

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA



DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

## ANÁLISIS DE MICROFACIES DE LAS CALIZAS DE LA SIERRA DE SANTA ROSA, EN LOS ESTADOS DE PUEBLA Y OAXACA

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE

INGENIERA GEÓLOGA

PRESENTAN

**CLAUDIA MARTÍNEZ AVILÉS**

**YOALLI BIANII HERNÁNDEZ MARMOLEJO**

DIRECTOR: M. C. EMILIANO CAMPOS MADRIGAL

Ciudad Universitaria, 2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en el marco del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto IN115208: "Análisis de cuencas sedimentarias y caracterización de ambientes tectónicos del Jurásico de la Mixteca y la Huasteca Hidalguense: ¿Transición de un rift a un arco continental?". Cuya responsable académica es la Dra. Elena Centeno García, con la participación de la Dra. Claudia Cristina Mendoza Rosales y del M.C. Emiliano Campos Madrigal como doctorantes en el programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, y el Dr. Gilberto Silva Romo corresponsable del proyecto. Agradecemos a la Dirección de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México la oportunidad de realizar el trabajo de campo, con base en una estancia de investigación en el Proyecto PAPIIT.

Agradecemos la beca otorgada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través del Proyecto PAPIIT IN108709 "Evolución de facies y bioestratigrafía integral *ammonites-calpionélidos* a través de la transición Jurásico Superior - Cretácico Inferior del noreste de México y Cuba: un análisis comparativo". Cuyo responsable es el Dr. Ricardo Barragán Manzo.

En especial queremos agradecer todo el apoyo recibido y disposición desinteresada, a M. C. Emiliano Campos Madrigal, Dr. Gilberto Silva Romo, Dra. Claudia Cristina Mendoza Rosales, quienes nos guiaron durante todo este proceso ofreciéndonos sus conocimientos y horas de su tiempo, por sus valiosas enseñanzas y aportes indispensables para el desarrollo de este trabajo, por su gran apoyo y motivación.

Al Dr. Ricardo Barragán Manzo, Dr. Joaquín Eduardo Aguayo Camargo, Dr. Baldomero Carrasco, Ing. Juan Carlos Cruz Ocampo, M. C. Noe Santillán Piña, Ing. José Luis Arcos Hernández, por sus sugerencias y por resolver muchas dudas, por ofrecernos su apoyo en todo momento.

Al Ing. Leovigildo Cepeda Dávila, Ing. Fernando Rosique Naranjo, Ing. Luis Arturo Tapia Crespo, Ing. Javier Arellano Gil, Ing. Germán Arriaga García, Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez, M. C. Catalina Gómez, Ing. Ricardo Castrejón, Ing. Guadalupe Alvarado Arias, Dra. Silvia Pineda, Ing. Alfredo Victoria Morales, Ing. Carlos Garza, Ing. Jorge Nieto Obregón, Ing. Miguel Vera, Ing. Rolando de la Llata, Ing. Luis Macias y Dr. Luis Espinoza Arrubarrena.

A las autoridades de Santa Ana Teloxtoc, San Sebastian Frontera y Santo Domingo Tianguistengo, en los estados Puebla y Oaxaca; a Doña Necha por abrirnos las puertas de su hogar.

A Adán Castro Flores, por las múltiples asesorías y ayuda para la edición de mapas y figuras, por darnos un lugar en el taller de cartografía para la realización de esta tesis, por su amistad, por los cafés y por cuidar de nosotras.

A los Técnicos Marco Argaes del Laboratorio de Invertebrados y a Joaquín Aparicio del taller de laminación.

**Claudia Avilés**  
**Yoalli B. Hernández Marmolejo**

## DEDICATORIA

*A mi madre, pilar fundamental de mi vida, quien me dio la fuerza para culminar este sueño, nuestro sueño.*

*Gracias Mamí por ser el motor de mi existencia, por creer en mí, por ser mi mayor inspiración, por brindarme la fortaleza para seguir adelante, por ser ejemplo de lucha, entrega y dedicación a lo largo de mi vida, por demostrarme que cuando se quiere se puede y que todo esfuerzo es al final recompensa, por convertirme en lo que soy y seré.*

*Por eso, este gran logro, así como el resto de mis triunfos, más que míos son suyos.*

*Claudia Avilés*



## AGRADECIMIENTOS

A mi **alma mater** la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme dado la oportunidad de estudiar en sus aulas, por ser mi segundo hogar, por guiarme, enseñarme y permitirme ser parte de ella. Es un honor y orgullo ahora ser parte del selecto grupo de egresados de esta máxima casa de estudios, mi respeto, admiración y cariño a esta gran institución, de la que atesoraré muchos de los mejores recuerdos de mi vida.

Agradezco el apoyo y confianza de mi director de tesis **M. C. Emiliano Campos Madrigal** por ser mi guía, por su paciencia, por su disposición permanente e incondicional, por compartir su invaluable tiempo, experiencia y consejos.

A la **Dra. Claudia Cristina Mendoza Rosales** por sus acertadas observaciones, por su infinita paciencia, ayuda y asesoría, por su colaboración y por todos los conocimientos transmitidos a lo largo de la elaboración de esta tesis, por sus comentarios y sugerencias, por sus minuciosas correcciones que enriquecieron este trabajo.

Al **Dr. Gilberto Silva Romo** por sus enseñanzas, por su disposición para aclarar mis ideas y conceptos, por su constante aliento, por su generosa contribución y orientación en todas las etapas de la tesis, por su apoyo en todo momento, por el tiempo y esfuerzo.

Al **Dr. Joaquín Eduardo Aguayo Camargo** y al **Dr. Baldomero Carrasco** por aceptar la invitación de ser miembros del jurado a pesar de sus múltiples ocupaciones dedicando el tiempo necesario para su evaluación, por las valiosas aportaciones, por su amabilidad, atención y buena disposición, por asumir la importante tarea de corrección y perfeccionamiento de este trabajo.

A **Orlando\*** gracias por ser más que mi novio, mi mejor amigo, cómplice y confidente, por mostrarme una forma diferente de disfrutar la vida, por el amor y felicidad que me has dado a lo largo de estos años, por tu confianza y motivación en los momentos difíciles, por cuidarme y ayudarme a crecer tanto personal como profesionalmente, por consolarme, por ser mi fuente de alegría, por darme energía cuando más la necesitaba, por tu comprensión, por caminar conmigo y acompañarme en esta gran aventura, a tí en gran parte debo el término de esta tesis.

A mi **hermanita Rocío** por tu amistad y sueños compartidos, por todos los momentos que pasamos juntas a lo largo de nuestra vida, por ser mi compañera de juegos y peleas, por tus consejos, por tu apoyo incondicional, por hacer mucho más fácil mi camino, por creer en mí a pesar de las circunstancias, te quiero mucho. A **Eusebio** por tus ánimos, por tu apoyo y ayuda desinteresada. A ambos por contribuir a que este trabajo se lograra y por permitirme crecer al lado del pedacito de cielo que considero como mío, **hijo** te adoro, gracias por llenar mi vida de alegrías, por siempre hacerme olvidar mis problemas con un beso y un abrazo, por todo lo que me enseñas día con día y hacerme sentir muy afortunada de tenerte.

Al **M. I. Gustavo Guillermo Rocha Beltrán** por ser ante todo mi amigo incondicional, por creer en mí, por escucharme, por impulsarme a continuar, por apoyarme en los buenos y malos momentos.

A mi gran amiga **Nelly** por permitirme ser parte de tu vida, por siempre estar conmigo aun cuando a veces estas lejos, por aguantarme y escucharme, por las experiencias vividas por tu amistad y cariño.

Mi más sincero agradecimiento a **Francisco Chiu Sit** y **Andrea Avila Nieto** por apoyarme a lo largo de mi carrera, por su paciencia y tolerancia, por sus palabras de aliento y amistad sincera.

A mi amiga y compañera de tesis **Bian II** por emprender junto a mí este proyecto, por tu paciencia, por soportar mis exigencias y por tu apoyo en todo momento.

A mis **amigos** por compartir incontables fortalezas y debilidades, horas de risas, enojos y tristezas a lo largo de estos años, por ser unos amigos increíbles y con quienes he compartido muchos momentos que siempre llevare en mi corazón. Ustedes han enriquecido mi vida con su cariño y su alegría. Gracias por recordarme que hay personas valiosas en el mundo y gracias por estar en el mío. A todos y cada uno que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes.  
GRACIAS

*Claudia Avilés*

## AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional Autónoma de México**, por formarme como profesional, por brindarme un lugar en esta casa de estudios, mi segundo hogar.

A mis padres, **Carlos y Lulú**, a quienes adoro y dedico este trabajo, por su comprensión, por los valores inculcados, por siempre buscar mi bien, por la inmensa tolerancia y el apoyo total para poder realizar mis sueños y nunca abandonarlos, por el gran cariño brindado durante toda mi vida, por su presencia que me han permitido ser quien soy, **INFINITAS GRACIAS**.

*“Toda meta es el principio de otro camino”*

A **Itavii N., Fernando A., Carlos y Gabriela I.**, por los buenos y malos ejemplos que me dieron como hermanos mayores que me ayudaron a ser lo que ahora soy.

A **Karla Paola L. R.**, por siempre tenderme la mano, por todos los momentos y sueños compartidos, por no permitirme ser derrotada por nada y enseñarme que, lo esencial es invisible a los ojos.

*“Solo hace falta una idea para hacer un sueño realidad”*

A **Lilia Inés S.V., José Francisco D.R., Eder Adrian G.L., Gerardo E. R., Carlos G.G., José Antonio R.G., Juan Andrés C.T. y José Luis A.H.**, por estar a mi lado desde el principio de esta aventura y por todos los momentos que vivimos juntos en nuestra universidad.

A **Claudia M.A. y Armando C.H.**, por el valioso apoyo académico brindado.

A **Alfonso Hansel M.M., Armando C.H., Arturo F. D., Berenice Z.N., Carlos Alberto F.V., Claudia M.A., Diana Elizabeth G.M., Eduardo Emilio S.L., Griselda A.H., Jose Luis Q.C., Juan Manuel L.F., Juan Ramón G.A., Luis Daniel S.G., Martín Alfonso C.B., Mónica R.O., Rebeca Magaly E.C., Rodrigo G.N.** por ser compañeros de aventuras geológicas, por los momentos que vivimos durante este recorrido, por ser especiales.

*“Lo maravilloso de aprender algo, es que nadie puede arrebatarnoslo”*

Al **M.C. Emiliano Campos Madrigal**, por su apoyo, paciencia, tiempo y dedicación, por las enseñanzas proporcionadas, por compartir sus conocimientos durante la realización de este proyecto.

Al **Dr. Gilberto Silva Romo** y a la **Dra. Claudia C. Mendoza Rosales**, por todos los comentarios, asesorías, revisiones, aportaciones que fueron de gran ayuda para la realización de este proyecto.

*“La diferencia entre los sueños y los logros es solo el deseo”*

*Yoalli Bianii  
Hernández Marmolejo*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>X</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
OBJETIVOS.....	1
GENERALIDADES.....	2
Localización y vías de acceso.....	2
Fisiografía.....	4
Hidrología.....	6
Clima.....	8
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	10
Actividades de Gabinete.....	10
Actividades de Campo.....	10
Preparación y estudio de láminas delgadas.....	11
<b>I. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL.....</b>	<b>12</b>
I.1. ESTRATIGRAFÍA.....	12
I.1.1. Complejo Acatlán (PiB).....	12
I.2. SIERRA DE SANTA ROSA, CHAZUMBA - COYOTEPEC.....	14
I.2.1. Unidad Otlaltepec (JsO).....	14
I.2.2. Unidad Magdalena (KiMa).....	15
I.2.3. Formación Coyotepec (KiCo).....	15
I.3. CERRO VIEJO, SANTA ANA TELOXTOC.....	16
I.3.1. Formación Zapotitlán (KiZ).....	16
I.3.2. Formación Agua del Cordero (KiAc).....	16
I.3.3. Miembro Agua del Burro (KiAb).....	17
I.3.4. Formación Miahuatepec (KiMi).....	18
I.3.5. Formación San Juan Raya (Kisjr).....	18
I.3.6. Formación Cipiapa (KiCi).....	19
I.3.7. Formación Tehuacán (KT).....	19
I.3.8. Formación Acatepec (KiA).....	19
I.3.9. Depósitos de Aluvión y suelos (Q).....	20
<b>II. ESTRATIGRAFÍA DEL ÁREA.....</b>	<b>21</b>
<b>III. ANÁLISIS DE MICROFACIES.....</b>	<b>26</b>
Metodología para el análisis de microfacies.....	27
Microfacies estándar (SMF) y zonas de facies (FZ).....	29
III.1. ANÁLISIS DE LA SIERRA DE SANTA ROSA, FORMACIÓN COYOTEPEC.....	31
III.1. Sección medida en la Cuesta del Gavilán.....	31
III.1.1. Descripción de la columna.....	31
III.1.2. Descripción petrográfica.....	33
III.2. Sección medida sobre el río Magdalena.....	36
III.2.1. Descripción de la Columna.....	36
III.2.1. Descripción Petrográfica.....	38
III.3. Sección medida sobre el río Acatepec.....	44
III.3.1. Descripción de la Columna.....	44
III.3.2. Descripción Petrográfica.....	46
III.4. Sección medida en Cerro La Palma.....	52
III.4.1. Descripción de la Columna.....	52
III.2. ANÁLISIS DE SANTA ANA TELOXTOC, FORMACIÓN CIPIAPA.....	55
III.5. Sección medida sobre Cerro Viejo.....	55
III.5.1. Descripción de la Columna.....	55

III.5.2. Descripción Petrográfica .....	56
III.3. INTERPRETACIÓN .....	61
III.6.1. Sierra de Santa Rosa, formación Coyotepec .....	61
III.6.2. Santa Ana Teloxtoc, formación Cipiapa .....	62
<b>IV. MODELO DE FACIES .....</b>	<b>64</b>
IV.1. SIERRA DE SANTA ROSA, COYOTEPEC- CHAZUMBA .....	64
IV.2. CERRO VIEJO, SANTA ANA TELOXTOC.....	65
<b>V. EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA .....</b>	<b>67</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>70</b>
<b>APENDICE PETROGRÁFICO.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS</b>	
MAPA GEOLÓGICO.....	114

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA NO. 1 LOCALIZACIÓN .....	2
FIGURA NO. 2 VÍAS DE ACCESO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	3
FIGURA NO. 3 MAPA DE PROVINCIAS FISIAGRÁFICAS DE MÉXICO .....	4
FIGURA NO. 4. MAPA DE SUBPROVINCIAS FISIAGRÁFICAS DE PUEBLA Y OAXACA.....	5
FIGURA NO. 5 MAPA DE REGIONES HIDROLÓGICAS DE LOS ESTADOS DE PUEBLA Y OAXACA.....	6
FIGURA NO. 6 MAPA DE CLIMAS DE LOS ESTADOS DE PUEBLA Y OAXACA.....	8
Figura No. 3.1 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA CUESTA DEL GAVILÁN.....	35
FIGURA NO. 3.1.1 LOCALIZACIÓN DE LAS LÁMINAS EN EL MODELO DE FACIES DE WILSON (2004).....	34
Figura No. 3.2 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA RÍO MAGDALENA.....	41
FIGURA NO. 3.2.1 LOCALIZACIÓN DE LAS LÁMINAS EN EL MODELO DE FACIES DE WILSON (2004).....	40
Figura No. 3.3 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA RIO ACATEPEC.....	51
FIGURA NO. 3.3.1 LOCALIZACIÓN DE LAS LÁMINAS EN EL MODELO DE FACIES DE WILSON (1975).....	49
Figura No. 3.4 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA CERRO LA PALMA.....	54
Figura No. 3.5 SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA SANTA ANA TELOXTOC.....	60
FIGURA NO. 3.5.1 LOCALIZACIÓN DE LAS LÁMINAS EN EL MODELO DE FACIES DE WILSON .....	59
FIGURA NO. 4.1. MODELO SEDIMENTARIO A PARTIR DE FACIES DE LA FORMACIÓN COYOTEPEC.....	65
FIGURA NO. 4.2. MODELO SEDIMENTARIO A PARTIR DE FACIES DE LA FORMACIÓN CIIPIAPA EN CERRO VIEJO, SANTA ANA TELOXTOC.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1.1 TABLA LITOESTRATIGRÁFICA DE TRABAJOS PREVIOS QUE DESCRIBEN A LA REGIÓN. ....	13
TABLA No. 1.2 SUBGRUPOS DEL COMPLEJO ACATLÁN (ORTEGA-GUTIÉRREZ, 1978).....	14
TABLA No. 2.1 TABLA LITOESTRATIGRÁFICA DE ESTE TRABAJO.....	22
TABLA No. 2.2 MIEMBROS DE LA CALIZA COYOTEPEC PROPUESTOS POR ORTEGA-GUERRERO (1989) .....	23
TABLA No. 3.1 CLASIFICACIÓN DE ROCAS CARBONATADAS PROPUESTA POR FOLK (1959) .....	28
TABLA No. 3.2 CLASIFICACIÓN DE ROCAS CARBONATADAS PROPUESTA POR DUNHAM (1962) .....	28
TABLA No. 3.3 FACIES DE WILSON (1975).....	29
TABLA No. 3.4 DISTRIBUCIÓN DE LAS 26 DE MICROFACIES ESTÁNDAR (SMF) DEFINIDAS POR FLÜGEL (2004) DENTRO DE LAS 10 ZONAS DE FACIES (FZ) DEFINIDAS POR WILSON (1975) Y SCHLAGER (2002), PARA EL MODELO DE PLATAFORMA CARBONATADA BORDEADA. NÓTESE QUE CADA FZ PUEDE ESTAR DEFINIDA POR VARIAS MICROFACIES. LA SMF 14 NO TIENE UBICACIÓN ESPECÍFICA DADO QUE PUEDE OCURRIR EN CASI TODOS LOS AMBIENTES. A. SE REFIERE A AMBIENTE EVAPORÍTICO; B. SE REFIERE A AMBIENTE SALOBRE. FLÜGEL (2004).....	30
TABLA No. 3.6 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA MAGDALENA, SOBRE EL RÍO MAGDALENA ENTRE COYOTEPEC Y SANTA CRUZ NUEVO. ....	40
TABLA No. 3.7 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA ACATEPEC, SOBRE EL RÍO ACATEPEC AL NOROESTE DE SANTIAGO CHAZUMBA, OAX. ....	50
TABLA No. 3.8. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA CERRO VIEJO AL NE DE SANTA ANA TELOXTOC, MUNICIPIO DE TEHUACÁN, PUE..	59

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 3.1.1 RIZADURAS SIMÉTRICAS EN LA CIMA DE LA FORMACIÓN COYOTEPEC EN LA CUESTA DEL GAVILÁN.....	32
FOTOGRAFÍA No. 3.1.2 ESTRATIFICACIÓN DE LA PARTE MEDIA DE LA FORMACIÓN COYOTEPEC EN CUESTA DEL GAVILÁN.....	32
FOTOGRAFÍA No. 3.2.1 ESTRATIFICACIÓN DE LA PARTE MEDIA DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA.....	37
FOTOGRAFÍA No. 3.2.2 CALIZA DOLOMITIZADA CON NÓDULOS DE PEDERNAL.....	37
FOTOGRAFÍA No. 3.2.3 GRIETAS DE DESECACIÓN DE LA FORMACIÓN COYOTEPEC EN EL RÍO MAGDALENA. ....	38
FOTOGRAFÍA No. 3.1.1 ESTRATIFICACIÓN PARALELA .....	45
FOTOGRAFÍA No. 3.3.2 NÓDULOS DE PEDERNAL EN ESTRATOS DE CALIZA.....	45
FOTOGRAFÍA No. 3.3.3 PARCHES DOLOMITIZADOS.....	45
FOTOGRAFÍA No. 3.3.4 CALIZA CON ABUNDANTE CONTENIDO FOSILÍFERO.....	45
FOTOGRAFÍA No. 3.4.1 ESTRATIFICACIÓN DE LA BASE DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN COYOTEPEC EN CERRO LA PALMA .....	53
FOTOGRAFÍA No. 3.4.2 NÓDULOS DE PEDERNAL EN CALIZAS DE LA FORMACIÓN COYOTEPEC.....	53
FOTOGRAFÍA No. 3.5.1 CALIZA CON ABUNDANTE CONTENIDO FOSILÍFERO CORRESPONDIENTE A LA PARTE MEDIA DE LA COLUMNA .....	56
FOTOGRAFÍA No. 3.5.2 CIMA DE LA FORMACIÓN CIPIAPA LA SECCIÓN MEDIDA EN CERRO VIEJO.....	56

## RESUMEN

El área de estudio se localiza en el límite entre los estados de Puebla y Oaxaca, en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, dentro de la Subprovincia de las Sierras Centrales de Oaxaca, se divide en dos áreas de estudio la Sierra de Santa Rosa y Cerro Viejo donde se estudia la formación Coyotepec (Pre-Barremiano) y la formación Cipiapa (Albiano-Cenomaniano), respectivamente.

La formación Coyotepec definida en la Sierra de Santa Rosa se encuentra constituida por una sucesión de caliza biomicritica parcialmente dolomitizada con nódulos y bandas de pedernal. La formación Cipiapa se trata de una sucesión calcárea en estratos gruesos a masivos, con alto contenido fosilífero.

Las microfacies típicas de las secciones estratigráficas estudiadas están representadas por dos facies, correspondientes a ambientes lagunares y bordes de plataformas de alta energía.

En la formación Coyotepec en la Sierra de Santa Rosa, se determinaron dos microfacies estándar (SMF) Wackestone bioclástico bioturbado (SMF9) y calizas con concentraciones de conchas o crinoides (SMF12) que corresponden a dos zonas de facies (FZ), laguna de plataforma de circulación abierta (FZ7), para SMF9; y arenas de plataforma de borde agitado (FZ6), para SMF12. Aunque podría abarcar hasta plataforma restringida (FZ8) y llanuras de inundación.

En la formación Cipiapa, en las cercanías de Santa Ana Teloxtoc, se interpretan dos microfacies estándar (SMF) Wackestone bioclástico bioturbado (SMF9) y calizas con concentraciones de conchas o crinoides (SMF12) que corresponden a dos zonas de facies (FZ), laguna de plataforma de circulación abierta (FZ7) para SMF9 y arenas de plataforma de borde agitado (FZ6), para SMF12.

Se estableció un modelo de facies del área de estudio, observando características litológicas, estructuras primarias, información faunística e interpretación paleoecológica.

Previo al Barremiano se depositó una plataforma calcárea correspondiente con la formación Coyotepec, en un ambiente de laguna semirrestringida.

Al finalizar el Aptiano y durante el Albiano, existe una regresión que inicia facies más someras, continua la sedimentación durante el Albiano - Cenomaniano acumulándose la formación Cipiapa en una laguna de circulación semirrestringida por un arrecife, esto dentro de una plataforma carbonatada.

## INTRODUCCIÓN

### Planteamiento del problema

El presente trabajo atiende la necesidad de aportar información que coadyuve al mejor entendimiento de los eventos regionales ocurridos durante el periodo Cretácico en los estados de Puebla y Oaxaca, con base en el estudio de secciones estratigráficas en la Sierra de Santa Rosa.

Después de una revisión bibliográfica de la información disponible, se notó que la zona ha sido poco estudiada con muchas omisiones y escasas publicaciones.

Los estudios de análisis de microfacies son de gran ayuda para interpretar el origen de las rocas carbonatadas y su interpretación paleoambiental. La integración de las características litológicas microscópicas, permiten entender el ambiente sedimentario durante el Cretácico Inferior en el área así como para determinar la evolución de esta.

Para el área de Coyotepec – Chazumba, existe solo un trabajo publicado por Ortega-Guerrero (1989), que no se trata de un estudio geológico ni estratigráfico; en cuanto al área de Santa Ana Teloxtoc, existen cuatro estudios estratigráficos; publicados por Ortega-Gutiérrez (1956), Ramos-Leal (1989), Calderón (1956) y Barceló-Duarte (1978), sin embargo las formaciones estudiadas en estos trabajos son las subyacentes y sobreyacentes, a la del objetivo de este estudio.

Con base en las edades de las formaciones y sus características, se determinará la relación con las unidades adyacentes (Basamento, unidad Magdalena, unidad Otlaltepec, miembro Agua de Cordero, miembro Agua de Burro, formación San Juan Raya) para determinar si se trata de cambios de facies o si es la misma formación de ambientes sedimentarios similares.

### Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es hacer un análisis comparativo para determinar si la formación Coyotepec y la formación Cipiapa son del mismo ambiente sedimentario, por medio de la interpretación de las características paleoambientales que persistieron durante el depósito de las formaciones de estudio; con base en la interpretación textural y composicional de las muestras colectadas, a través de un análisis detallado de microfacies.

Los resultados de este trabajo pretenden aportar información para un mejor entendimiento



de la evolución paleoambiental y estratigráfica de los afloramientos litoestratigráficos de la Sierra de Santa Rosa y Cerro Viejo en Santa Ana Teloxtoc.

Además proponer un modelo de facies de las formaciones Coyotepec y Cipiapa, que permitan entender los cambios sedimentológicos durante su depósito.

## Generalidades

### Localización y vías de acceso

El área de estudio se encuentra al sur del estado de Puebla y al norte de Oaxaca, en los límites de las cartas Petlalcingo (E14B84), Ixcaquixtla (E14B74), Tehuacán (E14B75) y Atzumba (E14B85) (Figura No. 1).

Dentro del área de estudio se encuentran los poblados de San Sebastián Frontera, Olleras de Bustamante, Santo Domingo Tianguistengo, Santiago Chazumba, Oaxaca; Santa Lucía, Santa Ana Teloxtoc, Puebla.

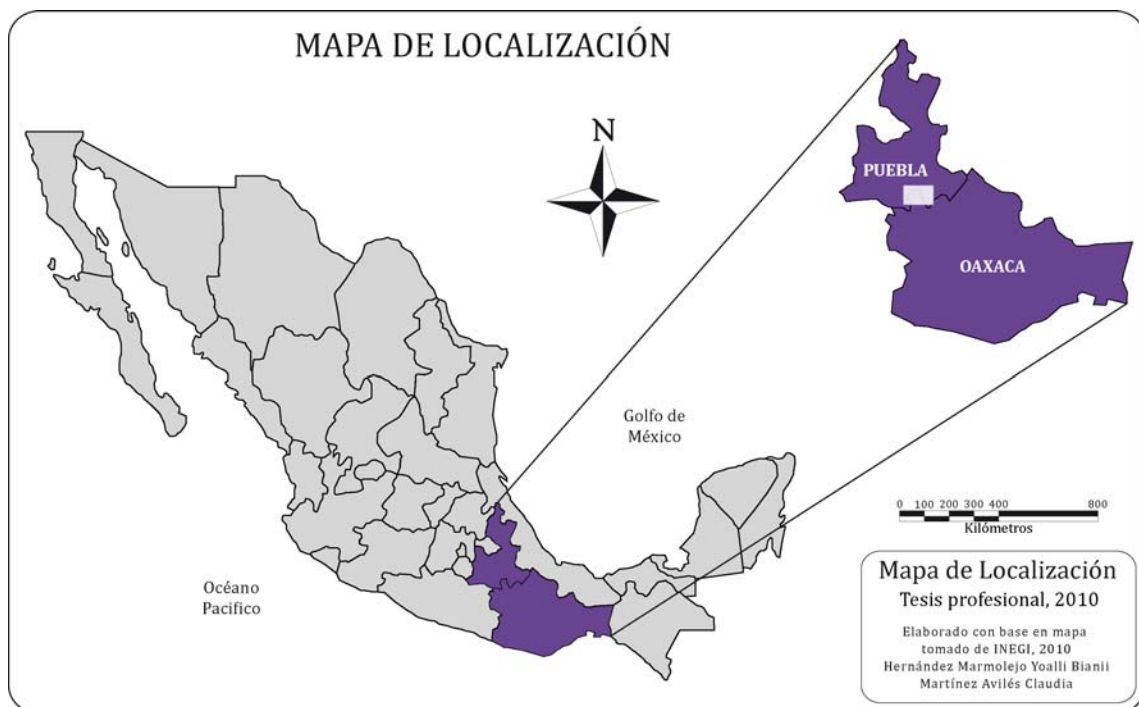


Figura No. 1 Localización

Para llegar al área de estudio se toma la carretera Federal 125 que comunica a la Ciudad de Tehuacan, Pue., con dirección a la ciudad de Huajuapán de León. Se atraviesa el poblado de San Antonio Texcala; se toma la desviación al Norte en el kilometro 33 de la carretera, hacia el poblado de Santa Ana Teloxtoc y siguiendo una desviación de terracería se llega al poblado de San Juan Raya. En el km 45 de esta misma carretera se toma un camino de terracería hacia el poblado de San Sebastian Frontera; sobre este camino se continua por una desviación de terracería que comunica con la zona estudiada de Río Acatepec. Siguiendo por esta carretera se llega a la Ciudad de Huajuapán de León, a la altura de Santiago Chazumba se conecta con la carretera estatal que va al poblado de Olleras de Bustamante y Santo Domingo Tianguistengo.

Otra vía para llegar al área de estudio es tomando la carretera estatal Tehuacán – Acatlán en el tramo entre Coyotepec y Santa Cruz Nuevo (Figura No. 2).

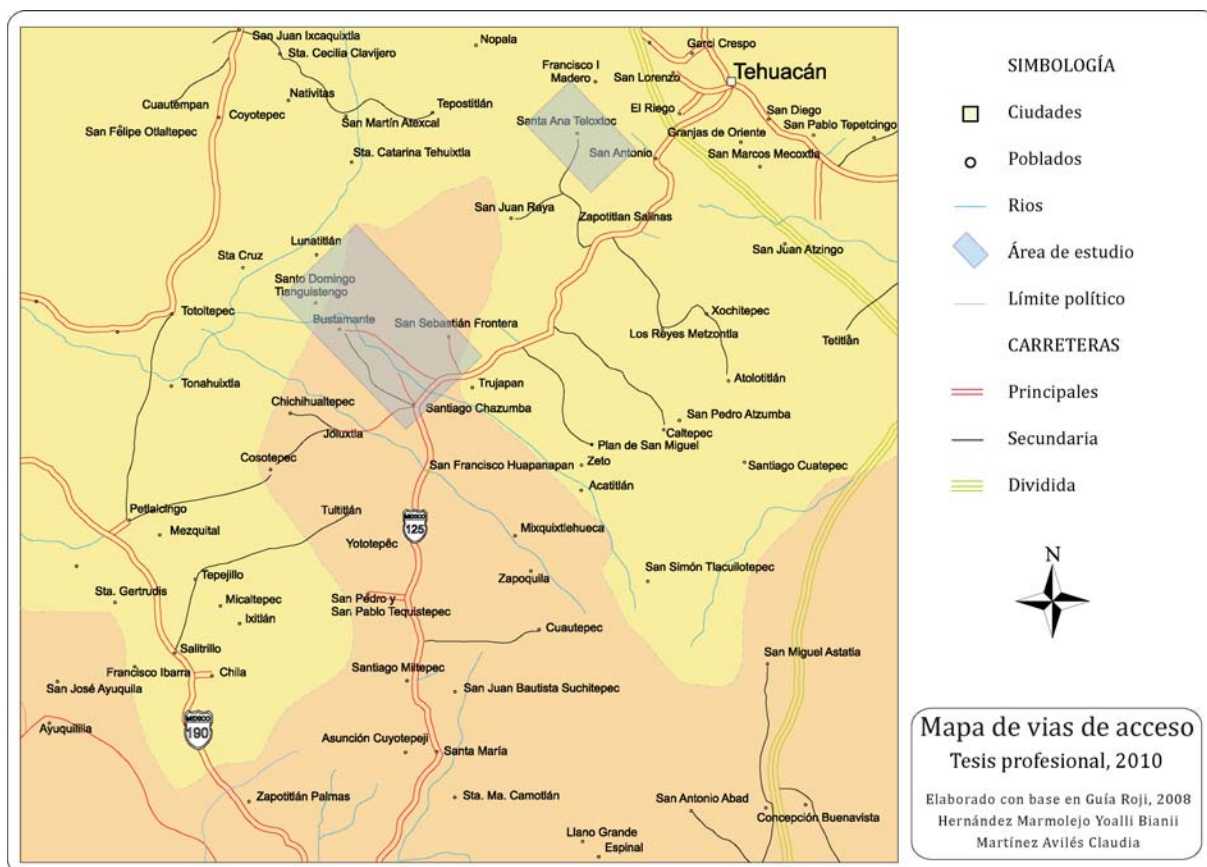


Figura No. 2 Vías de acceso del área de estudio

## Fisiografía

El área de estudio se encuentra en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur la cual está limitada al norte con la del Eje Neovolcánico, al este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico, y al sur con el Océano Pacífico (Figura No 3). Esta provincia geológica es una de las más complejas en México porque presenta grandes sierras formadas por rocas de diversos tipos y es una zona de alta inestabilidad sísmica. Uno de los rasgos fisiográficos más destacados de esta provincia es la gran depresión del Río Balsas. (INEGI, 2010).

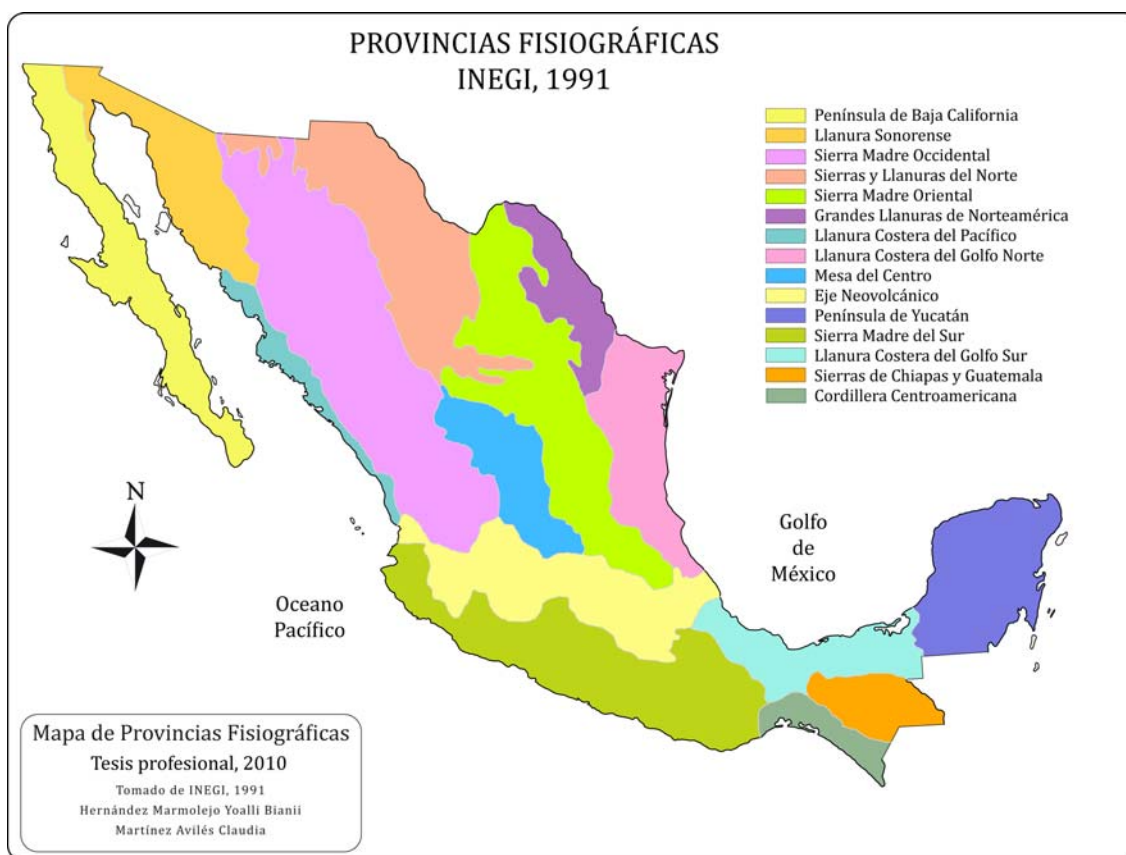


Figura No. 3 Mapa de Provincias Fisiográficas de México

La Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur está formada por siete subprovincias: Cordillera Costera del Sur, Mixteca Alta, Sierras y Valles Guerrerenses, Sierras Centrales de Oaxaca, Sierras Orientales, Sur de Puebla y Llanuras Morelenses.

El área estudiada se ubica dentro de la subprovincia de las Sierras Centrales de Oaxaca, que colinda al oeste, norte y este con la subprovincia Sur de Puebla, al sur con la Mixteca Alta y al sureste con las Sierras Orientales; tiene una orientación noroeste-sureste (Figura No. 4).



Figura No 4. Mapa de Subprovincias Fisiográficas de Puebla y Oaxaca

## Hidrología

El área de estudio se encuentra en la región hidrológica del río Balsas dentro de la Cuenca Río Atoyac (Figura No. 5). Por su extensión geográfica, esta región, es una de las más importantes del país; ocupa las zonas central y suroccidental del estado de Puebla y noroeste del estado de Oaxaca dentro de las Cuenca Río Tlapaneco y Cuenca Río Atoyac.

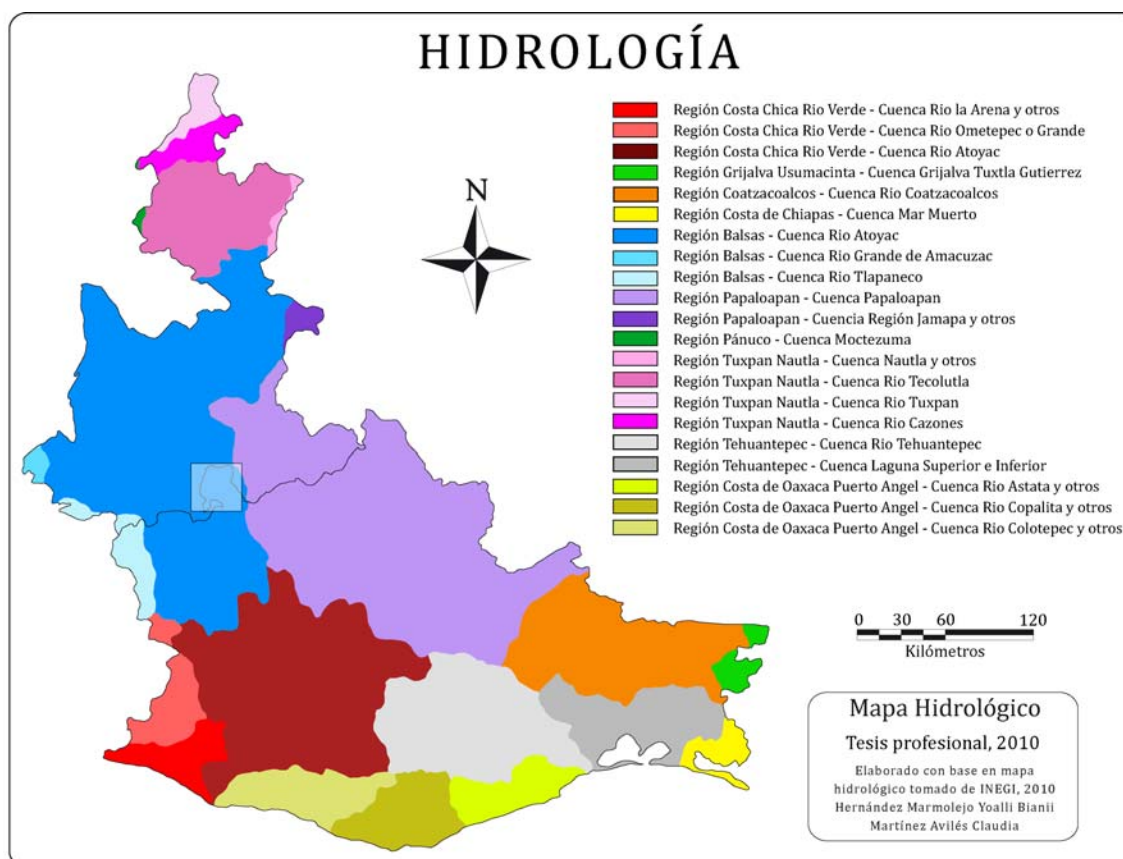


Figura No. 5 Mapa de Regiones Hidrológicas de los Estados de Puebla y Oaxaca

La cuenca de drenaje del Río Balsas comprende el 6% de la masa continental del territorio mexicano y abarca porciones de varias regiones económicas del Pacífico del centro-occidente y centro-sur de la República, entre los paralelos 17°00' y 20°00' de latitud Norte y los meridianos 97°30' y 103°15' de longitud Oeste de Greenwich y comprende ocho estados de la República: Estados de México, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Morelos, Guerrero, Michoacán y Jalisco. Incluye en su totalidad al estado de Morelos (100%) y parcialmente a los de Tlaxcala (75%), Puebla (55%), México (36%), Oaxaca (9%), Guerrero (63%), Michoacán (62%) y Jalisco (4%); lo que representa

una superficie de 123,500 km<sup>2</sup>. La superficie hidrológica total es de 117,406 km<sup>2</sup>, distribuida en tres subregiones: Alto Balsas (50,409 km<sup>2</sup>), Medio Balsas (31,951 km<sup>2</sup>) y Bajo Balsas (35,046 km<sup>2</sup>); que comprende 421 municipios, de los cuales 332 se localizan en el Alto Balsas, 51 en el Medio Balsas y 38 en el Bajo Balsas.

La depresión del Río Balsas se encuentra delimitada por dos provincias fisiográficas o morfotectónicas: la Faja Volcánica Transmexicana al norte y La Sierra Madre del Sur. Un 67.8% de la superficie de la depresión, se encuentra dentro de la provincia de la Sierra Madre del Sur y el 32.2% restante se encuentra en el territorio cubierto por la Faja Volcánica Transmexicana.



## Clima

El clima que predomina es el semicálido subhúmedo con lluvias en verano (Figura No. 6). En el estado de Oaxaca está distribuido en la zona norte de la franja de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, e interrumpido en el centro de la misma franja por el clima semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano; también se localiza en el noroeste, este y oeste, entre otras áreas; su precipitación total anual es del rango de 800 a 1000 mm, pero hay algunas partes donde llega a más de 2500 mm, tal como ocurre en el oeste.

En el estado de Puebla el clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano se subdivide en: semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media.

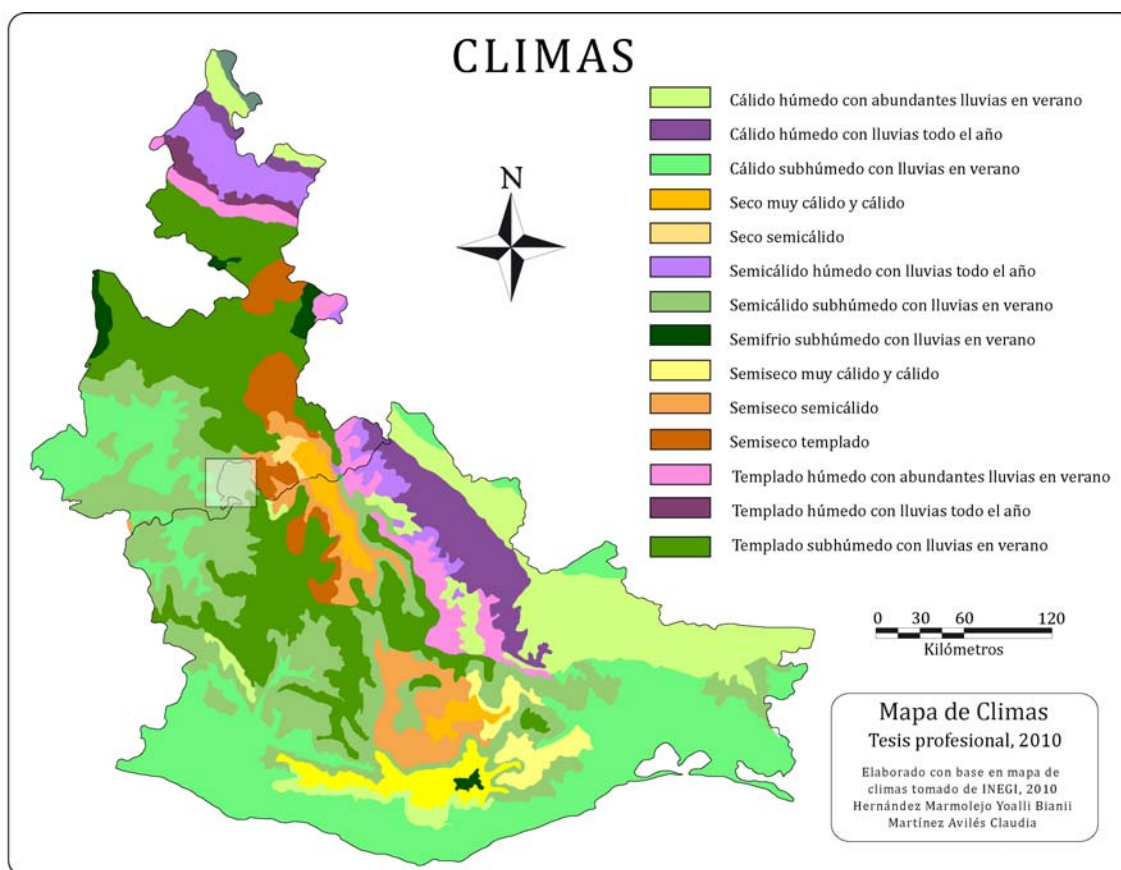


Figura No. 6 Mapa de Climas de los Estados de Puebla y Oaxaca

El clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, es el que predomina en el área de estudio y abarca una franja continua que va del suroeste de la población Acteopan, cercana al límite con Morelos, al oriente de la localidad San Juan Atzompa en dirección oeste-este, de ésta última a Santa Inés Ahuatempan, en sentido norte-sur, y de ahí al noreste de Totoltepec de Guerrero, en dirección noroeste-sureste. También comprende algunas áreas discontinuas como la del cerro El Tecorral, situada al sur de Chitla; la ubicada al suroeste de Tehuitzingo y la de los alrededores de Chila, entre otras. En estas zonas la temperatura media anual varía de 18° a 22°C; la precipitación total anual fluctúa de 600 a 1000 mm y el porcentaje de lluvia invernal es menor de 5 mm.

El clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media ocupa el área comprendida entre Atlixco, el oriente de Santiago Atzitzihuacán y los alrededores de Cohuecán, donde la altitud no supera los 1900 m; este clima es ideal para la siembra de cultivos permanentes como sucede en los municipios de Cohuecán, parte noroeste de Huaquechula y porción sur de Atlixco. La temperatura media anual supera los 18°C, la precipitación promedio anual es de 700 a 1000 mm y el porcentaje de lluvia invernal es menor de 5 mm.



## **Metodología De Trabajo**

### **Actividades de Gabinete**

Para la elaboración de este trabajo se realizaron diferentes actividades que a continuación se describen:

Recopilación de información: Se realizó una búsqueda, recopilación, análisis y síntesis de la información bibliográfica existente del área de estudio, tomando como trabajos principales el de Calderón- García (1956), Ortega-Gutiérrez (1956), Ortega-Guerrero (1989) y Ramos-Leal (1989).

Además de la búsqueda bibliográfica se realizó la fotointerpretación del área de estudio escala 1:50,000 y eligieron los sitios de medición de columnas estratigráficas.

### **Actividades de Campo**

Con base en el análisis fotogeológico y bibliográfico se reconocieron las unidades geológicas expuestas del área. Se realizaron una serie de caminamientos, los recorridos se planearon con base en los resultados obtenidos en la fotointerpretación.

Se midieron seis columnas estratigráficas, cuatro secciones a lo largo de la Sierra de Santa Rosa en Cerro La Palma, Río Acatepec en Santiago Chazumba, Río Magdalena, Puerto el Gavilán en el área de Santa Cruz Nuevo; y dos en Cerro Viejo en el área de Santa Ana Teloxtoc.

La medición de las columnas se realizó por el método del Báculo de Jacob y en algunos casos con ayuda de la cinta métrica, describiendo litología, espesores, estructuras primarias, contenido fosilífero, se tomaron datos estructurales entre otros. El Báculo de Jacob es un patrón que permite medir a detalle la sucesión en tramos de 1.5 metros.

Los datos estructurales se tomaron con brújula Brunton. Para la ubicación de los afloramientos se utilizó un receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global), para así obtener las coordenadas en el Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM).

Se recolectaron 55 muestras de las unidades cartografiadas en los trabajos previos como formación Coyotepec y de la formación Cipiapa en las cercanías del poblado de Santa Lucía sobre el Cerro la Palma (242 m), Río Acatepec (179.5 m), Río Magdalena (617 m), Cuesta del Gavilán (157.5

m), Oaxaca y en Cerro Viejo (229.5 m) cerca del poblado de Santa Ana Teloxtoc, Puebla, como ya se mencionó anteriormente.

Las columnas estratigráficas medidas se registraron en campo a una escala de 1:250, posteriormente se simplificaron a una escala de 1:1000, el registro se hizo en el formato propuesto por Campos et. al. (2010) en el cual se consideran los siguientes datos: localidad, formación, elipsoide, fecha, litología, espesor de los estratos, estructuras primarias o secundarias, estructuras orgánicas, clave de la muestra recolectada, número de foto en los puntos seleccionados y observaciones adicionales.

### **Preparación y estudio de láminas delgadas**

Las muestras de roca fueron clasificadas y seleccionadas en campo, posteriormente se hizo un análisis más detallado en gabinete tomando en cuenta su homogeneidad y alteración para la elaboración de láminas delgadas en el Taller de laminación del Instituto de Geología de la UNAM.

Una vez obtenidas las láminas delgadas se estudiaron con ayuda del microscopio petrográfico de luz transmitida con lo cual se determinaron las características y la microfacies correspondientes de las 25 muestras analizadas.

# CAPÍTULO I

MARCO GEOLÓGICO  
REGIONAL

## MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

### Estratigrafía

El registro estratigráfico del área de estudio comprende varias unidades litoestratigráficas que en su conjunto abarcan desde el Paleozoico hasta el Reciente (Tabla 1.1).

Las unidades del Paleozoico son: Complejo Acatlán, formación Matzitzzi, Tronco de Totoltepec; en el Mesozoico se tienen: unidad Otlaltepec, formación Zapotitlán, Miembro Agua del Burro, formación Agua del Cordero, unidad Magdalena, formación San Juan Raya, formación Miahuatepec, formación Cipiapa, formación Coyotepec; dentro del Cenozoico se tienen: formación Tehuacán, formación Acatepec, depósitos de aluvión y suelos estas últimas los más recientes.

Para fines prácticos describiremos el basamento y posteriormente nos referiremos a las unidades del área de la Sierra de Santa Rosa y de Santa Ana Teloxtoc de forma cronológica.

#### Complejo Acatlán (PiB)

El nombre de Acatlán fue utilizado por Ordoñez (1906) para referirse a las rocas metamórficas que afloran en los alrededores de Acatlán, Puebla. El mismo autor les asigna una edad Arcaica. Posteriormente Salas (1949) denomina a estas rocas Esquistos Acatlán incluyendo algunos diques que afloran cerca de Acatlán y les asigna una edad pre-mesozoica. Rodríguez - Torres (1970) restringe el nombre de Formación Acatlán para referirse solo a una de las divisiones litológicas del Grupo Acateco.

Ortega - Gutiérrez (1976) propone informalmente el nombre de Complejo Acatlán (Tabla No. 1.2) para referirse a las rocas metapelíticas, metasamíticas y metavolcánicas básicas que afloran en los alrededores de Acatlán y las subdivide en tres. Ortega - Gutiérrez (1978) nombra formalmente a estas unidades Complejo Acatlán y las resubdivide en dos subgrupos litoestratigráficos, Subgrupo Petlalcingo y Subgrupo Acateco.



<b>Complejo Acatlán</b>		
Subgrupo	Unidad	Litología
Subgrupo Acateco	Formación Xayacatlán	Metaofiolita de serpentinita, metagabro, cuarcita, eclogita, anfibolita, esquistos verdes y pelíticos e intercalaciones de rocas metasedimentarias.
	Granitoides Esperanza	Rocas graníticas y granodioríticas metamorfoseadas y deformadas a una sucesión protomilonita-milonita-ultramilonita, rocas verdes, pegmatitas y sedimentos filoníticos.
	Formación Tecomate	Pelita, semipelitas de origen parcialmente tobáceo y semipelitas bandeadas, metagrauvascas, metarcosa, metaconglomerado y metacaliza localmente fosilífera.
Subgrupo Petlalcingo	Formación Cosoltepec	Esquistos pelíticos de granate y micas localmente estauroлита, filitas cuarzosas, anfibolita, cuarcita, roca verde, metapedernal, felsitas, esquistos ultramáficos y esquistos calcáreos.
	Formación Chazumba	Esquisto de cuarzo de biotita con intervalos de cuarcita, esquistos de micas y granate con sillimanita, esquistos pelíticos y metagabro diferenciado.
	Migmatita Magdalena	Migmatita anatexítica de composición tonalítico-diorítica.

Tabla No. 1.2 Subgrupos del Complejo Acatlán (Ortega-Gutiérrez, 1978)

El contacto inferior del complejo Acatlán no se conoce y sus relaciones con el Complejo Oaxaqueño son aparentemente tectónicas, los fechamientos geocronológicos varían desde el Precámbrico Tardío hasta el Pérmico aunque la mayoría se agrupan en el intervalo Cámbrico-Devónico. (Ortega-Gutiérrez, 1978)

## **Sierra de Santa Rosa Chazumba - Coyotepec**

### **Unidad Otlaltepec (JsO)**

El nombre de unidad Otlaltepec fue propuesto informalmente por Ortega-Guerrero (1989) mientras Ramos-Leal (1989) la considera el miembro superior de la unidad y la nombra Miembro Otlaltepec considerándola como el superior de la Formación Tecomazuchil. En el presente trabajo utilizaremos el nombre de unidad Otlaltepec propuesto por Ortega-Guerrero (1989).

La unidad Otlaltepec es una sucesión alternante de arenisca, lutita y limolita. Presenta areniscas conglomeráticas con clastos arenisca de cuarzo de grano fino y medio; así como clastos de

esquisto, es menos arcillosa que la unidad Piedra Hueca. Estas areniscas corresponden a sublitarenitas.

Descansa en discordancia angular sobre la unidad Piedra Hueca y en algunas porciones sobre el Complejo Acatlán y Tronco de Totoltepec. Subyace discordantemente a la Unidad Magdalena y hacia el extremo noroccidental del área está cubierta discordantemente por la formación Agua de Luna, el espesor de esta unidad varía pero se le estima 1500 m aproximadamente.

La edad de esta unidad se desconoce; pero Ortega-Guerrero (1989) menciona la posible correlación con la formación Chimeco, la parte superior del Grupo Tecocoyunca, la Caliza con Cidarís y con la formación Mapache del Jurásico.

### **Unidad Magdalena (KiMa)**

Nombre propuesto informalmente por Ortega-Guerrero (1989), a una sucesión de conglomerado, arenisca, lutita y marga. En la parte inferior consta de cuerpos conglomeráticos blancos y guindas, con diastratificación intercalados con horizontes arenosos con un espesor aproximado de 30 m, los clastos son fragmentos de granodiorita, esquisto, cuarzo blanco y cuarzo negro. Hacia la cima la unidad se vuelve predominantemente arenosa con intercalaciones conglomeráticas y arcillosas. Las areniscas son sublitarenitas con clastos de rocas volcánicas.

Los últimos estratos son arcillosos y calcareos, característica que aumenta hasta constituir una marga. Tiene un espesor aproximado de 200 m. Descansa en discordancia angular sobre las unidades clásticas atribuidas al Jurásico Medio y la sobreyace transicionalmente la Caliza Coyotepec Ortega-Guerrero (1989).

### **Formación Coyotepec (KiCo)**

Ortega-Guerrero (1989) nombra informalmente Caliza Coyotepec a una sucesión constituida de caliza biomicritica parcialmente dolomitizada con nódulos y bandas de pedernal negro, en la cual, distingue tres miembros: inferior, medio y superior, le estima un espesor aproximado de 400 m y le asigna una edad del albiense-cenomaniense; sobreyace transicionalmente a la Unidad Magdalena en el área de la Sierra de Santa Rosa al suroeste de Coyotepec y noreste de Chazumba.

## **Cerro Viejo Santa Ana Teloxtoc**

### **Formación Zapotitlán (KiZ)**

Aguilera (1906) describe por primera vez una sucesión de lutitas margosas en el área de Zapotitlán, Puebla, a las que denominó formación Zapotitlán, perteneciente al Barremiano Superior. Calderón (1956) redescubre la formación como una serie de lutitas, calizas con paquiodontos y conglomerados del Barremiano, denominando la fracción conglomerática como Miembro Agua de Cordero y la fracción calcárea como Miembro Agua del Burro.

Barceló-Duarte (1978) denomina formación Zapotitlán a la sucesión de lutitas, lutitas calcáreas, margas y areniscas del Barremiano Temprano y parte del Tardío, que aflora en el área de Zapotitlán desde San Antonio Texcala hasta Acatepec, Puebla, que descansa discordantemente sobre la formación Mapache del Jurásico Tardío y subyacen concordantemente a la Miembro Agua del Burro (Barceló-Duarte, 1978) del Barremiano Tardío y a la formación San Juan Raya del Aptiano, con la formación Miahuatepec, el contacto es concordante y/o por falla; le sobreyacen discordantemente la formación Cipiapa del Albiano-Cenomaniano, la formación Acatepec (Barceló-Duarte, 1978) y depósitos de Aluvión.

Calderón (1956) señala que el espesor de la formación Zapotitlán puede ser mayor a los 1287 m de espesor. Barceló-Duarte (1978) midió 742 m sobre el río Zapotitlán al oeste del poblado de Zapotitlán, desde el contacto con la formación Miahuatepec del Aptiano hasta el suroeste de Zapotitlán y estima un espesor total de 1200 m.

La formación Zapotitlán se correlaciona con la parte inferior de la formación Xochicalco (Fries, 1960) en la Plataforma Guerrero Morelos, la parte inferior de la caliza El Doctor en el Estado de Hidalgo y la Formación Morelos (Segerstrom, 1962) en Hidalgo y la formación Chapulhucán (Bondelos, 1956) de San Luis Potosí.

### **Formación Agua del Cordero (KiAc)**

Calderón (1956) nombra miembro Agua del Cordero a una sucesión constituida por conglomerados sublitarenosos y areniscas, pertenecientes a la formación Zapotitlán del Barremiano



Temprano-Tardío descrita por Aguilera (1906). Ortega-Gutiérrez (1970) propone que se eleve al rango de formación.

Ortega-Gutiérrez (op. cit) la consideró de edad barremiense tardío - aptiense temprano y estima un espesor de entre 2000 y 3000 m pero Barceló-Duarte (1978) midió una sección de 194.20 m al suroeste de San Sebastian Frontera sobre el arroyo del mismo nombre estimando un espesor no mayor a 1000 m.

El contacto superior es transicional con la formación San Juan Raya del Aptiano. Ortega-Gutiérrez (op. cit) señala que la formación Agua del Cordero descansa en contacto por falla con la formación Mapache del Jurásico Tardío del área de Petlalcingo.

La formación Agua del Cordero se correlaciona con la formación La Virgen en Tlaxiaco, Oaxaca; las formaciones San Lucas (Pantoja, 1959) en Michoacán y San Ricardo (Sánchez, 1969) en Chiapas; la formación Xochicalco (Fries, 1960) en Guerrero y Morelos, parte inferior de la Caliza El Doctor y formación Morelos (Seegerstrom, 1962) en Hidalgo y con la Formación Chapulhuacán (Bondelos, 1956), en San Luis Potosí.

### **Miembro Agua del Burro (KiAb)**

Calderón (1956) describe una sucesión de calizas a las cuales denomina Miembro Agua del Burro, perteneciente a la formación Zapotitlán del Barremiano tardío.

Barceló-Duarte (1978) propone elevar al rango de formación Agua del Burro a dicha unidad, la cual, se encuentra descansando concordantemente sobre la formación Zapotitlán del Barremiano Temprano y parte del Tardío y subyace a la formación San Juan Raya del Aptiano. Barceló-Duarte (1978) describe a Agua del Burro, como una unidad conformada por calizas, areniscas calcáreas y lutitas calcáreas; midió una sección de 153 m al nororiente del Paso Agua del Burro y se extiende desde el contacto con la formación Zapotitlán del Barremiano Temprano-Tardío hasta el contacto con la formación San Juan Raya del Aptiano pero estima un espesor total de 200 m ya que la sección medida sufre un estrechamiento.

Tanto el contacto inferior como el superior son concordantes. El miembro Agua del Burro descansa sobre la formación Zapotitlán del Barremiano Temprano y parte del Tardío, le sobreyace la formación San Juan Raya del Aptiano y depósitos de aluvión discordantes.

Se correlaciona con la formación Xochicalco (Fries, 1960), la Caliza El Doctor y la formación Morelos (Segerstrom, 1962) en Hidalgo; así como la formación Chapulhuacán de San Luis Potosí (Bondelos, 1956).

### **Formación Miahuatepec (KiMi)**

Calderón (1956) describe una sucesión de calizas y margas con pedernal de edad aptiense, que aflora en las sierras de Miahuatepec y Atzingo; estima un espesor de 900 m aproximadamente.

El contacto inferior es concordante con la formación Zapotitlán del Barremiano y con la formación San Juan Raya; al suroriente está en contacto por falla con la Formación Matzitzi y al nororiente, la formación Miahuatepec se encuentra subyaciendo discordantemente a la formación Tehuacán del Terciario.

Se correlaciona cronoestratigráficamente con la formación San Juan Raya, la Formación Xochicalco (Fries, 1960) de Guerrero y Morelos, la parte media de la Caliza El Doctor y la Formación Morelos (Segerstrom, 1962) en Hidalgo.

### **Formación San Juan Raya (Kisjr)**

La formación San Juan Raya fue reconocida por Aguilera (1906) y la denominó División San Juan Raya, Calderón (1956) después de un estudio más detallado denomina formación San Juan Raya a la sucesión de lutitas y arenisca de edad aptiense; su espesor total se desconoce; sin embargo, Calderón (1956) midió una sección en el Cerro del Gavilán con un espesor de 1250 m, en tanto que Barceló Duarte (1978) midió una sección de 138.60 m de espesor al norte del paso Agua del Burro; sobre el Arroyo del Salitrillo, desde el contacto con la formación Agua del Burro hasta poco después de cruzar el camino de Santa Ana Teloxtoc, y estimó un espesor total de 800 m.

Subyace discordantemente a la formación Cipiapa del Albiano-Cenomaniano y sobreyace concordantemente a la formación Agua del Burro del Barremiano Tardío y a la formación Zapotitlán del Barremiano Temprano.

Cronológicamente se correlaciona con la formación Xochicalco (Fries, 1960) de Guerrero y Morelos, la parte media de la Caliza El Doctor y la formación Morelos (Segerstrom, 1962) en Hidalgo.

### **Formación Cipiapa (KiCi)**

El nombre Cipiapa fue aplicado por Aguilera (1906) a una sucesión calcárea en estratos gruesos a masivos del Cenomaniano. Calderón (1956) redescubre esta unidad como una sucesión calcárea del Albiano Tardío-Cenomaniano, que descansa discordantemente sobre la formación San Juan Raya del Aptiano y la formación Zapotitlán del Barremiano, y está cubierta discordantemente por la formación Tehuacán del Terciario Temprano.

Calderón (op. cit.) midió una sección en el Cerro de Ocotepec, al este de la ex-Hacienda de Cipiapa con un espesor de 825 m, aunque infiere que es mucho mayor. Barceló-Duarte (1978) estima un espesor total superior a los 900 m.

Se correlaciona cronoestratigráficamente con la Formación Morelos (Pérez-Hokuto y de Cserna, 1965; Ortega, 1970 y Fries, 1960) de Puebla, Oaxaca y Guerrero; la Caliza Petlalcingo (Erben, 1956) de Oaxaca; la Caliza El Doctor (Segerstrom, 1962 y Bondelos, 1956) de Hidalgo y San Luis Potosí y la Caliza Ahuacatlán (Bondelos, 1956) en Hidalgo y con la Caliza Coyotepec.

### **Formación Tehuacán (KT)**

Originalmente, Aguilera (1906) consideró las rocas de esta formación como pertenecientes al Cretácico como parte de la formación Cipiapa y parte de la formación San Juan Raya. Calderón (1956) describe esta formación como una sucesión de calizas, conglomerados, limolitas, yesos y nódulos de calcedonia, de edad Eoceno-Oligoceno que descansa discordantemente sobre las formaciones Zapotitlán, Miahuatepec y Cipiapa del Cretácico Temprano.

Calderón (1956) midió una sección de esta formación entre San Pablo Coapan y el puente Moctezuma de 225 m, aunque dice que el espesor puede ser mucho mayor.

### **Formación Acatepec (KiA)**

Barceló-Duarte (1978) propone el nombre de formación Acatepec, para una sucesión de calizas y conglomerados que se encuentran en las cercanías de Acatepec, Puebla y el Valle Zapotitlán de edad terciaria, que se encuentra discordantemente sobre la formación Zapotitlán del Cretácico Temprano y en ocasiones sobreyacida por derrames lávicos andesíticos.

Barceló-Duarte (1978) midió una sección de 63 m de espesor sobre el Río Acatepec, desde el contacto con la formación Zapotitlán del Barremiano Temprano-Tardío hasta el contacto con las rocas volcánicas andesíticas.

### **Depósitos de Aluvión y suelos (Q)**

En la porción occidental se presenta en el fondo del Valle del Arroyo Ramales en forma de terrazas fluviales. En la parte centro-norte y oriente de la región, el relieve acumulativo aluvial está representado principalmente por llanuras de inundación. En su evolución han fluido elevaciones montañosas que se extienden en dirección noroeste-sureste, de tal manera que las corrientes que bajan de éstas al llegar a la planicie, depositan sus materiales.

Sobre el Río Zapotitlán y el Río Acatepec se encuentran depósitos de aluvión, producto de la erosión de las unidades pre-existentes compuestos por calizas, areniscas, lutitas calcáreas y ocasionalmente andesitas.

# CAPÍTULO II

ESTRATIGRAFÍA DEL  
ÁREA

## ESTRATIGRAFÍA DEL ÁREA

El terreno mixteco ubicado en el sur de Puebla y Norte de Oaxaca, ha sido motivo de numerosos estudios que se han efectuado en áreas dentro y cercanas a él (Tabla No. 2.1), en la que los paquetes de rocas calcáreas están expuestas alrededor de los poblados de Santa Ana Teloxtoc, Santiago Chazumba y San Vicente Coyotepec. El primer autor en estudiar a las calizas fue Aguilera (1906) quien asigna el nombre de Formación Cipiapa a una serie de biomicritas parcialmente dolomitizadas con nódulos y bandas de pedernal, que aflora en la ex-Hacienda de Cipiapa, al oeste de San Bartolo Tecontepec, Puebla.

Salas (1949) da el nombre de Caliza Petlalcingo, a unas rocas que afloran en esta región, las cuales Erben (1956) asignó al Cenomaniano-Turoniano y las divide en tres miembros informales: el miembro inferior de caliza gris crema, el miembro medio que consiste de caliza margosa amarilla, caliza coquinosa y caliza con *Actaeonella* y miembro superior, consistente de caliza amarilla, caliza de corales y caliza con microestratificación.

Posteriormente Calderón (1956) utiliza el nombre de formación Cipiapa, para referirse a un cuerpo de caliza que aflora al oeste de Tehuacán, con nódulos de pedernal, intercalaciones de marga, porciones oolíticas y zonas dolomitizadas.

Fries (1960) propuso informalmente el nombre de formación Morelos, para un cuerpo extenso de calizas y dolomías del Albiano-Cenomaniano, incluyendo a éstas que se distribuye en gran parte del Estado de Morelos y al Norte de Guerrero, con espesor variable y con cuerpos de caliza oolíticas y bioclásticas, micritas y biomicritas con desarrollos de biostromas.

Pérez-Ibargüengoitia y colaboradores (1965) describieron en la región de Petlalcingo un paquete de aproximadamente 400 m de espesor de calizas compactas con miliólidos y rudistas, con nódulos de pedernal y horizontes dolomitizados, correspondiente al Albiano-Cenomaniano, el cual nombraron formación Morelos.

Al norte de la zona estudiada, en la Sierra de Tentzo, se describieron calizas de facies de plataforma, como Calizas Orizaba, descritas por primera vez por Bose (1899); mismas que Viniegra (1965) posteriormente redefinió dándoles el rango de formación.

Monroy y Sosa (1984) realizaron una descripción litoestratigráfica detallada, dejándolas bajo la denominación de Calizas de plataforma del Albiano-Cenomaniano.

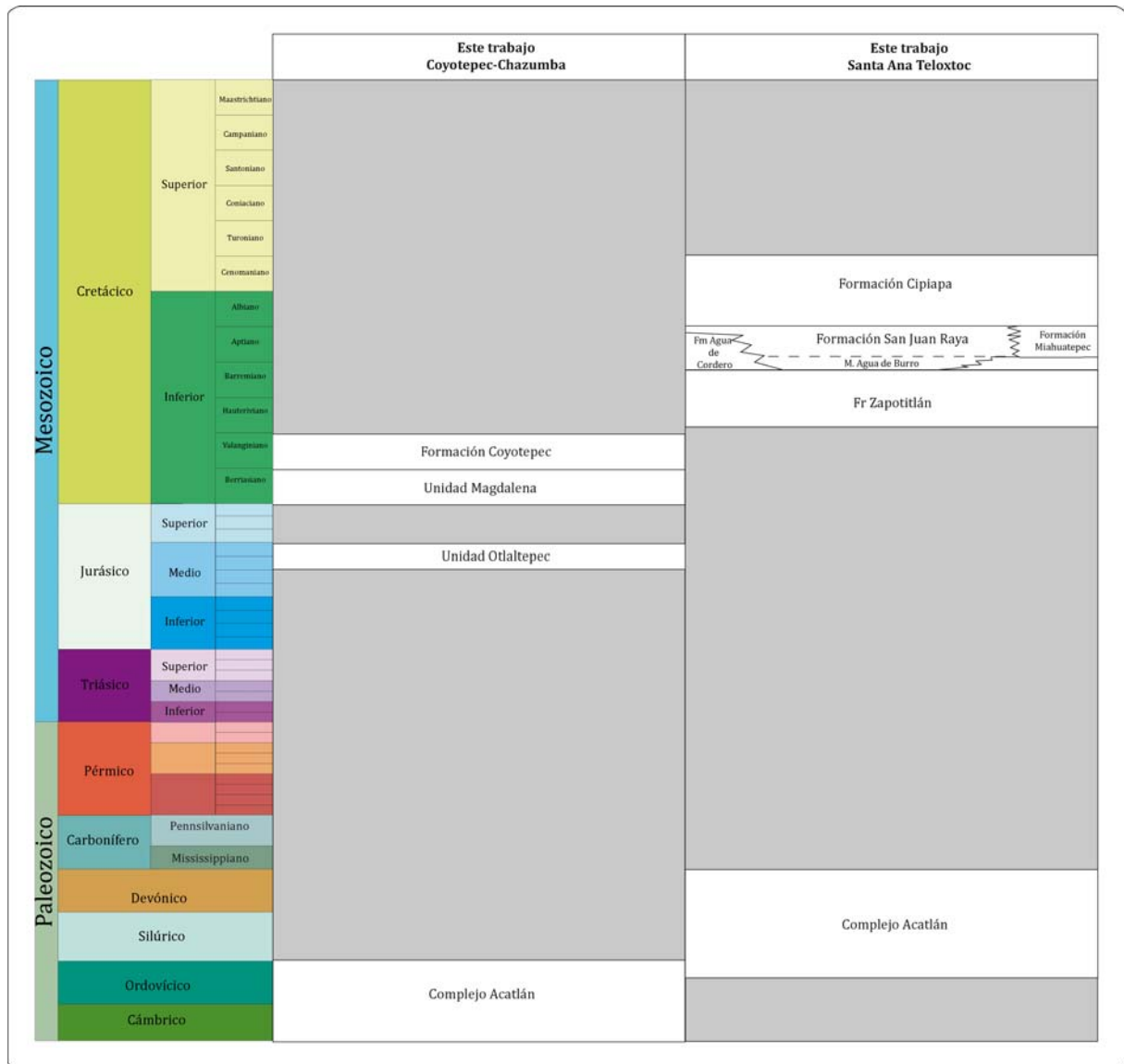


Tabla No. 2.1 Tabla litoestratigráfica de este trabajo

Pantoja-Alor (1989) propone informalmente el nombre de formación Tlayua para designar una sucesión de calizas mudstone de 300 m de espesor, la cual aflora en la región de Tepexi de Rodríguez.

Ortega-Guerrero (1989) propone el nombre Caliza Coyotepec y la divide en 3 miembros constituidos por biomicritas: miembro inferior, medio y superior, (Tabla No. 2.2), para el área que observó en el Arroyo Magdalena a 4 km al noreste de Santo Tomás Otlattepec y en la Barranca El Gavilán, a 6 km al sur de San Vicente Coyotepec, Puebla. Según Ortega-Guerrero, sobreyace transicionalmente a la Unidad Magdalena y se encuentra cubierta por aluvión y al oriente, está en contacto por falla normal con la unidad Pozo Hondo.

<b>Formación Coyotepec</b>		
<b>Miembro</b>	Superior	Compuesto por biomicrita en estratos de 5 a 30 cm de espesor, con intercalaciones de horizontes arcillosos de 20 cm de espesor. La cima se encuentra cubierta por caliche, a 2 km de San Vicente Coyotepec se encontraron micritas de aspecto sacaroide de 50 cm a 1 m de espesor, en horizontes de 15 cm con ondulaciones, zonas porosas y pedernal rosa.
	Medio	Constituido por biomicrita en estratos de 50 cm a 2 m de espesor, de color beige, con horizontes completamente dolomitizados, horizontes de brecha intraformacional y de coquina con restos de gasterópodos y pelecípodos no identificables y miliólidos.
	Inferior	Constituido por biomicrita en estratos de 30 cm a 1 m de espesor, de color beige, con nódulos y lentes de pedernal, con restos de ostreas y bancos de rudistas.

*Tabla No. 2.2 Miembros de la Caliza Coyotepec propuestos por Ortega-Guerrero (1989)*

Ramos-Leal (1989) describe a la formación Cipiapa en tres partes; en la base reportó dolomías finamente cristalinas, con una coloración amarilla verdosa, de aspecto terroso y dolomías biógenas de estratificación media. En laminas delgadas identifica fantasmas de miliólidos, fragmentos de moluscos, equinodermos, cuarzo autigénico y detrítico.

En la parte media, observa biomicruditas, biomicritas y biointramicritas con nódulos de pedernal, en estratos de 0.2 a 3 m de espesor. En secciones delgadas identifican gran cantidad de miliólidos, así como foraminíferos bentónicos biserials, fragmentos de moluscos y equinodermos.

Hacia la parte superior observa biomicritas y biomicruditas brechadas y fracturadas con rellenos de calcita, en estratos de 0.3 a 3 m de espesor.



Ramos-Leal (1989) interpretó dos litofacies, la primera constituida por dolomías finamente cristalinas y dolomías biógenas, la segunda por biomicritas, biomicruditas y biointramicritas, para la litofacies de dolomías finamente cristalinas y dolomías biógenas, observó en la base de la unidad, contenido de cuarzo dentrítico menor al 2 % y presencia de fantasmas de miliólidos, *Dicyclina sp.*, fragmentos de moluscos y equinodermos. Las estructuras primarias que observó fueron rizaduras. Para esta litofacies interpretó un ambiente de plataforma restringida (facies 7 y 8 de Wilson).

En la litofacies de biomicritas, biomicruditas y biointramicritas, observó en la parte media y superior de la unidad, nódulos de pedernal, contenido de foraminíferos biserials, fragmentos de moluscos, valvas de ostrácodos y fragmentos de equinodermos; así como gran cantidad de miliólidos. Calderón (1956) reportó algas (afines a *Girvanella*); así como *Toucasia sp.*, *Triloculina sp.*, *Spirolectamina sp.*, *Texturalia sp.*, *Rotalia sp.*, *Guttlina sp.*, *Dukania? sp.*, *Bigenera sp.*, *Coskinolina sp.*, *Pseudocyclamina? Sp.*, y *Orbitolina sp.*; el contenido de micrita es alto y en ocasiones presentan intraclastos. Para estas litofacies interpretó un ambiente de plataforma abierta; correspondiente, tal vez, a las facies 6 y 7 de Wilson (2004).

Según Ramos-Leal (op.cit.) la formación Cipiapa se encuentra cabalgado a las formaciones San Juan Raya del Aptiano, Agua del Cordero del Barremiano Tardío-Aptiano Temprano y Miembro Otlaltepec del Jurásico Tardío, Calderón (op.cit.) reportó fauna del Albiano pero Viniegra y López-Rubio (en López-Ramos, 1979) la considera del Cenomaniano; por lo que, en el presente trabajo se considera a la formación Cipiapa del Albiano-Cenomaniano. La formación Cipiapa se correlaciona con la formación Morelos en Puebla, Oaxaca y Guerrero; con la Caliza Teposcolula en Puebla y Oaxaca; con la Caliza El Doctor en Hidalgo y San Luis Potosí; y con la Caliza Ahuacatlán en Hidalgo.

Barceló-Duarte (1978) describe a la formación Cipiapa, como una sucesión de calizas color gris claro y gris café que intemperiza en color gris blanquecino o café amarillento, en capas de 5 a 10 m de espesor y hacia la base, en estratos de 20 a 40 cm de espesor. La roca se encuentra muy fracturada, con vetillas de calcita y algunos nódulos de pedernal.

Barceló-Duarte (op.cit.) consideró a la formación Cipiapa, perteneciente al Albiano Temprano-Cenomaniano, encontrándose ausente la porción más baja del Albiano Tardío.

Calderón (1956) midió una sección al oriente de la ex-Hacienda de Cipiapa, con un espesor de 825 m., pudiendo ser mayor. Barceló-Duarte (1978) estima un espesor superior a los 900 m lo cual no puede precisarse ya que el contacto superior no se observó.

En la sección Río Magdalena, Ortega-Guerrero (1989), midió un espesor de 400 m; sin embargo, señala que éste se puede incrementar, ya que la parte superior de esta unidad no aflora.

Ferreira-Hernández e Islas-Blanco (2009), realizaron un estudio petrográfico a los clastos de las calizas incluidos en el miembro Agua de Cordero, encontrando que el contenido fosilífero no corresponde con la formación Coyotepec; sin embargo, la encuentra descansando discordantemente sobre la unidad Otlaltepec y en contacto por la Falla Pozo Hondo con el miembro Agua del Cordero, midieron una columna estratigráfica sobre el Río Acatepec con un espesor parcial de 102 m, aunque suponen un espesor alrededor de 300 m en la Sierra de Santa Rosa.

# CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE  
MICROFACIES

## ANÁLISIS DE MICROFACIES

El estudio de las rocas sedimentarias inicia con la observación y descripción sistemática de los materiales que la componen o sea de las facies, término que se refiere al conjunto de características distintivas reconocibles en un cuerpo de roca y que permite diferenciarlo de los adyacentes, una facies puede ser definida a muy diversas escalas. Una facies individual puede subdividirse en subfacies y/o microfacies.

Las subfacies se especifican cuando existen variaciones menores en las características de los sedimentos que son significativas para entender los procesos de sedimentación, pero que no justifican la definición de una nueva facies.

Una microfacies se define como el conjunto de características paleontológicas y sedimentarias observadas en una lámina delgada lo cual nos permitirá identificar microtexturas, microfósiles y microestructuras (Mendoza-Rosales, 2010).

La evaluación sistemática de todos los componentes paleontológicos y sedimentarios que conforman las facies sedimentarias, representa una herramienta útil en la interpretación y reconstrucción de los ambientes sedimentarios que prevalecieron en el pasado geológico.

En este capítulo se describen las columnas medidas con el Báculo de Jacob, a partir del estudio detallado de las facies carbonatadas en lámina delgada, con la ayuda de una microscopio petrográfico, (Ver apéndice petrográfico), el cual dio las bases para una interpretación paleoecológica de las formaciones carbonatadas.

El análisis detallado de la sucesión de microfacies aporta resultados adicionales a la interpretación paleoecológica y micropaleontológica de las formaciones Coyotepec y Cipiapa.

Las microfacies típicas de las secciones estratigráficas estudiadas, están representadas por 2 facies, correspondientes con ambientes de lagunas de plataforma de circulación semirrestringida y arenas de borde de plataformas, atendiendo a los criterios de zonas de facies de Wilson (1975) y Schlager (2002).

Cabe mencionar que las asociaciones de microfacies son útiles para agrupar y homogeneizar condiciones ambientales, puesto que las texturas que pueden encontrarse en las rocas pueden hallarse en varios ambientes sedimentarios.

Debe considerarse la importancia que tiene la fábrica de la roca y la presencia de ciertos componentes aloquímicos como indicadores de condiciones de energía, de temperatura, de iluminación, de oxigenación y de salinidad. También es útil su análisis, para los casos en los que una misma microfacies puede ubicarse en varias zonas de facies.

### **Metodología para el análisis de microfacies**

El objetivo del estudio de microfacies es la reconstrucción paleoambiental, a través del análisis de características observables en lámina delgada. Generalmente, se basan en la descripción de aloquímicos y ortoquímicos, cuya abundancia y presencia están dadas por condiciones ambientales específicas.

Se realizó un análisis textural de cada muestra, se analizaron los granos (alquímicos), matriz y cementante (ortoquímicos), así como sus proporciones y relaciones, para así identificar su textura.

Se clasificaron siguiendo los lineamientos de Folk (1959) (Tabla No. 3.1) y Dunham (1962) (Tabla No. 3.2). En los carbonatos alóctonos además de reconocer la textura se debe incluir la abundancia relativa de los diferentes tipos de granos (Dunham, 1962), así como la naturaleza de los constituyentes y la abundancia de la matriz micrítica comparada con los espacios entre poros (Folk, 1959). En ambos casos es importante considerar: tipos de granos esquelétales, asociaciones de fósiles, diferencias entre los granos y el relleno con micrita de los intersticios, los grupos taxonómicos y su biodiversidad.

De acuerdo a la clasificación de Dunham (1962), se tienen dos fabricas, la lodo soportada, donde los aloquímicos se encuentran dentro de una matriz; y la grano soportada, donde los aloquímicos tienen contacto entre sí, con poco lodo o carentes de él.

Las rocas soportadas por lodo se subclasifican de acuerdo a la cantidad de aloquímicos presentes; Mudstone (aliquímicos < a 10%) y Wackestone (aliquímicos > a 10%).

Las grano soportadas se subclasifican de acuerdo a la presencia de lodo o cementante en los intersticios: Packstone (mayor presencia de matriz que cemento), Grainstone (presencia de cemento).

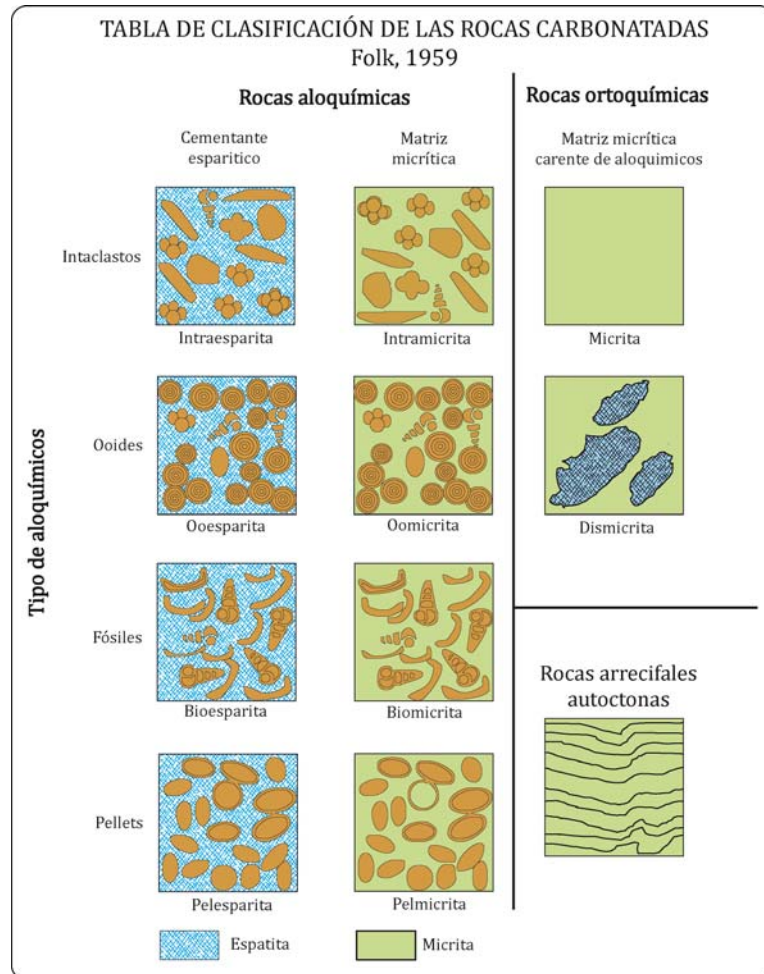


Tabla No. 3.1 Clasificación de rocas carbonatadas propuesta por Folk (1959)

**TABLA DE CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS CARBONATADAS**  
DUNHAM, 1962

Textura original reconocible					Textura original no reconocible
Componentes originales no enlazados durante el depósito				Componentes originales entrelazados	
Con matriz (Carbonato de tamaño arcilla o limo fino)		Sin matriz y grano soportada			
Soportada por matriz		Soportada por grano			
Menos del 10% de granos	Más del 10% de granos				
MUDSTONE	WACKSTONE	PACKSTONE	GRAINSTONE	BOUNDSTONE	CARBONATOS CRISTALINOS

Tabla No. 3.2 Clasificación de rocas carbonatadas propuesta por Dunham (1962)

Posterior a esto, se utilizó como guía la propuesta por Flügel (2004) para el análisis de microfacies, en donde además de analizar la textura, se debe documentar la presencia de aloquímicos que indican ambientes y profundidades.

Una vez que se han identificados las microfacies, se hace la asociación entre ellas de modo que en conjunto puedan ser ubicadas en un modelo de topografía marina y zonas de facies (FZ) (Wilson, 1975), diseñado para una plataforma bordeada de ambiente tropical (Tabla No. 3.3).

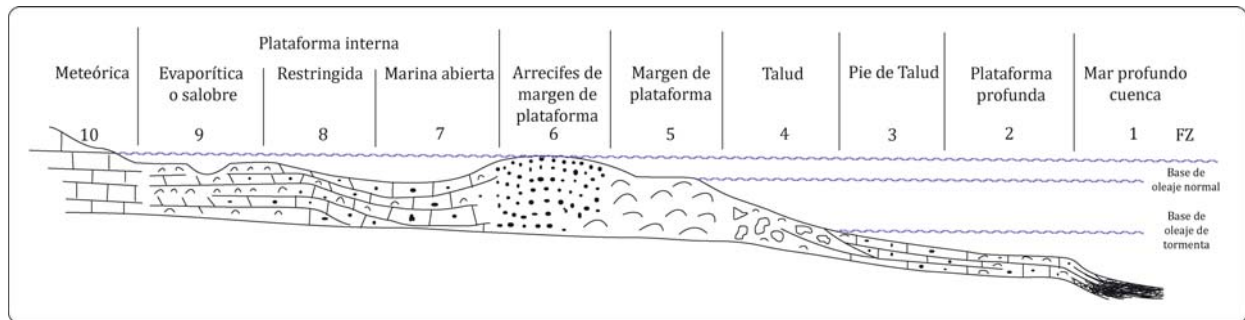


Tabla No. 3.3 Facies de Wilson (1975)

### Microfacies estándar (SMF) y zonas de facies (FZ)

El método de análisis de microfacies y el concepto de microfacies estándar (SMF) fueron propuestos por Eric Flügel en 1972, en un principio sólo eran aplicados para carbonatos del Triásico Tardío, actualmente son aplicables a carbonatos de todas las edades.

Las microfacies se definen a partir de un modelo de plataforma carbonatada bordeada con arrecife, por lo que su distribución depende de la topografía marina.

Flügel (2004) propone 26 microfacies estándar con sus respectivas subdivisiones (Tabla No. 3.4). A cada una de las microfacies estándar se le asocia con una o varias zonas de facies específicas. La discriminación entre zonas de facies depende de factores como granos esqueléticos y aloquímicos en general.



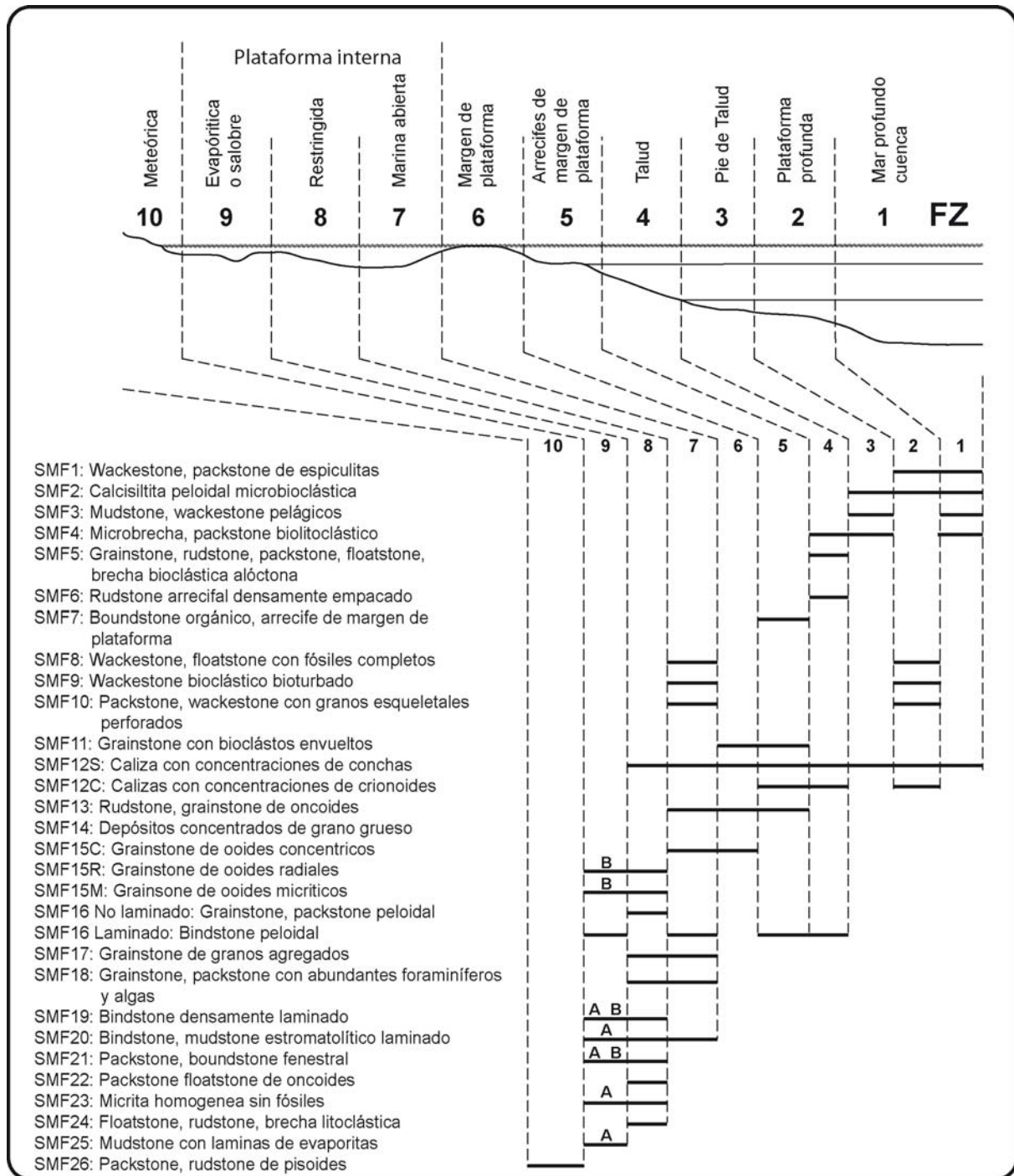


Tabla No. 3.4 Distribución de las 26 de microfacies estándar (SMF) definidas por Flügel (2004) dentro de las 10 zonas de facies (FZ) definidas por Wilson (1975) y Schlager (2002), para el modelo de plataforma carbonatada bordeada. Nótese que cada FZ puede estar definida por varias microfacies. La SMF 14 no tiene ubicación específica dado que puede ocurrir en casi todos los ambientes. A. se refiere a ambiente evaporítico; B. se refiere a ambiente salobre. Flügel (2004)



## **Análisis de la Sierra de Santa Rosa**

### **Formación Coyotepec**

#### **Sección medida en la Cuesta del Gavilán**

Esta sección se sitúa sobre la carretera Tehuacan-Acatlán, entre los poblados Santa Cruz Nuevo y Coyotepec, en la localidad llamada Cuesta del Gavilán, en esta sección se midió una columna estratigráfica correspondiente a una sucesión de calizas, la cual sobreyace en contacto concordante a la unidad Magdalena (Ortega-Guerrero, 1989).

La columna medida de la formación Coyotepec se ubica en las coordenadas iniciales 14Q 63798 mN, 2030684 mE y 1891 m de altitud y coordenadas finales 14Q 623712 mN, 2031172 mE y 1910 m de altitud (Ver mapa geológico), con un espesor total de 157.5 m, la parte superior de la sección está cubierta por lo que no se midió la columna completa, aunque estimamos que tiene un espesor superior a los 200 m.

#### Descripción de la columna

De manera general la base está compuesta por calizas tipo mudstone - wackestone y continua con una alternancia de caliza packstone - grainstone. Se observan estructuras primarias como laminación ondulada, rizaduras simétricas, estructuras de carga, entre otras.

Las muestras recolectadas en la base consisten en calizas tipo mudstone y wackestone parcialmente dolomitizadas, por esta razón, no se hizo análisis petrográfico de éstas; se observan estratos tabulares de 10 a 30 cm de espesor con un total de 15 m

En la parte media, se observan estratos tabulares de 5 a 30 cm de espesor, de caliza tipo wackestone y grainstone, los paquetes de wackestone son de menor espesor que los de grainstone, se observa laminación paralela.

En la parte superior, se observan estratos de 30 cm de espesor, de caliza tipo grainstone; se observa laminación ondulada, estructuras de carga y rizaduras, con espesores de 10 a 30 cm (Ver columna estratigráfica, Figura No. 3.1).



*Fotografía No. 3.1.1 Rizaduras simétricas en la cima de la formación Coyotepec en la Cuesta del Gavilán*



*Fotografía No. 3.1.2 Estratificación de la parte media de la formación Coyotepec en Cuesta del Gavilán*

## Descripción petrográfica

Debido a la alteración de esta sucesión solo se analizaron microscópicamente 2 láminas, en las cuales se encontró un contenido aloquímico similar (Figura No. 3.1.1) (Ver Tabla 3.5).

### Lámina COY -01

Esta lámina se localiza en la base de la columna, macroscópicamente fue clasificada como caliza mudstone muy dolomitizada, de color pardo al fresco y pardo rojizo a la intemperie, se observan estratos de geometría tabular, de 10 cm con bandas y nódulos de pedernal. Microscópicamente se trata de una wackestone bioclástico / biomicrita con aloquímicos correspondientes a foraminíferos bentónicos aglutinados (uniseriales, biseriales y multiseriales) y aporcelanados (miliólidos), fragmentos de esponjas y ostrácodos, intraclastos micritizados subredondeados y raros gasterópodos (hipostracum) y trazas de briozoarios. La textura, el contenido bioclástico y fragmentos de diversos organismos nos indica el paleoambiente. La microfacies correspondiente a esta lámina, es wackestone bioclástico bioturbado (SMF9), la cual puede encontrarse tanto en zonas de facies de margen de plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

### Lámina COY-06

Esta lámina se localiza en la cima de la columna; macroscópicamente se clasificó como mudstone dolomitizado de color pardo al fresco y pardo rojizo a la intemperie, estratos tabulares de 50 cm. Microscópicamente se trata de un packstone bioclástico / biomicrita con abundantes foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales, biseriales, multiseriales y espiralados) y aporcelanados (miliólidos), peloides, fragmentos de ostrácodos y algas verdes, fragmentos de esponjas comunes y trazas de gasterópodos y equinodermos. La microfacies correspondiente a esta lámina es calizas con concentraciones de conchas y/o crinoides (SMF12), la cual puede encontrarse en la zona de facies de arenas de borde de plataforma (FZ6) (Flügel, 2004).

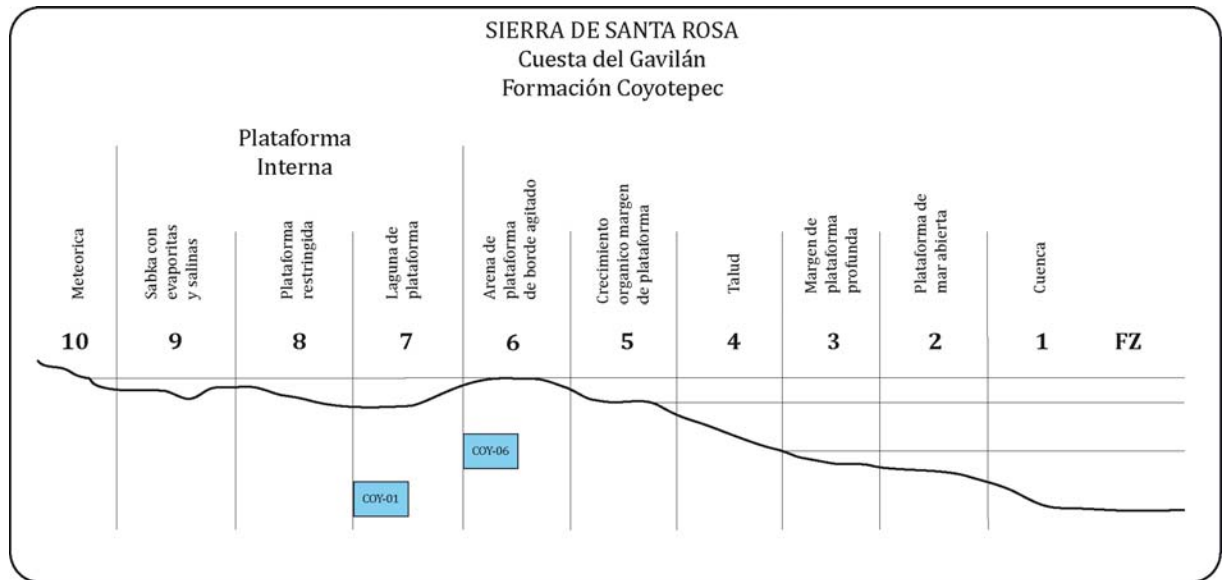


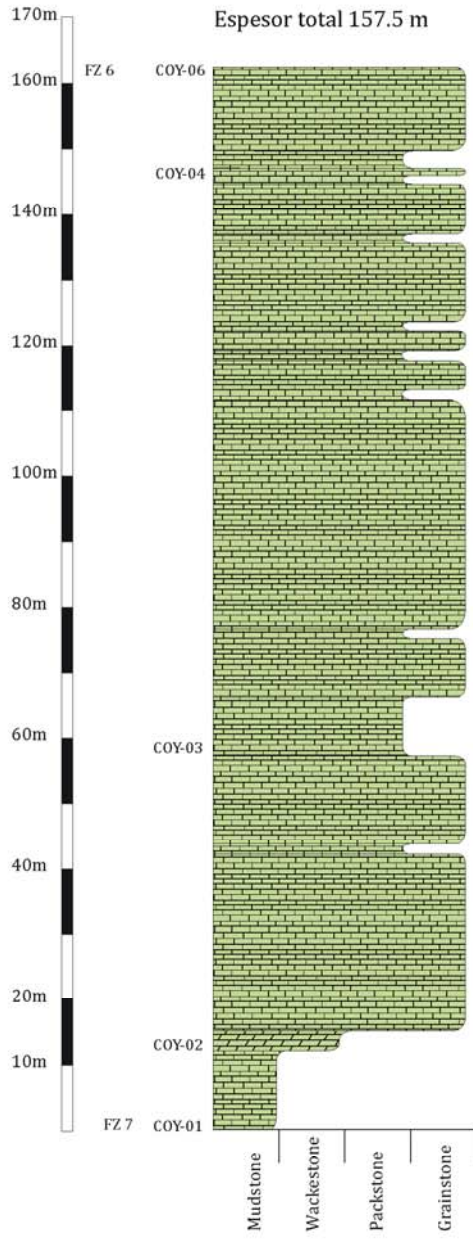
Figura No. 3.1.1 Localización de las láminas en el modelo de facies de Wilson (2004)

Posición en la columna	Muestra	Formación	Clasificación i. Dunham ii. Folk	Microfacies, Schlager (2002)	Zona de Facies (FZ) (Wilson 1975, modificado por Schlager (2002))	Ambiente
Cima	COY-06	Coyotepec	i. Packstone ii. Biomicrita	SMF 12	FZ-6	Lagunar
Base	COY-01	Coyotepec	i. Wackestone ii. Biomicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar

Tabla No. 3.5 Columna estratigráfica Cuesta del Gavilán, entre Coyotepec y Santa Cruz Nuevo.



### Sección Cuesta del Gavilán



Rizaduras



Superficie de exposición subaerea

**SIMBOLOGÍA**

- ≡ Estratificación paralela
- ~ Estratificación ondulada
- ∩ Marcas de carga
- ∅ Nódulos y concreciones
- ∞ Bioturbación
- Nódulos de pedernal
- ◻ Bandas de pedernal
- ∩ Grietas de desecación
- Marcas de gotas de lluvia
- ∩ Fósiles
- \* Microorganismos
- ~ Ripples
- ▨ Calizas con nódulos
- ▨ Caliza dolomitizada
- ▨ Dolomía
- ▨ Caliza
- ▨ Nódulos de FeO
- ▨ Brecha
- ▨ Cubierto
- ▨ Arenisca
- ▨ Caliza arenosa

Escala 1:1000



**Columna estratigráfica  
Sección Cuesta del Gavilán  
Formación Coyotepec  
Tesis Profesional, 2010  
Hernández Marmolejo Yoalli Bianii  
Martínez Avilés Claudia  
Figura 3.1**

### Sección medida sobre el río Magdalena.

En el tramo comprendido entre los poblados de Santo Tomas Otlattepec y Santa Catarina Tehuixtla, Puebla, sobre el Río Magdalena, se midió una columna estratigráfica desde el contacto con la unidad Magdalena en las coordenadas 14Q 631287 mN, 2026057 mE y 1607 m de altitud y coordenadas finales 14Q 632473 mN, 2026402 mE y 1674 m de altitud (Ver mapa geológico).

La sección estratigráfica medida corresponde a la formación Coyotepec, la cual se encuentra en contacto transicional con la unidad Magdalena (Ortega-Guerrero, 1989) en el área de estudio. El espesor total medido es de 617 m, en estratos delgados de 5 a 10 cm, medios de 11 a 60 cm y gruesos de hasta 120 cm de espesor.

La sucesión está constituida por calizas arenosas, mudstone, wackestone, packstone y grainstone con macrofósiles, estructuras primarias, secundarias y orgánicas (Ver columna estratigráfica, Figura No. 3.2).

#### Descripción de la Columna

La base corresponde a una sucesión de estratos de 5 y 20 cm, clasificada macroscópicamente como caliza grainstone con intercalaciones de calizas arenosas, color pardo a la intemperie y color verde al fresco, con estratificación paralela y ondulada en un paquete de 75 cm con reemplazamiento síliceo, vugulos rellenos de calcita en estratos delgados de 25 cm de espesor.

A los 75 m se observa un cambio a arenisca calcárea de color verde con intercalaciones de calizas arenosas, en un paquete de 53 m donde se observan estratos delgados de 28 a 30 cm de espesor, con bandas de pedernal color negro de 10 cm de espesor y recristalización de cuarzo.

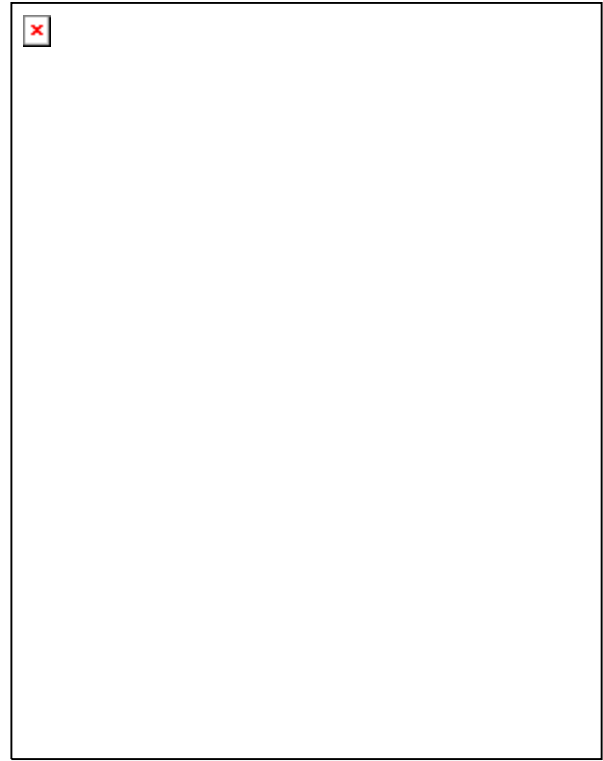
A partir de los 128 m la litología deja de ser arenosa y se observan capas masivas de caliza.

En la base de este paquete se observan 26.5 m de caliza tipo wackestone, de color pardo con bandas de pedernal gris de 8 cm y bioturbación. La parte media de este paquete se observan estratos de 28 a 30 cm de espesor con bandas y nódulos de pedernal negro a gris.

Hacia la cima de éste; se observan estratos gruesos de 35 cm que se van adelgazando conforme ascendemos estratigráficamente hasta alcanzar los 10 cm de espesor (Fotografía No. 3.2.1); presenta nódulos de pedernal gris (Fotografía No. 3.2.2) y estructuras de carga.



*Fotografía No. 3.2.1 Estratificación de la parte media de la columna estratigráfica*



*Fotografía No. 3.2.2 Caliza dolomitizada con nódulos de pedernal*

Sobre la caliza wackestone se encontró un paquete de 173 m con alternancia de caliza grainstone, wackestone, packstone en estratos delgados de 5 cm hasta estratos gruesos de 120 cm de espesor. Se observan bandas y nódulos de pedernal blanco y gris, recristalización de cuarzo y carbonato de calcio, niveles con bioturbación en la superficie, laminación, estructuras de carga, grietas de desecación (Fotografía No. 3.2.3), parches dolomitizados de geometría irregular, rizaduras por oleaje y en ocasiones estratos de hasta 18 cm de espesor con macrofósiles.

A los 327.5 m de la columna, se observa una alternancia entre grainstone y packstone, muy fracturada, estratificación paralela y ondulada, no presenta fósiles, aunque se observan niveles con bioturbación; poco dolomitizada; con marcas de carga, recristalización, fallas locales, bandas y nódulos de pedernal negro de 25 cm. Los estratos son delgados de 5 cm y gruesos de 120 cm de espesor en un paquete de 289.5 m.





Fotografía No. 3.2.3 Grietas de desecación de la formación Coyotepec en el río Magdalena.

### Descripción Petrográfica

Debido a la alteración de esta sucesión solo se analizaron microscópicamente 3 láminas, en las cuales se encontró un contenido aloquímico similar y se ubicaron en el modelo de Wilson (Figura No. 3.2.1) (Ver Tabla 3.6).

### Lámina MAG-53A

La muestra colectada se localiza a los 128 m de espesor; macroscópicamente se clasificó como wackestone con bioturbación y recristalización de cuarzo; microscópicamente fue clasificada como caliza wackestone bioclástico / biomicrita con abundantes fragmentos de ostrácodos, foraminíferos bentónicos aglutinados (uniseriales, biseriales y espiralados) yaporcelanados (miliólidos), intraclastos subredondeados y subangulosos micritizados, fragmentos de equinodermos, trazas de gasterópodos y algas verdes, de matriz micrítica con cuarzo, fracturas y microfallas rellenas de óxido de hierro. La microfacies correspondiente a esta lámina, es wackestone bioclástico bioturbado (SMF9), la cual puede encontrarse tanto en la zona de facies de margen de



plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

#### Lámina MAG-54

Esta lámina se localiza a los 168.5 m de espesor, macroscópicamente se clasificó como wackestone con bioturbación, fósiles y recristalización de cuarzo, microscópicamente se clasificó como wackestone bioclástico – biomicrita con abundantes fragmentos de esponjas, ostrácodos, foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales y biseriales) y aporcelanados (miliólidos) deformados; así como, braquiópodos raros con reemplazamiento aragonítico; gasterópodos e intraclastos micritizados, en matriz micrítica con bioturbación, óxido de hierro, cuarzo y fracturas rellenas de calcita. La microfacies correspondiente a esta lámina es wackestone bioclástico bioturbado SMF9, la cual puede encontrarse tanto en zonas de facies de margen de plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

#### Lámina MAG-56

Esta lámina se localiza a los 240 m de espesor; macroscópicamente se clasificó como packstone con fósiles, bioturbación, dolomitización, rizaduras y grietas de desecación, microscópicamente se clasificó como un wackestone bioclástico – biomicrita, con abundantes fragmentos de esponjas, intraclastos micritizados subredondeados y subangulosos, foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales y biseriales) y aporcelanados (miliólidos), fragmentos de ostrácodos y braquiópodos comunes, en matriz micrítica con parches de espatita de geometría irregular y micrita diagenética, presenta óxido de Fe, calcita, cuarzo y dolomita. La microfacies correspondiente a esta lámina es wackestone bioclástico bioturbado (SMF9) la cual puede encontrarse tanto en zonas de facies de margen de plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

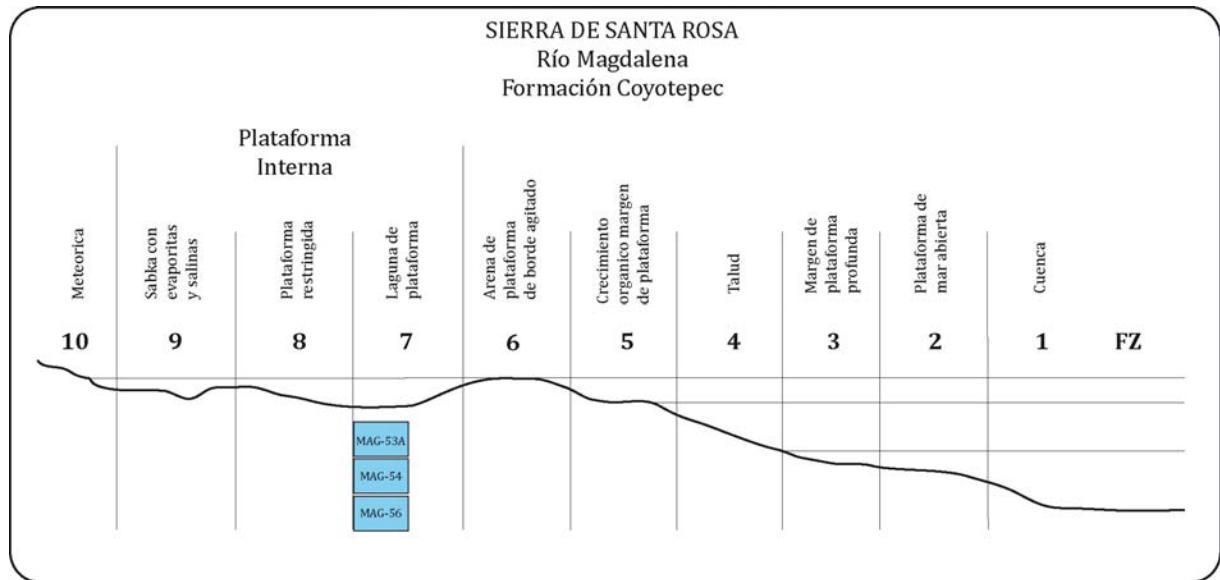
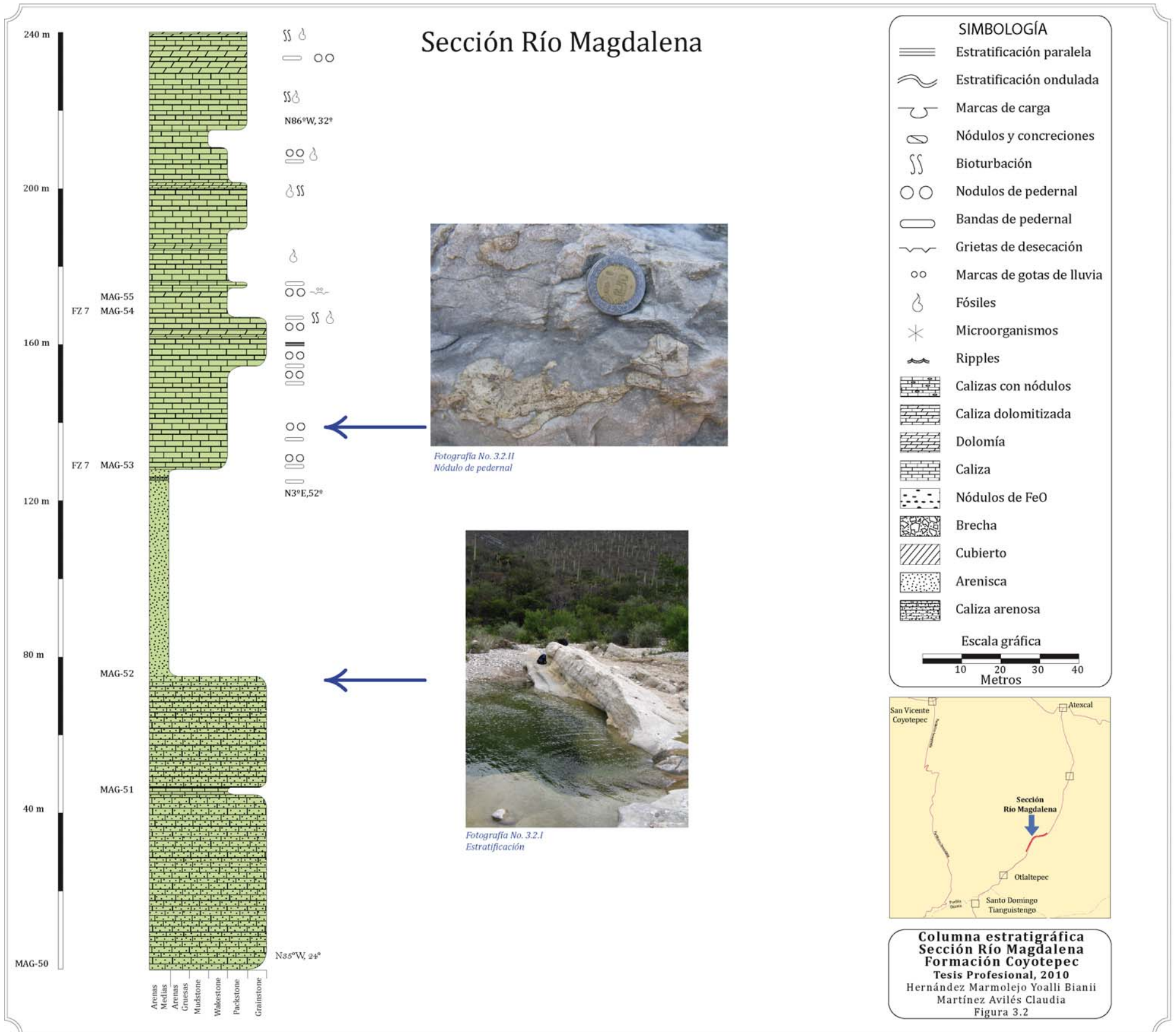
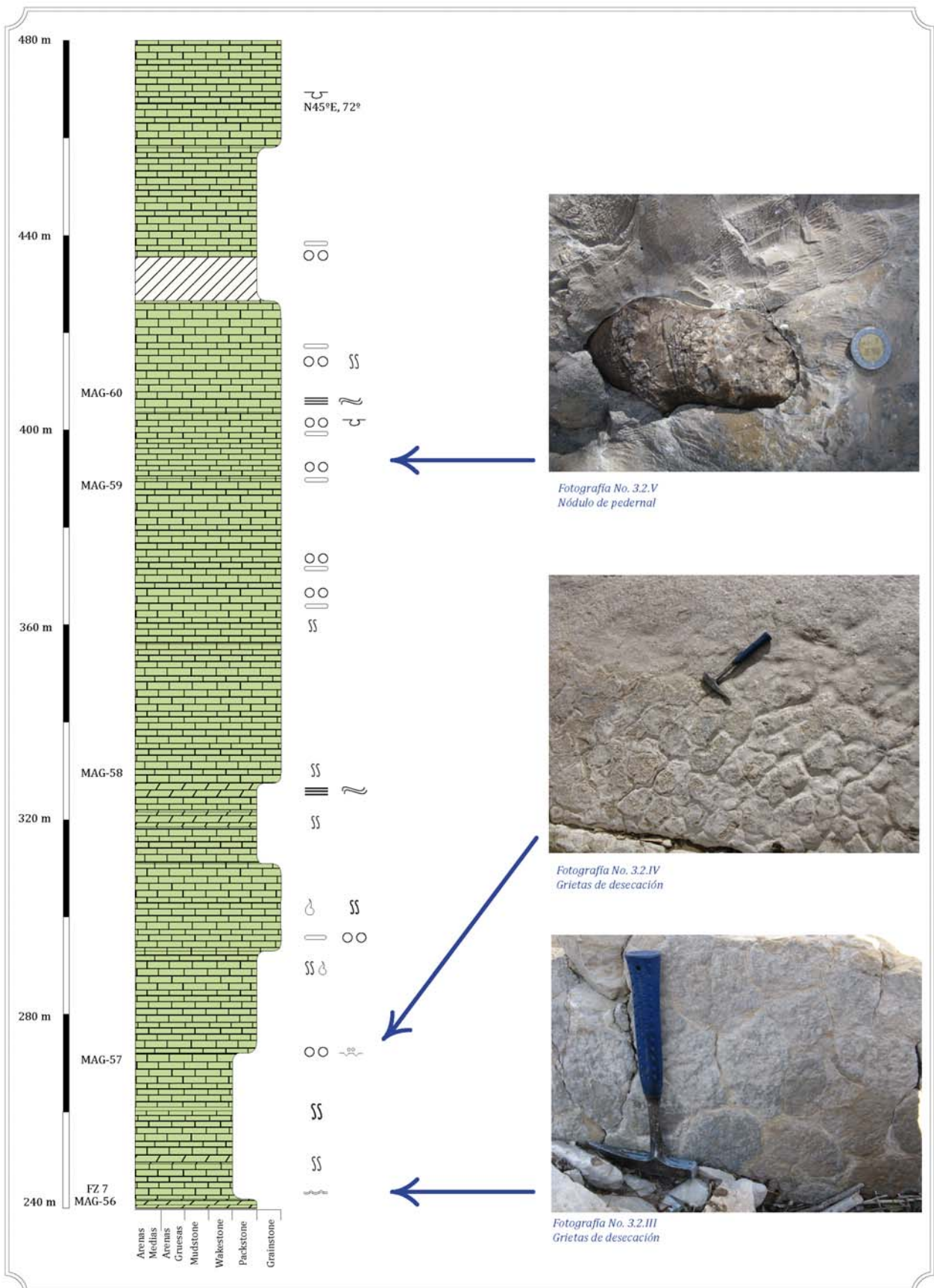


Figura No. 3.2.1 Localización de las láminas en el modelo de facies de Wilson (2004)

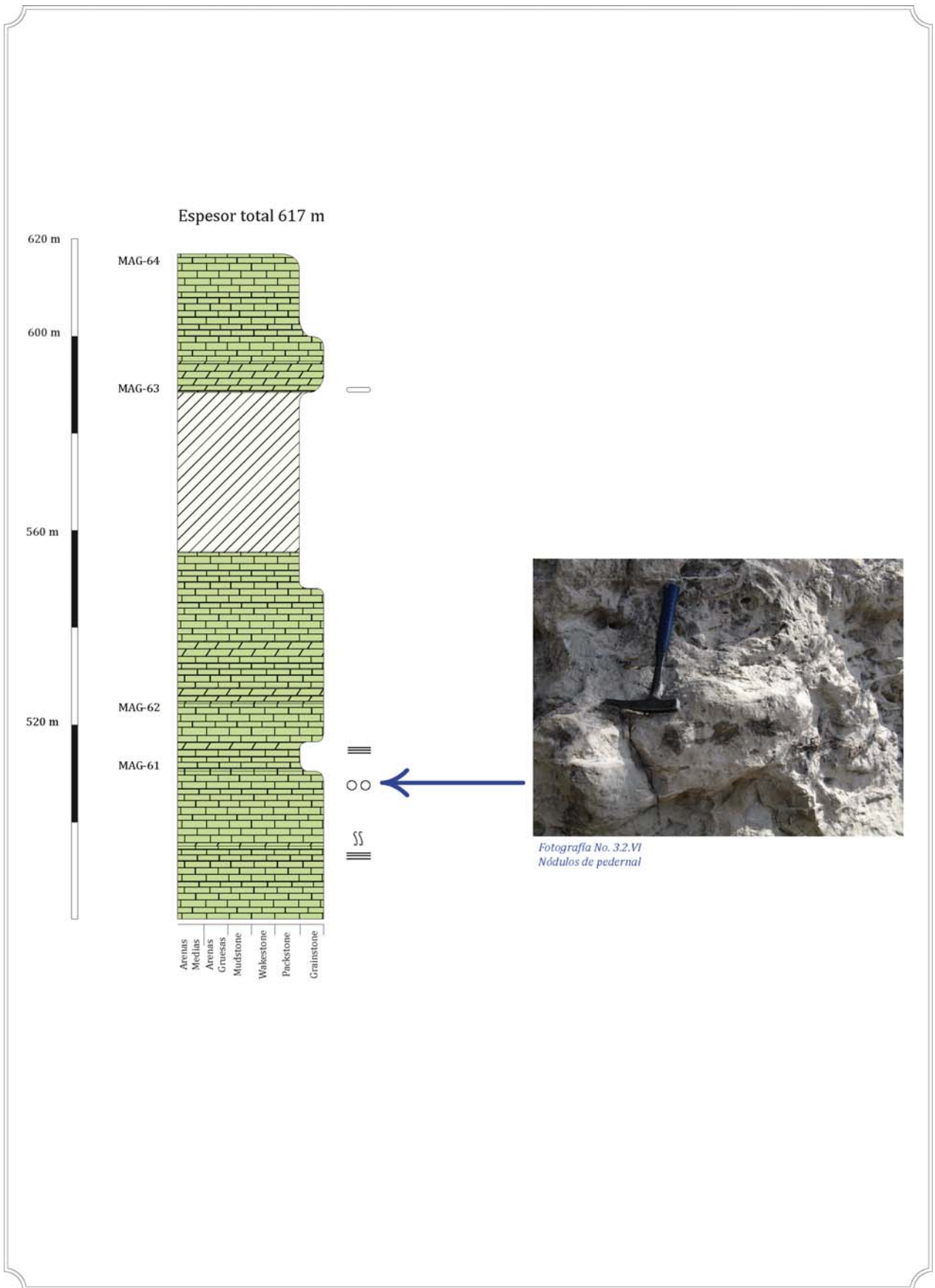
Posición en la columna	Muestra	Formación	Clasificación i. Dunham ii. Folk	Microfacies, Schlager (2002)	Zona de Facies (FZ) (Wilson 1975, modificado por Schlager (2002))	Ambiente
240 m	MAG-56	Coyotepec	i. Wackestone ii. Biomicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar
168.5 m	MAG-54	Coyotepec	i. Wackestone ii. Biomicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar
128 m	MAG-53A	Coyotepec	i. Wackestone ii. Biomicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar

Tabla No. 3.6 Columna estratigráfica Magdalena, sobre el Río Magdalena entre Coyotepec y Santa Cruz Nuevo.









### Sección medida sobre el río Acatepec

La sección estratigráfica se midió al noroeste del poblado de Santiago Chazumba, en la Sierra de Santa Rosa, sobre el Río Acatepec la cual corresponde a la Unidad Coyotepec (Ortega-Guerrero, 1989) que descansa transicionalmente sobre la Unidad Magdalena, en las coordenadas 14Q 637924 mN, 2018714 mE y 1638 m de altitud y con coordenadas finales 14Q 638136 mN, 2019026 mE y 1647 m de altitud (Ver mapa geológico).

El espesor total medido es de 179.5 m en estratos delgados de 8 a 10 cm, medios de 11 a 60 cm y de 61 a 100 cm de espesor constituidos por calizas mudstone, wackestone y grainstone, color pardo al fresco y rojizo a la intemperie, con abundante contenido fosilífero. Se analizaron nueve muestras, cuatro de ellas realizadas y descritas por Ferreira-Hernández e Islas-Blanco (2009) y reestudiadas para este trabajo (Ver columna estratigráfica, Figura No. 3.3).

#### Descripción de la Columna

La base corresponde a una alternancia de caliza grainstone y wackestone de 63 m en estratos delgados 8 a 30 cm, medios de 31 a 60 cm y gruesos de hasta 100 cm de espesor, color pardo al fresco y rojizo a pardo oscuro por intemperie.

Los primeros 10 m se clasificaron macroscópicamente como caliza grainstone color pardo claro a la intemperie y color pardo rojizo al fresco, con superficie de estratificación ondulada y paralela, en un paquete de 10 m en estratos delgados de 8 a 25 cm, medios de 50 cm y gruesos de 70 cm de espesor, los cuales presentan laminación, estructuras de carga, bioturbación, pequeños nódulos y bandas de pedernal gris claro y oscuro

Sobre este paquete se observó una sucesión de calizas wackestone, color pardo claro a la intemperie y color pardo rojizo al fresco con estratificación paralela (Fotografía No. 3.3.1) y ondulada en un paquete de 14 m, en estratos medios de 30 a 60 cm y gruesos de 100 cm de espesor con abundante contenido fosilífero (Rudistas) y bioturbación, parches dolomitizados de geometría irregular, nódulos y bandas de pedernal de 12 cm de espesor color negro.

La parte media está constituida por 38 m de caliza mudstone color pardo al fresco y gris a la intemperie, en estratos medios de 67 cm de espesor con nódulos de pedernal negro (Fotografía No. 3.3.2), estratificación paralela y microfósiles.

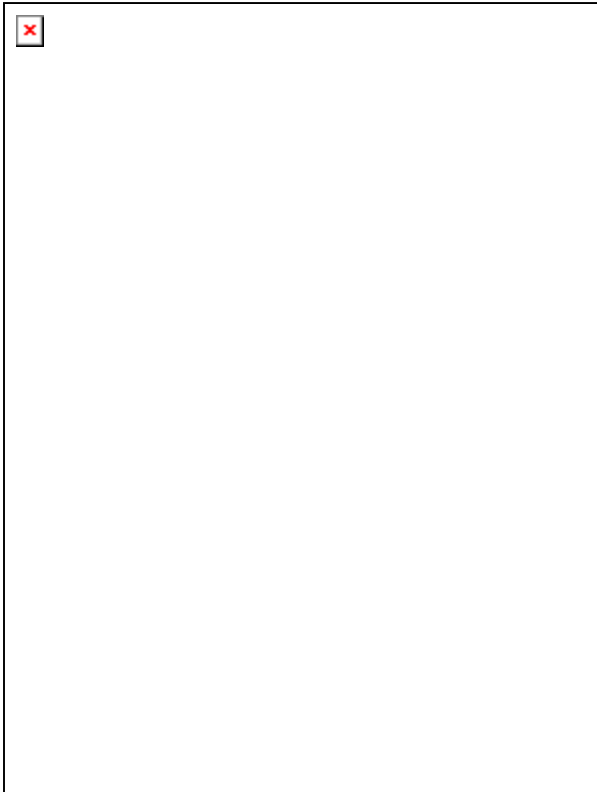


*Fotografía No. 3.1.1 Estratificación paralela*



*Fotografía No. 3.3.2 Nódulos de pedernal en estratos de caliza*

La cima de la columna estratigráfica está conformada por una sucesión de 79 m de calizas grainstone color pardo claro al fresco y gris a la intemperie, en estratos medios de 33 a 45 cm de espesor, con nódulos y bandas de pedernal color gris oscuro, parches dolomitizados de geometría irregular (Fotografía No. 3.3.3) y abundantes fósiles (Fotografía No. 3.3.4).



*Fotografía No. 3.3.3 Parches dolomitizados*



*Fotografía No. 3.3.4 Caliza con abundante contenido fosilífero*

## Descripción Petrográfica

Debido a la alteración de esta sucesión solo se analizaron microscópicamente 8 láminas, en las cuales se encontró un contenido aloquímico similar y se ubicaron en el modelo de Wilson (Figura No. 3.3.1) (Ver Tabla 3.7).

### Lámina CLYO-58

Esta lámina se localiza a los 12 m de la base, macroscópicamente se clasificó como una caliza wackestone con bioturbación y fósiles, microscópicamente fue clasificada como un roca híbrida del tipo wackestone packstone bioclástico / biomicrita, con abundantes fragmentos de esponjas, ostrácodos, foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales, biseriales y multiseriales) y aporcelanados (miliólidos), intraclastos micritizados subredondeados a subangulosos y trazas de equinodermos, en matriz esencialmente micrítica, aunque presenta parches de espatita de geometría irregular; se observan fracturas y microfallas rellenas de calcita y óxido de hierro. La microfacies correspondiente a esta lámina es wackestone bioclástico bioturbado (SMF9), la cual puede encontrarse tanto en zonas de facies de margen de plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

### Lámina CLYO-59

Esta lámina se localiza a los 26 m de espesor, macroscópicamente se clasificó como una caliza grainstone con bioturbación, fósiles, nódulos y bandas de pedernal; microscópicamente fue clasificada como un roca híbrida del tipo packstone wackestone bioclástico / biomicrita de foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliólidos) y arenáceos (uniseriales y biseriales), algunos presentan deformación, fragmentos de esponjas, fragmentos de moluscos con reemplazamiento secundario, intraclastos micritizados subredondeados y subangulosos y ostrácodos en matriz micrítica con parches de espatita de geometría irregular, presenta óxido de hierro, calcita, dolomita, cuarzo, fracturas, microfallas y estilolitas. La microfacies estándar correspondiente a esta lámina es calizas con concentraciones de conchas y/o crinoides (SMF12), la cual puede encontrarse en la zona de facies de arenas de borde de plataforma (FZ6) (Flügel, 2004).



#### Lámina CLYO-60

Esta lámina se localiza a los 62 m espesor, macroscópicamente se clasificó como una caliza grainstone con bioturbación, nódulos y bandas de pedernal, microscópicamente fue clasificada como una caliza wackestone bioclástico / biomicrita de esponjas, con abundantes foraminíferos bentónicos deformados del tipo aporcelanados (miliólidos) y aglutinados (uniseriales), ostrácodos, intraclastos micritizados subredondeados a subangulosos y trazas de algas verdes, de matriz micrítica con parches de espatita de geometría irregular, presenta desarrollo de cristales de calcita, óxido de hierro, dolomita, familias de fracturas y microfallas rellenas. La microfacies estándar correspondiente a esta lámina es wackestone bioclástico bioturbado (SMF9), la cual puede encontrarse tanto en zonas de facies de margen de plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

#### Lámina CLYO-62

Esta lámina se localiza a los 160.5 m espesor, macroscópicamente se clasificó como una caliza grainstone con contenido fosilífero (rudistas), bandas y nódulos de pedernal; microscópicamente fue clasificada como una caliza wackestone bioclástico / biomicrita, con abundantes fragmentos de pelecípodos con cristales de calcita y recristalización de aragonita, fragmentos de ostrácodos y esponjas, foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliólidos) y aglutinados (uniseriales y biseriales), intraclastos micritizados subredondeados, calciesferas y trazas de braquiópodos, en matriz micrítica con parches de espatita de geometría irregular, óxido de hierro, calcita, cuarzo, fracturas y microfallas. La microfacies estándar correspondiente a esta lámina es wackestone bioclástico bioturbado (SMF9), la cual puede encontrarse tanto en zonas de facies de margen de plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

#### Lámina MN-2A

Microscópicamente se clasificó como una caliza wackestone peloidal / pelmicrita con abundantes peloides, intraclastos micritizados, foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliólidos) y aglutinados (uniseriales, biseriales y espiralados), calciesferas y briozoarios raros. Matriz micrítica

con parches de espatita de geometría irregular, presenta óxido de Fe, calcita, dolomita, cuarzo y fracturas. La microfacies correspondiente a esta lámina es wackestone bioclástico bioturbado (SMF9), la cual puede encontrarse tanto en zonas de facies de margen de plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

#### Lámina MN-3A

Microscópicamente se clasificó como una caliza tipo wackestone bioclástico / pelmicrita con abundantes foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliólidos) y aglutinados (uniseriales, biseriales y espiralados), pellets micritizados, ostrácodos comunes, fragmentos de esponjas y equinodermos, con matriz micrítica con parches de espatita de geometría irregular, con óxido de Fe, dolomita y cuarzo, presenta fracturas rellenas de calcita. La microfacies correspondiente a esta lámina es wackestone bioclástico bioturbado (SMF9), la cual puede encontrarse tanto en zonas de facies de margen de plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

#### Lámina MN-4A

Microscópicamente se clasificó como una caliza híbrida tipo packstone wackestone peloidal / pelmicrita con abundantes fragmentos de braquiópodos, foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliólidos), aglutinados (uniseriales, biseriales y espiralados), calciesferas, fragmentos de ostrácodos, pellets y trazas de gasterópodos. Matriz micrítica con parches de calcita espática de geometría irregular, con presencia de óxido de Fe, calcita, dolomita y cuarzo. La microfacies correspondiente a esta lámina es caliza con concentraciones de conchas y/o crinoides (SMF12), la cual puede encontrarse en la zona de facies de arenas de borde de plataforma (FZ6) (Flügel, 2004).

#### Lámina MN-6A

Microscópicamente se clasificó como wackestone peloidal / biomicrita con abundantes foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliólidos) y aglutinados (uniseriales, biseriales y espiralados), peloides, comunes ostrácodos y trazas de algas verdes, de matriz micrítica con parches

de espatita de geometría irregular, con óxido de Fe, calcita y dolomita, presenta fracturas rellenas de calcita. La microfacies correspondiente a esta lámina es wackestone bioclástico bioturbado SMF9, la cual puede encontrarse tanto en zonas de facies de margen de plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

#### Lámina 557-05

Microscópicamente se clasificó como una caliza packstone bioclástico / biomicrita con abundantes foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales, biseriales y espiralados) y aporcelanados (miliólidos), peloides e intraclastos micritizados subredondeados a subangulosos y trazas de calciesferas, de matriz micrítica con parches de espatita neomórfica. Se observan fracturas rellenas de calcita y óxido de hierro. La microfacies correspondiente a esta lámina es calizas con concentraciones de conchas y/o crinoides (SMF12), la cual puede encontrarse en la zona de facies de arenas de plataforma de borde agitado (FZ6) (Flügel, 2004).

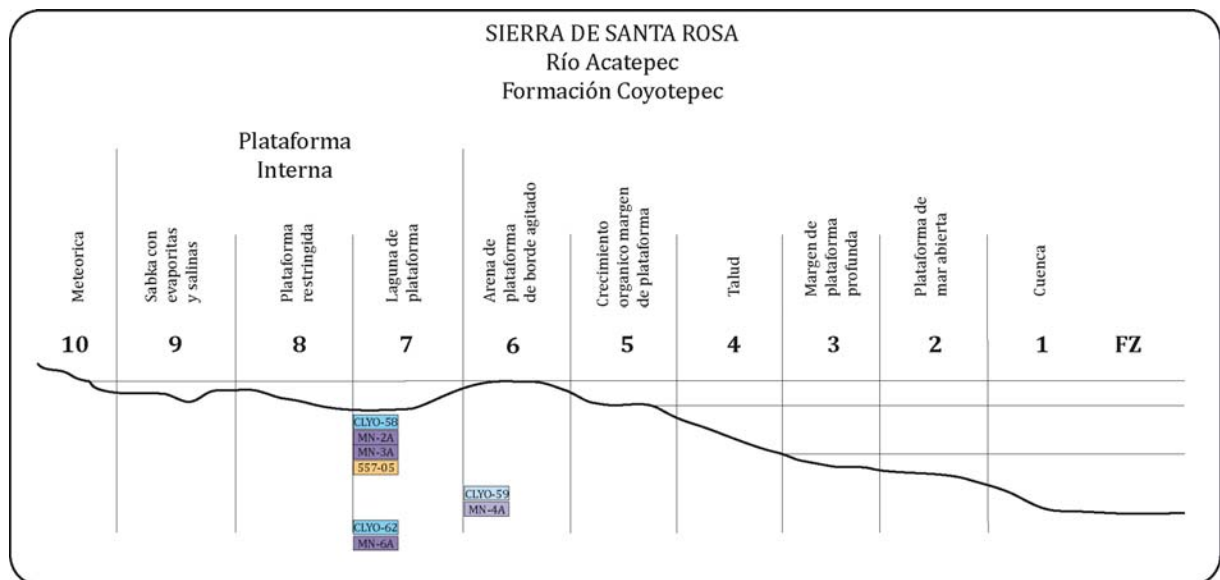
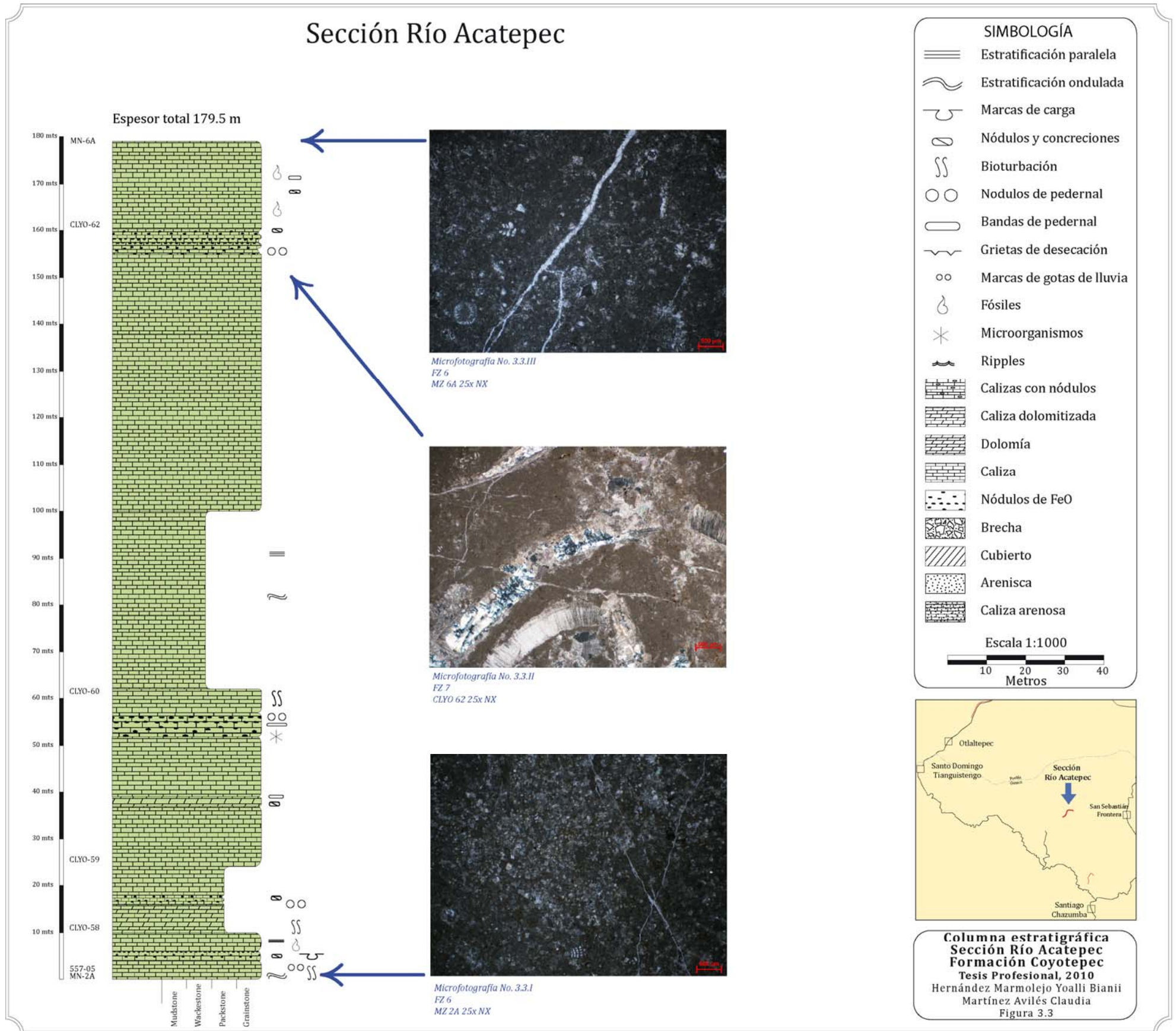


Figura No. 3.3.1 Localización de las láminas en el modelo de facies de Wilson (2004)

Posición en la columna	Muestra	Formación	Clasificación i. Dunham ii. Folk	Microfacies, Schlager (2002)	Zona de Facies (FZ) (Wilson 1975, modificado por Schlager (2002))	Ambiente
	557-05	Coyotepec	i. Packstone ii. Biomicrita	SMF-12	FZ-6	Lagunar
Cima	MN-6A	Coyotepec	i. Wackestone ii. Biomicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar
	MN-4A	Coyotepec	i. Wackestone - packstone ii. Pelmicrita	SMF-12	FZ-6	Lagunar
	MN-3A	Coyotepec	i. Wackestone ii. Pelmicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar
Base	MN-2A	Coyotepec	i. Wackestone ii. Pelmicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar
160.5	CLYO-62	Coyotepec	i. Wackestone ii. Biomicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar
62 m	CLYO-60	Coyotepec	i. Wackestone ii. Biomicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar
26 m	CLYO-59	Coyotepec	i. Wackestone - packstone ii. Biomicrita	SMF 12	FZ-6	Lagunar
12 m	CLYO-58	Coyotepec	i. Wackestone - packstone ii. Biomicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar

*Tabla No. 3.7 Columna estratigráfica Acatepec, sobre el Río Acatepec al noroeste de Santiago Chazumba, Oax.*



### Sección medida en Cerro La Palma

El área de estudio se sitúa en las cercanías del poblado de Santa Lucía en el estado de Puebla, se midió una columna estratigráfica sobre el Cerro la Palma, la cual corresponde a la formación Coyotepec (Ortega Guerrero, 1989), que se encuentra en contacto ondulado con superficie de erosión con la unidad de conglomerado arenoso de color rojo, correspondiente con una prolongación de la Formación Otlaltepec, al sureste (Ver mapa geológico).

La unidad se midió a partir del contacto inferior con la unidad de areniscas conglomeráticas rojas de la formación Otlaltepec, en las coordenadas 14Q 639326 mN, 213657 mE y 1836 m de altitud hasta el contacto superior en las coordenadas 14Q 639150 mN, 201387 mE y 1802 m, con un espesor total de 242.5 m. La sucesión está constituida por calizas de tipo mudstone y grainstone en estratos delgados de 20 a 40 cm y gruesos de 130 cm de color gris claro a la intemperie y pardo rojizo a pardo al fresco de geometría tabular, con presencia de fósiles, medianamente intemperizada. Se observan estructuras radiales, laminación, disolución, nódulos y bandas de pedernal. Debido a que el afloramiento se encuentra alterado y muy recristalizado o cubierto, no se laminó ninguna muestra de esta unidad (Ver columna estratigráfica, Figura No. 3.4).

#### Descripción de la Columna

La base de la columna está constituida por un paquete de 90 m de caliza grainstone, color gris claro a la intemperie y pardo rojizo al fresco, con aragonita, nódulos de pedernal, disolución y laminaciones superficiales; presenta intercalación de estratos gruesos de hasta 130 cm y delgados de 37 cm, aunque la base está en contacto ondulado con superficie de estratificación, en general, tiene estratificación paralela (Fotografía No. 3.4.1).

La parte media de la columna está constituida por un paquete de 60 m de los cuales 37.5 m son caliza tipo mudstone color gris claro al intemperie y pardo cremoso al fresco con estratificación paralela, intraclastos de caliza packstone de 23 a 30 cm de diámetro y contenido fosilífero, 10 m son de caliza grainstone y 12.5 m se encuentran cubiertos. Se observan nódulos de pedernal y concreciones. La cima de la columna está conformada por una sucesión de 92.5 metros de grainstone con estratificación paralela color pardo con nódulos (Fotografía No. 3.4.2) y bandas de pedernal gris con una orientación preferencial N25°W, 23°NE.



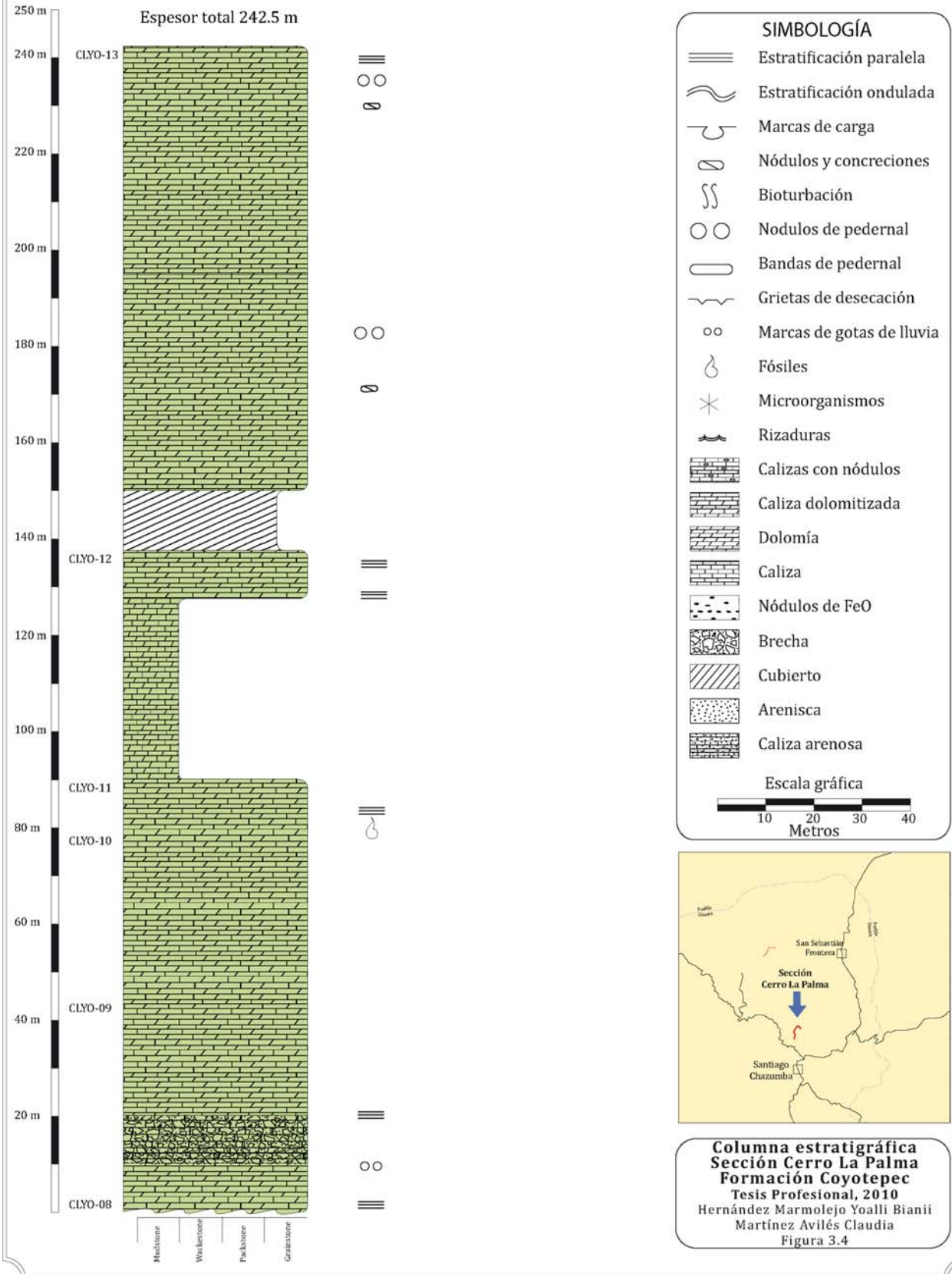


*Fotografía No. 3.4.1 Estratificación de la base de la columna estratigráfica de la formación Coyotepec en Cerro la Palma*



*Fotografía No. 3.4.2 Nódulos de pedernal en calizas de la formación Coyotepec*

### Sección Cerro La Palma





## **Análisis de Santa Ana Teloxtoc**

### **Formación Cipiapa**

#### **Sección medida sobre Cerro Viejo**

Al noroeste del poblado de Santa Ana Teloxtoc, se midió una columna estratigráfica sobre el Cerro Viejo. La sección estratigráfica estudiada corresponde a una sucesión de calizas nombradas originalmente como formación Cipiapa (Aguilera, 1906); en el área de la medición, descansa discordante sobre la Formación San Juan Raya, (Calderón, 1956); pero en otras áreas, el contacto es concordante con diversas formaciones.

Se midió una columna incompleta de la formación Cipiapa a partir del contacto con las rocas de la formación San Juan Raya, en las coordenadas iniciales 14Q 650185 mN 2035915 mE y 2485 m de altitud y coordenadas finales 14Q 650274 mN, 2036057 mE y 2542 m de altitud (Ver mapa geológico), con un espesor total de 229.5 m, encontrándose una alternancia cíclica de estratos medios de 30 a 60 cm y gruesos mayores a 1 m, de calizas color pardo claro al fresco y gris crema a la intemperie, de geometría tabular, con abundante contenido fosilífero, tanto macro como micro, a lo largo de toda la columna (Ver columna estratigráfica, Figura No. 3.5).

#### **Descripción de la Columna**

De manera general la columna está compuesta de calizas que varían de mudstone a packstone, con parches dolomitizados; de geometría irregular, se presentan estructuras como estratificación paralela, laminación y en la cima se presentan estratos con abundante contenido fosilífero (Fotografía No. 3.5.1).

Las muestras colectadas en la base, consisten de calizas mudstone parcialmente dolomitizada en estratos tabulares de 30 a 60 cm, debido a esto, no se hizo análisis petrográfico.

La base corresponde a una sucesión en estratos masivos de 96 m y el espesor de los estratos es de 30 a 63 cm con bioturbación; la cual fue clasificada macroscópicamente como mudstone con intercalaciones de wackestone.

En la parte media de la columna se observa una sucesión de estratos de 54 m de espesor con estratificación de 30 a 60 cm, con niveles de bioturbación en la superficie inferior y superior;

macroscópicamente es clasificada como wackestone con intercalaciones de packstone, con contenido fosilífero no tan abundante como en la base y cima de la columna; contiene nódulos de pedernal negro, microscópicamente se clasificó como un wackestone bioclástico.



*Fotografía No. 3.5.1 Caliza con abundante contenido fosilífero correspondiente a la parte media de la columna*



*Fotografía No. 3.5.2 Cima de la formación Cipiapa la sección medida en Cerro Viejo*

En la cima se encuentra una sucesión masiva de 34 m en estratos de medios de 50 cm a gruesos de 100 cm con abundante contenido fosilífero y nódulos de óxidos de fierro (Fotografía No. 3.5.2); clasificada macroscópicamente como una caliza tipo packstone con intercalaciones de calizas tipo wackestone; esta última, microscópicamente se clasificó como un packstone bioclástico (Ver apéndice petrográfico), aunque aparentemente es igual que en la base, el contenido fosilífero varía de forma mínima, en esta lámina podemos observar abundantes cortoides micritizados.

#### Descripción Petrográfica

Debido a la alteración de esta sucesión solo se analizaron microscópicamente 3 láminas, en las cuales se encontró un contenido aloquímico similar y se ubicaron en el modelo de Wilson (Figura No. 3.5.1) (Ver Tabla 3.8).

#### Lamina ANA-15

Esta lámina se localiza a los 96 m; macroscópicamente se clasificó como packstone con intercalaciones de mudstone se observan estratos de geometría tabular con espesores de 30 a 63 cm con bioturbación, laminación, dolomitización de origen secundario y recristalización de calcita.

Microscópicamente se trata de un packstone peloidal / pelmicrita con matriz micritica y parches de espatita de geometría irregular, con abundantes gasterópodos (ostracum e hipostracum), ooides tangenciales, peloides micritizados y recristalización a calcita espática pellets, equinodermos, foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliólidos) y aglutinados (uniseriales, biseriales y chofatelas), algas, intraclastos subredondeados y redondeados, fragmentos de pelecípodos y braquiópodos. La microfacies estándar correspondiente a esta lámina es calizas con concentraciones de conchas y/o crinoides (SMF12) la cual se localizan en un ambiente de arenas de borde de plataforma (FZ6) (Flügel, 2004).

#### Lamina ANA-17

Esta lámina se localiza a las 112 m, macroscópicamente clasificada como wackestone con intercalaciones de packstone, se observan estratos de geometría tabular con espesores de 30 a 63 cm con contenido fosilífero, microscópicamente como wackestone bioclastico / intramicrita, con abundantes intraclastos micritizados, se encuentran rodeados de espatita y micrita diagenetica, algas verdes, foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliólidos) y aglutinados (uniseriales, biseriales y multiseriales), fragmentos de equinodermos, gasterópodos y ostrácodos, frecuentes fragmentos de pelecípodos calcíticos y aragoníticos y comunes fragmentos de esponjas. La microfacies correspondiente a esta lámina es wackestone bioclástico bioturbado (SMF9) la cual puede encontrarse tanto en zonas de facies de margen de plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

#### Lamina ANA-19

Esta lámina se localiza a los 142 m; macroscópicamente se clasificó como una caliza tipo wackestone con fósiles y nódulos de oxido de fierro, en estratos tabulares con espesores de 30 a 60 cm, microscópicamente fue clasificada como wackestone bioclástico / biomicrita con abundantes

fragmentos de pelecípodos calcíticos y aragoníticos, algas verdes, foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales, biseriales, multiseriales y espiralados), aporcelanados (miliolidos), intraclastos y bioclastos micritizados y esparitizados subredondeados, comunes fragmentos de equinoideos y crinoides. Con presencia de porosidad intragranular, de matriz micrítica con parches de espatita de geometría irregular. La microfacies estándar correspondiente a esta lámina es wackestone bioclástico bioturbado (SMF9) la cual puede encontrarse tanto en zonas de facies de margen de plataforma profunda (FZ2) como en la zona de facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) (Flügel, 2004).

#### Lamina ANA-25 I

Esta es la primer lámina de la cima de la unidad se localiza a los 229.5 m, se observa una caliza tipo wackestone con abundante contenido fosilífero, en estratos tabulares de 50 a 100 cm, microscópicamente se clasificó como packstone bioclástico / biomicrita con abundantes fragmentos de moluscos con cristales de calcita y aragonita, algas verdes, algas azules, foraminíferos bentónicos (miliólidos, espiralados, biseriales y uniseriales) e intraclastos micritizados, gasterópodos, peloides y cortoides. Los bioclastos presentan porosidad intragranular, de matriz micrítica. La microfacies estándar correspondiente a esta lámina es calizas con concentraciones de conchas y/o crinoides (SMF12), la cual puede encontrarse en un ambiente de arenas de borde de plataforma (FZ6) (Flügel, 2004).

#### Lamina ANA-25 II

Esta es la segunda lámina de la cima de la unidad, se observa una caliza tipo wackestone con abundante contenido fosilífero, microscópicamente se clasificó como packstone bioclástico, el contenido aloquímico está constituido por peloides, algas verdes, cortoides, pelecípodos, foraminíferos bentónicos, gasterópodos y equinodermos. La microfacies correspondiente a esta lámina es calizas con concentraciones de conchas y/o crinoides (SMF12); la cual puede encontrarse en un ambiente de arenas de borde de plataforma (FZ6) (Flügel, 2004).

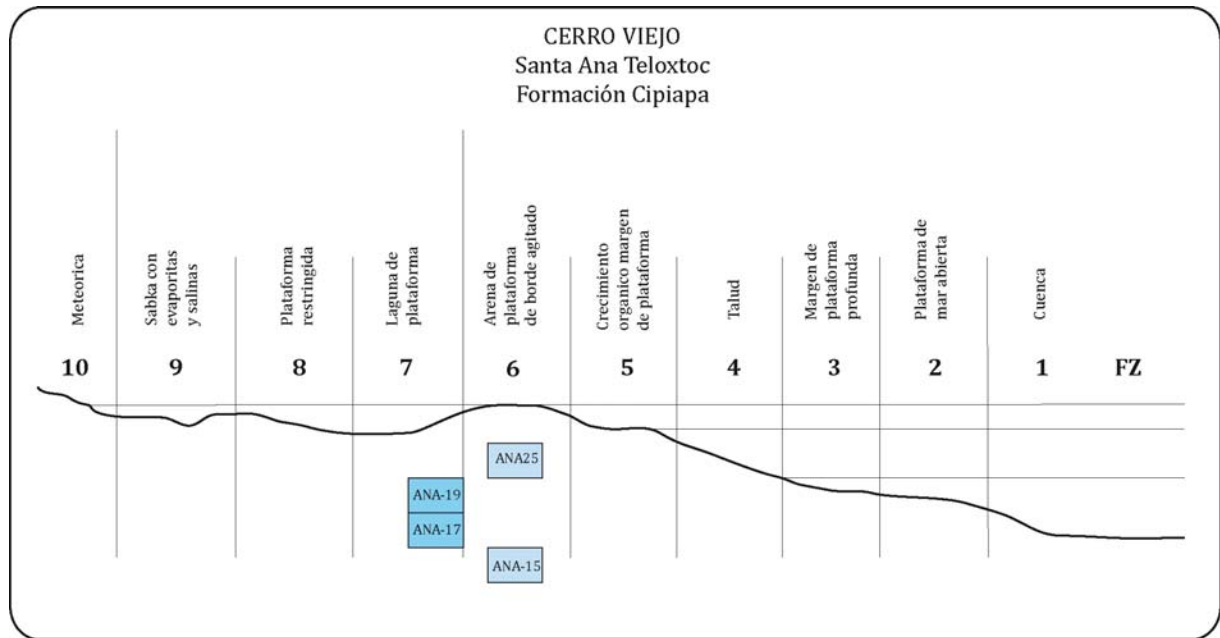


Figura No. 3.5.1 Localización de las láminas en el modelo de facies de Wilson (2004)

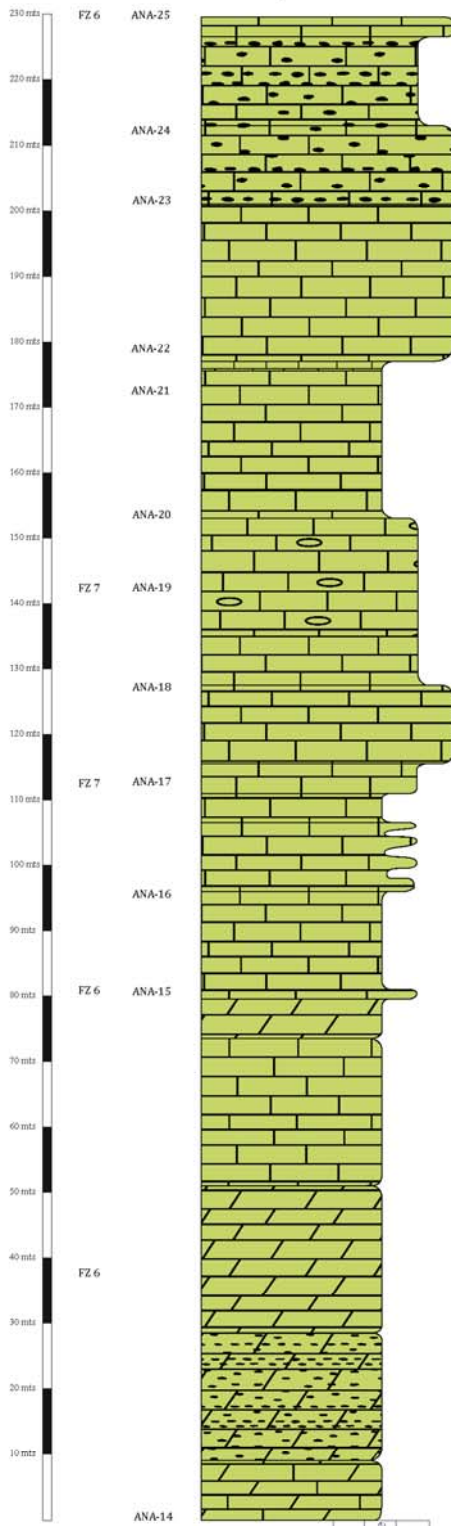
Posición en la columna	Muestra	Formación	Clasificación i. Dunham ii. Folk	Microfacies, Schlager (2002)	Zona de Facies (FZ) (Wilson 1975, modificado por Schlager 2002)	Ambiente
229.5 m	ANA-25-II	Cipiapa	i. Packstone ii. Pelmicrita	SMF 12	FZ-6	Lagunar
229.5 m	ANA-25-I	Cipiapa	i. Packstone ii. Biomicrita	SMF 12	FZ-6	Lagunar
142 m	ANA-19	Cipiapa	i. Wackestone ii. Biomicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar
112 m	ANA-17 I	Cipiapa	i. Wackestone ii. Intramicrita	SMF 9	FZ-7	Lagunar
96 m	ANA 15	Cipiapa	i. Packstone ii. Pelmicrita	SMF 12	FZ-6	Lagunar
Base	ANA 5	Cipiapa	i. Packstone ii. Biomicrita	SMF 12	FZ-6	Lagunar

Tabla No. 3.8. Columna estratigráfica Cerro Viejo al NE de Santa Ana Teloxtoc, Municipio de Tehuacán, Pue.



# Sección Santa Ana Teloxtoc

Espesor total 229.5 m



Fotografía 3.5.III  
Caliza con contenido fosilífero  
FZ 6



Fotografía 3.5.II  
Caliza con contenido fosilífero  
FZ 7



Fotografía 3.5.I  
Caliza con contenido fosilífero y dolomitización  
FZ 6

**SIMBOLOGÍA**

- Estratificación paralela
- Estratificación ondulada
- Marcas de carga
- Nódulos y concreciones
- Bioturbación
- Nódulos de pedernal
- Bandas de pedernal
- Grietas de desecación
- Marcas de gotas de lluvia
- Fósiles
- Microorganismos
- Ripples
- Calizas con nódulos
- Caliza dolomitizada
- Dolomía
- Caliza
- Nódulos de FeO
- Brecha
- Cubierto
- Arenisca
- Caliza arenosa

**Escala gráfica**  
10 20 30 40  
Metros



**Columna estratigráfica**  
**Sección Santa Ana Teloxtoc**  
**Formación Cipiapa**  
**Tesis Profesional, 2010**  
Hernández Marmolejo Yoalli Bianii  
Martínez Avilés Claudia  
Figura 3.5

## Interpretación

### Sierra de Santa Rosa, formación Coyotepec.

El arreglo textural y el contenido aloquímico observado en el análisis de microfacies determinó dos microfacies estándar (SMF) Wackestone bioclástico bioturbado SMF9 y calizas con concentraciones de conchas o crinoides (SMF12) que corresponden a tres zonas de facies (FZ), margen de plataforma profunda (FZ2) y laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7); para SMF9 y arenas de plataforma de borde agitado (FZ6); para SMF12. (Flügel, 2004), aunque podría abarcar hasta plataforma restringida (FZ8) y llanuras de inundación.

Los rasgos sedimentarios y paleontológicos definidos para la formación Coyotepec abarcan varias columnas estratigráficas que muestran rasgos típicos de facies de una plataforma somera marina.

La zona de facies interpretada para esta columna estratigráfica fue de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) aunque podría estar alternándose con un ambiente de plataforma interna restringida (FZ8) a ambientes más someros esto por la presencia de estructuras sedimentarias como rizaduras que son influenciadas por el movimiento oscilatorio de las olas, las rizaduras simétricas se encuentran en ambientes acuosos someros como llanuras de inundación, playas y lagunas, las grietas de desecación nos indican que la zona sufrió deshidratación del sedimento y que esta área se vio afectada por exposición subaérea (Mendoza-Rosales, 2010). Se descartó la zona de facies de arenas de borde de plataforma (FZ6) ya que las condiciones en las que se desarrolla no permitirían la presencia de los microfósiles.

Los principales elementos que se registraron son los foraminíferos bentónicos del tipo miliólidos que son característicos de ambiente de laguna de plataforma con aguas parcialmente estancadas.

El ambiente se determinó por medio de criterios paleontológicos y sedimentológicos presentes, la presencia de algunos organismos como los equinodermos y moluscos indican un ambiente marino nerítico, las esponjas nos indican un ambiente marino somero protegido o muy cercano al arrecife, los organismos se observan bien conservados y poco deformados lo que indica un ambiente de baja energía y poco oxigenado, el registro de estructuras como bioturbación y marcas de carga nos hablan de que los sedimentos no se encontraban consolidados ya que se forman por el resultado del hundimiento diferencial de un sedimento dentro de otro (Mendoza-

Rosales, 2010), la laminación nos indican cambios en el tamaño de grano y debido a la presencia de recristalización, dolomitización, nódulos y bandas de pedernal podemos decir que presentó alteraciones posteriores a la litificación.

### **Santa Ana Teloxtoc, formación Cipiapa**

Para el área que conforma a la Formación Cipiapa en Cerro Viejo, Santa Ana Teloxtoc, se obtuvieron dos microfacies estándar (SMF) wackestone bioclástico bioturbado (SMF9) y calizas con concentraciones de conchas o crinoides (SMF12) que corresponden a tres zonas de facies (FZ), margen de plataforma profunda (FZ2) y laguna de plataforma de circulación abierta (FZ7); para SMF9 y arenas de plataforma de borde agitado (FZ6); para SMF12. (Flügel, 2004).

El análisis petrográfico realizado da elementos suficientes para descartar la facies de margen de plataforma profunda (FZ2), ya que este es un ambiente con un tirante de agua elevado, salinidad normal, oxigenado y de buena circulación, condiciones que no favorecerían el desarrollo de la microfauna presente en las láminas.

En el caso de la facies de arenas de borde de plataforma (FZ6) la profundidad varían de 5 a 10 m, el ambiente es muy oxigenado pero no adecuado para la vida marina debido al cambio constante del sustrato.

Los rasgos sedimentarios y paleontológicos definidos en la sección estudiada, muestran rasgos típicos de facies caracterizadas por ambientes sedimentarios dentro de una plataforma somera marina que no excedían los 30 m de profundidad (Hallock y Glenn, 1986).

Se eligió la facies de laguna de plataforma de circulación semirrestringida (FZ7) ya que este ambiente se localiza en estrechos, lagunas o bahías abiertas detrás del borde de plataforma externa. La profundidad del agua es generalmente somera, a veces solo de algunos metros. La salinidad es normal, a veces variable y con circulación moderada, la presencia de estructuras de carga nos indican que el sedimento no estaba consolidado y que la cima tenía mayor densidad que la base, la bioturbación que se registro fue producto de la alteración de las estructuras y textura original del sedimento debido a la actividad orgánica y los nódulos o bandas de pedernal fueron producto de la alteración durante o posterior de la litificación (Santillán-Piña, 2010).

Los organismos que permanecen en todas las láminas son las algas verdes y los foraminíferos. Las algas verdes son organismos de aguas someras y rampas que viven en ambientes



lagunares, en el caso de los foraminíferos bentónicos del tipo miliólidos generalmente se concentran en aguas poco profundas y poco agitadas, medios marinos someros neríticos entre 7 y 30 m de profundidades ricas en carbonato calcio y a temperaturas de 25 a 30°C en medios ligeramente hipersalinos, son de plataforma somera protegida por arrecifes o barreras de aguas cálidas y alta concentración de carbonato.

En general las condiciones ambientales se mantuvieron, aunque pudieron haber cambiado debido a que se registraron algunas variaciones en la microfauna, estos están bien conservados, lo que nos indica que son in situ, el ambiente era de baja energía, poco oxigenado condición que ayudó a que los organismos se preservaran, con base en esto se realizó un modelo paleoambiental.

# CAPÍTULO IV

MODELO DE FACIES

## IV. MODELO DE FACIES

Una asociación de facies resulta de la agrupación de facies genéticamente compatibles, esta asociación pasa por un proceso de generalización de la información que se observa, para posteriormente representarse gráficamente después de un proceso de simplificación.

La superposición de dos o más facies genéticamente relacionada que se repiten periódicamente, se denomina sucesión de facies; un modelo de facies se establece cuando interpretamos el ambiente atestiguado por una asociación de facies. Cada sucesión de facies se refiere a un cambio en las condiciones de sedimentación durante un período determinado. Así las relaciones tridimensionales contemporáneas corresponden con una asociación de facies, mientras que la evolución temporal (columna) corresponde con la sucesión de facies (Campos-Madrigal, 2010).

Para hacer la reconstrucción del paleoambiental y establecer el modelo de facies del área de estudio, se observaron las características litológicas, estructuras primarias, información faunística y paleoecológica.

Inicialmente las rocas del basamento se encontraban expuestas, las cuales constituían la fuente principal de los sedimentos terrígenos siliciclásticos que dominaron en la sedimentación de las diferentes sucesiones de facies; tanto en la geometría de los depósitos como en la composición lítica y en la distribución de la cuenca, ya que esta fueron cambiando con el tiempo, tanto longitudinalmente como verticalmente, provocando variaciones de la línea de costa. Estas fluctuaciones fueron controladas por las pulsaciones tectónicas que permitieron el relleno y la subsidencia de la cuenca.

### **Sierra De Santa Rosa Coyotepec- Chazumba**

La evolución paleogeográfica puede interpretarse gracias al estudio detallado de las columnas, donde se observan diferentes estructuras primarias, de gran importancia para la realización del modelo de facies.

A partir del análisis de facies y microfacies, se construyó el modelo sedimentario (Figura No. 4.1), en el que se destacan facies de laguna de plataforma y arena de plataforma de borde agitado,

cercanas al arrecife, la presencia de estructuras primarias como grietas de desecación, gotas de lluvia, rizaduras, entre otras, define que las facies son cercanas a facies de plataforma restringida somera, donde el depósito fue lento y en ocasiones subaérea permitiendo el desarrollo de colonias de moluscos, foraminíferos, algas y esponjas, así mismo existió un retrabajo de lodo marino durante la sedimentación; por corrientes marinas, lo cual dio como resultado el transporte de intraclastos, la presencia de briozoarios indica un ambiente de rampas de ambiente nerítico medio a interior, con una profundidad no mayor a los 200 m.

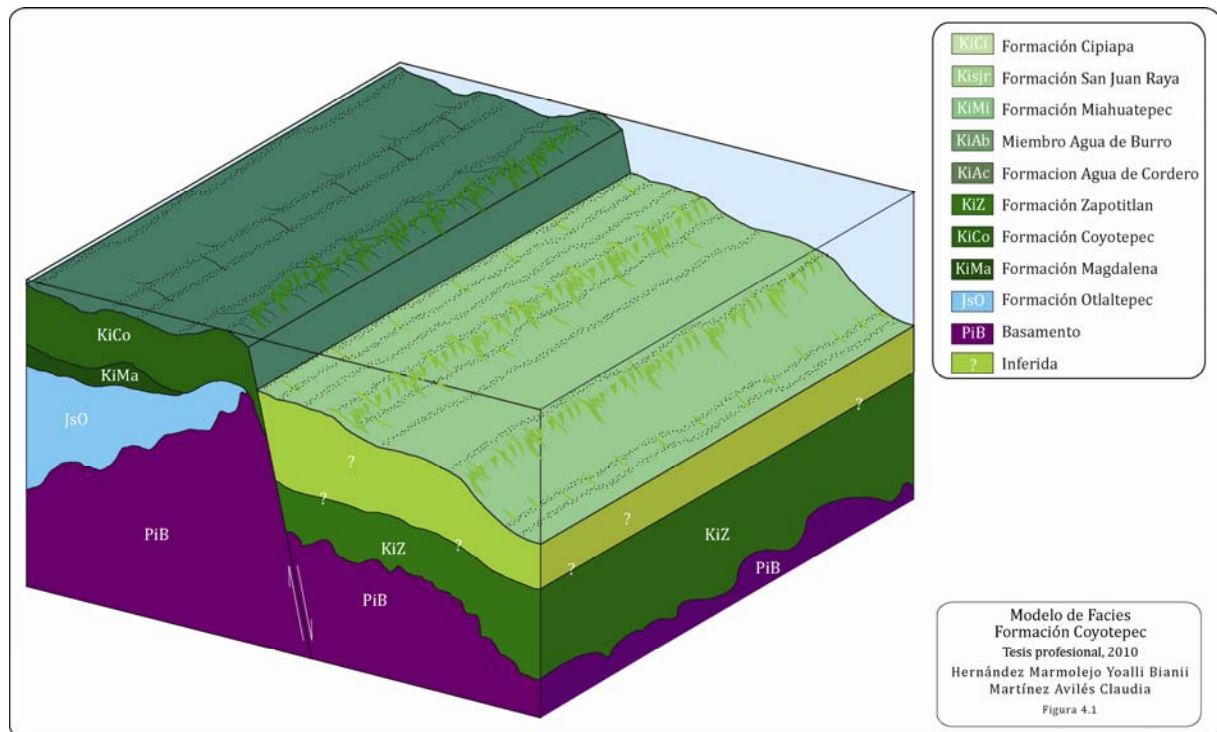


Figura No. 4.1. Modelo sedimentario a partir de facies de la Formación Coyotepec

## Cerro Viejo Santa Ana Teloxtoc

La evolución paleogeográfica puede interpretarse gracias al estudio detallado de las columnas estudiadas, donde fueron observadas diferentes estructuras primarias y contenido fosilífero en las mismas.

Para el área de Cerro Viejo, Santa Ana Teloxtoc a partir del análisis de microfacies y facies se elaboró el modelo sedimentario (Figura No. 4.2), en el que se destacan facies de laguna de

plataforma y arena de plataforma de borde agitado, muy cercanas al arrecife, donde la esponjas eran dominantes ya que se encontraron en la columna estudiada, esto indica un depósito lento, pero debido a la presencia de intraclastos, se interpreta que existieron corrientes marinas que transportaron este material al medio, al mismo tiempo que retrabajo el lodo marino compactado durante la sedimentación, la presencia de algas indican un ambiente de laguna, todo esto en conjunto determina el ambiente de laguna de plataforma restringida por un arrecife.

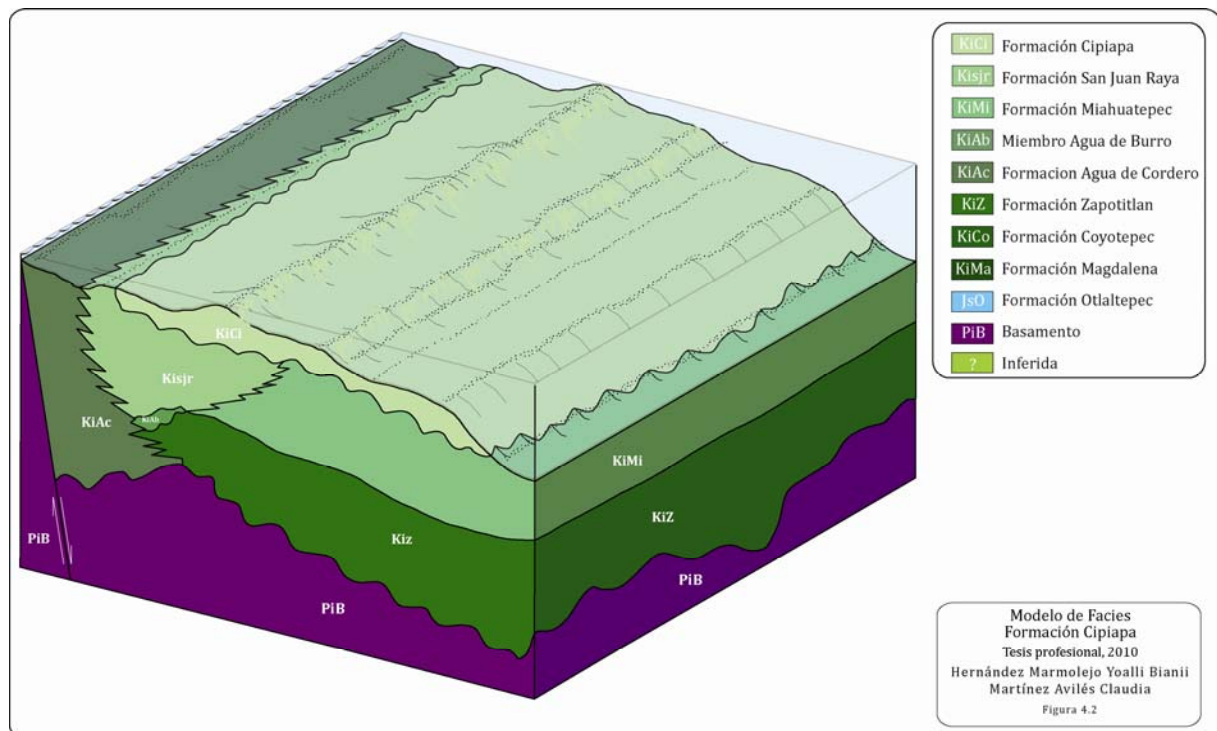


Figura No. 4.2. Modelo sedimentario a partir de facies de la Formación Cipiapa en Cerro Viejo, Santa Ana Teloxtoc

# CAPÍTULO V

EVOLUCIÓN  
GEOLOGICA DEL  
ÁREA



## EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA

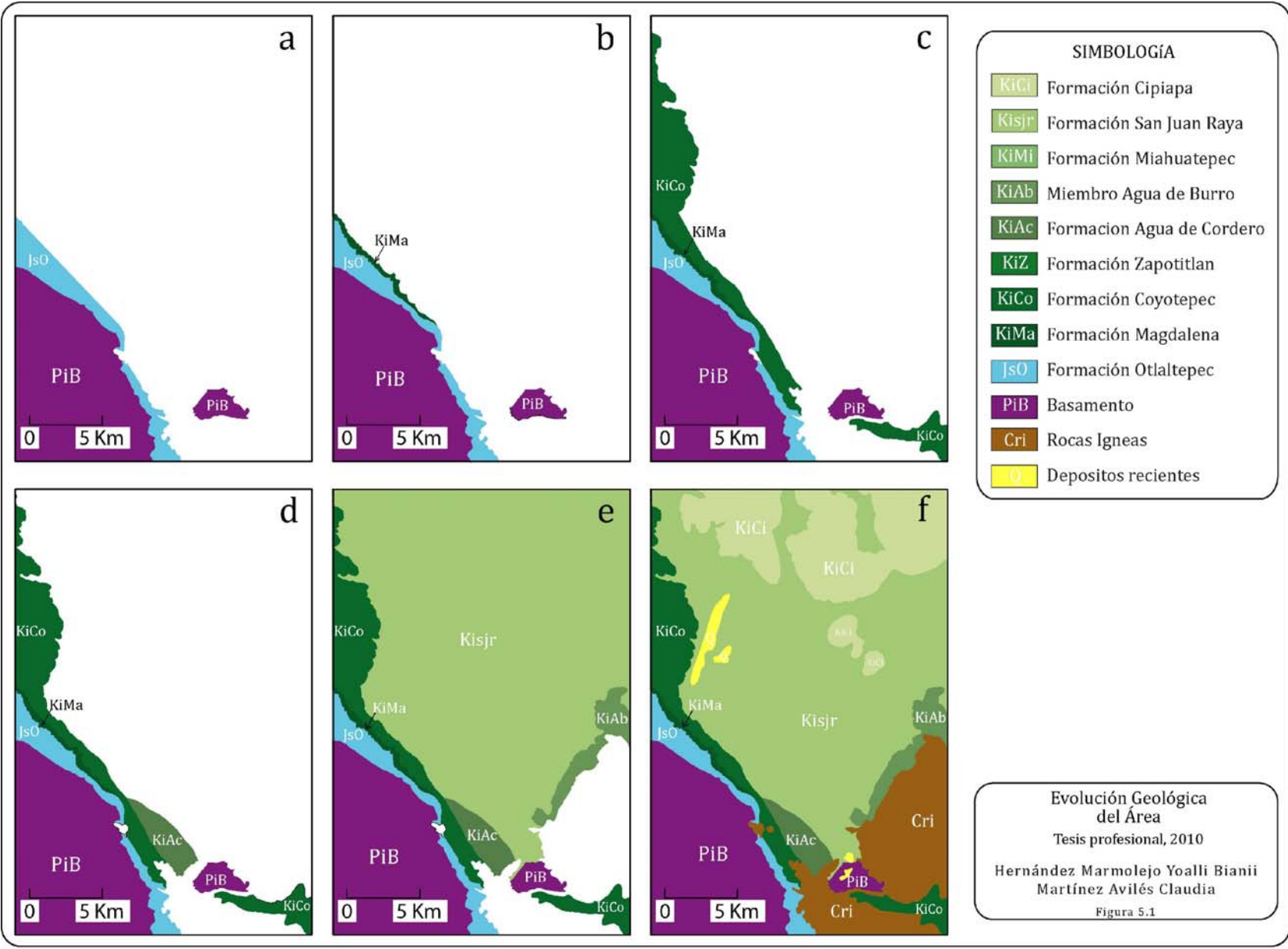
En la zona de Coyotepec-Chazumba la historia geológica sedimentaria comienza en el Jurásico Medio con acumulaciones fluviales de sedimentos derivados de la erosión de porciones expuestas del basamento y depositados en valles limitados por prominencias topográficas, formando a la unidad Otlaltepec (Figura No. 5a).

A principios del Cretácico, se depositó la unidad Magdalena (Figura No. 5b) en un ambiente fluvial transicional marino, previo al Barremiano se desarrolla una plataforma calcárea representada por la formación Coyotepec, en un ambiente de laguna semirrestringida por un arrecife (Figura No. 5c).

Durante el Barremiano, en esta misma área, se activo la falla Pozo Hondo de componente normal, estructura que condiciono la acumulación de la formación Agua del Cordero que está constituida por una sucesión de conglomerados cuyos clastos pertenecen al basamento cristalino y clastos calcáreos, algunos provenientes de la formación Coyotepec (Figura No. 5d).

El primer registro en el área de Santa Ana Teloxtoc comienza con la formación San Juan Raya (Barremiano superior – Aptiano inferior) depositada en un ambiente de delta y el miembro Agua del Burro depositada en un banco calcáreo, caracterizado por biostromas que alternan con lagunas post-arrecifales y bancos de arena de alta energía (Mendoza-Rosales, 2010) (Figura No. 5e), influenciado por una transgresión masiva que abarcó desde el Barremiano hasta el Aptiano.

Al finalizar el Aptiano y durante el Albiano, ocurre una regresión, lo que inicia el depósito de facies mas someras, para continuar la sedimentación durante el Albiano – Cenomaniano, acumulándose la formación Cipiapa (Figura No. 5f) en medio de laguna de circulación semirrestringida y limitada por un arrecife, esto dentro de una plataforma carbonatada.



# CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Se interpretó que las formaciones Cipiapa y Coyotepec corresponden a unidades calcaréas de diferentes edades aunque con las mismas facies.

Se infiere que la edad de la formación Coyotepec es previa al Barremiano, esto por su relación estratigráfica el miembro Agua del Cordero.

Se elaboraron modelos de evolución paleoambiental con base en el análisis de microfacies según Flügel y facies según Wilson.

Los paleoambientes registrados en todas las secciones estratigráficas estudiadas, consisten en laguna de circulación semirrestringida y arenas de plataforma de borde de facies de Wilson FZ 7 y FZ 6, respectivamente.

Se propone elevar el rango de la caliza Coyotepec a rango de formación.

Se determinaron las microfacies para las formaciones estudiadas.

La formación Coyotepec es una sucesión de calizas del Barremiano formada en un ambiente de laguna restringida.

La formación Cipiapa es una sucesión de calizas del Albiano – Cenomaniano formada en un ambiente de laguna restringida por un arrecife.

El depósito de las formaciones Coyotepec (Pre-Barremiano) y Cipiapa (Albiano-Cenomaniano), ocurrió en condiciones de profundidad y ambientes similares, implicando que durante estas edades la transgresión era presente.

Por la naturaleza del depósito y características litológicas, se interpreta que la formación Cipiapa y la formación Coyotepec, no son un cambio de facies entre sí, sino que se depositaron en ambientes similares; en tiempos diferentes.

## BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, J. G., 1906. Excursión de Tehuacán a Zapotitlán en San Juan Raya México. Dixieme Congres Geologique International, Guide des, Escursions: México, 7, 27 p.

Barceló Duarte, J., 1978. Estratigrafía y petrográfica detallada de Tehuacán - San Juan Raya, Estado de Puebla, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. Tesis de Licenciatura, 143 p.

Bondelos, A. J., 1956. Notas sobre la geología de la Sierra Madre en la sección Zimapán-Tamazunchale, Congreso Geológico Internacional. 20ª Sess, México 1956, Libreto- Guía, Exc. A-14 y C-6.

Calderón G., A., 1956. Bosquejo geológico de la región de San Juan Raya. XX Congreso Geológico Internacional. Excursión A-11.

Mendoza-Rosales, C.C., Campos-Madrigal, E., Silva-Romo, G., 2010. Medición de una columna estratigráfica, en: Silva-Romo, G., Mendoza-Rosales, C.C., (eds.): Manual para el trabajo geológico de campo, 270 - 275.

Mendoza-Rosales, C.C., Campos-Madrigal, E., 2010. Asociaciones de Facies, en: Mendoza-Rosales, C.C., Silva-Romo, G., (eds.): Manual para el trabajo geológico de campo, 214 - 226.

Mendoza-Rosales, C.C., Santillán-Piña, N., 2010. Estructuras sedimentarias, en: Mendoza-Rosales, C.C., Silva-Romo, G., (eds.): Manual para el trabajo geológico de campo, 197 - 206.

Dunham, R. J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture, in Ham, W.E., (ed.), Classification of carbonate rocks a symposium: American Association of Petroleum Geologists, Memoir 1, 108 -171.

Erben, H. K., 1956. El Jurásico Medio y el Calloviano de México. XX Congreso Geológico Internacional, México.

Ferreira H., N. H., Islas B., M., 2009. Análisis cinemático de la Falla Pozo Hondo en la región Mixteca de los estados de Oaxaca y Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. Tesis de Licenciatura, 65 p.

Flügel, E., 1972. Mikrofazielle Untersuchungen in der Trias: Methoden und Probleme.- Mitteilungen Gesellschaft der Geologie und bergbaustudenten in Österreich, 21, 6-64.

Flügel, E., 2004. Microfacies of Carbonate Rocks. Analysis, interpretation and application: Springer, Berlin, 976 p.

Fries, Carl, Jr., 1960. Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, Región central meridional de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Bol. 60.

INEGI, 1991. Datos Básicos de la Geografía de México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1994. Carta Geológica Orizaba E14-6, escala 1:250 000: México. D.F., 1 mapa.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 2008a, Información geográfica, Fisiografía.

Kellum, L.B., 1944. Geologic history of northern Mexico and its bearing on petroleum exploration: American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 28, 301–325.

Mendoza - Rosales C.C., 2010. Estratigrafía y facies de cuencas cretácicas del sur de Puebla y su significado tectónico, posgrado en Ciencias de la Tierra. Tesis doctoral, 190 p.

Monroy, M. y Sosa A., 1984. Geología de la Sierra del Tenzo: Instituto Politécnico Nacional. ESIA. Tesis Profesional.

Morán-Centeno, D. J., Caballero-Miranda, C.I., Silva-Romo, G., Ortega-Guerrero, B., González-Torres, E., 1993. Jurassic-Cretaceous paleogeographic evolution of the northern Mixteca terrane, southern Mexico, Geofísica Internacional, vol. 32, núm. 3, 453-473.

Ordoñez, E., 1906. Las rocas arcaicas de México: Soc. Cient. Antonio Alzate (México), Mem., Vol. 22.

Ortega - Guerrero, B., 1989. Paleomagnetismo y geología de las unidades clásticas mesozoicas del área Totoltepec-Ixcaquixtla, estados de Puebla y Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. Tesis de Maestría, 134 p.

Ortega-Gutiérrez, F. 1970. Geología del cuadrángulo suroccidental de la hoja Tehuacán, estados de Puebla y Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. Tesis de Licenciatura, 130 p.

Ortega-Gutiérrez, F., 1976. Los complejos metamórficos del sur de México y su significado tectónico. Resumen del III Congreso Latinoamericano de Geología, México.

Ortega - Gutiérrez, F., 1978. Estratigrafía del Complejo Acatlán en la Mixteca Baja, estados de Puebla y Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista 2 (2): 112-131 Instituto de Geología.

Ortega - Hernández, J., 2007. Rudistas (*Bivalvia-Hippuritoidea*) del Barremiano-Aptiano inferior del área de Tehuacán, Estado de Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. Tesis de Licenciatura, 55 p.

Pantoja-Alor, J., Malpica-Cruz, V., y Galguera, G.A. 1988. Geología de los alrededores de la Cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Puebla: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología Tercer Simposio Geología Regional de México, Memoria, 1988.

Pérez Ibarguengoitia, J. M., Hokoto - Castillo, A. y De Cserna, Z., 1965. Estratigrafía y paleontología del Jurásico Superior de la parte centro - Meridional del Estado de Puebla: Universidad Nacional Autónoma de México.

Pérez-Hokuto, A., 1965. Reconocimiento geológico del área de Petlalcingo-Santa Cruz, municipio de Acatlán, Estado de Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, No. 21, Parte 1.

Ramírez-Vargas, D., 2009. Análisis de facies de la formación La Compañía, Caltepec, Estado de Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. Tesis de Licenciatura, 64 p.



Ramos - Leal, J. A., 1989. Estratigrafía y evolución paleoambiental del área de San Juan Ixcaquixtla, Edo. de Puebla. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de Licenciatura, 70 p.

Rodríguez - Torres, R., 1970. Geología metamórfica del área de Acatlán, Estado de Puebla: México, D.F., Sociedad Geológica Mexicana, Libro-Guía de la Excursión México-Oaxaca.

Salas, G. P., 1949. Bosquejo geológico de la cuenca sedimentaria de Oaxaca. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros 1(2): 79-156

Schlager, W., 2002. Sedimentology and sequence stratigraphy of carbonate rocks: Amsterdam, Vrije Universiteit / Earth and Life Sciences, 146 p.

Segerstrom, K., 1956. Estratigrafía y tectónica del Cenozoico entre México, D.F. y Zimapán, Hidalgo., Congreso Geológico Internacional. 20ª Sess, México 1956, Libreto- Guía, Exc. A-11 y C-6.

Segerstrom, K. U.S. Geology of south-central Hidalgo and north-eastern Mexico, Mexico, Geological Survey bulletin - 1104-c, Geologic investigations in Mexico v, 162 p.


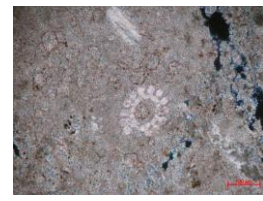
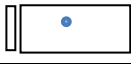



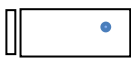
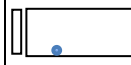
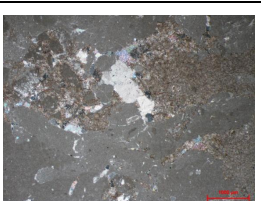


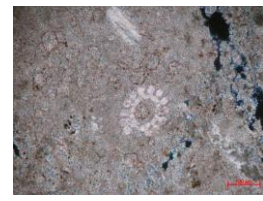
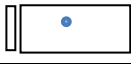



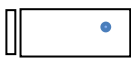
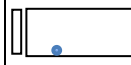
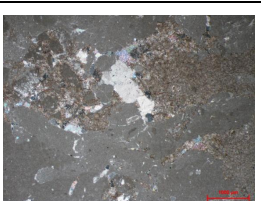


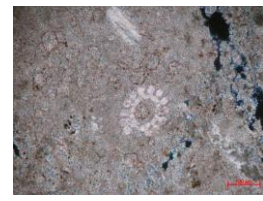
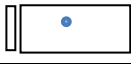



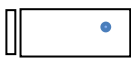
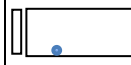
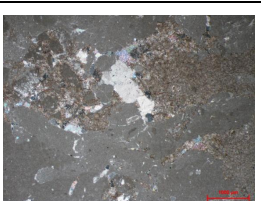

Viniegra, O. F., 1965. Geología del Macizo de Teziutlán y la Cuenca Cenozoica de Veracruz. Bol. Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 17.

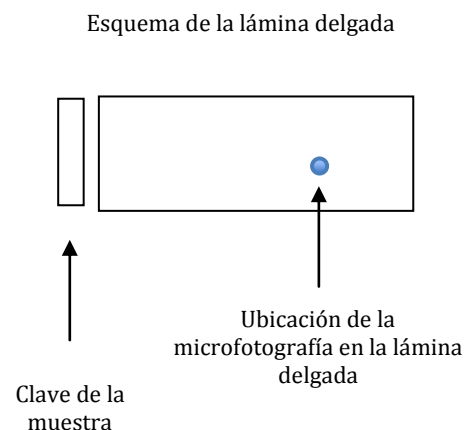
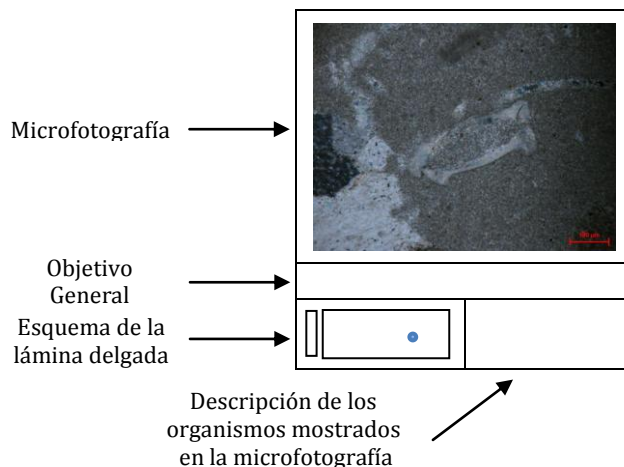
Wilson, J.L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History: New York, Springer Verlag, 471 p.

Wilson, J.L., 1986. Carbonate Facies in Geologic History: New York, Springer Verlag, 7th edition, 471 p.

## APÉNDICE PETROGRÁFICO

En este apartado se presenta la descripción petrográfica de cada lámina, la clasificación se hizo con base en Dunham (1962) y Folk (1959), siguiendo el formato modificado de Barragán-Manzo (2008).

Hoja 1	Hoja 2																
<p style="text-align: center;"><b>LÁMINA</b></p> <p>Textura predominante                      Porcentaje y composición aloquímica                      Frecuencia de todos los granos esqueléticos.                      Escala cualitativa.                      T = 1-2 (Traza)                      R = 3-4 (Raros)                      C = 5-6 (Comunes)                      F = 7-8 (Frecuentes)                      A = 9 o más (Abundantes)                      Radio aloquímicos/ortoquímicos                      Minerales accesorios importantes                      Textura de cemento</p> <p style="text-align: center;"><b>CLASIFICACIÓN</b></p> <p style="text-align: center;"><b>i. Dunham (1962)</b>  <b>ii. Folk (1959)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Proporción relativa de constituyentes principales                      Matriz                      Granos esqueléticos                      Clastos                      Fabrica textural</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Objetivo central</td> <td style="text-align: center;">Objetivo central</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Objetivo central</td> <td style="text-align: center;">Objetivo central</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Microfotografías generales. Nícoles cruzados 2.5x</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>			Objetivo central	Objetivo central					Objetivo central	Objetivo central			Microfotografías generales. Nícoles cruzados 2.5x			
																	
Objetivo central	Objetivo central																
																	
																	
Objetivo central	Objetivo central																
																	
Microfotografías generales. Nícoles cruzados 2.5x																	
																	



## LÁMINA ANA-05

TEXTURA PREDOMINANTE: Grano soportada

PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Gasterópodos	10%	Abundantes
• Foraminíferos	35%	Abundantes
• Algas	15%	Abundantes
• Intraclastos	15%	Abundantes
• Fragmentos de pelecípodos	25%	Abundantes

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 70/30

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita y cuarzo.

TEXTURA DE CEMENTO: Micrita con parches de espatita.

### CLASIFICACIÓN

#### i. Packstone Bioclástico

#### ii. Biomicrita con abundantes foraminíferos bentónicos, pelecípodos, algas verdes, intraclastos micritizados y gasterópodos

DESCRIPCIÓN

PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca soportada por granos con radio aloquímicos/ortoquímicos 70/30 de matriz micrítica con parches de espatita. Los aloquímicos que lo componen son foraminíferos bentónicos, intraclastos, gasterópodos, algas y fragmentos de pelecípodos.

MATRIZ

La matriz es heterogénea, micrítica con parches de espatita.

GRANOS ESQUELETALES

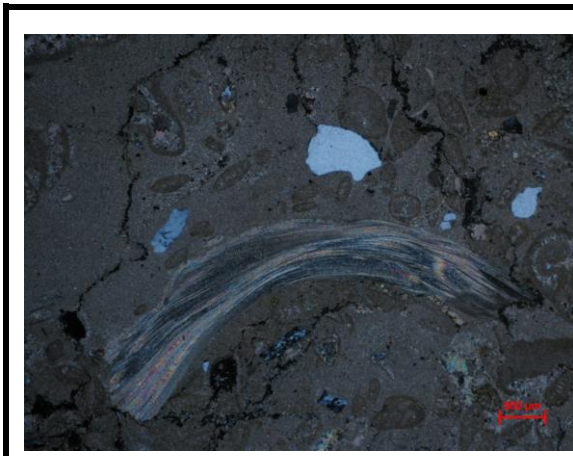
Los bioclastos corresponden a abundantes foraminíferos bentónicos completos y fragmentos tanto aporcelanados (miliólidos) y aglutinados (uniseriales, biseriales y espiralados), fragmentos de pelecípodos con cristales de calcita, algas verdes esparitizadas, intraclastos micritizados y gasterópodos.

CLASTOS

Se observan intraclastos micritizados subredondeados.

FABRICA TEXTURAL

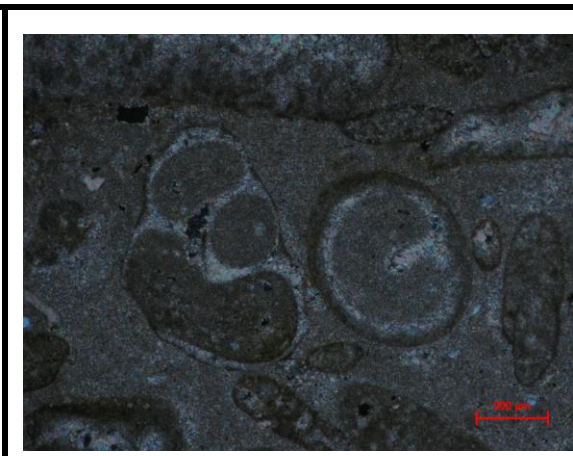
Roca grano soportada, no presentan arreglo preferente, se observa porosidad intergranular e intragranular.



*Fragmento de pelecípodo*



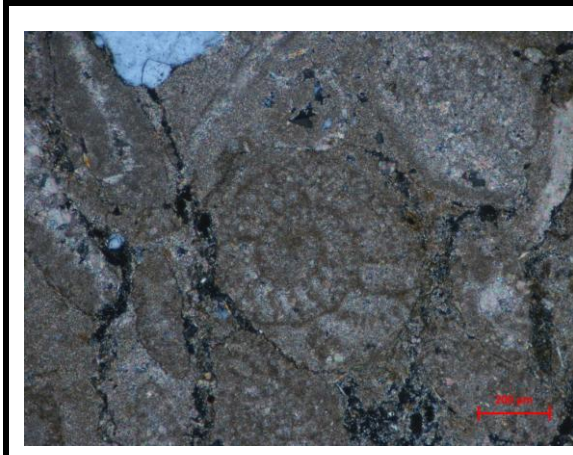
*Pelecípodo rodeado por foraminíferos bentónicos y cuarzos.  
Nícoles cruzados 2.5x*



*Gasterópodos*



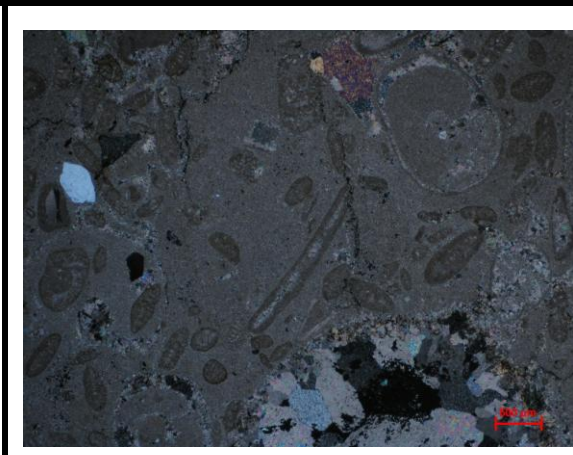
*Al centro se observan gasterópodos en corte longitudinal y transversal.  
Nícoles cruzados 10x*



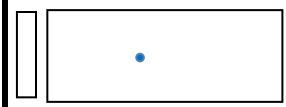
*Foraminífero bentónico*



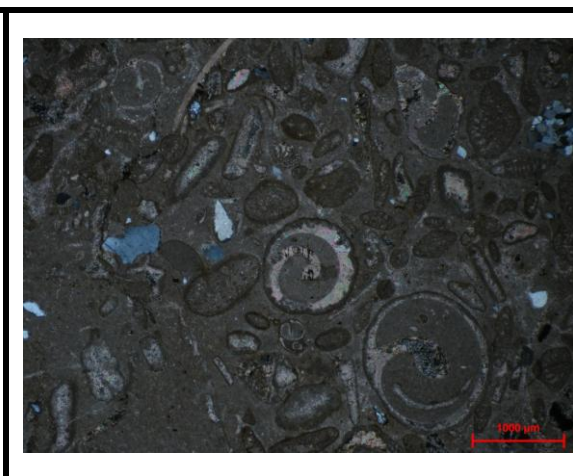
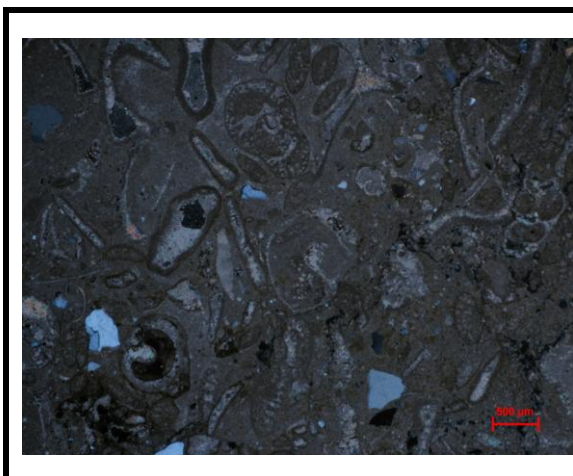
*Foraminífero bentónico y algas verdes micritizadas.  
Nícoles cruzados 10x*



*Alga*



*Alga verde rodeada por foraminíferos bentónicos, a la derecha gasterópodo.  
Nícoles cruzados 2.5x*



**LÁMINA ANA-15**

TEXTURA PREDOMINANTE: Grano soportada.

PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUÍMICA

• Gasterópodos	3%	Abundantes	• Algas	15%	Abundantes
• Ooides	2%	Abundantes	• Pellets	15%	Abundantes
• Fragmentos de braquiópodos	6%	Abundantes	• Peloides	25%	Abundantes
• Fragmentos de equinodermos	3%	Abundantes	• Foraminíferos	25%	Abundantes
• Fragmentos de pelecípodos	6%	Abundantes			

RADIO ALOQUÍMICOS/ORTOQUÍMICOS: 75/25

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita y cuarzo

TEXTURA DE CEMENTO: Micrítica con parches de espatita.

**CLASIFICACIÓN****i. Packstone Peloidal****ii. Pelmicrita con abundantes foraminíferos bentónicos, algas, pellets, pelecípodos, braquiópodos, gasterópodos, fragmentos de equinodermos y ooides**

DESCRIPCIÓN

PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca grano soportada con radio aloquímicos/ortoquímicos 75/25 con matriz micrítica y parches de espatita. Presenta gasterópodos, ooides, peloides, pellets, equinodermos, foraminíferos bentónicos, algas, fragmentos de pelecípodos y braquiopodos.

MATRIZ

Matriz heterogénea micrítica con parches de espatita

GRANOS ESQUELETALES

Los bioclastos corresponden a abundantes peloides, foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliolidos) y aglutinados (uniseriales, biseriales y chofatelas), algas verdes y azules, pellets, fragmentos de pelecípodos calcíticos, y braquiopodos, gasterópodos (ostacum e hipostracum), radiolas, y ooides micritizados.

CLASTOS

Se observan intraclastos micritizados, subredondeados y rodeados de espatita.

OOIDES

Se observan ooides tangenciales micriticos y con pared esparitizada.

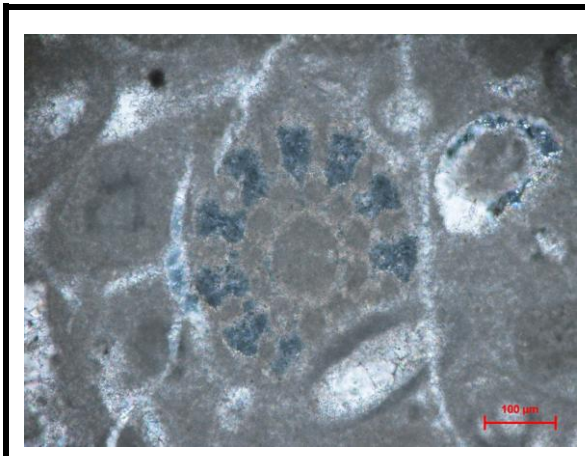
PELLETS Y PELOIDES

Se observan abundantes pellets y peloides micritizados y esparitizados.

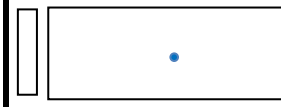
FABRICA TEXTURAL

Roca grano soportada, no presenta orientación preferencial, se observa porosidad intrapartícula e interpartícula con recristalización. Se encuentran fracturas rellenas de óxido de hierro.

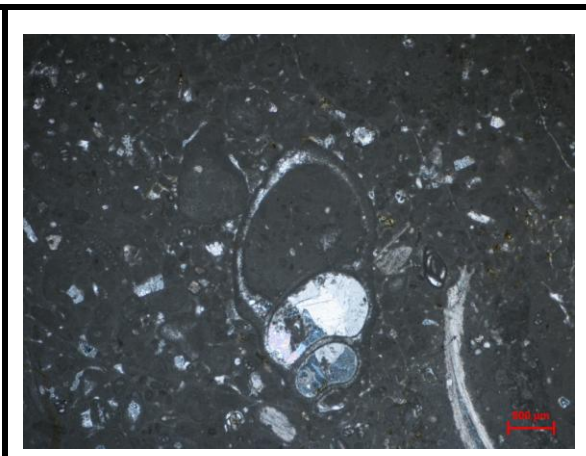




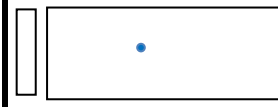
*Radiola*



*Fragmento de equinodermo en corte transversal con calciesferas. Nícoles cruzados 20x*



*Gasterópodo*



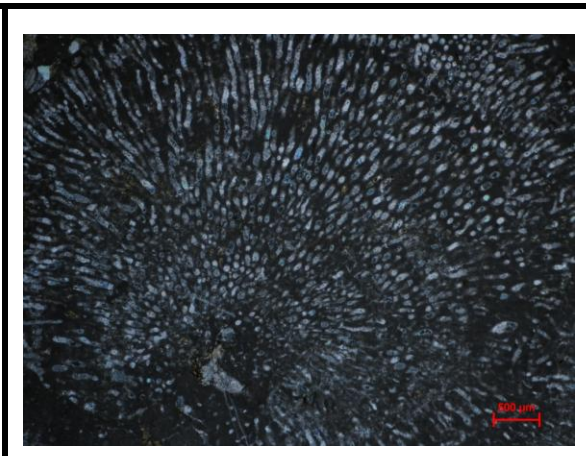
*Gasterópodo hipostracum en corte longitudinal con miliólidos y peloides. Nícoles cruzados 2.5x*



*Foraminífero bentónico*



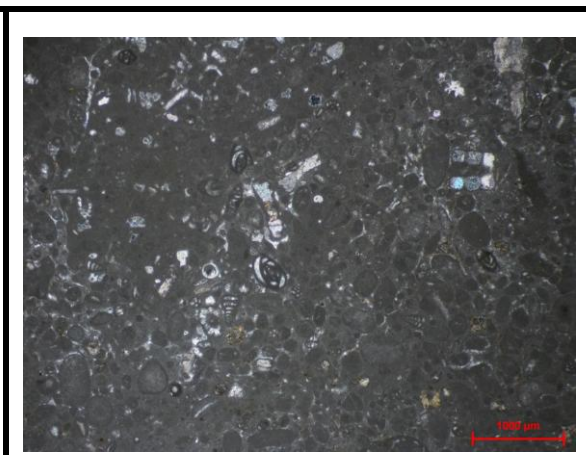
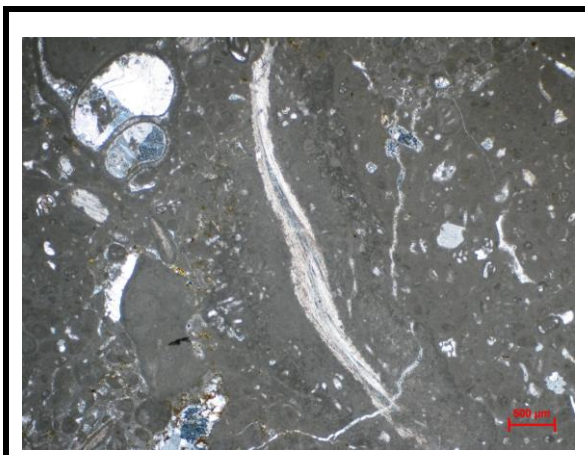
*Al centro miliólido y abajo del lado derecho foraminífero bentónico biserial. Nícoles cruzados 20x*



*Alga azul*



*Nícoles cruzados 2.5x*





## LÁMINA ANA-17 I

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

### PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Algas	13%	Abundantes	• Gasterópodo	5%	Abundantes
• Fragmentos de equinodermos	10%	Abundantes	• Fragmentos de esponja	10%	Comunes
• Intraclastos	25%	Abundantes	• Foraminíferos	10%	Abundantes
• Ostrácodos	2%	Abundantes			
• Fragmentos de pelecípodos	25%	Frecuentes			

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 40/60

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe y calcita.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micritica con parches de micrita diagenética y de neomorficos

## CLASIFICACIÓN

### i. Wackestone Bioclástico

### ii. Intramicrita con abundantes algas, foraminíferos bentónicos, fragmentos de equinodermos, gasterópodos y ostrácodos, frecuentes fragmentos de pelecípodos y comunes fragmentos de esponjas

### DESCRIPCIÓN

#### PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca lodo soportada, con radio aloquímico/ortoquímico 40/60. La matriz es micritica con parches de espatita y neomorficos. Los aloquimicos corresponden a fragmentos de pelecípodos, algas, gasterópodos, ostrácodos, foraminíferos bentónicos, intraclastos micritizados, fragmentos de equinodermos y de esponjas.

### MATRIZ

La matriz es heterogénea micritica diagenética con parches neomórficos.

### GRANOS ESQUELETALES

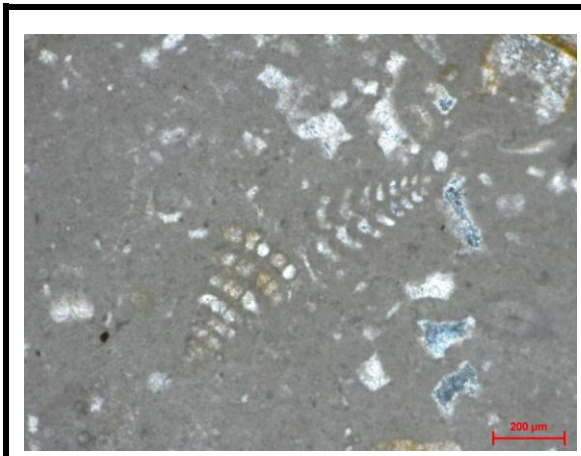
Los bioclastos corresponden a abundantes intraclastos micritizados, algas verdes, foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliolidos) y aglutinados (uniseriales, biseriales y multiseriales), fragmentos de equinodermos, gasterópodos y ostrácodos, frecuentes fragmentos de pelecípodos calcíticos y aragoníticos y comunes fragmentos de esponjas.

### CLASTOS

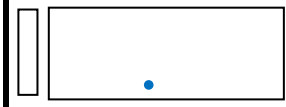
Se observan abundantes intraclastos micritizados que están siendo reemplazados por microespatita. Los intraclastos se encuentran en una porción de la lámina rodeados de espatita y micrita diagenética.

### FABRICA TEXTURAL

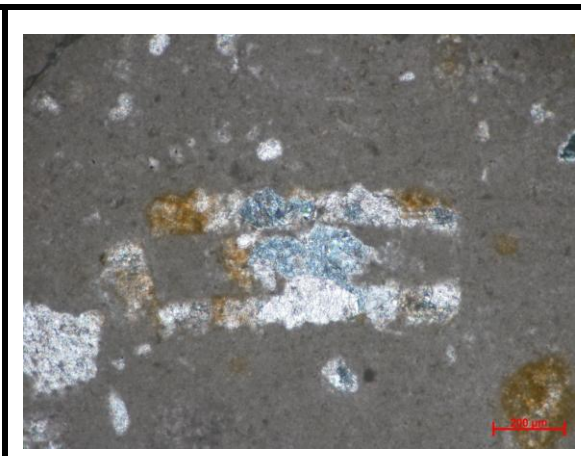
Roca lodo soportada de micrita. Tiene porosidad intrapartícula e interpartícula.



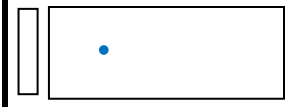
*Foraminiferos bentonicos*



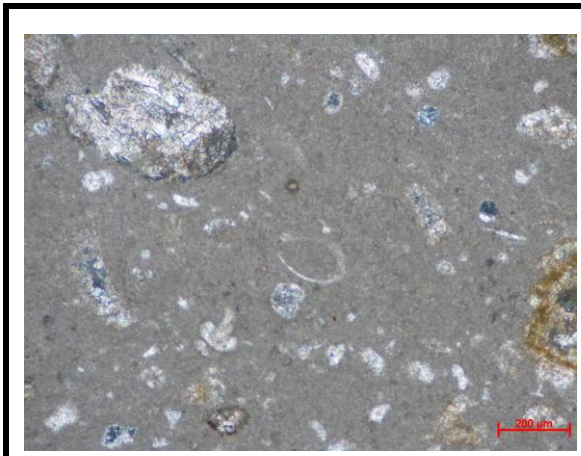
*Foraminiferos bentónicos, en la parte superior derecha fragmento de equinodermo. Nícoles cruzados 10x*



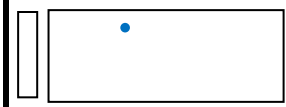
*Fragmento de equinodermo*



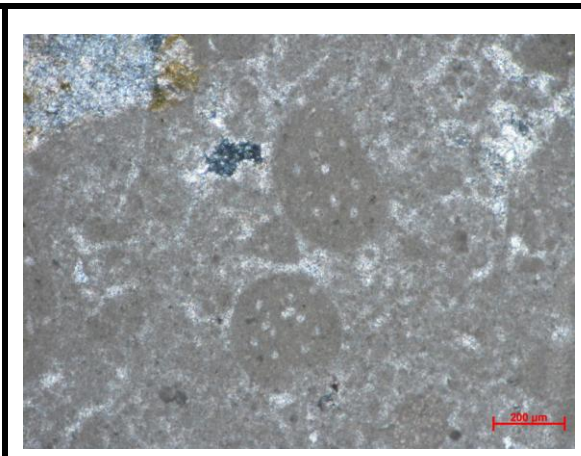
*Fragmento de equinodermo en matriz micrítica. Nícoles cruzados 10x*



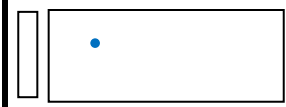
*Ostrácodo*



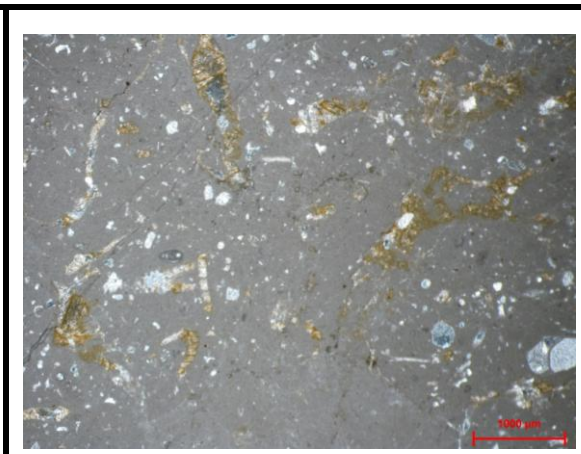
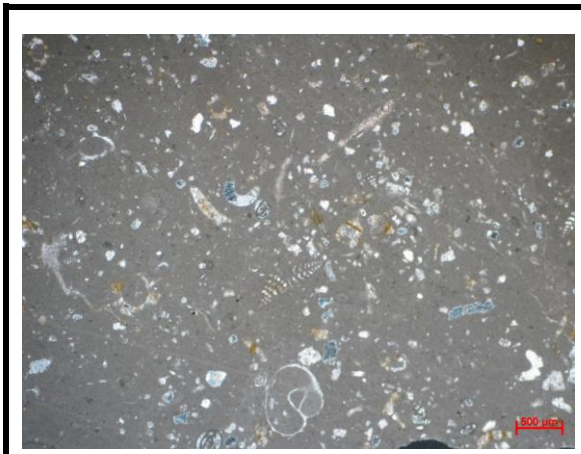
*Fragmento de ostrácodo. Nícoles cruzados 20x*



*Intraclastos*



*Intraclastos micritizados en matriz microesparítica. Nícoles cruzados 10x*



**LÁMINA ANA-19**

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Algas	15%	Abundantes
• Foraminíferos	15%	Abundantes
• Intraclastos	15%	Abundantes
• Fragmentos de equinodermos	5%	Comunes
• Fragmentos de pelecípodos	50%	Abundantes

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 30/70

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe y calcita.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micrita con parches de espatita.

**CLASIFICACIÓN****i. Wackestone Bioclástico****ii. Biomicrita con abundantes fragmentos de pelecípodos, foraminíferos bentónicos, intraclastos micritizados y algas verdes, comunes fragmentos de equinodermos**

DESCRIPCIÓN

PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca lodo soportada con radio aloquímico/ortoquímico de 30/70. La matriz es esparítica, con parches de micrita. Los aloquímicos corresponden a algas, pelecípodos, foraminíferos bentónicos, intraclastos y equinodermos.

MATRIZ

La matriz es heterogénea micrítica con parches de espatita.

GRANOS ESQUELÉTALES

Los bioclastos corresponden a abundantes fragmentos de pelecípodos calcíticos y aragoníticos, algas verdes, foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales, biseriales, multiseriales y espiralados), aporcelanados (miliolidos), intraclastos micritizados y esparitizados, comunes fragmentos de equinoideos y crinoides. Los bioclastos presentan porosidad intragranular, están rodeados de micrita y espatita.

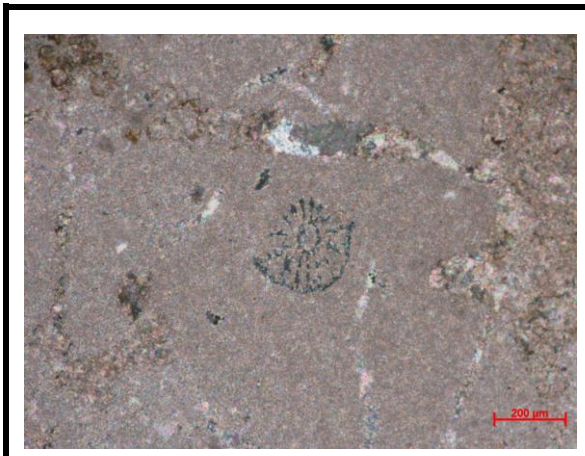
CLASTOS

Se observan abundantes intraclastos micritizados subredondeados rodeados de espatita.

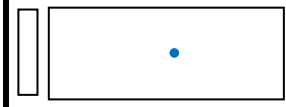
FABRICA TEXTURAL

Se trata de una roca lodo soportada, sin arreglo preferente. Tiene porosidad intrapartícula e interpartícula. Se observan fracturas rellenas de calcita y óxido de hierro.

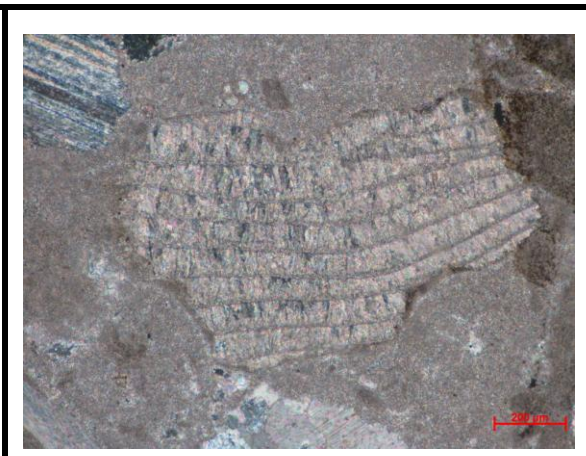




*Equinoideo*



*Fragmento de equinodermo en matriz micrítica. Nícoles cruzados 10x*



*Alga*



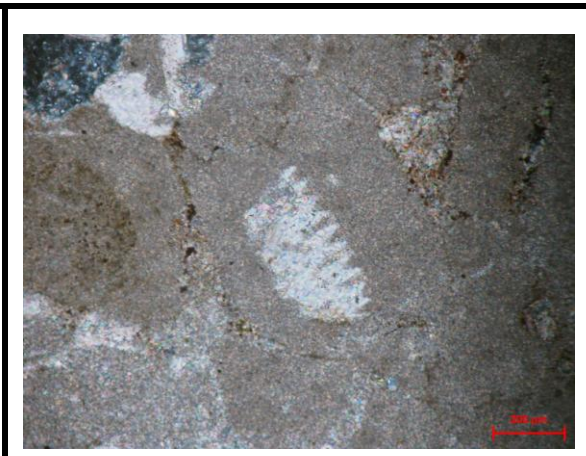
*Alga verde, en la parte superior foraminífero bentónico. Nícoles cruzados 10x*



*Pelecípodo*



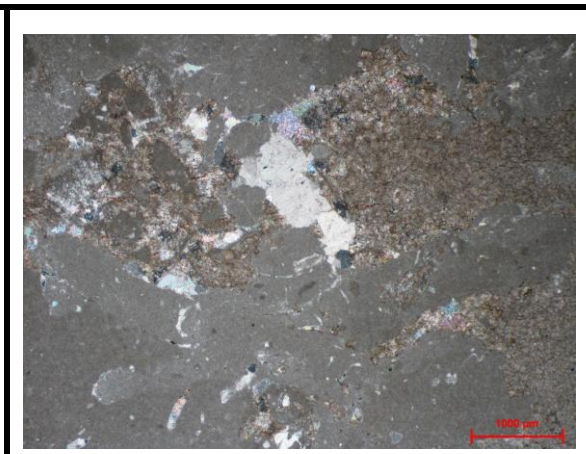
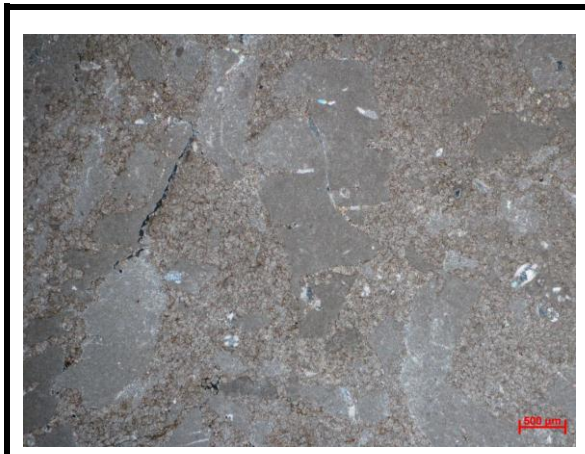
*Fragmento de pelecípodo en matriz micrítica con parches de espátita. Nícoles cruzados 2.5x*



*Crinoide*



*Nícoles cruzados 10x*



**LÁMINA ANA-25 I**

TEXTURA PREDOMINANTE: Grano soportada

PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Algas	40%	Abundantes	• Peloides	5%	Abundantes
• Gasterópodos	5%	Abundantes	• Cortoides	5%	Abundantes
• Foraminíferos	10%	Abundantes			
• Moluscos	15%	Abundantes			
• Intraclastos	20%	Abundantes			

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 70/30

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita y cuarzo.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micrítica

**CLASIFICACIÓN**

**i. Packstone de algas verdes y azules**

**ii. Biomicrita de algas**

DESCRIPCIÓN

PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca grano soportada con radio aloquímico/ortoquímico de 70/30. De matriz micrítica, presenta cristales de cuarzo, calcita y óxido de hierro.

MATRIZ

La matriz es homogénea micrítica.

GRANOS ESQUELETALES

Los bioclastos corresponden a abundantes fragmentos de moluscos, algas verdes, algas azules, foraminíferos bentónicos (miliolidos, espiralados, biseriales y uniseriales) e intraclastos micritizados, gasterópodos, peloides y cortoides. Los bioclastos presentan porosidad intragranular, están rodeados de micrita. Los moluscos presentan cristales de calcita y aragonita.

CLASTOS

Se observan abundantes intraclastos micritizados subredondeados y subangulosos.

PELOIDES Y CORTOIDES

Se observan peloides y cortoides micritizados.

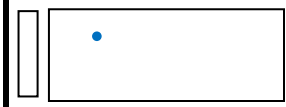
FABRICA TEXTURAL

Se trata de una roca grano soportada, sin arreglo preferente. Tiene porosidad intrapartícula e interpartícula. Se observan fracturas rellenas de calcita y oxido de hierro. Los bioclastos están rellenos de micrita.

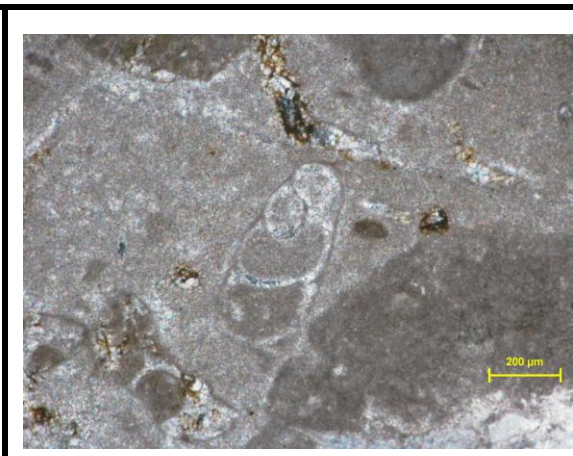




*Alga verde*



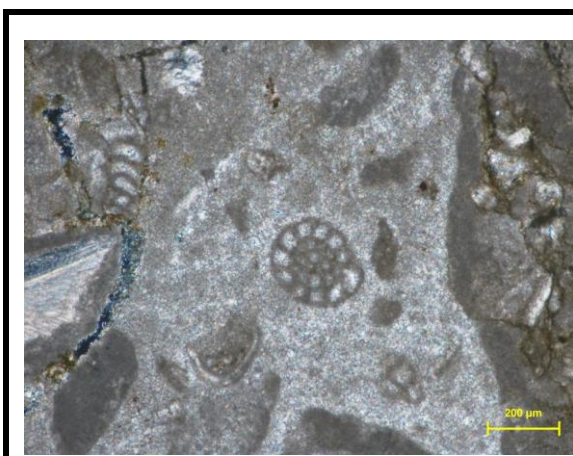
*En la parte superior  
fragmento de molusco y en la  
parte inferior algas.  
Nícoles cruzados 20x*



*Gasterópodo*



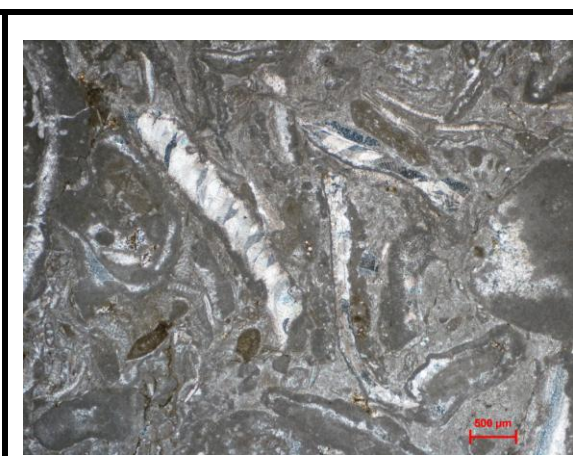
*Gasterópodo en corte  
longitudinal  
Nícoles cruzados 10x*



*Foraminífero bentónico*



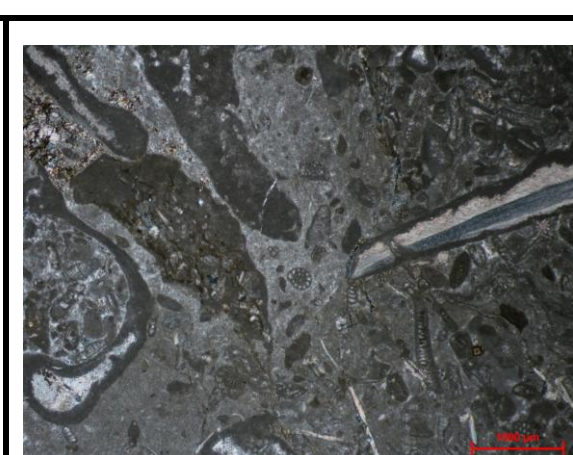
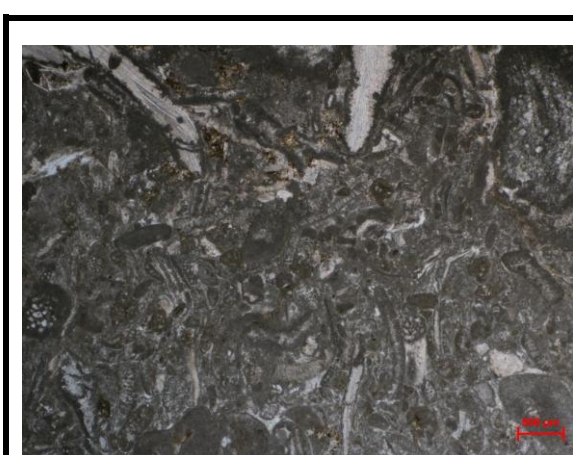
*Al centro foraminífero  
espiralado, a la izquierda  
fragmento de molusco.  
Nícoles cruzados 10x*



*Fragmentos de Moluscos*



*Fragmentos de moluscos  
rodeados de algas,  
intraclastos y foraminíferos.  
Nícoles cruzados 2.5x*





## LÁMINA ANA-25 II

TEXTURA PREDOMINANTE: Grano soportada.

### PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Algas	30%	Abundantes	• Cortoides	5%	Abundantes
• Foraminíferos	10%	Abundantes	• Peloides	35%	Abundantes
• Fragmentos de pelecípodos	15%	Abundantes	• Gasterópodos	2.5%	Abundantes
• Fragmentos de equinodermos	2.5%	Comunes			

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 70/30

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita y cuarzo.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micritica.

## CLASIFICACIÓN

### i. Packstone bioclastico

### ii. Pelmicrita con abundantes algas verdes, fragmentos de pelecípodos, foraminíferos bentónicos, cortoides, gasterópodos, y comunes equinodermos

### DESCRIPCIÓN

#### PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca grano soportada con radio aloquímico/ortoquímico de 70/30. De matriz micritica, presenta cristales de cuarzo, calcita y óxido de hierro. Los aloquímicos estan constituidos por peloides, algas verdes, cortoides, pelecípodos, foraminíferos bentónicos, gasterópodos y equinodermos.

### MATRIZ

La matriz es homogénea micrítica

### GRANOS ESQUELÉTALES

Los bioclastos corresponden a abundantes peloides, algas verdes micritizadas, fragmentos de pelecípodos calcíticos y aragoníticos, foraminíferos bentónicos arenáceos (miliolidos) y aglutinados (espiralados, uniseriales y biseriales), cortoides, gasterópodos y comunes fragmentos de equinodermos.

### PELOIDES Y CORTOIDES

Se observan abundantes peloides y cortoides micritizados.

### FABRICA TEXTURAL

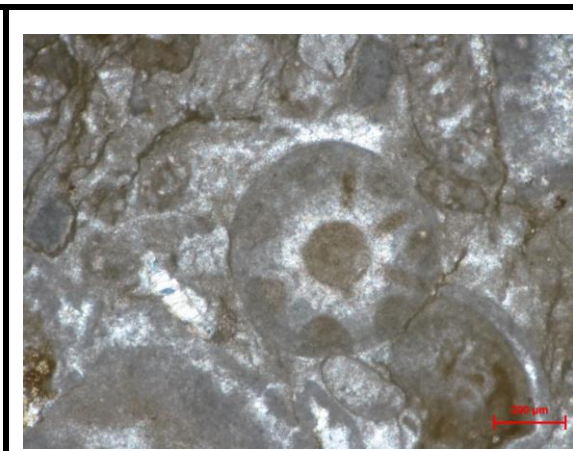
Se trata de una roca grano soportada, sin arreglo preferente. Tiene porosidad intrapartícula e interpartícula. Se observan fracturas rellenas de calcita y óxido de hierro.



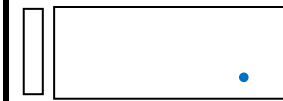
*Foraminífero bentónico*



Al centro miliólido y en los costados rellenos de óxido de fierro.  
Nícoles cruzados 20x



*Fragmento de equinodermo*



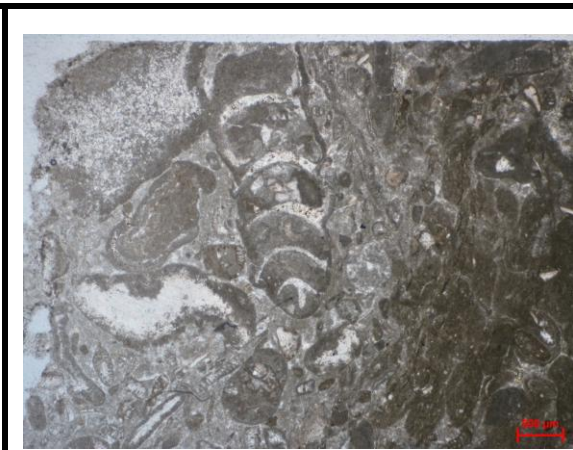
Fragmento de equinodermo en corte transversal.  
Nícoles cruzados 10x



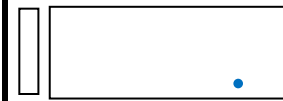
*Fragmento de pelecípodo*



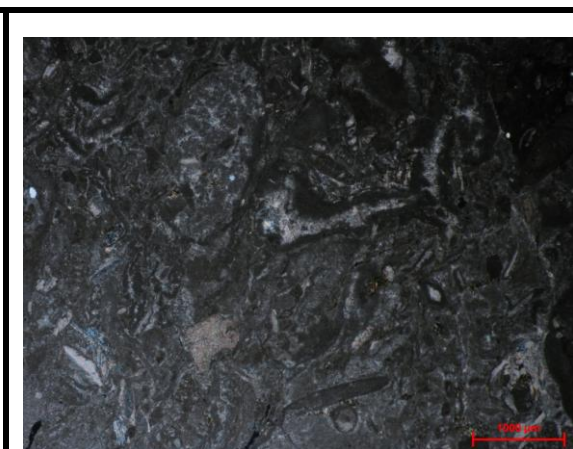
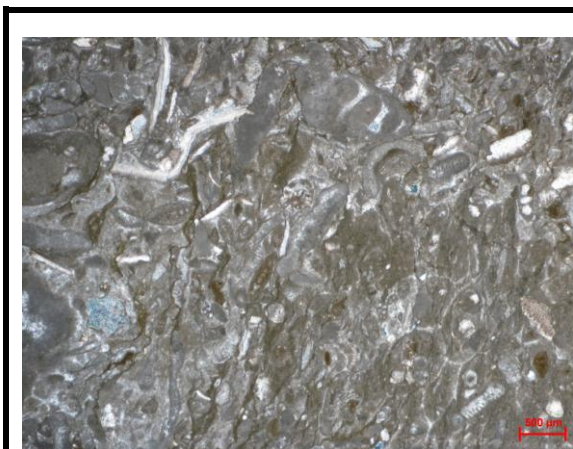
Pelecípodo recristalizado rodeado de foraminíferos, algas verdes y peloides.  
Nícoles cruzados 2.5x



*Gasterópodo*



Gasterópodo en matriz micrítica con foraminíferos bentónicos.  
Nícoles cruzados 10x



## LÁMINA CLYO-58

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

### PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUÍMICA

• Foraminíferos	25%	Abundantes
• Fragmentos de esponja	30%	Abundantes
• Fragmentos de equinodermos	2%	Traza
• Ostrácodos	23%	Abundantes
• Intraclastos	20%	Abundantes

RADIO ALOQUÍMICOS/ORTOQUÍMICOS: 25/75

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Óxido de Fe y calcita.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micrítica con parches de espatita

## CLASIFICACIÓN

### i. Wackestone - Packstone bioclástico

### ii. Biomicrita con abundantes fragmentos de esponjas, ostrácodos, foraminíferos bentónicos, intraclastos micritizados y trazas de equinodermos

### DESCRIPCIÓN

#### PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca lodo soportada, con radio aloquímico/ortoquímico de 25/75 de matriz micrítica, los aloquímicos están constituidos de foraminíferos bentónicos, intraclastos, fragmentos de esponjas, equinodermos y ostrácodos.

#### MATRIZ

La matriz es heterogénea micrítica con parches de espatita

#### GRANOS ESQUELÉTALES

Los bioclastos corresponden a abundantes fragmentos de esponjas y ostrácodos, foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales, biseriales y multiseriales) y aporcelanados (miliolidos), intraclastos micritizados y trazas de equinodermos. Los bioclastos presentan porosidad intragranular.

#### CLASTOS

Se observan abundantes intraclastos micritizados subredondeados a subangulosos.

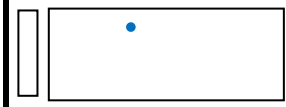
#### FABRICA TEXTURAL

Se trata de una roca híbrida lodo soportada, sin arreglo preferente observable. Tiene porosidad intrapartícula. Se observan fracturas y microfallas rellenas de calcita y óxido de hierro.

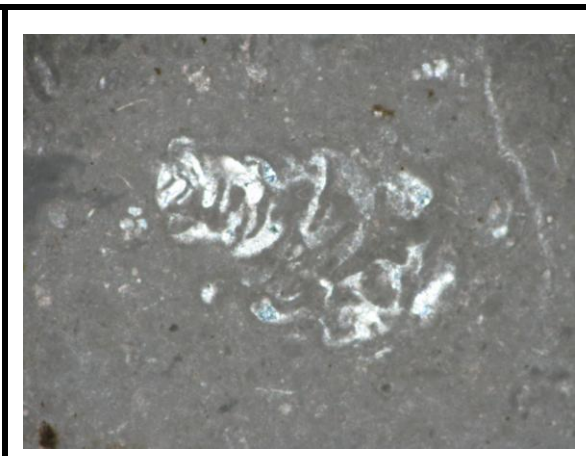




*Foraminífero bentónico*



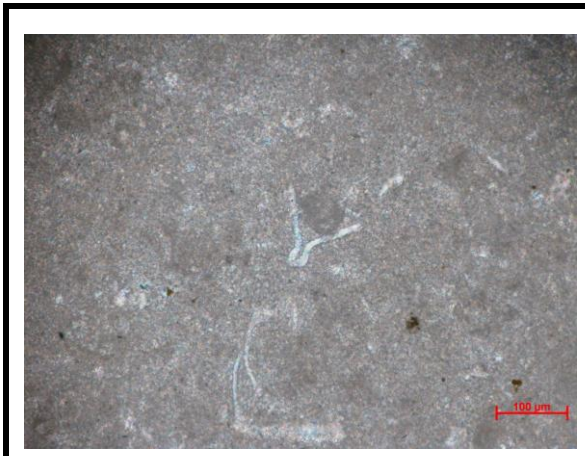
*Foraminífero espiralado, en la parte superior e inferior fragmentos de ostrácodos. Nícoles cruzados 20x*



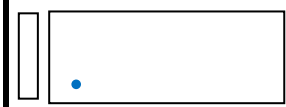
*Esponja*



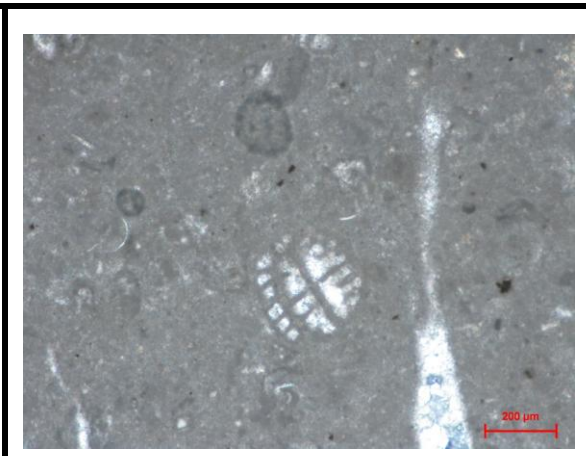
*Fragmento de esponja en matriz micrítica, a la izquierda foraminífero. Nícoles cruzados 10x*



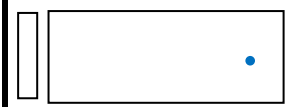
*Ostrácodo*



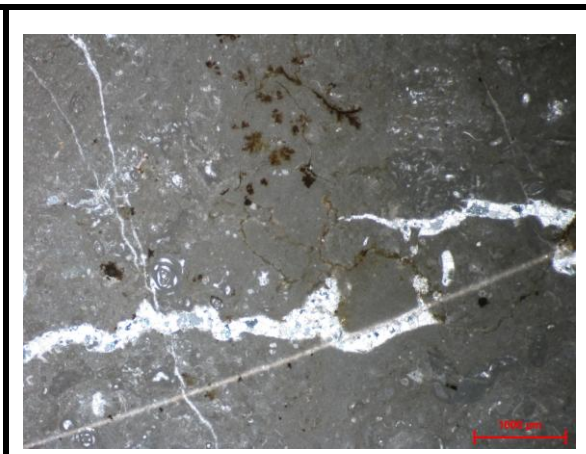
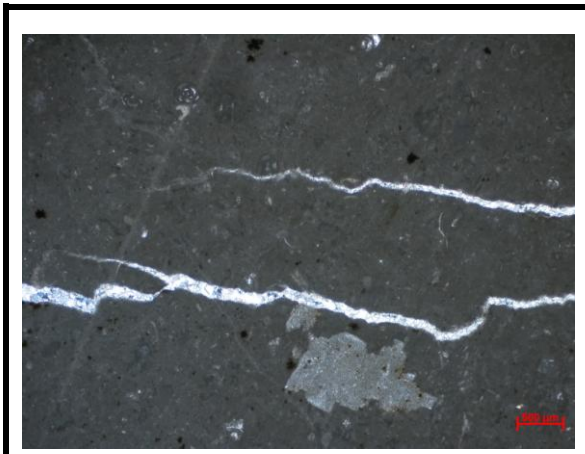
*Fragmentos de ostrácodos. Nícoles cruzados 10x*



*Foraminífero bentónico*



*Foraminífero bentónico con fragmentos de ostrácodos. Nícoles cruzados 10x*



## LÁMINA CLYO-59

TEXTURA PREDOMINANTE: Grano soportada.

### PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Foraminíferos	30%	Abundantes
• Fragmentos de esponjas	20%	Abundantes
• Fragmentos de moluscos	20%	Abundantes
• Intraclastos	15%	Abundantes
• Ostrácodos	15%	Abundantes

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 60/40

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita, dolomita y cuarzo.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micritica con parches de espatita.

## CLASIFICACIÓN

- i. **Packstone - Wackestone bioclástico**
- ii. **Biomicrota de foraminíferos bentónicos con abundantes fragmentos de moluscos, esponjas, ostrácodos e intraclastos micritizados**

### DESCRIPCIÓN

#### PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca grano soportada, con radio aloquímico/ortoquímico de 60/40 de matriz micritica con parches de espatita, los aloquímicos están constituidos de foraminíferos bentónicos, intraclastos micritizados, moluscos, esponjas y ostrácodos.

#### MATRIZ

La matriz es heterogénea micritica con parches de espatita.

#### GRANOS ESQUELÉTALES

Los bioclastos corresponden a abundantes foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliolidos) y arenáceos (uniseriales y biseriales) algunos presentan deformación, fragmentos de esponjas, fragmentos de moluscos con reemplazamiento secundario, intraclastos micritizados y ostrácodos.

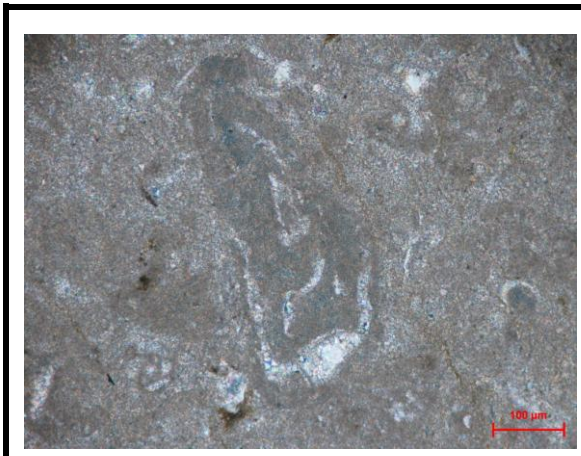
#### CLASTOS

Se observan abundantes intraclastos micritizados subredondeados a subangulosos

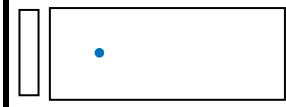
#### FABRICA TEXTURAL

Se trata de una roca híbrida grano soportada, sin arreglo preferente observable. Tiene porosidad intrapartícula. Se observan fracturas y microfallas rellenas de calcita y oxido de hierro. Se observan macrofósiles y estilolitas.

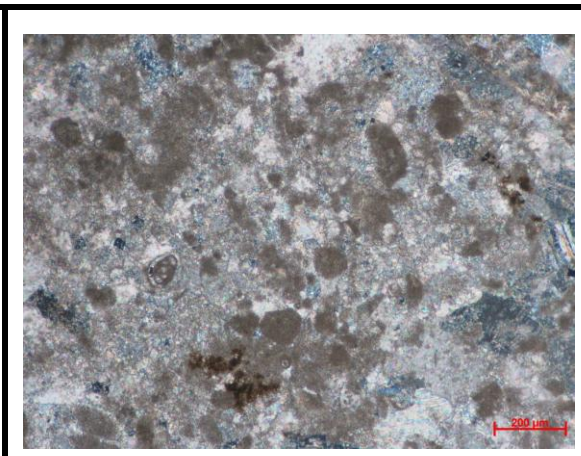




*Foraminífero bentónico*



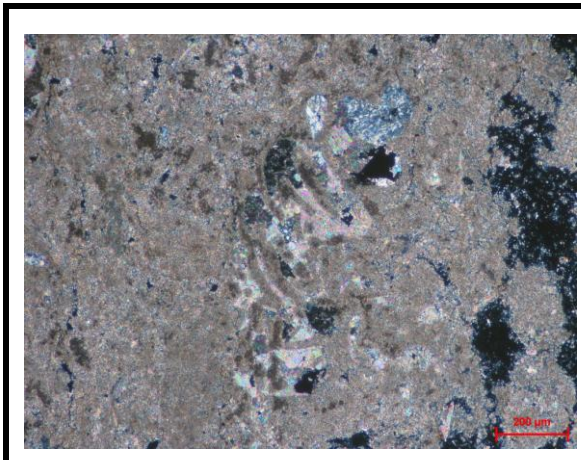
*Miliólidos en matriz  
esparítica.  
Nícoles cruzados 20x*



*Intraclastos*



*Intraclastos micritizados, a la  
izquierda presencia de  
miliólidos.  
Nícoles cruzados 10x*



*Esponja*



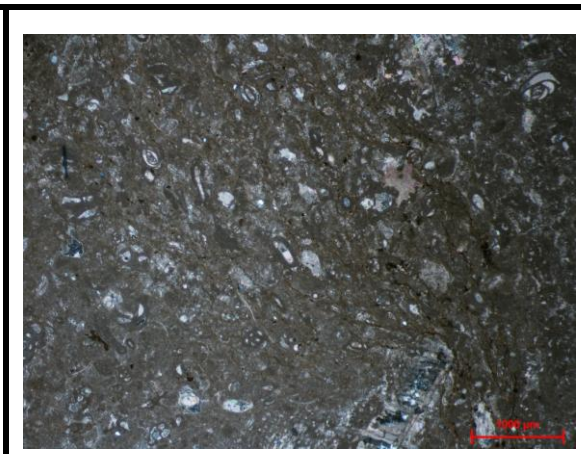
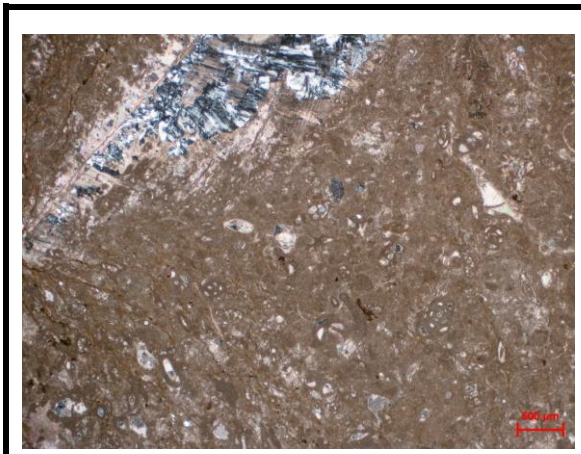
*Fragmento de esponja.  
Nícoles cruzados 10x*



*Ostrácodo*



*Fragmentos de ostrácodos en  
matriz esparítica.  
Nícoles cruzados 20x*





## LÁMINA CLYO-60

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

### PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Foraminíferos	20%	Abundantes
• Fragmentos de ostrácodos	20%	Abundantes
• Intraclastos	15%	Abundantes
• Fragmentos de esponjas	43%	Abundantes
• Algas	2%	Traza

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 30/70

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita y dolomita.

TEXTURA DE CEMENTO: Micritica con parches de espatita.

## CLASIFICACIÓN

### i. Wackestone Bioclástico

### ii. Biomicrita de esponjas con abundantes foraminíferos bentónicos, ostrácodos, intraclastos micritizados y trazas de algas verdes

### DESCRIPCIÓN

#### PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca lodo soportada con radio aloquimico/ortoquimico 30/70, de matriz micritica con parches de espatita. Los aloquímicos están constituidos por foraminíferos bentónicos, ostrácodos, intraclastos micritizados, esponjas y algas verdes.

#### MATRIZ

Matriz heterogénea, micrítica con parches de espatita.

#### GRANOS ESQUELÉTALES

Los bioclastos corresponden a abundantes fragmentos de esponjas y ostrácodos, foraminíferos bentónicos deformados del tipo aporcelanados (miliolidos) y aglutinados (uniseriales), intraclastos micritizados y trazas de algas verdes.

#### CLASTOS

Abundantes intraclastos micritizados, subredondeados a subangulosos.

#### FABRICA TEXTURAL

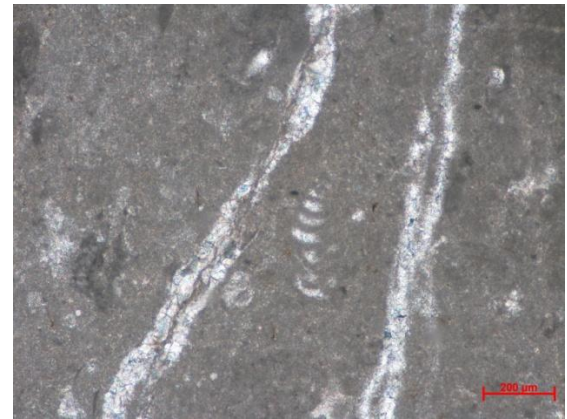
Roca lodo soportada, sin arreglo preferente observable. Presenta familias de fracturas, microfallas y porosidad intrapartícula e interpartícula con recristalización.



*Ostrácodos*



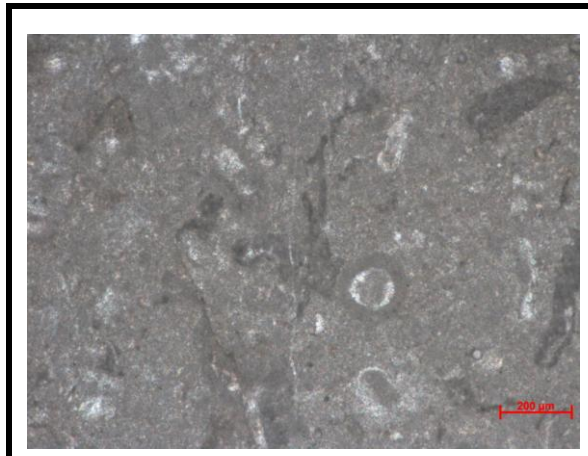
*Fragmentos de ostrácodos desplazados por una microfalla. Nícoles cruzados 10x*



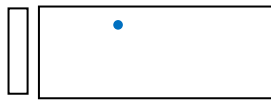
*Foraminífero bentónico*



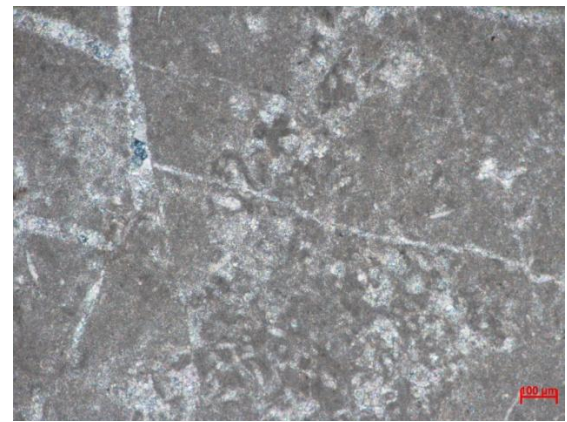
*Al centro foraminífero biserial y a los costados fracturas rellenas de calcita. Nícoles cruzados 10x*



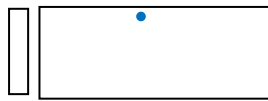
*Intraclasto*



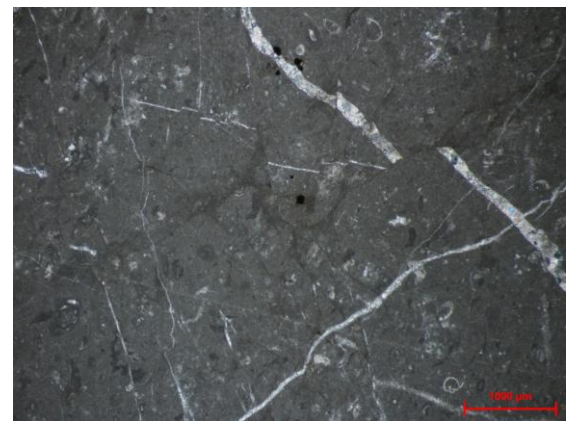
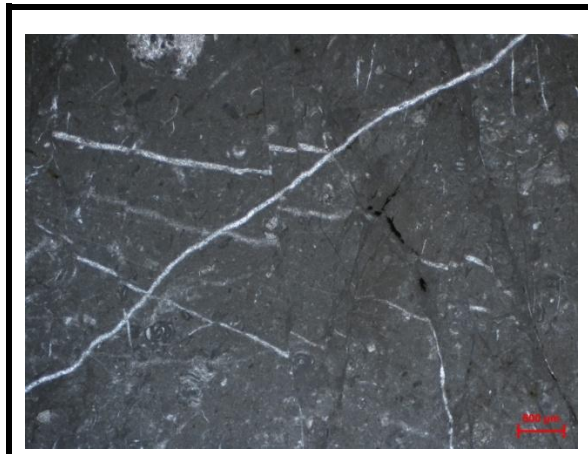
*Intraclasto micritizado con fragmentos de ostrácodos. Nícoles cruzados 10x*



*Esponja*



*Fragmento de esponja con fracturas rellenas de calcita. Nícoles cruzados 10x*



## LÁMINA CLYO-62

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

### PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Foraminíferos	15%	Abundantes	• Calciesferas	1%	Abundantes
• Intraclastos	14%	Abundantes	• Ostrácodos	20%	Abundantes
• Esponjas	15%	Abundantes			
• Fragmentos de Pelecípodos	15%	Abundantes			
• Fragmentos de Braquiópodos	20%	Traza			

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 40/60

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita y cuarzo.

TEXTURA DE CEMENTO: Micritica con parches de espatita.

## CLASIFICACIÓN

### i. Wackestone Bioclástico

### ii. Biomicrita con abundantes fragmentos de pelecípodos y ostrácodos, foraminíferos bentónicos, esponjas, intraclastos micritizados, calciesferas y trazas de braquiópodos

### DESCRIPCIÓN

#### PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca lodo soportada con radio aloquímico/ortoquímico 40/60. La matriz es micrítica con parches de espatita. Se observan ostrácodos, intraclastos, calciesferas, foraminíferos bentónicos, esponjas, pelecípodos y braquiópodos.

#### MATRIZ

La matriz es heterogénea micritica con parches de espatita.

#### GRANOS ESQUELETALES

Los bioclastos corresponden a abundantes fragmentos de pelecípodos con cristales de calcita y recristalización de aragonita, fragmentos de ostrácodos y esponjas, foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliolidos) y aglutinados (uniseriales y biseriales), intraclastos micritizados, calciesferas y trazas de braquiópodos.

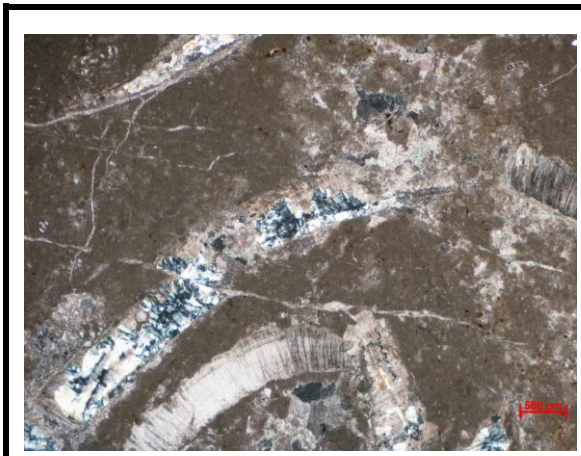
#### CLASTOS

Se observan abundantes intraclastos micritizados subredondeados.

#### FABRICA TEXTURAL

Se trata de una roca lodo soportada, sin arreglo preferente observable. Presenta porosidad intrapartícula, fracturas y microfallas con relleno de calcita y oxido de hierro.

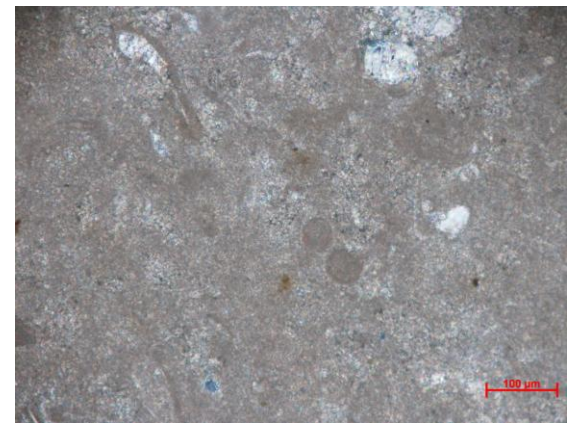




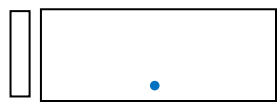
*Fragmento de Pelecípodo*



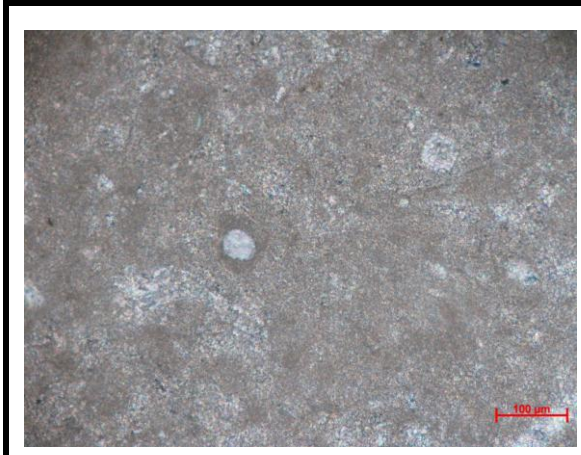
*Fragmentos de moluscos  
recristalizados con  
foraminíferos bentónicos.  
Nícoles cruzados 2.5x*



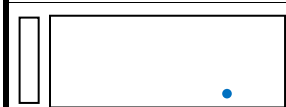
*Intraclastos micritizados*



*Al centro intraclastos  
micritizados, a la derecha  
calciesferas.  
Nícoles cruzados 20x*



*Calciesferas*



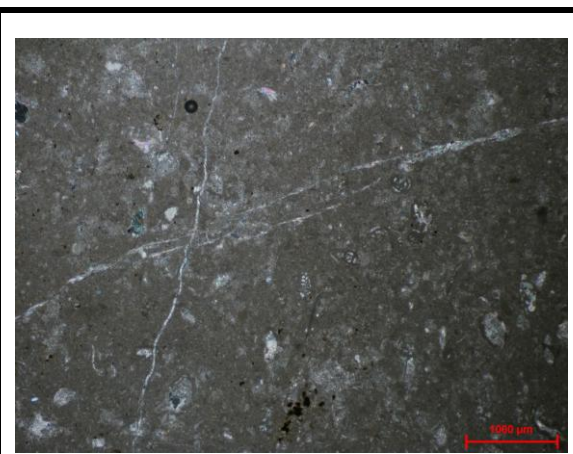
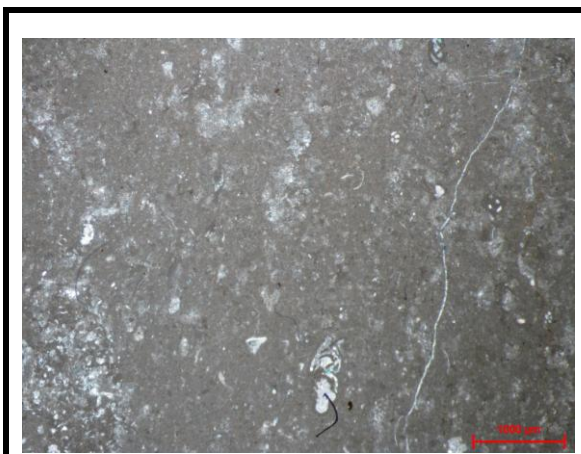
*Calciesferas en matriz  
esparítica.  
Nícoles cruzados 20x*



*Ostrácodo*



*Fragmento de ostrácodo con  
calciesferas.  
Nícoles cruzados 20x*



## LÁMINA COY-01

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

### PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Foraminíferos	45%	Abundantes	• Briozooario	1%	Traza
• Gasterópodos	4%	Raros	• Intraclastos	5%	Abundantes
• Ostrácodos	15%	Abundantes	• Esponjas	30%	Abundantes

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 40/60

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita y cuarzo.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micritica con parches de espatita.

## CLASIFICACIÓN

### i. Wackestone Bioclástico

### ii. Biomicrita con abundantes foraminíferos bentónicos, esponjas, ostrácodos, intraclastos micritizados, raros gasterópodos y trazas de briozooarios

### DESCRIPCIÓN

#### PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca lodo soportada con radio aloquímico/ortoquímico 40/60. La matriz es micrítica con parches de espatita. Se observan bioclastos de foraminíferos bentónicos, intraclastos, esponjas, ostrácodos, briozooarios y gasterópodos.

#### MATRIZ

La matriz es heterogenea micritica con parches de espatita.

#### GRANOS ESQUELETALES

Los bioclastos corresponden a abundantes foraminíferos bentónicos aglutinados (uniseriales, biseriales y multiseriales) y aporcelanados (miliolidos), fragmentos de esponjas y ostrácodos, intraclastos micritizados y raros gasterópodos (hipostracum) y trazas de briozooarios.

#### CLASTOS

Se observan abundantes intraclastos micritizados subredondeados.

#### FABRICA TEXTURAL

Se trata de una roca lodo soportada, sin arreglo preferente observable. Presenta porosidad intrapartícula, fracturas con relleno de calcita y oxido de hierro.

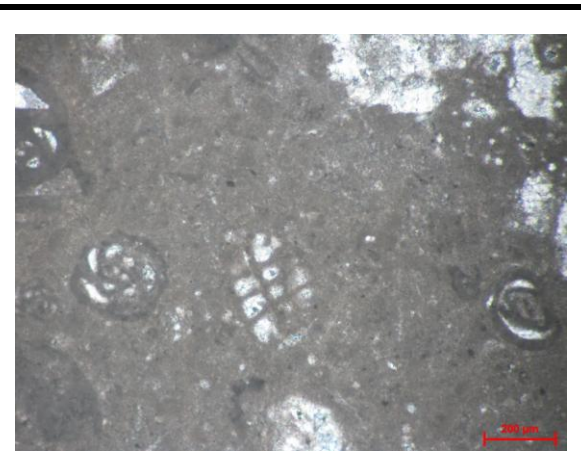




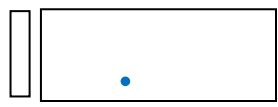
*Gasterópodo*



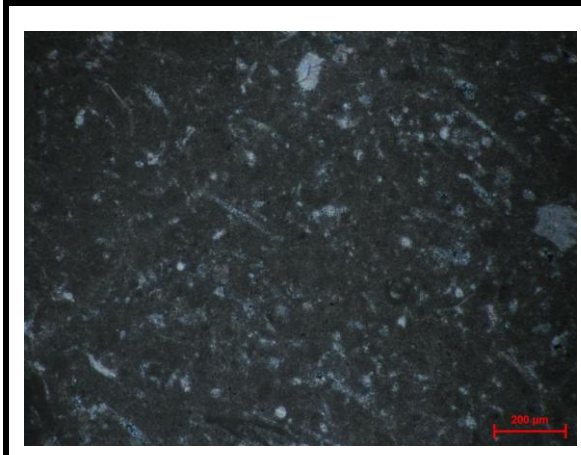
*Gasterópodo hipostracum en corte longitudinal en matriz micrítica.  
Nícoles cruzados 10x*



*Foraminífero bentónico*



*Al centro foraminífero bentónico multiserial y a los costados miliólidos.  
Nícoles cruzados 10x*



*Esponja*



*Fragmento de esponja con intraclastos.  
Nícoles cruzados 10x*



*Ostrácodos*



*Ostracodos en corte transversal y foraminífero bentónico.  
Nícoles cruzados 10x*





## LÁMINA COY-06

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

### PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Foraminíferos	30%	Abundantes	• Gasterópodos	1%	Traza
• Fragmentos de esponjas	40%	Comunes	• Equinodermos	1%	Traza
• Algas	3%	Abundantes			
• Peloides	15%	Abundantes			
• Fragmentos de ostrácodos	10%	Abundantes			

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 30/70

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita y dolomita.

TEXTURA DE CEMENTO: Micrita con parches de espatita.

## CLASIFICACIÓN

### i. Packstone Bioclástico

### ii. Biomicrita con abundantes foraminíferos bentónicos, peloides, fragmentos de ostrácodos y algas verdes, comunes fragmentos de esponjas y trazas de gasterópodos

### DESCRIPCIÓN

#### PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca lodo soportada con radio aloquímicos/ortoquímicos 30/70 de matriz micrítica con parches de espatita. Los aloquímicos están constituidos por foraminíferos bentónicos, ostrácodos, peloides, algas, gasterópodos, esponjas y equinodermos.

#### MATRIZ

La matriz es heterogénea, micrítica con parches de espatita.

#### GRANOS ESQUELETALES

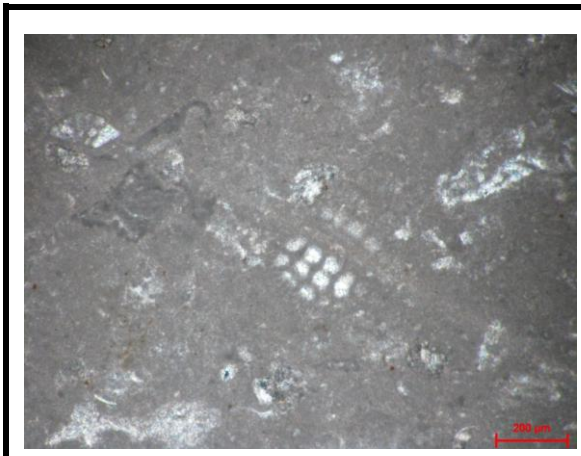
Los bioclastos corresponden a abundantes foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales, biseriales, multiseriales y espiralados) y aporcelanados (miliolidos), peloides, fragmentos de ostrácodos y algas verdes, comunes fragmentos de esponjas y trazas de gasterópodos y equinodermos.

#### PELOIDES

Se observan abundantes peloides micritizados.

#### FABRICA TEXTURAL

Roca lodo soportada sin arreglo preferente observable. Tiene porosidad interpartícula e intrapartícula. Se observan familias de fracturas rellenas de calcita y microfallas.



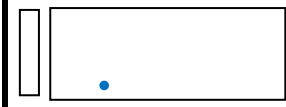
*Foraminífero bentónico*



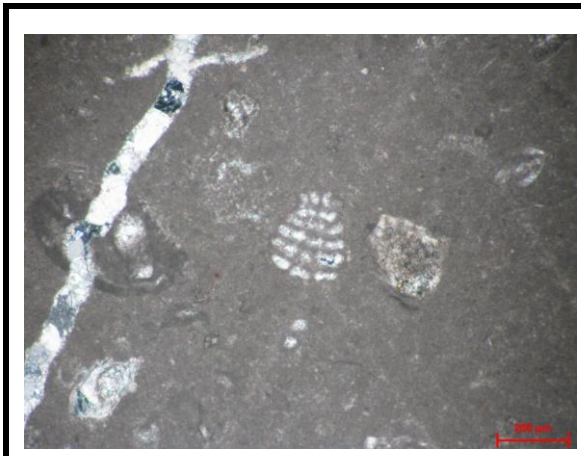
*Foraminífero bentónico multiserial, a la izquierda fantasma de miliólido. Nícoles cruzados 2.5x*



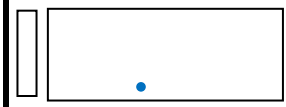
*Ostrácodos*



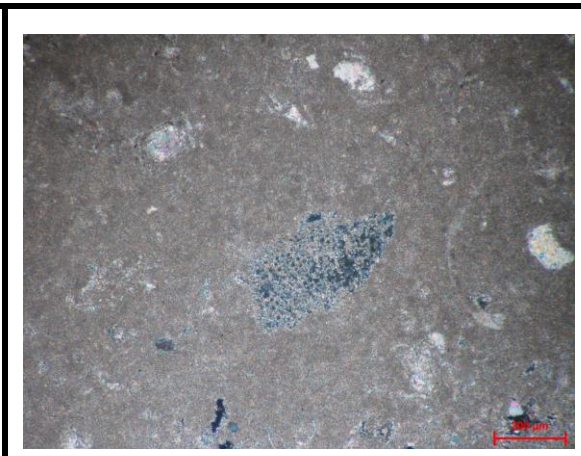
*Fragmentos de ostrácodos en matriz micrítica. Nícoles cruzados 10x*



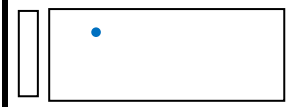
*Foraminífero bentónico*



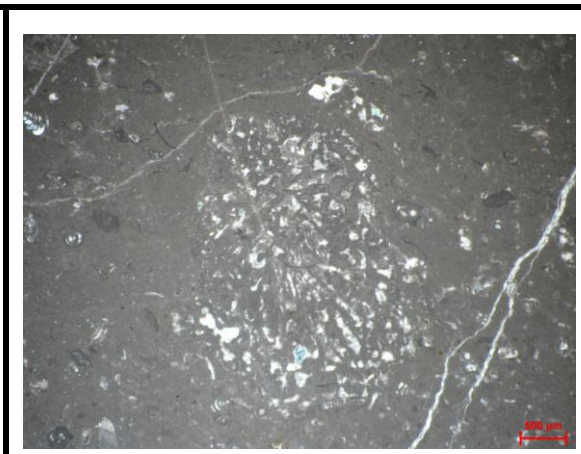
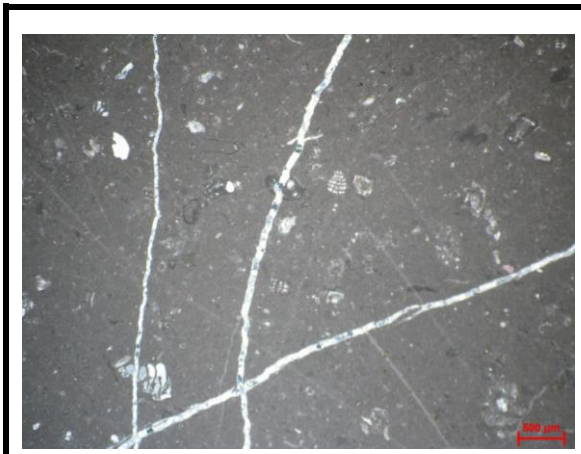
*Al centro y a la izquierda foraminífero bentónico con fractura rellena de calcita. Nícoles cruzados 10x*



*Fragmento de Equinodermo*



*Fragmento de equinodermo en matriz micrítica. Nícoles cruzados 10x*



**LÁMINA MAG-53 A**

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

**PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA**

• Gasterópodos	1.5%	Traza	• Intraclastos	15%	Abundantes
• Foraminíferos	15%	Abundantes	• Ostrácodos	60%	Abundantes
• Fragmentos de equinodermos	7.5%	Abundantes	• Algas	1%	Traza

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 30/70

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita y cuarzo.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micrita.

**CLASIFICACIÓN****i. Wackestone Bioclástico****ii. Biomicrita con abundantes ostrácodos, foraminíferos bentónicos e intraclastos micritizados, y equinodermos, trazas de gasterópodos y algas verdes****DESCRIPCIÓN****PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES**

Roca lodo soportada, con radio aloquimico/ortoquimico de 30/70 de matriz micritica, los aloquímicos están constituidos por foraminíferos bentónicos, gasterópodos, ostrácodos, algas, intraclastos y equinodermos.

**MATRIZ**

La matriz es heterogénea micrítica con parches de espatita.

**GRANOS ESQUELÉTALES**

Los bioclastos corresponden a abundantes fragmentos de ostrácodos, foraminíferos bentónicos aglutinados (uniseriales, biseriales y espiralados) y aporcelanados (miliolidos), intraclastos micritizados y fragmentos de equinodermos, trazas de gasterópodos y algas verdes.

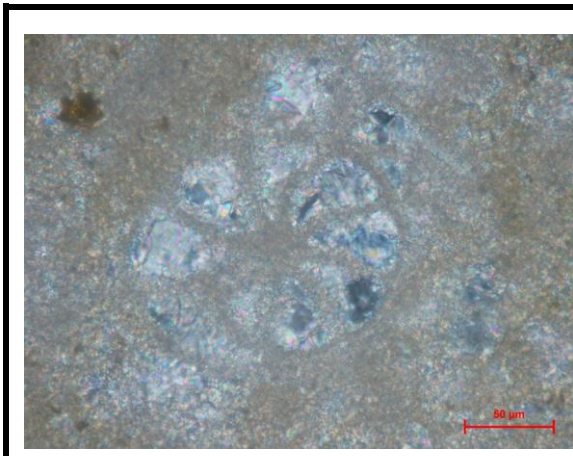
**CLASTOS**

Se observan abundantes intraclastos micritizados subredondeados y subangulosos.

**FABRICA TEXTURAL**

Se trata de una roca lodo soportada, sin arreglo preferente observable. Tiene porosidad intrapartícula e interpartícula. Se observan fracturas y microfallas rellenas de calcita y oxido de hierro.





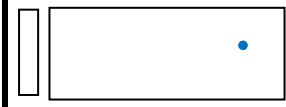
*Foraminífero bentónico*



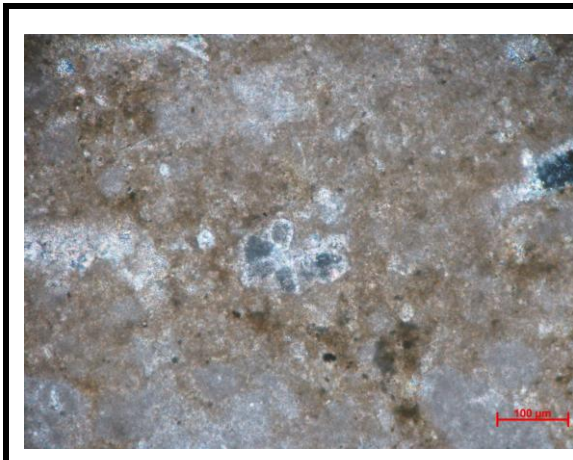
*Foraminífero bentónico  
espiralado.  
Nícoles cruzados 50x*



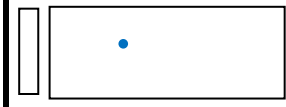
*Ostrácodo*



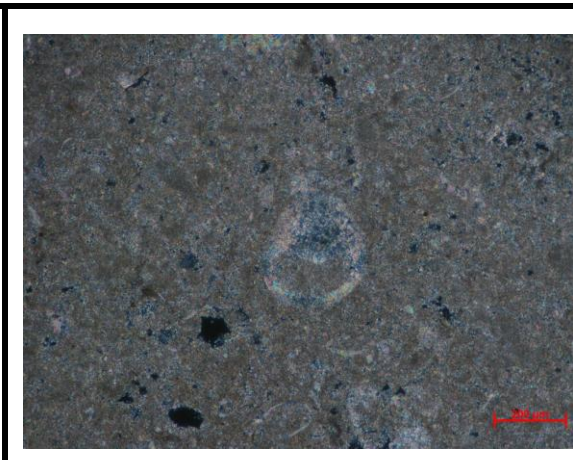
*Fragmento de ostrácodo  
Nícoles cruzados 20x*



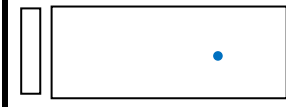
*Alga*



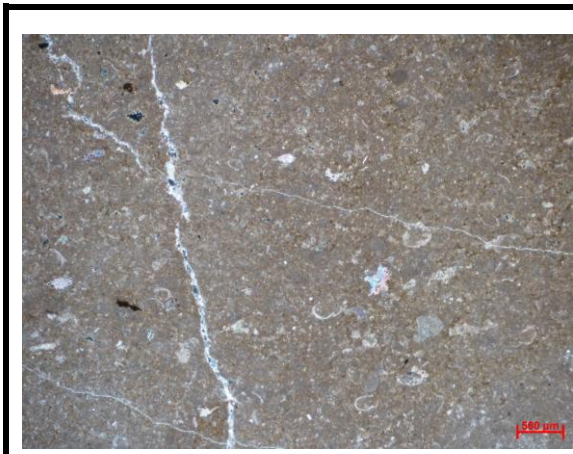
*Alga en corte trasversal  
Nícoles cruzados 20x*



*Gasterópodo*



*Gasterópodo con fragmentos  
de ostrácodos.  
Nícoles cruzados 10x*



**LÁMINA MAG-54**

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Gasterópodos	3%	Raros	• Intraclastos	2%	Raros
• Fragmentos de esponjas	30%	Abundantes	• Foraminíferos	20%	Abundantes
• Fragmentos de braquiópodos	20%	Raros	• Ostrácodos	25%	Abundantes

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 30/70

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita y cuarzo.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micrítica.

**CLASIFICACIÓN****i. Wackestone Bioclástico****ii. Biomicrita con abundantes fragmentos de esponjas, ostrácodos y foraminíferos bentónicos, raros braquiopodos, gasterópodos e intraclastos micritizados**

DESCRIPCIÓN

PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca soportada por lodo, con radio aloquímico/ortoquímicos de 30/70 de matriz micrítica, los aloquímicos están constituidos por esponjas, ostrácodos, foraminíferos bentónicos, braquiopos, gasterópodos e intraclastos.

MATRIZ

La matriz es homogénea micrítica.

GRANOS ESQUELÉTALES

Los bioclastos corresponden a abundantes fragmentos de esponjas, ostrácodos, foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales y biseriales) y aporcelanados (miliolidos), así como raros braquiopodos, gasterópodos e intraclastos micritizados.

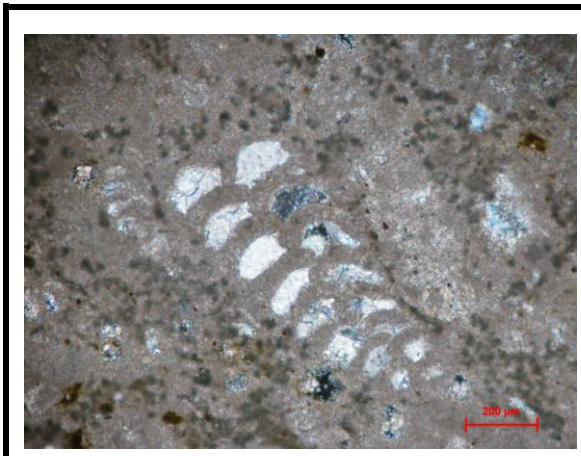
CLASTOS

Se observan raros intraclastos micritizados.

FABRICA TEXTURAL

Roca lodo soportada con bioturbación, sin arreglo preferente, se observa porosidad intrapartícula e interpartícula, fracturas rellenas de calcita.





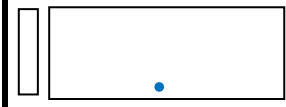
*Foraminífero bentónico*



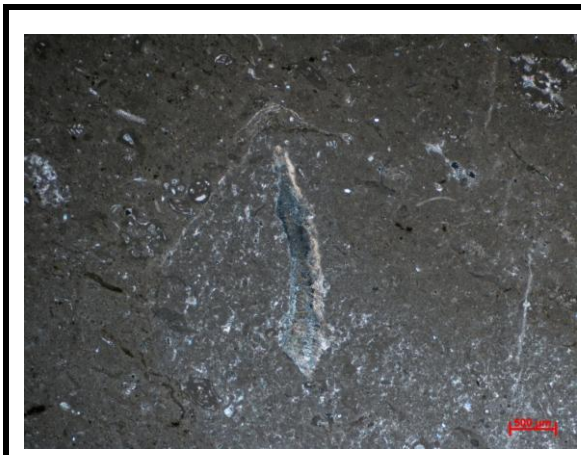
*Foraminífero bentónico biserial.  
Nícoles cruzados 20x*



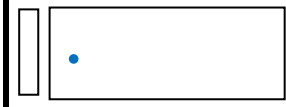
*Ostrácodo*



*Fragmento de ostrácodo en matriz micrítica.  
Nícoles cruzados 20x*



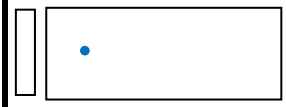
*Fragmento de Pelecípodo*



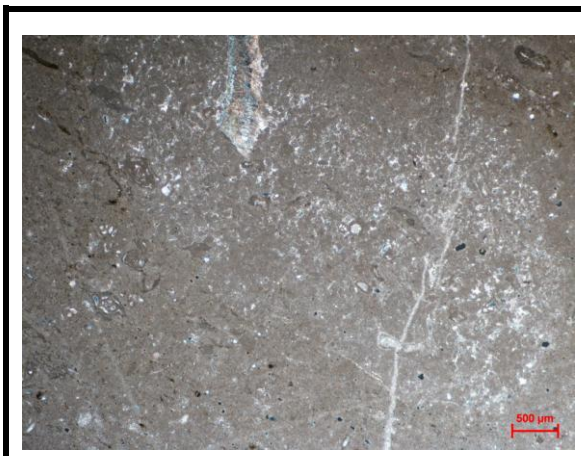
*Fragmento de pelecípodo con miliólidos y esponjas.  
Nícoles cruzados 2.5x*



*Foraminífero bentónico*



*Miliólido.  
Nícoles cruzados 20x*



## LÁMINA MAG-56

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Foraminíferos	15 %	Abundantes
• Ostrácodos	5 %	Abundantes
• Fragmentos de esponja	40 %	Abundantes
• Intraclastos	20 %	Abundantes
• Fragmentos de braquiopodos	20 %	Comunes

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 25/75

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita, cuarzo y dolomita.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micritica con parches de espatita y micrita diagenetica.

### CLASIFICACIÓN

#### i. Wackestone Bioclástico

#### ii. Biomicrita con abundantes fragmentos de esponjas, intraclastos micritizados, foraminíferos bentónicos y ostrácodos, comunes braquiópodos

DESCRIPCIÓN

PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca lodo soportada, con radio aloquímico/ortoquímico 25/75 de matriz micrítica con partes de espatita y micrita diagenetica. Los bioclastos corresponden a foraminíferos bentónicos, braquiopodos, ostrácodos, intraclastos y esponjas.

MATRIZ

La matriz es micritica con parches de espatita y micrita diagenética.

GRANOS ESQUELÉTALES

Los bioclastos corresponden a abundantes fragmentos de esponjas, intraclastos micritizados, foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales y biseriales) y aporcelanados (miliolidos), fragmentos de ostrácodos y comunes braquiópodos.

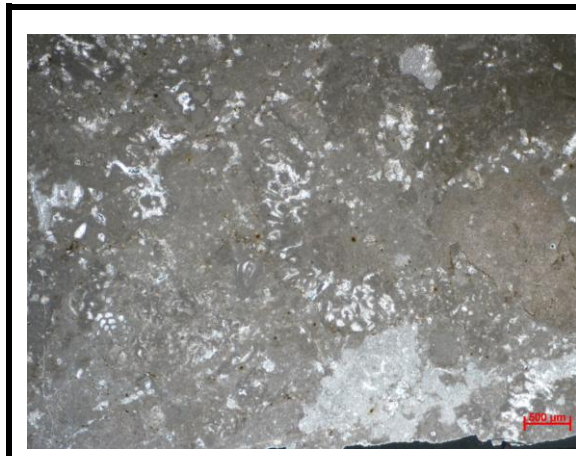
CLASTOS

Los intraclastos son abundantes y están micritizados

FABRICA TEXTURAL

Roca lodo soportada, sin arreglo preferente. Se observan parches de micrita diagenetica con espatita. Presenta porosidad intrapartícula y fracturas rellenas de calcita.

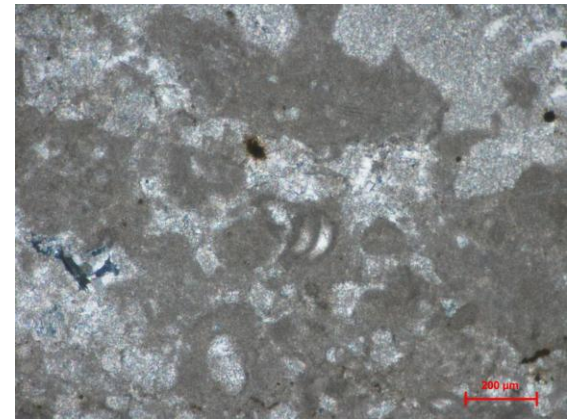




*Esponja*



Fragmentos de esponjas con foraminíferos bentónicos biseriales y miliólidos.  
Nícoles cruzados 2.5x



*Foraminífero bentónico*



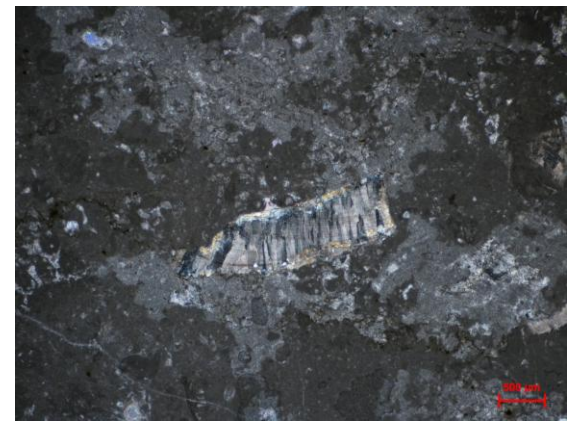
Al centro fragmento de foraminífero bentónico uniserial.  
Nícoles cruzados 10x



*Foraminífero bentónico*



Nícoles cruzados 20x



*Fragmento de braquiópodo*



Fragmento de braquiópodo en matriz micrítica diagenética con espátita.  
Nícoles cruzados 2.5x



**LÁMINA MN-2A**

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Foraminíferos	20%	Abundantes
• Briozoarios	2%	Raros
• Peloides	50%	Abundantes
• Calciesferas	3%	Abundantes
• Intraclastos	25%	Abundantes

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 20/80

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita, dolomita y cuarzo.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micritica con parches de espatita.

**CLASIFICACIÓN****i. Wackestone Peloidal****ii. Pelmicrita con abundantes intraclastos, foraminíferos bentónicos, calciesferas y raros briozoarios**

DESCRIPCIÓN

PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca lodo soportada con radio aloquímico/ortoquímico de 20/80. De matriz micritica con parches de espatita. Los aloquímicos estan conformados por peloides, foraminíferos bentónicos, intraclastos, calciesferas y briozoarios.

MATRIZ

La matriz es heterogénea micrítica con parches de espatita.

GRANOS ESQUELETALES

Los bioclastos corresponden a abundantes peloides, intraclastos micritizados, foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliolidos) y aglutinados (uniseriales, biseriales y espiralados), calciesferas y raros briozoarios.

CLASTOS

Se observan abundantes intraclastos micritizados subredondeados a subangulosos.

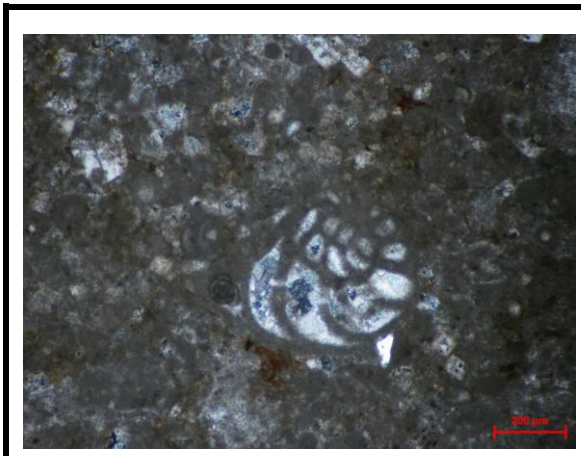
PELOIDES

Se observan abundantes peloides, en algunos se observan la parte esquelética de los organismos.

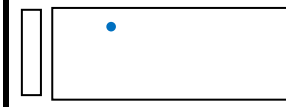
FABRICA TEXTURAL

Se trata de una roca lodo soportada, sin arreglo preferente observable. Tiene porosidad intrapartícula e interpartícula. Se observan fracturas rellenas de calcita.

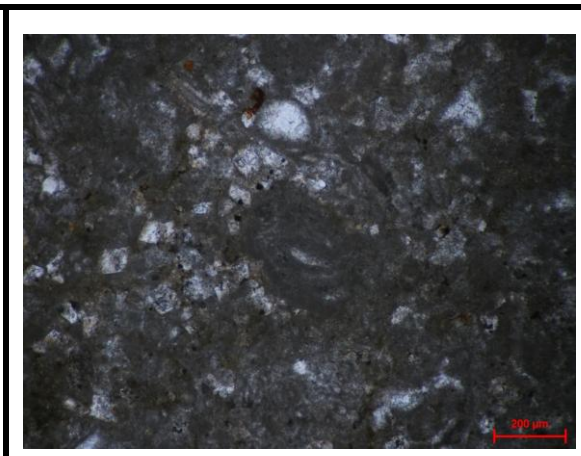




*Foraminífero bentónico*



*Foraminífero bentónico  
espiralado con miliólidos e  
intraclastos micritizados.  
Nícoles cruzados 10x*



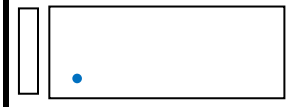
*Foraminífero bentónico*



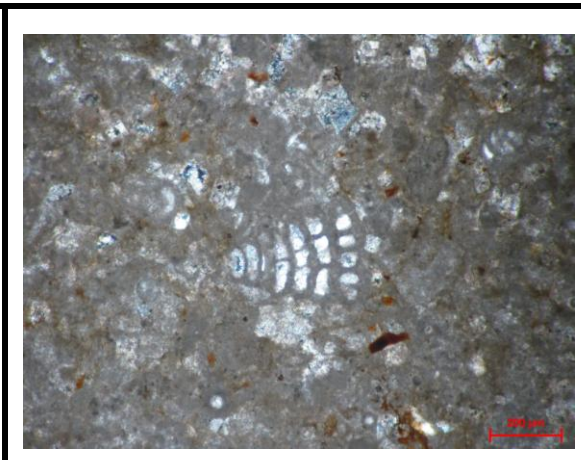
*En la parte superior  
calciesfera, a la izquierda  
cristales de dolomita .  
Nícoles cruzados 10x*



*Foraminífero bentónico*



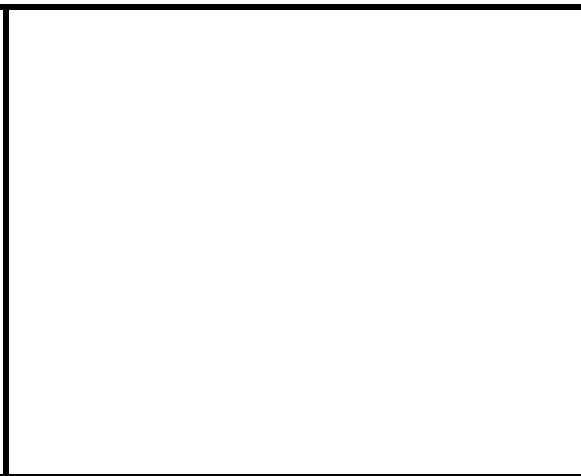
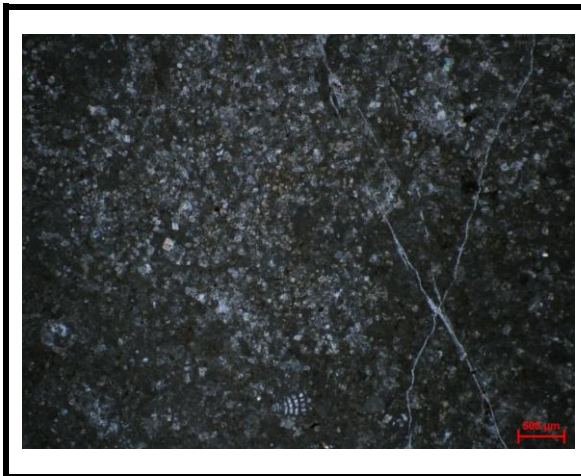
*Miliólido espartizado.  
Nícoles cruzados 50x*



*Foraminífero bentónico*



*Foraminífero bentónico con  
calciesferas y cristales de  
dolomita.  
Nícoles cruzados NX 7*





**LÁMINA MN-3A**

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada.

PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Foraminíferos	40%	Abundantes	• Pellets	10%	Abundantes
• Fragmentos de esponjas	10%	Comunes	• Ostrácodos	5%	Abundantes
• Fragmentos de equinodermos	5%	Comunes	• Peloides	30%	Abundantes

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 20/80

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita, dolomita y cuarzo.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micritica con parches de espatita.

**CLASIFICACIÓN****i. Wackestone Bioclástico****ii. Pelmicrita con abundantes foraminíferos bentónicos, pellets, ostrácodos, comunes fragmentos esponjas y equinodermos**

## DESCRIPCIÓN

## PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca lodo soportada con radio aloquímico/ortoquímico de 20/80. De matriz micritica con parches de espatita. Los aloquímicos estan conformados por peloides, foraminíferos bentónicos, esponjas, equinodermos, ostrácodos y pellets.

## MATRIZ

La matriz es heterogenea micrítica con parches de espatita.

## GRANOS ESQUELETALES

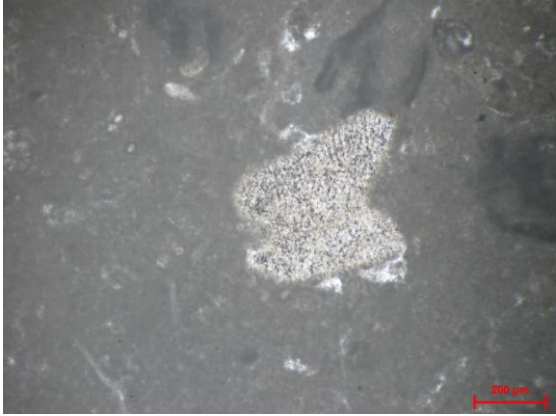
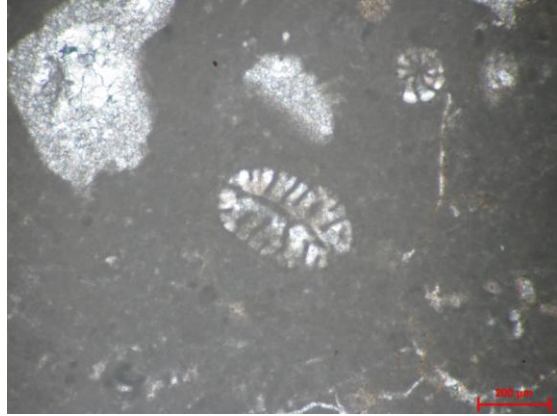



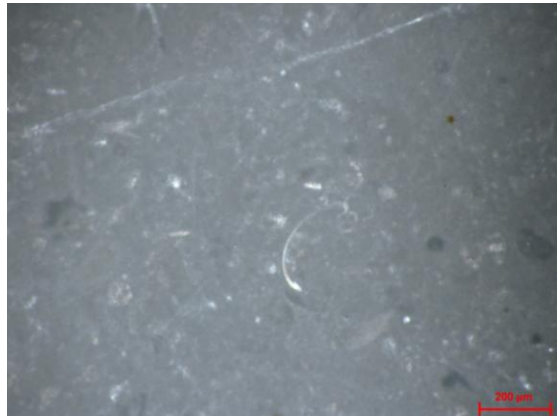


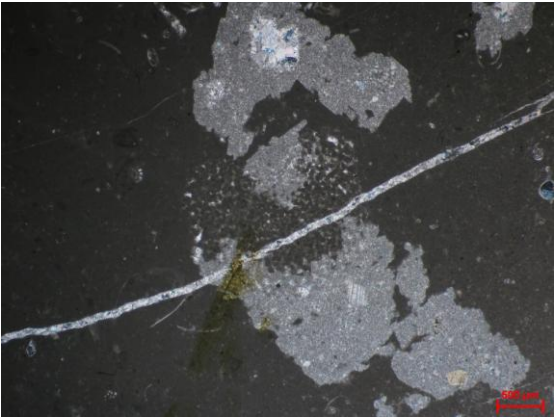

Los bioclastos corresponden a abundantes peloides, foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliolidos) y aglutinados (uniseriales, biseriales y espiralados), pellets, ostrácodos comunes fragmentos de esponjas y equinodermos.

## PELLETS Y PELOIDES

Se observan abundantes pellet y peloides micritizados.

## FABRICA TEXTURAL

Se trata de una roca lodo soportada, sin arreglo preferente observable. Tiene porosidad intrapartícula e interpartícula. Se observan fracturas y vetillas rellenas de calcita.

			
<p><i>Fragmento de equinodermo</i></p>	<p><i>Foraminífero bentónico</i></p>		
	<p><i>Al centro fragmento de equinodermo, a la izquierda foraminífero espiralado. Nícoles cruzados 10x</i></p>		<p><i>Foraminíferos bentónicos en matriz micrítica. Nícoles cruzados 10x</i></p>
			
<p><i>Foraminífero bentónico</i></p>	<p><i>Fragmento de Ostrácodo</i></p>		
	<p><i>Foraminífero espiralado con fractura rellena. Nícoles cruzados 20x</i></p>		<p><i>Fragmentos de ostrácodos con peloídes. Nícoles cruzados 10x</i></p>
			

**LÁMINA MN-4A**

TEXTURA PREDOMINANTE: Grano soportada.

PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Peloides	30%	Abundantes	• Gasterópodos	1%	Traza
• Foraminíferos	20%	Abundantes	• Pellets	4%	Abundantes
• Fragmentos de ostrácodos	5%	Abundantes			
• Calciesferas	10%	Abundantes			
• Fragmentos de braquiópodos	30%	Abundantes			

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 70/30

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita, dolomita y cuarzo.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micritica con parches de espatita.

**CLASIFICACIÓN**

- i. Packstone - Wackestone peloidal**
- ii. Pelmicrita con abundantes fragmentos de braquiópodos, foraminíferos bentónicos, calciesferas, ostrácodos, pellets y trazas de gasterópodos**

DESCRIPCIÓN

PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca grano soportada con radio aloquímico/ortoquímico de 70/30. De matriz micritica con parches de espatita. Los aloquímicos estan conformados por peloides, braquiópodos, foraminiferos bentónicos, calciesferas, ostrácodos, gasterópodos y pellets.

MATRIZ

La matriz es heterogenea micrítica con parches de espatita.

GRANOS ESQUELETALES

Los bioclastos corresponden a abundantes peloides, fragmentos de braquiópodos, foraminíferos bentónicos aporcelanados (miliolidos), aglutinados (uniseriales, biseriales y espiralados), calciesferas, fragmentos de ostrácodos, pellets y trazas de gasterópodos.

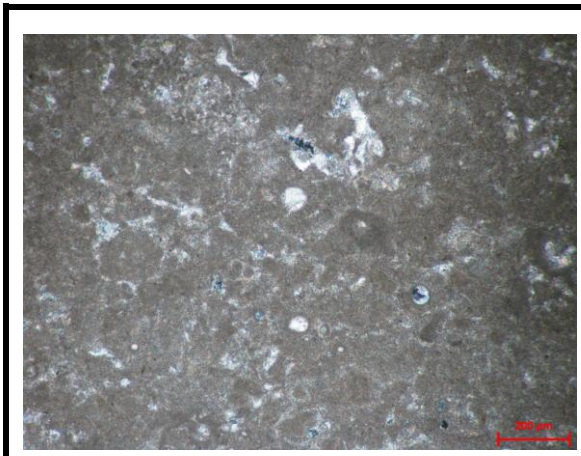
PELLETS Y PELOIDES

Se observan abundantes pellets y peloides micritizados.

FABRICA TEXTURAL

Se trata de una roca grano soportada, sin arreglo preferente observable. Tiene porosidad intrapartícula e interpartícula.

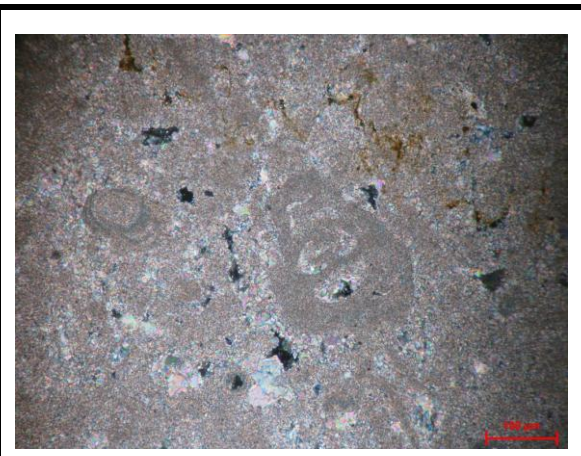




*Calciesferas*



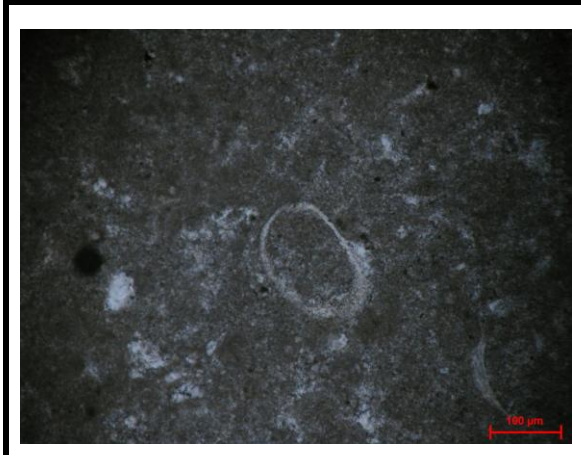
*Calciesferas con peloides  
Nícoles cruzados 10x*



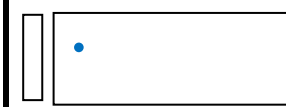
*Gasterópodo*



*Gasterópodo en sección  
longitudinal.  
Nícoles cruzados 20x*



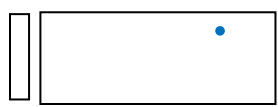
*Ostrácodo*



*Al centro ostrácodo, en la  
parte inferior izquierda  
fragmento de foraminífero  
Nícoles cruzados 20x*



*Foraminífero bentónico*



*Nícoles cruzados 20x NX 1*



**LÁMINA MN-6A**

TEXTURA PREDOMINANTE: Lodo soportada

PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Foraminíferos	50%	Abundantes
• Algas	2.5%	Trazas
• Ostrácodos	7.5%	Comunes
• Peloides	40%	Abundantes

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 30/70

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe, calcita y dolomita.

TEXTURA DEL CEMENTO: Micritica con parches de espatita.

**CLASIFICACIÓN****i. Wackestone peloidal****ii. Biomicrita con abundantes foraminíferos bentónicos, peloides, comunes ostrácodos y trazas de algas**

DESCRIPCIÓN

PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca lodo soportada con radio aloquímico/ortoquímico de 30/70, de matriz micritica con parches de espatita. Los aloquímicos estan conformados por foraminiferos bentónicos, peloides, ostrácodos y algas.

MATRIZ

La matriz es heterogenea micrítica con parches de espatita.

GRANOS ESQUELETALES

Los bioclastos corresponden a abundantes foraminíferos bentonicos aporcelanados (miliolidos) y aglutinados (uniseriales, biseriales y espiralados), peloides, comunes ostrácodos y trazas de algas verdes.


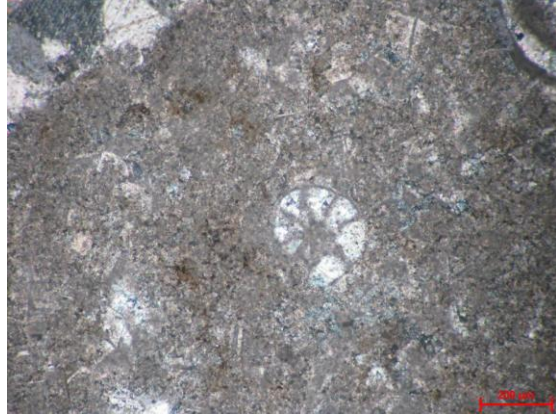







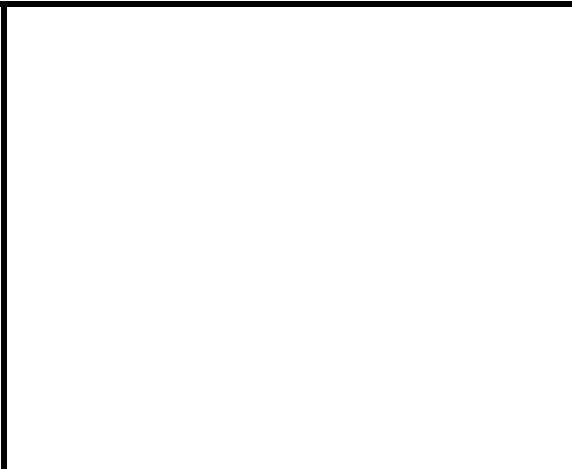
PELOIDES

Se observan abundantes peloides micritizados.

FABRICA TEXTURAL

Se trata de una roca lodo soportada, sin arreglo preferente observable. Tiene porosidad intrapartícula e interpartícula. Se observan fracturas y vetillas rellenas de calcita.



			
<p><i>Alga</i></p>	<p><i>Foraminífero Bentónico</i></p>		
	<p><i>Al centro alga verde, a la izquierda miliolito con cristales de dolomita. Nícoles cruzados 10x</i></p>		<p><i>Foraminífero bentónico espiralado. Nícoles cruzados 10x</i></p>
			
<p><i>Ostrácodo</i></p>	<p><i>Foraminífero bentónico</i></p>		
	<p><i>Ostrácodo con cristales de dolomita. Nícoles cruzados 20x</i></p>		<p><i>Miliólido Nícoles cruzados 10x</i></p>
			

**LÁMINA 557-05**

TEXTURA PREDOMINANTE: Grano soportada.

PORCENTAJE Y COMPOSICIÓN ALOQUIMICA

• Foraminíferos	60%	Abundantes
• Calciesferas	1%	Traza
• Intraclastos	9%	Abundantes
• Peloides	30%	Abundantes

RADIO ALOQUIMICOS/ORTOQUIMICOS: 80/20

MINERALES ACCESORIOS IMPORTANTES: Oxido de Fe y calcita.

TEXTURA DE CEMENTO: Micrita con parches de espatita neomorfica.

**CLASIFICACIÓN****i. Packstone bioclástico****ii. Biomicrita con abundantes foraminíferos bentónicos, peloides e intraclastos micritizados y trazas de calciesferas**

DESCRIPCIÓN

PROPORCIÓN RELATIVA DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES

Roca soportada por granos con radio aloquímicos/ortoquímicos 80/20 de matriz micrítica con parches de espatita. Los aloquímicos están constituidos por foraminíferos bentónicos, peloides, intraclastos micritizados y calciesferas.

MATRIZ

La matriz es heterogenea, micrítica con parches de espatita.

GRANOS ESQUELETALES

Los bioclastos corresponden a abundantes foraminíferos bentónicos arenáceos (uniseriales, biseriales y espiralados) y aporcelanados (miliolidos), peloides e intraclastos micritizados y trazas de calciesferas.

CLASTOS

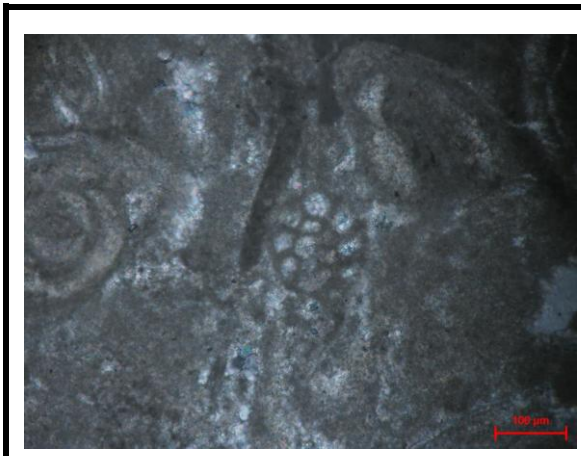
Se observan abundantes intraclastos micritizados subredondeados a subangulosos.

PELOIDES

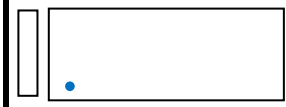
Se observan abundantes peloides.

FABRICA TEXTURAL

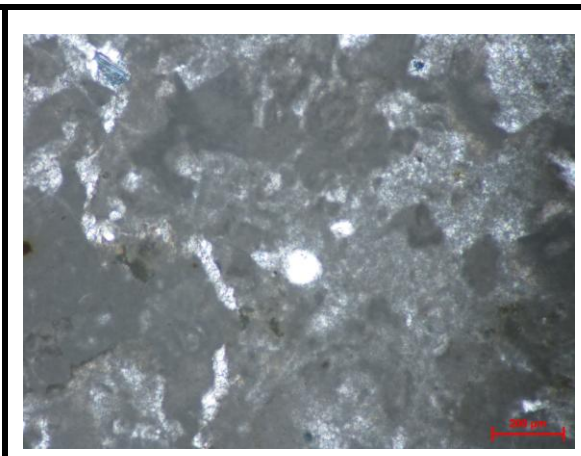
Roca grano soportada sin arreglo preferente observable. Tiene porosidad interpartícula e intrapartícula. Se observan fracturas rellenas de calcita.



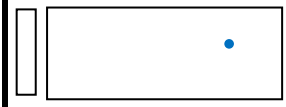
*Foraminífero bentónico*



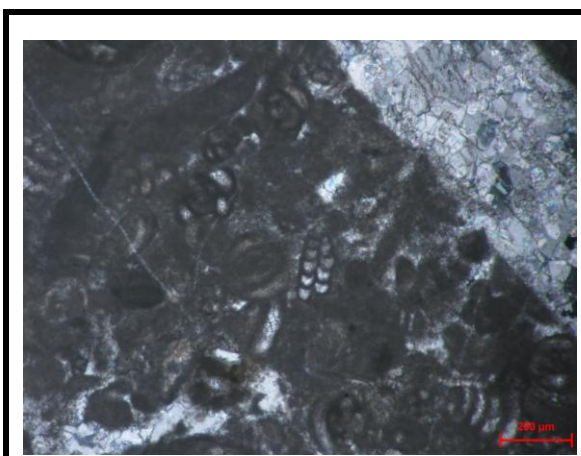
*Foraminífero bentónico  
espiralado con miliólidos.  
Nícoles cruzados 20x*



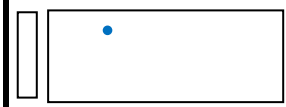
*Calciesferas*



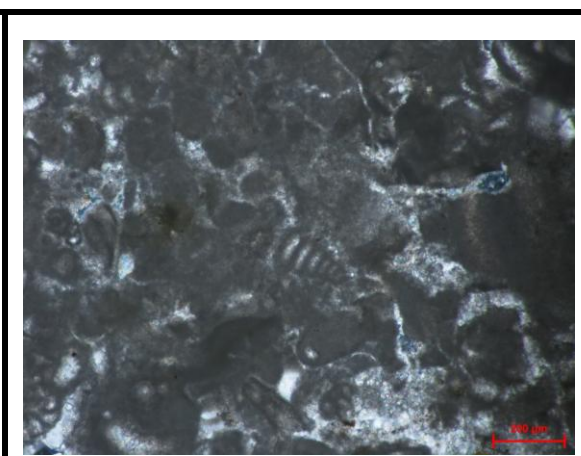
*Al centro calciesferas con  
peloides  
Nícoles cruzados 10x*



*Foraminíferos bentónicos*



*Al centro foraminífero  
biserial rodeado de miliolidos  
y peloides.  
Nícoles cruzados 10x*



*Foraminífero bentónico*



*Al centro foraminífero  
uniserial con intraclastos y  
peloides.  
Nícoles cruzados 10x*

