituyentes; cuarzo 45%, fragmentos de roca 40%, arcilla 13%, bioclastos 2%. Sólo se observaron fragmentos de moluscos. Plataforma interna.

NA94-98

Packstone de moluscos y equinodermos fuertemente arenoso. Los constituyentes principales fueron: micrita 30%, cuarzo 25%, bioclastos 15%, peloides 15%, cemento 5% y arcilla 10%. Los bioclastos característicos son moluscos comunes, codiáceas escasas, equinodermos escasos miliólidos escasos y calcisferúlidos escasos. Los bioclastos djsé presentan de manera general fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Bouenia pygmaea*, *Triloculina sp.* y *Stomiosphaera sphaerica*. Plataforma abierta.

#### NA94-99

Floatstone de moluscos altamente arenoso.. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 30%, cuarzo 25%, micrita 20%, peloides 15%, arcilla 10%. Los bioclastos característicos fueron: moluscos abundantes, codiáceas abundantes, equinodermos comunes, foraminíferos bentónicos escasos, briozoarios escasos, ostrácodos escasos, braquiópodos escasos, calcisferúlidos raros. Todos los bioclastos se presentan fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Stomiosphaera sphaerica*, y *Bouenia pygmaea* Plataforma abierta.

#### NA94-100

Floatstone de moluscos altamente arenoso.. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 30%, cuarzo 25%, micrita 20%, peloides 15%, arcilla 10%. Los bioclastos característicos fueron: moluscos abundantes, codiáceas abundantes, equinodermos comunes, foraminíferos bentónicos escasos, briozoarios escasos, ostrácodos escasos, braquiópodos escasos, calcisferúlidos raros. Las especies identificadas fueron *Pithonella perlonga*, y *Stomiosphaera sphaerica*. Plataforma abierta.

#### NA94-101

Boundstone de corales. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 80%, fragmentos de roca 10%, cuarzo 10%. Los bioclastos encontrados fueron: corales abundantes, calcisferúlidos escasos, foraminíferos planctónicos escasos, equinodermos escasos, ostrácodos escasos, fragmentos de esponjas escasas, fragmentos de algas coralinas y escasas. Las especies identificadas fueron: *Lithophyllum* sp., *Stomiosphaera sphaerica* y *Pithonella perlonga*. Plataforma abierta.

#### NA94-102

Filarenita. Los constituyentes principales fueron: fragmentos de roca metamórfica 25%, fragmentos de roca calcárea 30%, fragmentos de cuarzo 55%, bioclastos 3%, cemento 2%. Los bioclastos encontrados fueron, calcisferúlidos, foraminíferos bentónicos, foraminíferos planctónicos y moluscos todos ellos mal conservados y escasos. La especie identificada, *Stomiosphaera sphaerica*. Plataforma abierta.

#### NA94-103

Calclitita. Los constituyentes principales fueron: arcilla 30%, cuarzo 40%, cemento 2%, bioclastos 5%, fragmentos de roca carbonatada 13%, cemento 2%. Los bioclastos fueron calcisferúlidos, foraminíferos planctónicos, fragmentos de moluscos, fragmentos de equinodermos, foraminíferos bentónicos y ostrácodos todos estos de manera rara. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *P. perlonga*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Saccocoma* sp. Plataforma abierta.

#### NA94-104

Filarenita con fragmentos de moluscos, principalmente gasterópodos. Los constituyentes principales fueron cuarzo 30%, fragmentos de roca metamórfica 30%, fragmentos de roca calcárea 15%, arcilla 15%, bioclastos 5%. Los bioclastos encontrados fueron, moluscos abundantes, codiáceas abundantes, ostrácodos, equinodermos, braquiópodos, rotálidos, calcisferúlidos, foraminíferos planctónicos todos estos últimos se presentan de manera rara y fragmentada. Las especies identificadas fueron: *Bouenia pygmaea*, *Stomiosphaera sphaerica* y *Pithonella ovalis*. Plataforma abierta.

#### NA94-105

Floatstone de rudistas, corales y algas. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 42%, micrita 25%, cuarzo 20%, intraclastos 10% y cemento 3%. Los bioclastos determinados fueron moluscos abundantes, corales comunes, equinodermos comunes, dasicladáceas escaso, briozoarios

escasos, foraminíferos bentónicos escasos, ostrácodos escasos, foraminíferos planctónicos escasos. Los bioclastos determinados se presentan completos. Las especies determinadas fueron: *Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *P. perlogna*, *Hedbergella sp.*, *Bouenia sp* y *Permocalculus sp*. Plataforma abierta.

#### NA94-106

Filarenita. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 40%, fragmentos de roca 35%, bioclastos 10%, arcilla 10%, cemento 5%. Los bioclastos encontrados fueron moluscos comunes, corales escasos, ostrácodos escasos, briozoarios escasos, equinodermos escasos, calcisferúlidos escasos, foraminíferos planctónicos escasos. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *Heterohelix sp.*, *Praechrysalidina sp.* y *Permocalculus sp*. Plataforma abierta.

#### NA94-107

Calclitita. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 50%, fragmentos de roca caliza 25%, arcilla 10%, bioclastos 7%. Los bioclastos identificados fueron: calcisferúlidos, fragmentos de foraminíferos planctónicos, ostrácodos, equinodermos y moluscos, todo ellos escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *Stomiosphaera sphaerica*, y *Calcisphaerula innominata*. Plataforma abierta.

#### NA94-108

Bafflestone de corales y rudistas parcialmente arenoso. Los constituyentes principales fueron, bioclastos 80%, cuarzo 10%, cemento espático 7%, micrita 3%. Los bioclastos observados fueron: corales abundantes, moluscos comunes, algas coralinas escasas y calcisferúlidos escasos. Las especies determinadas fueron, *Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata* y *Lithophylum sp*. Plataforma abierta

#### NA94-109

Bafflestone de rudistas y corales. Las partículas características fueron: bioclastos 80%, cemento espático 10%, granos envueltos 4%, micrita 3%, cuarzo 3%. Los bioclastos determinados fueron moluscos abundantes, equinodermos abundantes, algas coralinas comunes, corales comunes, foraminíferos bentónicos escasos, braquiópodos escasos y calcisferúlidos escasos. Las especies identificadas fueron: *Bouenia pygmaea*, *Lithophylum sp.*, *Stomiosphaera sp.* y *Pithonella perlonga*. Plataforma abierta.

#### NA94-110

Rudstone de corales, rudistas y algas parcialmente arenoso. Los constituyentes principales fueron: Intraclastos 30%, bioclastos 14%, oolitas micritizadas 15%, cuarzo 15%, micrita 10%, granos envueltos 3%, cemento 2% y arcilla 3%. Los bioclastos identificados fueron, moluscos abundantes, corales abundantes, equinodermos comunes, ostrácodos escasos, braquiópodos escasos, foraminíferos bentónicos escasos, algas codiáceas comunes, algas coralinas escasas y calcisferúlidos. Todos los bioclastos se presentan enteros. a excepción de los braquiópodos, y los ostrácodos Las especies identificadas fueron: *Marinella lugeoni*, *Lithophylum sp.*, *Bouenia pygmaea*, *Praechrysalidina sp.*, *Pithonella ovalis* y *Stomiosphaera sphaerica*. Plataforma abierta.

#### NA94-111

Calclitita de grano fino. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 55%, fragmentos de roca carbonatada 35%, bioclastos 2%, arcilla 10%, cemento 3%. Los bioclastos determinados fueron calcisferúlidos, ostrácodos, equinodermos, foraminíferos bentónicos y foraminíferos planctónicos.

Todos los bioclastos son escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Dicarinella* sp y *Praechrysalidina* sp. Plataforma abierta.

#### NA94-112

Rudstone de fragmentos de moluscos, algas y corales ligeramente arenosos. Los constituyentes principales fueron, bioclastos 70%, cuarzo 1%, fragmentos de roca 20%, arcilla 2% micrita 7%. Los bioclastos determinados fueron moluscos (pelecípodos y otros) abundantes, equinodermos abundantes, codiáceas comunes, algas coralinas escaso, braquiópodos escasos, texturizados escasos, ostrácodos escasos. La mayor parte de los bioclastos se presentan enteros. Las especies identificadas fueron: *Marinella lugeoni*, *Boenia pygmaea*, *Permocalculus* sp., *Aptychus* sp., *Saccocoma* sp., *Praechrysalidina* sp., *quinqueloculina* sp., *Salpingoporella* sp., *Pithonella ovalis*, *Stomiosphaera sphaerica* y *Hedbergella planispira*. Plataforma abierta.

#### NA94-113

Floatstone de moluscos y algas fuertemente arenoso. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 45%, cuarzo 30%, micrita 5%, arcilla 5% y cemento espático 5%. Los bioclastos identificados fueron: algas codiáceas comunes y predominan las enteras sobre las fragmentadas, moluscos comunes y fragmentados, equinodermos comunes y fragmentados, ostrácodos escasos y fragmentados, calcisferúlidos abundantes enteros y foraminíferos planctónicos escasos. Las especies determinadas fueron: *Praechrysalidina* sp., *Boenia pygmaea*, *Permocalculus* sp., *Whiteinella* sp., *Dicarinella* sp ? *Heterohelix moremani*, *Hedbergella* sp., *Pithonella ovalis*, *Stomiosphaera sphaerica*, y *Stomiosphaera herrerae*. Plataforma abierta.

#### NA94-115

Floatstone de moluscos y algas fuertemente arenoso. Los constituyentes principales fueron: bioclastos 45%, cuarzo 25%, micrita 20%, arcilla 10%. Los bioclastos representativos fueron: abundantes equinodermos y moluscos, braquiópodos escasos y fragmentados, calcisferúlidos comunes y enteros, foraminíferos planctónicos comunes y fragmentados, foraminíferos bentónicos escasos y fragmentados, ostrácodos escasos y fragmentados, algas abundantes. Plataforma abierta.

#### NA94-116

Claclitita de grano fino. Los constituyentes principales son cuarzo 50%, fragmentos de roca carbonatada 30%, arcilla 20%, bioclastos 1%. Únicamente de presentan cámaras aisladas de foraminíferos planctónicos. Plataforma abierta o posible barra distal.

#### NA94-117

Rudstone de corales y rudistas. Los constituyentes principales fueron bioclastos 90%, cemento espático 7%, micrita 2%. Los bioclastos determinados fueron: corales abundantes, rudistas comunes, algas coralinas escaso enteras, calcisferúlidos escasos y enteros, foraminíferos bentónicos escasos y fragmentados y foraminíferos bentónicos escasos y fragmentados. Las especies identificadas fueron *Stomiosphaera sphaerica* y *Lithophylum* sp. Plataforma abierta.



#### NA94-118

Boundstone de rudistas y corales. Las partículas constituyentes fueron: bioclastos 80%, micrita 2% cuarzo 18%. Los bioclastos determinados fueron rudistas abundantes enteros, corales abundantes, y completos, algas coralinas comunes y enteras, fragmentos de espículas de esponja, escasos calciferúlidos, foraminíferos bentónicos y foraminíferos planctónicos. Las especies encontradas fueron: *Stomiosphaera sphaerica*, *Pythonella ovalis*, *Pienina oblonga* y *Lithophylum* sp. Plataforma abierta.

#### NA94-119

Rudstone de moluscos arenoso. Las partículas características fueron: bioclastos 65%, micrita 10%, cuarzo 20%, arcilla 5%. Los bioclastos identificados fueron: calciferúlidos escasos y enteros, fragmentos de moluscos abundantes, fragmentos de equinodermos abundantes, algas coralinas escaso y algas gymnocodiáceas escaso y fragmentadas. Las especies identificadas fueron: *Stomiosphaera sphaerica* y *Lithophylum* sp. Plataforma abierta.

#### NA94-120

Rudstone de moluscos arenoso. Los constituyentes principales fueron: micrita 15%, cuarzo 30%, bioclastos 30%, fragmentos de roca metamórfica 15%, arcilla 10%, cemento 5%. Los bioclastos representativos fueron fragmentos de moluscos comunes y fragmentados, equinodermos escasos fragmentados, algas coralinas escaso y fragmentos de foraminíferos planctónicos escasos y fragmentados. La especie identificada fue *Lithophylum* sp., Plataforma abierta a canal distributivo.

#### NA94-121

Conglomerado polimictico. Los constituyentes son cuarzo 4%, fragmentos de roca caliza 90%, cemento espático 2%, arcilla 3%. Canal distributivo.

### SECCION ZOTOLTITLAN

#### UH94-08

Packstone de bioclastos. Las partículas predominantes son: bioclastos 30%, intraclastos 35%, peloides 7%, pelets 3%. Los bioclastos están representados por: foraminíferos bentónicos abundantes y más fragmentados que completos, ostrácodos, comunes fragmentados y escasos fragmentos de moluscos. Los foraminíferos bentónicos son: *Spiroloculina* sp., *S. cretacea*, *Nummoloculina* sp., *N. cf. regularis*, *Pseudorhapidionina* sp., *Cuneolina* sp., *Nezzazata conica*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Nummoloculina regularis*, *Spiroloculina cretacea* rotálidos. Se observaron también algas verdes (*Thaumatoporella parvovesiculifera*). Facies 7, submarea-intermarea.

#### UH94-07

Wackestone de bioclastos dolomitizado. Las partículas principales son: micrita 45 %, bioclastos 25%, intraclastos 30. Los bioclastos determinados predominantes son: ostrácodos, comunes tanto fragmentados como completos, fragmentos de miliólidos y algas (*Thaumatoporella parvovesiculifera*), dentro de los foraminíferos están *Nezzazata conica*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Nummoloculina regularis*, *Spiroloculina cretacea*, *Biplanata peneropliformis*, rotálidos. Algas verdes (*Thaumatoporella parvovesiculifera*) y posibles algas-azul verdes. Facies 7, submarea-intermarea.

#### UH94-09

Dolomía microcristalina con textura original de wackestone de bioclastos dolomitizado. Los constituyentes principales son: bioclastos 40% Los constituyentes principales fueron. micrita 53%, arcilla 5%, intraclastos 2%. Los bioclastos determinados fueron: fragmentos de foraminíferos bentónicos, fragmentos de moluscos, fragmentos de ostrácodos y algas. Las especies identificadas fueron: *Cuneolina* sp. y *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 7, submarea somera.

#### UH94-10

Wackestone de intraclastos y bioclastos dolomitizados. Sus constituyentes principales son: micrita en un 35%, intraclastos en un 40% y bioclastos 15%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos, ostrácodos, algas verdes y equinodermos, todos son comunes y fragmentados. Los miliólidos están representados por *Spiroloculina* sp., *S. cretacea*, *Nummoloculina* sp, *N. cf. regularis*, *Pseudorhapidionina* sp, *Cuneolina* sp., rotálidos, *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 8 submarea-intermarea.

#### UH94-11

Wackestone-packstone de bioclastos con porciones dolomitizadas. Los constituyentes principales son. micrita 35%, bioclastos 65%. Los bioclastos determinados fueron: por algas dasicladáceas (*Neomeris cretacea*), foraminíferos bentónicos como *Glomospira* sp. y rotálidos, espículas de esponja y fragmentos de equinodermos. Facies 8, intermarea superior-submarea somera.

#### UH94-12

Packstone de intraclastos bioclastos: . Los constituyentes principales observados fueron: micrita 30%, bioclastos 30%, intraclastos 45%, peloides 5%. Los bioclastos determinados fueron: están constituidos por foraminíferos bentónicos abundante y más enteros que fragmentados, algas verdes como *Thaumatoporella parvovesiculifera* y comunes ostrácodos. Las especies determinadas fueron: *Biplanata peneropliformis*, *Quinqueloculina* sp., *Pseudorhapidionina dubia*, *Nezzazatinella picardi*, *Spiroloculina cretacea*, *Daxia cenomana*, *Nezzazata conica*, *Dicyclina schlumbergeri* y *Cuneolina pavonia* y rotálidos. Facies 8 intermarea-submarea.

#### UH94-13

Wackestone bioclastos Los constituyentes principales fueron. micrita 55%. Los constituyentes principales son: Los bioclastos determinados fueron: 35%, pelets 10%. Los bioclastos están representados por abundantes ostrácodos fragmentados, abundantes foraminíferos bentónicos y posiblemente foraminíferos planctónicos. Las especies determinadas fueron: *Merlingina cretacea*, *Nummoloculina regularis*, *Trochospira avnimelechi*, *Dicyclina* sp., *Quinqueloculina* sp. y rotálidos. Facies 7, intermarea inferior-submarea somera.

#### UH94-14

Packstone de bioclastos. Los constituyentes principales fueron: intraclastos Los constituyentes principales fueron. micrita 13%, Los bioclastos 40 %, intraclastos 40%, peloides 7%, granos envueltos 1%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos abundantes enteros sobre fragmentados, algas verdes escasas y fragmentadas, equinodermos escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Nezzazata conica*, *N. simplex*, *Trochospira avnimelechi*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Quinqueloculina* sp., *Pseudorhapidionina dubia*, *Biconcaba bentori*, *Biplanata peneropliformis*, *Spiroloculina cretacea*, *Merlingina cretacea*,

*Daxia cenomana*, *Nezzazinella picardi*, *Murgeina apulla*, *Nummoloculina heimi*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 8, submarea-intermarea.

#### UH94-15

Wackestone de bioclastos. Los componentes principales fueron: micrita 50%, bioclastos 30 %, intraclastos 20%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos abundantes, algas verdes escasas y ostrácodos. Las especies determinadas fueron: *Nezzazata conica*, *N. simplex*, *Trochospira avnimelechi*, *Quinqueloculina* sp., *Dicyclina schlumbergeri*, *Pseudorhapidionina dubia*, *Biconcaba bentori*, *Spiroloculina cretacea*, *Merlingina cretacea*, *Daxia cenomana*, *Nezzazinella picardi*, *Murgeina apulla* *Chrysalidina gradatay* rotálidos. *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 7, Submarea-intermarea.

#### UH94-16

Wackestone de peloides con laminaciones de packstone de intraclastos. Los constituyentes principales fueron: micrita 40%, peloides 30%, bioclastos 10%, intraclastos 20%. Los bioclastos determinados fueron: fragmentos de foraminíferos bentónicos comunes, ostrácodos escasos y equinodermos escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Biplanata peneropliformis*, *Trochospira avnimelechi*, *Spiroloculina* sp., *Charentia cuvillieri*, *Biconcaba bentori*. Facies 8, intermarea-submarea somera.

#### UH94-17

Wackestone de intraclastos. Los constituyentes principales fueron: micrita 45%, bioclastos 15%, intraclastos 30 %, peloides 5%, pelets 5%. Los bioclastos determinados fueron: están representados por: foraminíferos bentónicos comunes, ostrácodos comunes, rotálidos frecuentes, algas dasicladáceas frecuentes y fragmentos de moluscos escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Cuneolina pavonia*, *Biconcaba bentori*, *Trochospira avnimelechi* y rotálidos. F 8, intermarea-submarea somera.

#### UH94-18

Packstone-grainstone de bioclastos. Los componentes determinados fueron: micrita 15%, bioclastos 35%, intraclastos 25%, pelets 20%, granos envueltos 5%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos abundantes y enteros sobre fragmentados, ostrácodos abundantes y enteros sobre fragmentados, equinodermos fragmentados sobre enteros, fragmentos de moluscos escasos y fragmentados y algas verdes escasas. Las especies determinadas fueron: *Pseudorhapidionina dubia*, *Trochospira avnimelechi*, *Biconcaba bentori*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Spiroloculina* sp., *Charententia cuvillieri*, *Nummoloculina regularis*, *N. heimi*, *Spiroloculina* sp., *S. cretacea*, *Triloculina* sp., *Nezzazata conica*, *Glomospira* sp., rotálidos, *Thaumatoporella* sp. Facies 7, submarea-intermarea.

#### UH94-19

Packstone-grainstone de bioclastos. Los principales componentes fueron: micrita 5%, bioclastos 70%, intraclastos 25%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos abundantes y enteros sobre fragmentados, moluscos escasos y fragmentados, espículas de esponja rara y fragmentadas. Las especies determinadas fueron: *Dicyclina schlumbergeri* y *Cuneolina* sp., *Pseudorhapidionina dubia*, *Nummoloculina heimi*, *Quinqueloculina* sp., *Biconcaba bentori*, *Spiroloculina* sp. Facies 7, submarea-intermarea.

#### UH94-21

Wackestone-packstone bioclastos. Los principales componentes fueron: micrita 30%, bioclastos 59%, peloides 20%. Los bioclastos determinados fueron: algas dasicladáceas abundantes y enteras sobre fragmentadas, ostrácodos escasos y fragmentados, equinodermos escasos y fragmentados y moluscos escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Cuneolina* sp., *Nummoloculina heimi*, *N. regularis*, *Biplanata peneropliformis*, *Nezzazatinella picardi*, *Biconcaba bentori*, *Pseudorhaphidionina laurinensis*. Las algas dasicladáceas están representadas por *Salpingoporella grudii*, *Neomeris cretacea*, *Acicularia endoi* y *Cylindroporella* sp. Facies 8, intermarea inferior-submarea somera.

#### UH94-22

Wackestone-packstone bioclastos. Los principales constituyentes son: micrita 30%, bioclastos 35%, intraclastos 20%, peloides 15%. Los bioclastos determinados fueron: están representados por foraminíferos bentónicos abundantes y enteros sobre fragmentados, fragmentos de equinodermos escasos, algas verdes escasas y fragmentadas, espículas de esponja escasas. Las especies determinadas fueron: *Spiroloculina regularis*, *Cuneolina pavonia*, *Nezzazata* sp., *Nummoloculina heimi*, *Charentia cuvillieri*, *Protopenoplis striata*, *Merlingina cretacea*, *Quinqueloculina* sp., *Biconcaba bentori*, *Nezzazatinella picardi* y *Trochospira avnimelechi* y rotálidos abundantes. Facies 8, intermarea inferior-submarea somera.

#### UH94-23

Wackestone bioclastos. Los principales componentes fueron: micrita 45%, peloides 15%, intraclastos 20%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos comunes, fragmentos de equinodermos escasos, algas azul-verde escasas, dasicladáceas escasos y fragmentadas y fragmentos de moluscos. Las especies determinadas fueron: *Spiroloculina regularis*, *Cuneolina pavonia*, *Nezzazata* sp., *Nummoloculina heimi*, *Charentia cuvillieri*, *Protopenoplis estriata*, *Merlingina cretacea*, *Quinqueloculina* sp., *Biconcaba bentori*, *Nezzazatinella picardi* y *Trochospira avnimelechi* y rotálidos abundantes. Facies 8, intermarea inferior-submarea somera.

#### UH94-24

Packstone bioclastos. Los principales componentes fueron: micrita 30%, bioclastos 30%, intraclastos 30% peloides 30%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos abundantes y fragmentados sobre enteros, fragmentos de ostrácodos, fragmentos de briozoarios, raro, fragmentos de moluscos escasos y equinodermos escasos. Las especies determinadas fueron: *Spiroloculina regularis*, *Cuneolina pavonia*, *Nezzazata* sp., *Nummoloculina heimi*, *Charentia cuvillieri*, *Protopenoplis estriata*, *Merlingina cretacea*, *Quinqueloculina* sp., *Biconcaba bentori*, *Nezzazatinella picardi* y *Trochospira avnimelechi* y rotálidos abundantes. Facies 8, intermarea inferior, submarea somera.

#### UH94-25

Wackestone-packstone bioclastos y peloides. Los constituyentes principales fueron: micrita 40%, bioclastos 20%, peloides 25%, intraclastos 15%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos y espículas de esponja. Las especies identificadas están representadas por: *Geodites* sp., *Nezzazata* sp., *Biconcaba bentori*, *Pseudorhaphidionina* sp. Facies 8, intermarea superior.

#### UH94-26

Wackestone de bioclastos dolomitizado. Únicamente se pudieron reconocer algunas especies de foraminíferos bentónicos (*Dicyclina schlumbergeri*, *Pseudorhadiplonina sp* y *Protopenneroplis sp.*). Facies 8, intermarea superior.

#### UH94-27

Wackestone de bioclastos arcilloso. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos, comunes, fragmentados, equinodermos, moluscos y ostrácodos comunes y fragmentados. Las especies determinadas fueron: rotálidos, *Cunelina sp.*, *Dicyclina sp.* Facies 8, intermarea superior.

#### UH94-28

Packstone-grainstone de peloides. Los constituyentes principales fueron. micrita 20%, bioclastos 20%, peloides 40%, intraclastos 1%, granos envueltos 1%, pelest 1%. Los bioclastos determinados fueron: son comunes y fragmentos representados por foraminíferos bentónicos, calcisferúllidos escasos, fragmentos de moluscos escasos, fragmentos de ostrácodos escasos y espículas de esponja escasas. Las especies determinadas fueron: *Spiroloculina cretacea*, *Quinqueloculina sp*, *Biconcaba bentori*, *Nezzazata sp.*, *Glomospira sp.*, *Pithonella ovalis*. Facies 8, intermarea superior-submarea somera.

#### UH94-29

Packstone-wackestone de bioclastos dolomitizado. Los principales constituyentes fueron: micrita 40%, bioclastos 30%, intraclastos 20%, peloides 10%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos abundantes y enteros sobre fragmentados, algas verdes y fragmentos de moluscos. Las especies determinadas fueron: *Nezzazata simplex*, *N. conica*, *Merlingina cretacea*, *Spiroloculina sp.*, *Spiroloculina cretacea*, *Biplanata peneropliformis*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Cuneolina pavonia*, *peneróplidos*. *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 8, submarea-intermarea.

#### UH94-30

Packstone de intraclastos y bioclastos. Los principales constituyentes fueron: micrita 30%, bioclastos 25%, intraclastos 30%, peloides 10%, pelest 5%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos abundantes y completos, algas verdes fragmentadas y escasas. Las especies determinadas fueron: *Pseudolituonella reicheli*, *Spiroloculina cretacea*, *Cuneolina pavonia*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Glomospira sp.*, *Spiroloculina regularis*, *Valvulammina picardi*, *Merlingina cretacea*, *Biplanata peneropliformis*, *Charentia cuvillieri*, *Nezzazata simplex*, *N. conica*, *Praeorchysalidina gradata*, *Nummoloculina regularis*, *Pseudorhadiplonina laurinensis*. Algas azul-verdes. Facies 7, intermarea inferior-submarea somera.

#### UH94-31

Packstone de intraclastos y peloides. Los principales constituyentes fueron: micrita 30%, bioclastos 20%, intraclastos 25%, peloides 15%, pellets, 5%. Los bioclastos determinados fueron: miliólidos abundantes y fragmentadas sobre completas, algas verdes y ostrácodos abundantes. Las especies determinadas fueron: *Spiroloculina cretacea*, *Cuneolina pavonia*, *Triloculina sp.*, *Glomospira sp.* y *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 8, intermarea inferior-submarea somera.

#### UH94-32

Packstone-grainstone de intraclastos y peloides. Los principales constituyentes fueron: micrita 20%, bioclastos 20%, intraclastos 25%, pellets 15%, peloides 10%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos comunes y ostrácodos abundantes. Las especies determinadas fueron: *Spiroloculina cretacea*, *Quinqueloculina* sp., *Spiroloculina cretacea*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 8, intermarea inferior-submarea somera.

#### UH94-30'

Packstone-wackestone bioclastos. Los principales constituyentes fueron: micrita 45%, bioclastos 40%, intraclastos 8%, pellets, 7%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos, calcisferúlidos escasos y muy escasos foraminíferos planctónicos, ostrácodos abundantes, algas verdes comunes y fragmentos de moluscos escasos. Las especies identificadas fueron: *Spiroloculina cretacea*, *Triloculina* sp., *Dicyclina* sp., *Preachrysalidina* sp., *Pseudorhapidionina dubia*, *Quinqueloculina dubia*, *Quinqueloculina* sp., *Cuneolina pavonia*, *Nezzazatinella picardi*, *Rotalipora cushmani* ?. Facies 7, intermarea-submarea somera.

#### UH94-31'

Packstone-wackestone de bioclastos. Los componentes principales fueron: 40%, bioclastos 35%, intraclastos 18%, peloides 7%, pellets 1%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos, fragmentos de ostrácodos, calcisferúlidos escasos y algas verdes escasas. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata*, *Glomospira* sp., *Spiroloculina* sp., *Dicyclina shumbergeri*, *Triloculina* sp., *Pseudorhapidionina dubia*, *Nezzazatinella picardi*, *Biplanata peneropliformis*, *Cuneolina pavonia* y *Thaumatoporella* sp. Facies 8, intermarea superior-submarea somera.

#### UH94-32'

Mudstone de intraclastos. Los principales constituyentes fueron: micrita 65%, intraclastos 25%, bioclastos 5%, peloides 5%. Los bioclastos determinados fueron: ostrácodos comunes, foraminíferos bentónicos escasos y fragmentados, algas verdes escasas. Las especies determinadas fueron: *Triloculina* sp y *Spiroloculina* sp. Facies 7, intermarea inferior-submarea somera.

#### UH94-33

Mudstone de intraclastos. Los principales constituyentes fueron micrita 60%, intraclastos 20%, pellets 10% bioclastos: 10%. Los bioclastos determinados fueron: ostrácodos comunes y fragmentados sobre completos, algas codiáceas escasas, espículas de esponjas, fragmentos de moluscos y fragmentos de equinodermos. Las especies determinadas fueron: *Pseudorhapidionina* sp., *Spiroloculina* sp., *Pithonella ovalis*, *Geodites* sp. Facies 7, intermarea inferior-submarea somera.

#### UH94-34

Wackestone-packstone de bioclastos. Los principales constituyentes fueron: micrita 35%, bioclastos 40%, pellets 15%, intraclastos 10%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos, abundantes, principalmente rotálidos, ostrácodos comunes y fragmentados, calcisferúlidos escasos y fragmentos de equinodermos. Las especies determinadas fueron: *Nezzazata conica*, *peneroplidos*, *Quinqueloculina* sp, *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata*. Facies 8, intermarea inferior-submarea somera.

#### UH94-35

Wackestone-packstone de bioclastos. Los principales constituyentes fueron: micrita 35%, bioclastos 45%, pelést 10%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos, fragmentos de ostrácodos, algas dasicladáceas, espículas de esponja, fragmentos de equinodermos, calcisferúlidos escasos y fragmentos de moluscos escasos. Las especies determinadas fueron: *Spiroloculina cretacea*, *Dycitina schlumbergeri*, *Nezzazata simplex*, *N. conica*, *Cuneolina pavonia*, *peneróplidos*, *Quinqueloculina* sp., *Chrysalidina* sp., *Geodites* sp., *Acicularia antiqua*, *Biconcaba bentori*, *Pithonella ovalis*, *C. innominata*. Facies 8, intermarea inferior-submarea somera

#### UH94-36

Dolomía microcristalina con textura xenotópica, posible mudstone de bioclastos. Fragmentos de equinodermos y fragmentos de miliólidos. Facies 8, intermarea superior.

#### UH94-37

Dolomía microcristalina de textura xenotópica, posible mudstone-wackestone de bioclastos. Los Bioclastos están representados por foraminíferos bentónicos comunes, fragmentos de ostrácodos, calcisferúlidos escasos y equinodermos escasos, foraminíferos planctónicos escasos. La especie determinada fué: *Pithonella ovalis*. Facies 8, intermarea superior.

#### UH94-38

Packstone de bioclastos. Los principales constituyentes fueron: micrita 30%, bioclastos fueron: 69% e intraclastos 1%. Los bioclastos determinados fueron: equinodermos abundantes, calcisferúlidos abundantes, foraminíferos bentónicos comunes, fragmentos de moluscos escasos, ostrácodos comunes, espículas de esponja escasas, fragmentos de foraminíferos planctónicos escasos, fragmentos de dasicladáceas escasas, fragmentos de briozoarios escasos, fragmentos de corales escasos. Las especies determinadas fueron: *Riserella rablingae*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata*, *Chrysalidina gradata*, *Permocalculus* sp., *Heterohelix* sp., *Hedbergella delrioensis*, *Aptychus* sp. Facies 8, intermarea inferior-submarea somera.

#### UH94-39

Wackestone limoso dolomitizado. Los componentes principales fueron: micrita 37%, bioclastos 5%, cuarzo 30%, intraclastos 28%. Los bioclastos determinados fueron: calcisferúlidos comunes, cámaras de foraminíferos planctónicos escasos, fragmentos de ostrácodos escasos. Las especies determinadas fueron: *Calcisphaerula innominata*. Facies 8, intermarea superior.

#### UH94-40

Grainstone de intraclastos. Los principales constituyentes fueron: intraclastos 50%, bioclastos 15%, pelás fecales 20%, grano envuelto 1%, cemento 10%. Los bioclastos determinados fueron: Calcisferúlidos, fragmentos de miliólidos, fragmentos de equinodermos y ostrácodos. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Bonetocardiella conoidea*. Miliólidos, foraminíferos planctónicos, *Hedbergella delrioensis*, *Heterohelix* sp., *Globigerinelloides* sp. y rotálidos. Facies 8, intermares-supramarea.

#### UH94-41

Wackestone-packstone arenoso de intraclastos y bioclastos. Los principales constituyentes fueron: micrita, 35%, bioclastos fueron: 20%, intraclastos 15%, pellets 5%. Los bioclastos

determinados fueron: calciferúlidos abundantes, foraminíferos planctónicos, equinodermos, fragmentos de moluscos, foraminíferos bentónicos y ostrácodos estos últimos, se encuentran fragmentados y son escasos. *Pithonella ovalis*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Bonetocardiella conoidea*, *Cuneolina* sp., *Hedbergella* sp. Facies 8 intermarea-supramarea.

#### UH94-43

Packstones de peloides. Los principales constituyentes fueron: micrita 40%, bioclastos 15%, intraclastos 10%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos, fragmentos de ostrácodos, moluscos, espículas de esponja, calciferúlidos. Las especies determinadas fueron: *Valvulamina picardi*, *Cuneolina* sp., *Biconcaba bentori*, *Merlingina cretacea*, textuláridos, rotálidos, *Pithonella ovalis*, *Globochaete alpina*. facies 8, intermarea-submarea somera.

#### UH94-44

Wackestone-packstone de bioclastos. Los principales constituyentes fueron: micrita 40%, bioclastos 40%, intraclastos 10%, peloides 10%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos, ostrácodos abundantes y fragmentados sobre enteros, fragmentos de moluscos comunes (rudistasy otros), fragmentos de equinodermos escasos y fragmentados, fragmentos de foraminíferos planctónicos escasos y fragmentados. Las especies identificadas fueron: *Favusella washitensis*, *Praeglobotruncana stephani*, *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella ovalis*, *Valvulamina* sp., Facies 8, intermarea-supramarea.

#### UH94-45

Dolomía microcristalina con posible textura original de mudstone dolomitizado, Los bioclastos determinados fueron: calciferúlidos escasos, fragmentos de equinodermos escasos y foraminíferos bentónicos escasos. Facies 8, Intermarea superior.

#### UH94-46

Grainstone-floatstone de moluscos. Los constituyentes principales fueron. micrita 1%, bioclastos 88%, intraclastos 4%, pellets 35, granos envueltos 3%, bioclastos, fragmentos de moluscos (gasterópodos y rudistas) abundantes, fragmentos de foraminíferos bentónicos escasos y fragmentos de equinodermos escasos y fragmentados. Facies 8, intermarea-submarea.

#### UH94-47

Mudstone dolomitizado de intraclastos. Los constituyentes principales fueron. micrita, 75%, bioclastos 10%, intraclastos 15%. Los bioclastos determinados fueron: calciferúlidos escasos y fragmentados, fragmentos de ostrácodos comunes, fragmentos de moluscos escasos y fragmentados, algas rojas. La especie determinada fué: *Pithonella ovalis*. Facies 8, intermarea superior.

#### UH94-48

Mudstone-wackestone dolomitizado fuertemente arcilloso. Los componentes principales fueron: micrita 70%, bioclastos 15%, arcilla 15%. Los bioclastos determinados fueron: fragmentos de ostrácodos comunes y fragmentados, foraminíferos bentónicos escasos y fragmentados. La especie determinada fué: *Pithonella ovalis* y rotálidos. Facies 8, intermarea superior.

#### UH94-49

Packstone-grainstone de intraclastos. Los constituyentes principales fueron. micrita 30%, bioclastos 20%, intraclastos 40%, granos envueltos 10%. Los bioclastos determinados fueron: algas dasicladáceas comunes, foraminíferos bentónicos escasos, rotálidos, fragmentos de



ostrácodos comunes, calcisferúlidos escasos, fragmentos de algas rojas, fragmentos de moluscos. Las especies determinadas fueron: *Dicyclina* sp., *Pithonella ovalis*, *Acicularia* sp., *Bouenia pygmaea*. Facies 8, intermarea-submarea.

#### UH94-50

Wackestone de peloides y bioclastos. Los constituyentes principales fueron. micrita 40%, bioclastos, 20%, peloides 40%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos, fragmentos de ostrácodos, fragmentos de moluscos y fragmento de codiáceas escasas. Las especies determinadas fueron: *Nazzazinella picardi*, *Chrysalidina*. *Pseudorhapidionina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Spiroloculina* sp. *Merlingina cretacea*. Facies 7, Intermarea-submarea somera.

#### UH94-51

Packstone de peloides. Los constituyentes principales fueron. micrita 25%, bioclastos 15%, pelets 5%, peloides 55%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos bentónicos, fragmentos de ostrácodos, dasicladáceas, fragmentos de equinodermos escasos, fragmentos de espículas de esponja, fragmentos de algas rojas. Las especies determinadas fueron: *Pseudolituonella reicheli*, *Protopenneroplis striata*, *Nazzazinella picardi*, *Spiroloculina cretacea*, *Merlingina cretacea*, *Hedbergella delrioensis*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Facies 7, intermarea-submarea somera.

#### UH94-52

Packstone de peloides. Los constituyentes principales fueron. micrita 35%, bioclastos 24%, pelets 5%, peloides 35%, intraclastos 1%. Los bioclastos determinados fueron: fragmentos de moluscos comunes, fragmentos de foraminíferos bentónicos, ostrácodos, calcisferúlidos, fragmentos de dasicladáceas, fragmentos de equinodermos estos últimos grupos se presentan escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Biconcaba bentori*, *Quinqueloculina* sp. y *Pithonella ovalis*. Facies 8, intermarea.

#### UH94-53

Mudstone dolomitizado, Los bioclastos determinados fueron: fragmentos de foraminíferos bentónicos, rotúlidos, fragmentos de ostrácodos y fragmentos de moluscos, todos son escasos y mal conservados. Facies 8, intermarea superior.

#### UH94-54

Packstone de bioclastos. Los constituyentes principales fueron. micrita 25%, bioclastos 60%, granos envueltos 8%, intraclastos 4%, peloides 3%. Los bioclastos determinados fueron: calcisferúlidos, equinodermos, moluscos (rudistas, gasterópodos, pelecípodos), foraminíferos bentónicos, algas dasicladáceas, foraminíferos planctónicos, fragmentos de ostrácodos, espículas de esponja. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata*, *Navarella* sp., *Aptychus* sp., *Geodites* sp., fragmentos de corales, granos envueltos, fragmentos de moluscos, *Acicularia* sp., *Trocholina* sp., *Heterohelix* sp. y *Hedbergella* sp. facies2, plataforma abierta.

#### UH94-57

Packstone de bioclastos. Los constituyentes principales fueron. micrita 40%, bioclastos 30%, intraclastos 10%, pellets, 5%, cuarzo 10, arcilla 5% Los bioclastos determinados fueron: calcisferúlidos abundantes, equinodermos abundantes, texturados comunes, fragmentos de moluscos comunes y foraminíferos planctónicos escasos y fragmentados. Las especies

determinadas fueron: *Glochaete alpina*, *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella ovalis*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Navarella sp.*, *Hedbergella amabilis*, *Hedbergella brittonensis*, *Bonetiella sp.*, *Hedbergella delrioensis*. Facies 2, plataforma abierta.

#### UH94-58

Wackestone-packstone de bioclastos. Los componentes principales fueron. micrita 40%, bioclastos 60%, bioclastos, calcisferúlidos abundantes y enteros, fragmentos de equinodermos comunes fragmentados, fragmentos de foraminíferos planctónicos comunes, fragmentos de ostrácodos escasos. Las especies identificadas fueron: *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella ovalis*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Whiteinella sp.*, *W. archaeocretacea*, *Heterohelix sp.*, *Navarella sp.*, *Globigerinelloides sp.*, *Bonetiella sp.* Plataforma abierta profunda.

#### UH94-59

Wackestone-Packstone de bioclastos. Los componentes principales fueron. micrita 40%, bioclastos 60%, bioclastos, calcisferúlidos abundantes y enteros, fragmentos de equinodermos comunes fragmentados, fragmentos de foraminíferos planctónicos comunes, fragmentos de ostrácodos escasos. Las especies determinadas fueron: *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella ovalis*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Whiteinella sp.*, *W. archaeocretacea*, *Heterohelix sp.*, *Navarella sp.*, *Globigerinelloides sp.*, *Bonetiella sp.* Facies 2, plataforma abierta.

#### UH94-61

Lodolita. Los componentes principales fueron: arcilla 50%, cuarzo 45%, bioclastos 5%. Los bioclastos determinados fueron: fueron calcisferúlidos abundantes, foraminíferos planctónicos comunes y fragmentados, fragmentos de foraminíferos bentónicos escasos, fragmentos de ostrácodos escasos, fragmentos de equinodermos escasos. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *Pithonella perlonga*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Heterohelix pulchra*, *Heterohelix moremani*. Plataforma profunda.

#### UH94-66

Packstone-wackstone bioclastos. Los constituyentes principales fueron. micrita 40%, bioclastos 49%, peloides 5%, arcilla 3%, granos envueltos 1% intraclastos 1%. Los bioclastos determinados fueron: determinados; calcisferúlidos abundantes, foraminíferos bentónicos, fragmentos de equinodermos, fragmentos de ostrácodos, fragmentos de miliólidos, fragmentos de esponja, fragmentos de moluscos, fragmentos de codiáceas. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *P. perlonga*, *Hedbergella brittonensis*, *H. delrioensis*, *Whiteinella paradubia*, *Calcisphaerula innominata*, *Preachrysalidina sp.*, *Bonetiella sp.*

#### UH94-67

Floatstone de Bouenia y rudistas. Los constituyentes principales fueron. micrita 30%, bioclastos 60%, pelets 9%, cuarzo 1%. Los bioclastos determinados fueron: son: calcisferúlidos abundantes y enteros, fragmentos de codiáceas, fragmentos de moluscos fragmentados, fragmentos de texturúlidos comunes y fragmentados, fragmentos de equinodermos comunes, fragmentos de ostrácodos comunes, fragmentos de foraminíferos planctónicos, fragmentos de braquiópodos. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata*, *Riserella rablingae*, *Bouenia pygmaea*, *Preachrysalidina sp.*, *Heterohelix sp.*, *H. amabilis*, Plataforma abierta profunda.

#### UH94-68

Limolita. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 45%, arcilla 40%, bioclastos 15%. Los bioclastos determinados fueron: fragmentos de equinodermos comunes y fragmentados, rudistas escasos y fragmentados, fragmentos de foraminíferos planctónicos escasos, fragmentos de textuláridos escasos. La especie determinada fué: *Heterohelix* sp.

#### UH94-69

Floatstone de algas codiáceas. Los constituyentes principales fueron. micrita 45%, bioclastos 50%, cuarzo 2%, arcilla 3%. Los bioclastos determinados fueron: equinodermos comunes, fragmentos de rudistas escasos, fragmentos de foraminíferos planctónicos escasos (*Heterohelix* sp.) y fragmentos de textuláridos escasos, briozoarios, ostrácodos, equinodermos y braquiopodos fragmentados. Facies 2, plataforma abierta.

#### UH94-70

Floatstone bioclastos con matriz de wackestone de bioclastos. Los constituyentes principales fueron: micrita 55%, bioclastos 40%, cuarzo 1%, arcilla 4%. Los bioclastos determinados fueron: algas codiáceas abundantes, calcisferúlidos, abundantes, fragmentos de moluscos comunes, fragmentos de ostrácodos comunes, fragmentos de equinodermos y ostrácodos escasos. Las especies determinadas fueron: *Calcisphaerula innominata*, *P. ovalis*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Navarella* sp., *Riserella* sp., *Heterohelix* sp., *Hedbergella delrioensis*, *Whiteinella* sp. Facies 2, Plataforma abierta.

#### UH94-71

Floatstone de rudistas fuertemente arcilloso. Los constituyentes principales fueron. micrita 40%, bioclastos 30%, intraclastos 5%, grano envuelto 1%. Los bioclastos determinados fueron: fragmentos de rudistas, fragmentos de equinodermos, calcisferúlidos, briozoarios escasos, foraminíferos bentónicos escasos, fragmentos de ostrácodos escasos y fragmentos de foraminíferos planctónicos comunes. Las especies determinadas fueron: *Heterohelix* sp., *H. pulchra*, *Pithonella ovalis*. Facies 2, plataforma abierta.

#### UH94-72

Floatstone de bioclastos. Los constituyentes principales fueron. micrita 20%, bioclastos 70%, arcilla 9%, cuarzo 1%, bioclastos, algas codiáceas, fragmentos de moluscos (rudistas, pelecípodos y otros), calcisferúlidos comunes, fragmentos de miliólidos comunes, fragmentos de foraminíferos planctónicos comunes, fragmentos de equinodermos, fragmentos de ostrácodos, fragmentos de dasicladáceas escasas. Las especies determinadas fueron: *Bouenia pygmaea*, *Merlingina cretacea*, *Nezzazata* sp., *Biplanata peneropliformis*, *Quinqueloculina* sp., *Pithonella ovalis*, *Whiteinella* sp., *Calcisphaerula innominata*. Facies 2, plataforma abierta.

#### UH94-73

Floatstone bioclastos. Los constituyentes principales fueron. micrita 20%, bioclastos 70%, arcilla 9%, cuarzo 1%, bioclastos, algas codiáceas, fragmentos de moluscos (rudistas, pelecípodos y otros), calcisferúlidos comunes, fragmentos de miliólidos comunes, fragmentos de foraminíferos planctónicos comunes, fragmentos de equinodermos, fragmentos de ostrácodos, fragmentos de dasicladáceas escasas. Las especies determinadas fueron: *Bouenia pygmaea*, *Merlingina cretacea*, *Nezzazata* sp., *Biplanata peneropliformis*, *Quinqueloculina* sp., *Pithonella ovalis*, *Whiteinella* sp., *Calcisphaerula innominata*. Facies 2, plataforma abierta.

#### UH94-74

Calclitita arcillosa de grano fino. Los principales constituyentes fueron: fragmentos de roca 40%, cuarzo 40%, arcilla 13%, bioclastos 7%. Los bioclastos determinados fueron: calcisferúlidos, foraminíferos planctónicos, fragmentos de moluscos y fragmentos de ostrácodos, todos ellos se encuentran escasos. Las especies encontradas fueron: *Pithonella ovalis*, *Hedbergella planispira*, *Stomiosphaera sphaerica*. Plataforma abierta.

#### UH94-75

Calclitita de grano fino. Los principales constituyentes fueron: cuarzo 35%, fragmentos de roca 35%, bioclastos 12%, cemento 3%, arcilla 15%. Los bioclastos determinados fueron: calcisferúlidos comunes, fragmentos de equinodermos, fragmentos de foraminíferos bentónicos, fragmentos de moluscos, fragmentos de ostrácodos, fragmentos de foraminíferos planctónicos. Las especies determinadas fueron: *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata*, *Riserrella* sp., *Microconus* sp., *Stomiosphaera* sp., *Heterohelix* sp. Plataforma abierta.

#### UH94-76

Packestone limo-arenoso bioclastos. Los constituyentes principales fueron: micrita 30%, bioclastos 40%, pelets 2%. Los bioclastos determinados fueron: calcisferúlidos abundantes, fragmentos de equinodermos comunes, fragmentos de moluscos comunes, fragmentos de textulídeos comunes, fragmentos de ostrácodos escasos. Las especies determinadas fueron: *Calcisphaerula innominata*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *Navarrella* sp., *Praechysalidina* sp., rotúlidos, *Hedbergella delrioensis*, *Globochaete alpina*. Facies 2, plataforma abierta.

#### UH94-77

Floatstone bioclastos. Los constituyentes principales fueron: micrita 20%, bioclastos 60%, intraclastos 10%, pelets 10%. Los bioclastos determinados fueron: algas codiáceas abundantes, fragmentos de equinodermos abundantes, calcisferúlidos comunes, rotúlidos comunes, foraminíferos bentónicos comunes, fragmentos de moluscos comunes (pelecípodos y rudistas), fragmentos de ostrácodos escasos. Las especies determinadas fueron: *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella ovalis*, *Hedbergella delrioensis*, *H. planispira*. Facies 2 plataforma abierta.

#### UH94-78

Arcillita. Los principales constituyentes fueron: arcilla 99%, bioclastos 2%. Los bioclastos determinados fueron: representados por escasos foraminíferos bentónicos, *Hedbergella* sp. y *Heterohelix* sp. Facies 2 plataforma abierta.

#### UH94-79

Mudstone arcilloso. Los constituyentes principales fueron: micrita 87%, bioclastos 8%, arcilla 3%. Los bioclastos determinados fueron: representados por calcisferúlidos fragmentados, fragmentos de moluscos, fragmentos de equinodermos escasos y fragmentos de foraminíferos planctónicos. Las especies determinadas fueron: *Stomiosphaera* sp., *Pithonella ovalis*, *Riserella* sp., *Hedbergella delrioensis*, *Whiteinella* sp. Plataforma abierta profunda.

#### UH94-80

Calclitita de grano fino. Los principales constituyentes fueron: cuarzo 50%, fragmentos de roca 30%, arcilla 10%, cementante 5%, bioclastos 5%. Los bioclastos determinados fueron: bioclastos; calcisferúlidos comunes fragmentos de equinodermos también comunes y escasos

foraminíferos planctónicos. Las especies identificadas fueron: *Pithonella ovalis*, y *Hedbergella delrioensis*. Plataforma abierta.

#### UH94-81

Calclitita calcarea de grano fino. Los principales constituyentes fueron: fragmentos de roca 45%, cuarzo 45%, cemento 2%, arcilla 5%, bioclastos 3%. Los bioclastos determinados fueron: calcisferúlidos comunes y fragmentos de equinodermos también comunes y escasos foraminíferos planctónicos. La especie identificada fue: *Stomiosphaera sphaerica*. Plataforma abierta.

#### UH94-82

Packstone de oolitas y bioclastos arenoso. Los constituyentes principales fueron: micrita 50%, cuarzo 5%, pellets 10%, bioclastos 7%, oolitas 3%. Los bioclastos determinados fueron: calcisferúlidos comunes y fragmentos de equinodermos también comunes y escasos foraminíferos planctónicos, fragmentos de moluscos comunes, fragmentos de ostrácodos, fragmentos de algas coralinas escasas. Las especies identificadas fueron: *Stomiosphaera sphaerica*, *Calcisphaerula innominata*, *Dicarinella sp.*, *Dicarinella cf. difformis*, *Whiteinella sp.*, *Whiteinella archaeocretacea*, *Heterohelix sp.* y *Hedbergella delrioensis*. Plataforma abierta.

#### UH94-83

Limolita calcarea. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 60%, arcilla 38%, bioclastos: 2%. fragmentos de foraminíferos planctónicos y calcisferúlidos escasos y muy mal conservados. Plataforma abierta profunda.

#### UH94-84

Packstone-wackestone bioclastos altamente arenoso. Los constituyentes principales fueron: micrita 30%, bioclastos 60%, peloides 7%, oolitas 3%. Los bioclastos determinados fueron: calcisferúlidos comunes y fragmentos de equinodermos también comunes y escasos foraminíferos planctónicos, fragmentos de moluscos comunes, fragmentos de ostrácodos, fragmentos de algas coralinas escasas. Las especies identificadas fueron: *Stomiosphaera sphaerica*, *Calcisphaerula innominata*, *Dicarinella hagni.*, *Heterohelix sp.*, *Hedbergella delrioensis*. Plataforma abierta

#### UH94-85

Limolita arcillosa calcarea. Los constituyentes principales fueron: micrita 40%, bioclastos 15%, cuarzo 35%. Los bioclastos determinados fueron: escasos foraminíferos bentónicos, foraminíferos planctónicos caracterizados por: *Heterohelix sp.*, *Whiteinella sp.*, *Whiteinella cf. archaeocretacea*, *Dicarinella sp.* Facies 1.

#### UH94-86

Limolita. Los constituyentes principales fueron micrita 50%, bioclastos 10%, cuarzo 40%. Los bioclastos determinados fueron: fragmentosa de foraminíferos planctónicos, fragmentos de moluscos y fragmentos de equinodermos. Las especies identificadas fueron: *Heterohelix sp.*, *Globigerinelloides sp.* y *Dicarinella cf. hagni*. Facies 1.

#### UH94-87

Limolita arcillosa. Los componentes principales fueron: micrita 50%, bioclastos 10%, cuarzo 40%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos planctónicos escasos y fragmentados y calcisferúlidos escasos y fragmentados. Las especies determinadas fueron: *Heterohelix* sp., *H. cf. moremani*, *Hedbergella* sp., *Hednbergella cf. delrioensis*, *globigerinelloides* sp., *Loeblichella* sp., *Whiteinella archaeocretacea*, *W. cf. archaeocretacea* y *W. cf. gigantes*. Facies 1.

#### UH94-88

Limolita arcillosa. Los componentes principales fueron: micrita 50%, bioclastos 10%, cuarzo 40%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos planctónicos escasos y fragmentados (*Heterohelix* sp., *Globigerinelloides* sp. y *Dicarinella cf. hagni*) y calcisferúlidos escasos y fragmentados. Facies 1.

#### UH94-89

Limolita arcillosa. Los principales componentes fueron: micrita 50%, bioclastos 10%, cuarzo 40%. Los bioclastos determinados fueron: foraminíferos planctónicos escasos (*Heterohelix* sp., *Hedbergella* sp., *Whiteinella* sp., *W. cf. archaeocretacea*, *W. cf. gigantes* y *Marginotruncana* sp.) y fragmentados y calcisferúlidos escasos y fragmentados. Facies 1.

### SECCION HUEYITLALPAN

#### UH94-90

Calclitita de grano fino. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 35%, fragmentos de roca calcarea 35%, arcilla 2%, cementante 5%, feldespatos 2%, minerales pesados 2%, bioclastos 2%. Los bioclastos determinados fueron: fragmentos de moluscos, equinodermos, textuláridos, calcisferúlidos (*Stomiosphaera sphaerica*), cámaras aisladas de foraminíferos planctónicos, todos ellos se encuentran fragmentados y escasos. Fragmentos de madera. Prodelta.

#### UH94-91

Lodolita. Los constituyentes principales fueron: arcilla 54%, fragmentos de roca calcarea 20%, cuarzo 20%, cementante 2%, bioclastos 2%. Bioclastos representados por fragmentos de ostrácodos y equinodermos fragmentados y escasos. Prodelta.

#### UH94-92

Limolita calcárea. Los constituyentes encontrados fueron: fragmentos de roca 50%, arcilla 26%, cuarzo 20%, cemento 2% y bioclastos 2%. Los bioclastos identificados fueron: textuláridos, calcisferúlidos y fragmentos de foraminíferos planctónicos. Fragmentos de madera. Prodelta.

#### UH94-93

Calclitita de grano fino. Los constituyentes son: fragmentos de roca 50%, cuarzo 20%, arcilla 24%, cemento 2%, feldespatos 2%, bioclastos 2%. Todos los bioclastos son fragmentados y escasos, se identificaron los siguientes; equinodermos, moluscos, textuláridos y calcisferúlidos (*Calcisphaerula innominata*, *Stomiosphaera* sp.). Prodelta y Frente deltaico, barras distales.

#### UH94-94

Calclitita de grano fino. Los constituyentes principales fueron: fragmentos de roca calcarea 35%, cuarzo 35%, arcilla 11%, feldespatos 2%, cemento 2%, bioclastos 7%. los bioclastos encontrados fueron; fragmentos de textularidos, fragmentos de algas coralinas, fragmentos de globigerinidos, equinodermos y calcisferulidos éstos dos últimos se presentan más o menos comunes. Las especies reportadas son; *Stomiosphaera sphaerica*, *Calcisphaerula innominata* y *Pithonella perlonga*. Abundantes fragmentos leñosos. Prodelta y frente deltaico, barras distales.

#### UH94-95

Calclitita muy fina. Los constituyentes principales fueron: fragmentos de roca calcarea 50%, cuarzo 30%, arcilla 14%, feldespatos 2%, cemento 2%, bioclastos 2%. Los bioclastos identificados fueron; equinodermos y calcisferulidos, éstos se presentan escasos y fragmentados. La especie reportada (*Pithonella ovalis*). Prodelta, frente deltaico y barras distales.

#### UH94-96

Calclitita muy fina. Los constituyentes principales fueron: fragmentos de roca calcarea 50%, cuarzo 30%, arcilla 16%, cemento 2%, bioclastos 2%. Los bioclastos identificados fueron; equinodermos, miliólidos y calcisferulidos estos se presentan escasos y fragmentados. La especie reportada (*Pithonella ovalis*). Prodelta.

#### UH94-97

Calclitita muy fina. Los constituyentes principales fueron: fragmentos de roca calcarea 40%, cuarzo 40%, arcilla 13%, cemento 2%, feldespatos 2%, minerales pesados 1% y bioclastos 2%. Los bioclastos son escasos y fragmentados representados por moluscos y calcisferulidos. Ambiente frente deltaico, posibles barras distales.

#### UH94-98

Calclitita muy fina. Los constituyentes principales fueron: fragmentos de roca calcarea 40%, cuarzo 40%, arcilla 13%, cemento 2%, feldespatos 2%, minerales pesados 1% y bioclastos 2%. Los bioclastos son escasos y fragmentados representados por moluscos y calcisferulidos. Ambiente prodelta y frente deltaico. posibles barras distales.

#### UH94-99

Calclitita muy fina. Los constituyentes principales fueron: fragmentos de roca calcarea 20%, cuarzo 50%, arcilla 23%, cemento 3%, feldespatos 2%, y bioclastos 2%. Los bioclastos son escasos y fragmentados representados por moluscos, textularidos, foraminíferos planctónicos y calcisferulidos. Ambiente prodelta y frente deltaico, posibles barras distales.

#### UH94-100

Calclitita gruesa. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 65%, arcilla 17%, fragmentos de roca calcarea 14%, cementante 3%, feldespatos 1%, los bioclastos 2%. Los bioclastos fueron; fragmentos de equinodermos y miliólidos fragmentados y escasos. Frente deltaico, posibles barras distales.

#### UH94-101

Calclitita gruesa. Los constituyentes principales fueron: son, cuarzo 50%, arcilla 11%, fragmentos de roca calcarea 35%, cementante 2% 1%, los bioclastos 2%. Los bioclastos fueron; fragmentos de calcisferulidos escasos y fragmentados. Frente deltaico.

#### UH94-102

Calclitita. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 55%, fragmentos de roca calcarea 35%, arcilla 2%, cementante 8%. Unicamente se observaron texturálidos. Frente deltaico.

#### UH9A-103

Calclitita gruesa. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 55%, fragmentos de roca calcarea 35%, cementante 3%, feldespatos 2%, arcilla 3%, bioclastos 2 %. Los bioclastos fueron fragmentos de miliólidos y fragmentos de moluscos. Frente deltaico, posibles barras distales.

#### UH94-104

Calclitita de grano grueso. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 60%, fragmentos de roca calcarea 40%. los bioclastos característicos son calcisferúlidos (*Pithonella perlouga*), fragmentos de ostrácodos, escasos y fragmentados. Frente deltaico. barras distales.

#### UH94-105

Calclitita gruesa. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 43%, fragmentos de roca calcarea 49%, cementante 3%, feldespatos 2%, bioclastos 2%. Los bioclastos que le caracterizan son; calcisferúlidos (*Pithonella ovalis* y *Calcisphaerula innominata*), fragmentos de miliólidos, fragmentos de moluscos y ostrácodos. Prodelta a frente deltaico posibles barras distales.

#### UH94-106

Calclitita gruesa. Los constituyentes principales fueron: cuarzo 48%, fragmentos de roca metamórfica 45%, cementante 3%, feldespatos 2%, bioclastos 2%. Los bioclastos que le caracterizan son; calcisferúlidos (*Pithonella ovalis* y *Calcisphaerula innominata*), fragmentos de miliólidos, fragmentos de moluscos y ostrácodos. Frente deltaico, barras distales.

#### UH94-107

Arcillita calcárea. Los constituyentes principales fueron: arcilla 92%, cemento 4% y cuarzo 4%. escasos fragmentos de calcisferúlidos. Prodelta.

#### UH94-108

Calclitita de grano medio, con cuarzo metamórfico en un 50%, fragmentos de roca calcarea 35%, y feldespatos en un 1%, los bioclastos 2%, arcilla 9%, cemento 3%. los bioclastos son, escasos y fragmentados representados por miliólidos, calcisferúlidos (*Calcisphaerula innominata*), y fragmentos de equinodermos. Frente deltaico.

#### UH94-109

Conglomerado ortocuarcítico. Los constituyentes identificados fueron: fragmentos de roca 55%, cuarzo 30%, arcilla 2%, cementante 17%. Los bioclastos están representados por fragmentos de moluscos. Planicie deltaica, canal distributario.

#### UH94-110

Filarenita. Los constituyentes principales fueron: cuarzo, 50%, feldespatos 1%, fragmentos de roca 35%, bioclastos 2%, cemento 7%, arcilla 5%. Los bioclastos son fragmentos de foraminíferos bentónicos. Frente deltaico, barra de desembocadura.

#### UH94-111

Calclitita de grano medio, cuarzo 69%, fragmentos de roca tanto metamórficos como sedimentarios 30%, feldespatos 1%. Los bioclastos están representados por calcisferúlidos (*Pithonella ovalis*) y



foraminíferos planctónicos, éstos se presentan escasos y fragmentados. Se presentan también fragmentos de madera. Planicie deltaica

#### UH94-112

Calclitita de grano medio a fino con escasos guijas de gravas metamórficas. Los componentes principales fueron: cuarzo 79%, feldespato 2, fragmentos de roca 18% y bioclastos 1%. Los bioclastos encontrados fueron fragmentos de equinodermos y fragmentos de moluscos. Planicie deltaica.

#### UH94-113

Conglomerado Ortocuarcítico con matriz constituida por fragmentos de roca metamórfica. Los principales constituyentes fueron: cuarzo 5%, fragmentos de roca 88%, arcilla 4% y cementante 3%. Los fragmentos de roca son principalmente de cuarzo policristalino, pedernal, caliza y esquistos. Canal distributivo.