



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ÁREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**ESTUDIO PETROGRÁFICO FACIAL DE UNA SECCIÓN DEL  
CRETÁCICO MEDIO (ALBIANO-CENOMANIANO) DEL  
MARGEN ORIENTAL DE LA CUENCA MESOZOICA DEL  
CENTRO DE MÉXICO**

**TRABAJO RECEPCIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO GEÓLOGO**

**PRESENTA**

**Cesar Arturo Hernández Torres**



**San Luis Potosí S.L.P.**

**2007**



Facultad de Ingeniería



Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí

20 de julio de 2006

**AL PASANTE CÉSAR ARTURO HERNÁNDEZ TORRES  
P R E S E N T E . -**

En atención a su solicitud de autorización de Temario, presentada por el **DR. RUBÉN LÓPEZ DONCEL**, Asesor del Trabajo Recepcional que desarrollará usted, con el objeto de sustentar su Examen Profesional en la Licenciatura de **ING. GEÓLOGO** Me es grato comunicarle que en la Sesión de Consejo Técnico Consultivo celebrada el día 20 de julio del presente año, fue aprobado el Temario propuesto:

**TEMARIO:**

**"ESTUDIO PETROGRÁFICO FACIL DE UNA SECCIÓN DEL CRETÁCICO MEDIO (ALBIANO-CENOMANIANO) DEL MÁRGEN ORIENTAL DE LA CUENCA MESOZOICA DEL CENTRO DE MÉXICO"**

INTRODUCCIÓN.

1. GENERALIDADES.
2. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL.
3. ESTUDIO PETROGRÁFICO Y FACIAL.  
INTERPRETACIÓN Y CONCLUSIONES.

Ruego a Usted tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, debe presentar Constancia de Servicio Social como requisito indispensable para sustentar su Examen Profesional.

"MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO"

ING. JOSÉ ARNOLDO GONZÁLEZ  
DIRECTOR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCION

" " bcb.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente a mis padres, con su ayuda, consejos y apoyo fui capaz de realizar unos de los objetivos más grandes mi vida

Al Doctor Rubén Alfonso López Doncel, por sus consejos paciencia y conocimientos para la realización de este trabajo

Al Doctor Rafael Barboza Gudiño Director del Instituto de Geología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por su autorización para la realización del presente trabajo

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT por medio del proyecto SEP-2003-C02-43966, Relaciones estratigráficas y evolución paleogeografica de las facies de talud del margen occidental de la plataforma cretácica Valles-San Luis Potosí, Centro de México a cargo del Doctor Rubén Alfonso López Doncel por el apoyo económico para la realización de este trabajo.

## CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	I
CONTENIDO.....	II
ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE TABLAS Y ANEXOS.....	III
RESUMEN.....	V
INTRODUCCIÓN	
Objetivo.....	4
Antecedentes.....	7
Materiales y metodología.....	7
CAPÍTULO 1	
Generalidades.....	4
1.1 Localización y vías de acceso.....	4
1.2 Clima y vegetación.....	7
1.3 Fisiografía.....	7
CAPÍTULO 2	
Marco geológico regional.....	11
2.1 Estratigrafía.....	14
Cretácico	
Formación La Peña.....	14
Formación Cuesta del Cura.....	15
Formación Indidura.....	16
Formación Caracol.....	17
Terciario	
Clastos continentales.....	18
Latita Portezuelo.....	18
Riolita Panalillo miembro superior.....	18
Cuaternario	
Conglomerado.....	19
Formación Las Joyas Miembro Basalto.....	19
Aluvión.....	19

	Página
<b>CAPÍTULO 3</b>	
Estudio petrográfico facial de una sección del Cretácico Medio (Albiano- Cenomaniano) del margen oriental de la Cuenca Mesozoica del Centro de México.....	20
3.1 Generalidades.....	20
3.2 Perfil Cascabel.....	20
3.2.1 Interpretación del Perfil Cascabel.....	34
3.3 Perfil San José.....	37
3.3.1 Interpretación del Perfil San José.....	38
 Interpretación y conclusiones.....	 52
 Anexos.....	 55
Bibliografía.....	64

---

## Ilustraciones

### Lista de Figuras

		Página
Figura 1	Mapa de localización y vías de acceso de los perfiles estudiados.....	5
Figura 2	Mapa de climas del Estado de San Luis Potosí.....	8
Figura 3	Mapa de vegetación del Estado de San Luis Potosí.....	9
Figura 4	Mapa de Provincias y subprovincias Fisiográficas del Estado de San Luis Potosí.....	10
Figura 5	Columna estratigráfica y geológica compuesta del margen oriental de la CMC.....	12
Figura 6	Ubicación de los perfiles estudiados dentro de los elementos Paleogeográficos del Cretácico Medio (Albiano-Cenomaniano).....	13
Figura 7	Geología del Perfil Cascabel.....	21
Figura 8	Perfil Litológico-facial Cascabel.....	33
Figura 9	Geología del Perfil San José.....	38
Figura 10	Perfil Litológico-facial San José.....	49
Figura 11	Modelo 3D del alto Ahualulco-Moctezuma y secciones de los puntos de Ahualulco y Moctezuma.....	54

### Lista de laminas

		Página
Lamina 1	Fotografías y fotomicrografías de la base del Perfil Cascabel.....	22
Lamina 2	Fotografías y fotomicrografías de la base del Perfil Cascabel.....	24
Lamina 3	Fotografías y fotomicrografías de la base del Perfil Cascabel.....	26
Lamina 4	Fotografías y fotomicrografías del miembro brechoso del Perfil Cascabel.....	28

	Página
Lamina 5	Fotografías y fotomicrografías del Perfil Cascabel..... 30
Lamina 6	Fotografías y fotomicrografías del Perfil Cascabel y del contacto con la Formación Indidura..... 32
Lamina 7	Fotografías y Fotomicrografías del punto de inicio y del miembro brechoso del Perfil San José..... 39
Lamina 8	Fotografías y fotomicrografías del miembro brechoso del Perfil San José..... 41
Lamina 9	Fotografías y fotomicrografías del miembro de ritmitas del Perfil San José..... 43
Lamina 10	Fotografías y fotomicrografías del miembro de ritmitas del Perfil San José..... 45
Lamina 11	Fotografías y fotomicrografías del miembro de micritas del Perfil San José..... 46
Lamina 12	Fotografía del contacto transicional entre la Formación Cuesta del Cura y la Formación Indidura y la cima del Perfil San José..... 47

#### Lista de tablas

	Página
Anexo 1	Tabla de contenidos y descripciones de las muestras recabadas..... 56
Anexo 2	Tablas clasificatorias utilizadas en este trabajo..... 62

## RESUMEN

El presente trabajo describe y caracteriza las rocas que afloran en dos secciones pertenecientes a la Formación Cuesta el Cura del Cretácico Medio (Albiano-Cenomaniano), de la Cuenca Mesozoica del Centro de México (CMCM).

La descripción facial y petrográfica de estas rocas se basa en dos perfiles que son representativos de la Formación Cuesta del Cura, ambos localizados en el margen oriental de la CMCM

El Perfil Cascabel, se localiza aproximadamente a 50 km al NW de la ciudad capital de San Luis Potosí, este perfil de 106 m de espesor, presenta una secuencia invertida, comienza con una falla como límite entre la Formación La Peña y la Formación Cuesta del Cura, sobre esta última se midieron estratos que contienen brechas calcáreas, las cuales varían en contenidos de clastos y de fósiles. Según el estudio petrológico basado en la clasificación de Folk (1959 y 1962) y Dunham (1962), estas rocas varían desde wackestones hasta floatstones, y según el modelo de facies de Wilson (1975) pertenecen a zonas de facies 2, 3 y 4, es decir zonas de depositación de cuenca, pie de talud y talud respectivamente, la secuencia continúa con calizas micriticas y con fauna pelágica para dar paso a un límite transicional con la Formación Indidura.

El Perfil San José, se localiza aproximadamente a 60 km al norte de la ciudad de San Luis Potosí, tiene 70.5 m de espesor, al igual que el Perfil Cascabel presenta una secuencia calcárea de la Formación Cuesta del Cura, pero afloran estratos que contienen brechas, a diferencia del Perfil Cascabel los clastos de las brechas varían en tamaño, orientación, contenido y tipo de fósiles, según el estudio petrológico y el sistema de clasificación de rocas calcáreas de Folk (1959 y 1962) y Dunham (1962), esta secuencia varia de wackestones/biomicrocritas hasta floatstones/biomicrocritas, y según el modelo de clasificación de facies de Wilson (1975) pertenecen a las zonas de facies 2, 3, 4 y 6 van desde cuenca hasta pie de talud, talud y límite entre el talud y la plataforma.

Durante el Cretácico Medio (Albiano-Cenomaniano) las condiciones de depositación que prevalecían en la zona eran las de una cuenca profunda, además. la zona de estudio se encontraba lo suficientemente alejada de la plataforma como para recibir influencia de ella. Por lo tanto el presente estudio pretende determinar las condiciones de depositación de estas rocas así como la fuente de las capas alóctonas.

La presencia de las brechas aflorantes indica un origen por movimientos gravitatorios es decir de deslizamiento de masas de una zona mas elevada.

De acuerdo a los resultados del estudio petrográfico-facial, se identificaron diferentes miembros pertenecientes a la Formación Cuesta del Cura, tales miembros representan la dinámica de zonas estructuralmente mas elevadas, dando como resultado la propuesta del Alto Ahulaluco-Moctezuma el cual corre paralelo al borde occidental de la PVSLP.

Cabe hacer hincapié que para la mejor comprensión de la estratigrafía y el estudio facial de los perfiles medidos, se separaron tales perfiles en miembros, las divisiones se basan en criterios litológicos, estratigráficos y faciales, de esta manera se hace la propuesta de tales miembros de manera informal para este trabajo, los cuales son el miembro brechoso del Perfil Cascabel y los miembros brechoso y de ritmitas del Perfil San José.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo muestra un estudio petrográfico y facial de dos perfiles aflorantes uno cercano a la población de Ahualulco San Luis Potosí y otro cercano a la población de Moctezuma San Luis Potosí, en los cuales afloran rocas de la Formación Cuesta del Cura del Albiano-Cenomaniano, cuyo ambiente de depositación fue la Cuenca Mesozoica del Centro de México (CMCM). Estos afloramientos contienen secuencias sedimentarias predominantemente calcáreas que incluyen secuencias típicas de cuenca, las cuales se intercalan con rocas detríticas carbonatadas (brechas calcáreas) atípicas de estos ambientes de depósito, por lo que se elabora este trabajo, donde se pretende definir las unidades estratigráficas, así como definir su ambiente de depositación.

### Objetivo

El objetivo del presente trabajo es la elaboración de un modelo de la paleogeografía del área, así como descripción definición y petrografía de las unidades estratigráficas de dos perfiles pertenecientes a la Formación Cuesta del Cura, la cual se depositó en la Cuenca Mesozoica del Centro de México (CMCM), mediante un estudio litológico, estratigráfico, petrográfico y facial, con lo cual se obtuvo información acerca de estas rocas de las cuales no se tenía reporte.

### Antecedentes

En 1975, Aguillón Robles bajo el carácter de trabajo recepcional realizó la primera cartografía geológica de la zona, específicamente de la Hoja Ahualulco (F-14-A-63). En 1981 Labarthe Hernandez y Tristán González realizan la cartografía geológica de la Hoja Ahualulco, en este trabajo nuevamente se identifican las formaciones para esta zona. En el mismo año Aguillón Robles publica la "Cartografía geológica de la Hoja Moctezuma F-14-A-73", nuevamente identifica las unidades estratigráficas. En 1992 Galindo Vilchis publica "Folleto guía para levantamientos geológicos en el Estado de San Luis Potosí", este trabajo aporta un panorama general de la zona donde afloran ambos perfiles. En 1995 Labarthe Hernandez, Jiménez López y Aranda Gómez publican "Reinterpretación de la geología del centro volcánico de la sierra de Ahualulco San Luis Potosí", en este trabajo además de redefinirse algunos conceptos de la geología de rocas ígneas, nuevamente aporta definiciones de la estratigrafía de la zona de Ahualulco, por último en 2005 Galicia Ovalle realizó el "Estudio Estratigráfico estructural del área de San Antonio del Rul municipio de Moctezuma S.L.P." nuevamente identifica y define la estratigrafía de esta zona.

## Materiales y metodología

### Materiales

Para la digitalización de los mapas de fisiografía, clima, vegetación y localización se utilizó un scanner y el software Auto Cad Map 2006. Para la etapa de campo se utilizaron las cartas topográficas y geológicas del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) Hoja Aqualulco F-14-A-73 y Hoja Moctezuma F-14-A-63, además se utilizó un GPS marca Garmin, y una brújula tipo Brunton, así como una cámara fotográfica Sony cybershot DSC-W5. En la etapa de laboratorio, para la elaboración de las láminas delgadas, se utilizaron el disco cortador, la maquina pulidora y la maquina para desbastar de la marca Hillquist, así como portaobjetos, polvos abrasivos del numero 400, 600 y 800, además de resinas apoxicas, todo esto en el laboratorio de preparación del Instituto de Geología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Para la descripción de las mismas se utilizó un microscopio de polarización marca Nikon modelo Optiphot2-pol del laboratorio de microscopia del Instituto de Geología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. En la segunda etapa de gabinete se utilizó nuevamente el software Auto Cad Map 2006, para las figuras y tablas se utilizó el software Corel Draw 12 y para la elaboración del reporte final se utilizó el procesador de texto Microsoft Word.

### Metodología

La realización de este estudio se dividió en cuatro etapas:

- Primera etapa de gabinete

Consistió en la recopilación de la bibliografía, además de la digitalización de los mapas de clima, vegetación, fisiográfica y de localización.

- Etapa de campo

En esta etapa se realizaron recorrido por la zona donde se localizan los perfiles para el reconocimiento e identificación de las unidades estratigráficas aflorantes, se midieron sistemáticamente los dos perfiles, es decir, se hicieron mediciones cada 3 m o en su defecto cada vez que hubiera un cambio litológico o facial, se describieron dichas unidades, se tomaron rumbos e inclinaciones de los estratos, además se tomaron muestras de roca de cada unidad, así como fotografías y los puntos de inicio se posicionaron con un GPS.

- Etapa de laboratorio

En esta etapa se trabajó con las muestras recolectadas en campo, se cortaron con la máquina cortadora, se pulieron con la máquina pulidora con los discos 400 y 600 y con los polvos abrasivos 400, 600 y 800, se pegaron con resina apóxica a un portaobjetos, posteriormente se cortaron nuevamente, y se desbastaron, para posteriormente darles acabado en el vidrio con ayuda del polvo abrasivo numero 800. Una vez terminadas las láminas se procedió a su descripción en el laboratorio de microscopia con un microscopio de polarización y se tomaron fotomicrografías de cada lámina con un microscopio binocular de luz transmitida.

- Segunda etapa de gabinete

En esta etapa se realizó la clasificación de cada una de las láminas según el sistema de clasificación de rocas carbonatadas de Folk (1959 y 1962)(anexo II p 62) y Dunham (1962)(Anexo II p 62) y se clasificaron según el modelo de facies de Wilson (1975)(Anexo II p 63) para determinar el ambiente de depósito. Con esta información se elaboró el reporte final. Toda la información de las muestras recolectadas y analizadas se compilaron en una tabla, (Anexo I p 56).

## CAPÍTULO 1

### Generalidades

#### 1.1 Localización y vías de acceso

Para la realización del Estudio Petrográfico Facial de una sección del Cretácico Medio (Albiano-Cenomaniano) del margen Oriental de la Cuenca Mesozoica del Centro de México se midieron dos perfiles, el Perfil Cascabel cerca de Ahualulco del Sonido Trece (en lo sucesivo Ahualulco) San Luis Potosí, y el Perfil San José, cerca de Moctezuma San Luis Potosí, a continuación su localización y vías de acceso:

1. El Perfil Cascabel se localiza a 35 km al noreste de la Ciudad de San Luis Potosí, con coordenadas UTM (268364, 2474135) y altitud de 2048 m (figuras 1 y 7). Administrativamente pertenece al municipio de Ahualulco, las principales vías de acceso son las siguientes:
  - a) La Carretera Federal 49 San Luis Potosí-Zacatecas, aproximadamente en el kilómetro 32, intercepta un camino de terracería, que tiene como destino el poblado de Estancia el Arenal, a 3 km de la intersección con la carretera sobre la vereda se ubica el afloramiento de Cuesta del Cura, estas veredas llevan a minas de  $\text{CaCO}_3$  que se encuentran más arriba y están abandonadas.
  - b) El camino de terracería que sale de la población de Ahualulco con dirección suroeste y atraviesa el poblado de Estancia el Arenal, se sigue el mismo y antes de entroncar con la Carretera Federal 49 San Luis Potosí-Zacatecas, se encuentran veredas que llevan a la zona donde se midió el perfil.
  
2. El Perfil San José se localiza a 70 km al nornoroeste de la Ciudad de San Luis Potosí, y a 10 km de Moctezuma con coordenadas UTM (281920, 2509550) con altitud de 2220 msnm, (figuras 1 y 15) se le denominó así por su proximidad con el poblado de San José del Grito que pertenece al Municipio de Moctezuma, las principales vías de acceso son las siguientes:
  - a) La carretera estatal que después de entroncar con la Carretera Federal 49 San Luis Potosí-Zacatecas, atraviesa la población de Ahualulco y se dirige hacia Moctezuma, a 48 km del entronque se encuentra el poblado de San José del Grito, y un kilómetro mas adelante sobre la carretera se ubica el Perfil San

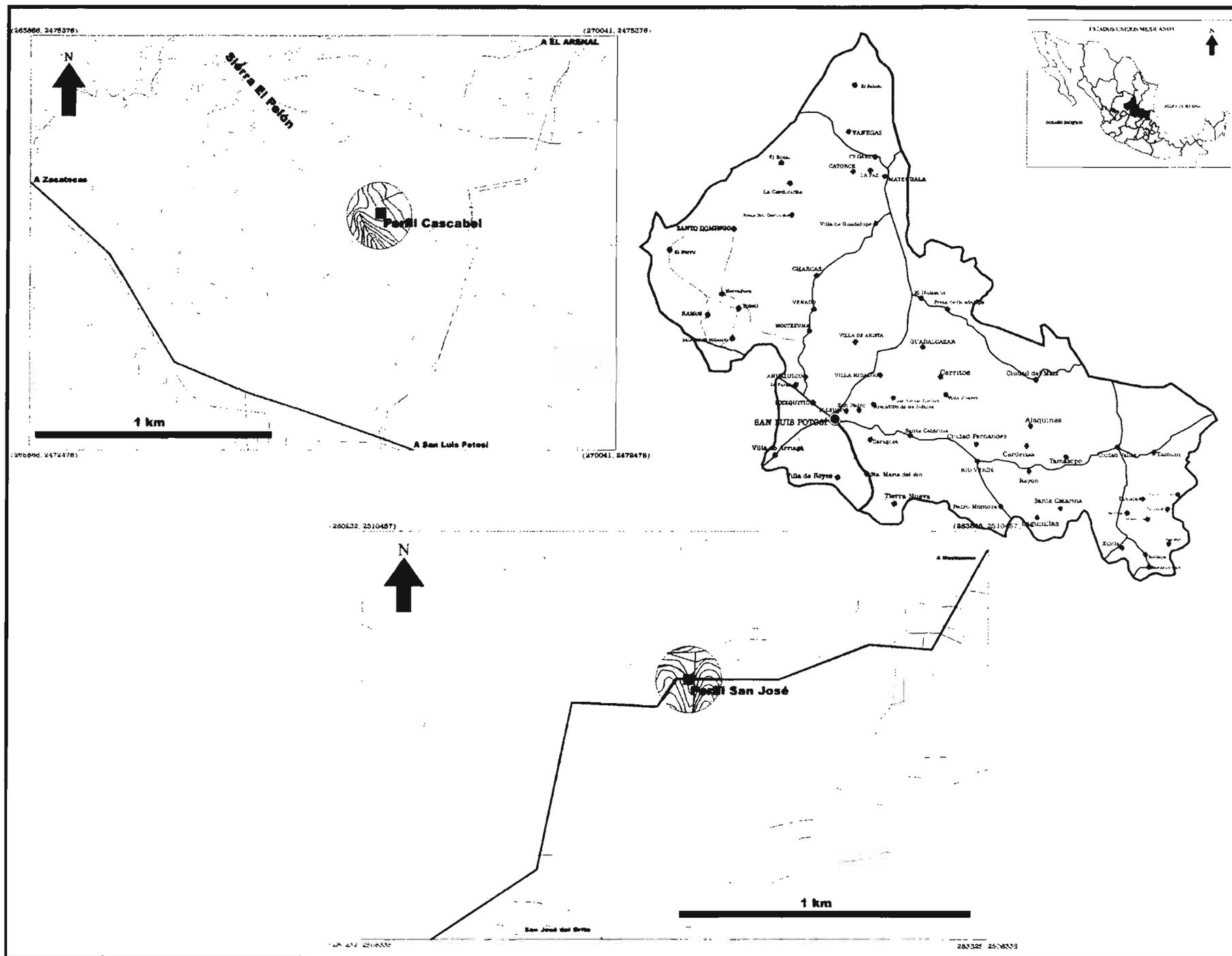


Figura 1. Mapa de localización y vías de acceso de los perfiles estudiados

## 1.2 Clima y vegetación

### Clima

El clima que predomina en la zona donde afloran los perfiles estudiados es del tipo seco, con una temperatura media anual entre 16 y 18 c y una precipitación anual 410 a 500 mm; con lluvias principalmente en verano y muy escasa en el resto del año, (figura 2).

### Vegetación

La zona donde se localizan los perfiles estudiados se caracteriza por tener escasa vegetación debido al predominio de climas del tipo seco caracterizados por una escasa precipitación pluvial. Se presenta una vegetación del tipo matorral crasicaule, caracterizada por una gran variedad de cactáceas, tales como nopales, garambullos, cardenchas, duraznillo, cardón, lechuguilla, guapilla y sotol, que se asocian en ocasiones a matorrales desérticos constituidos principalmente por gobernadora, mezquites, huizaches y palmas, (Rzedowski 1966) (figura 3).

## 1.3 Fisiografía

El area donde afloran los dos Perfiles pertenece a la provincia de la Mesa del Centro (Raisz 1959, Bates y Jackson 1987, y Lugo-Hubp 1991) y a la subprovincia Llanos y Sierras Potosino-Zacatecano. En el caso del Perfil Cascabel que forma parte del anticlinal La Parada, el relieve varia de los 1700 msnm hasta los 2400 msnm y pertenece a un tipo de topografía abrupta, caracterizado por un complejo de sierras, mesetas, lomeríos y llanuras con un suelo que se asienta sobre una fase de caliche, además presenta un drenaje de tipo dendrítico, (COREMI, 1992).

La zona donde afloran las rocas del Perfil San José, pertenece también a la subprovincia Llanos y Sierras Potosino-Zacatecano, presenta un conjunto de sierras plegadas con rumbo general NW-SE, aflorando principalmente rocas marinas mesozoicas, pero con un relieve afectado por rocas volcánicas terciarias dando como resultado una topografía abrupta con un drenaje de tipo enrejado, (COREMI, 1992) (figura 4).

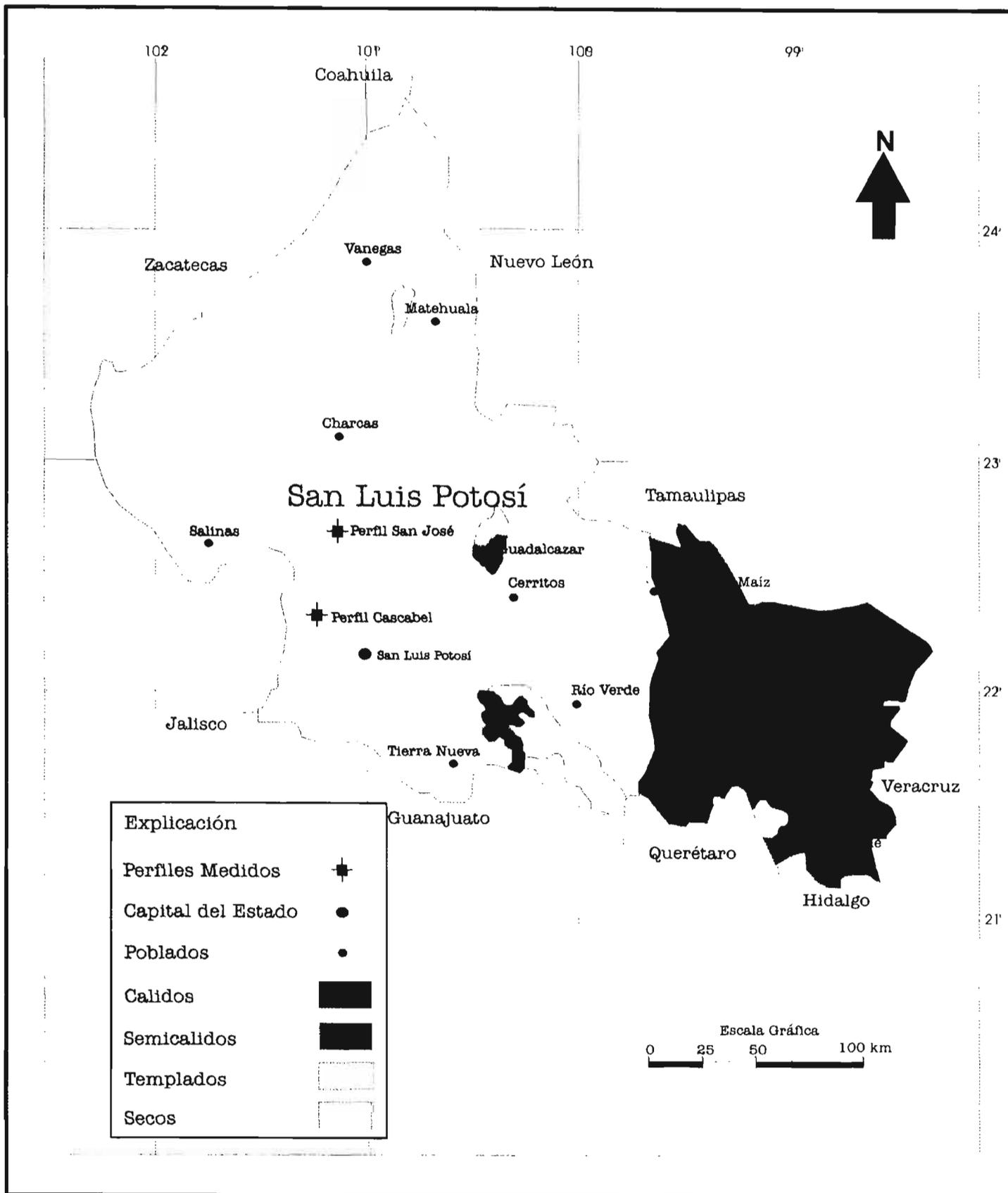


Figura 2. Mapa de climas del Estado de San Luis Potosí (COREMI, 1992)

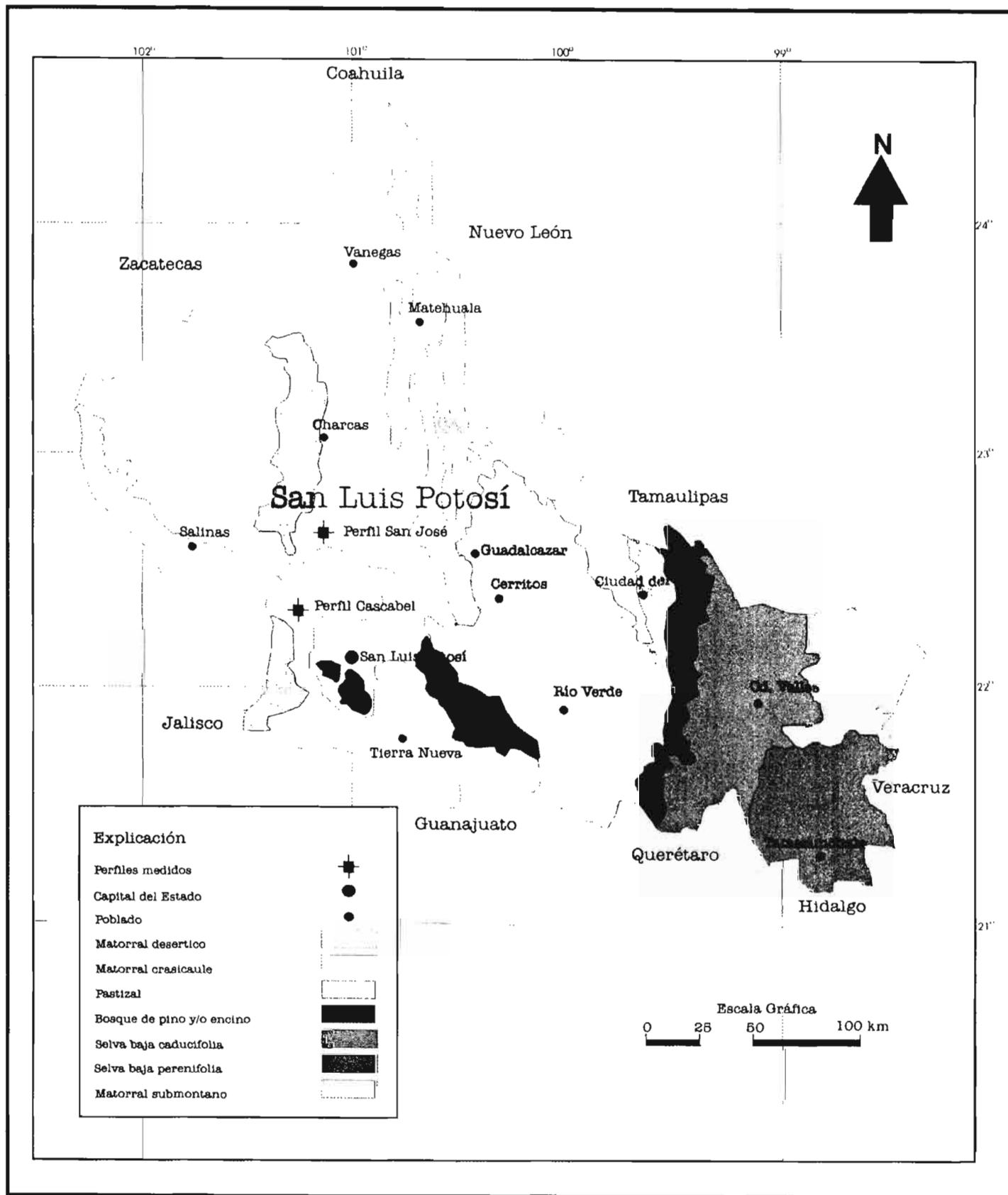


Figura 3. Mapa de Vegetación del Estado de San Luis Potosí, (COREMI, 1992)

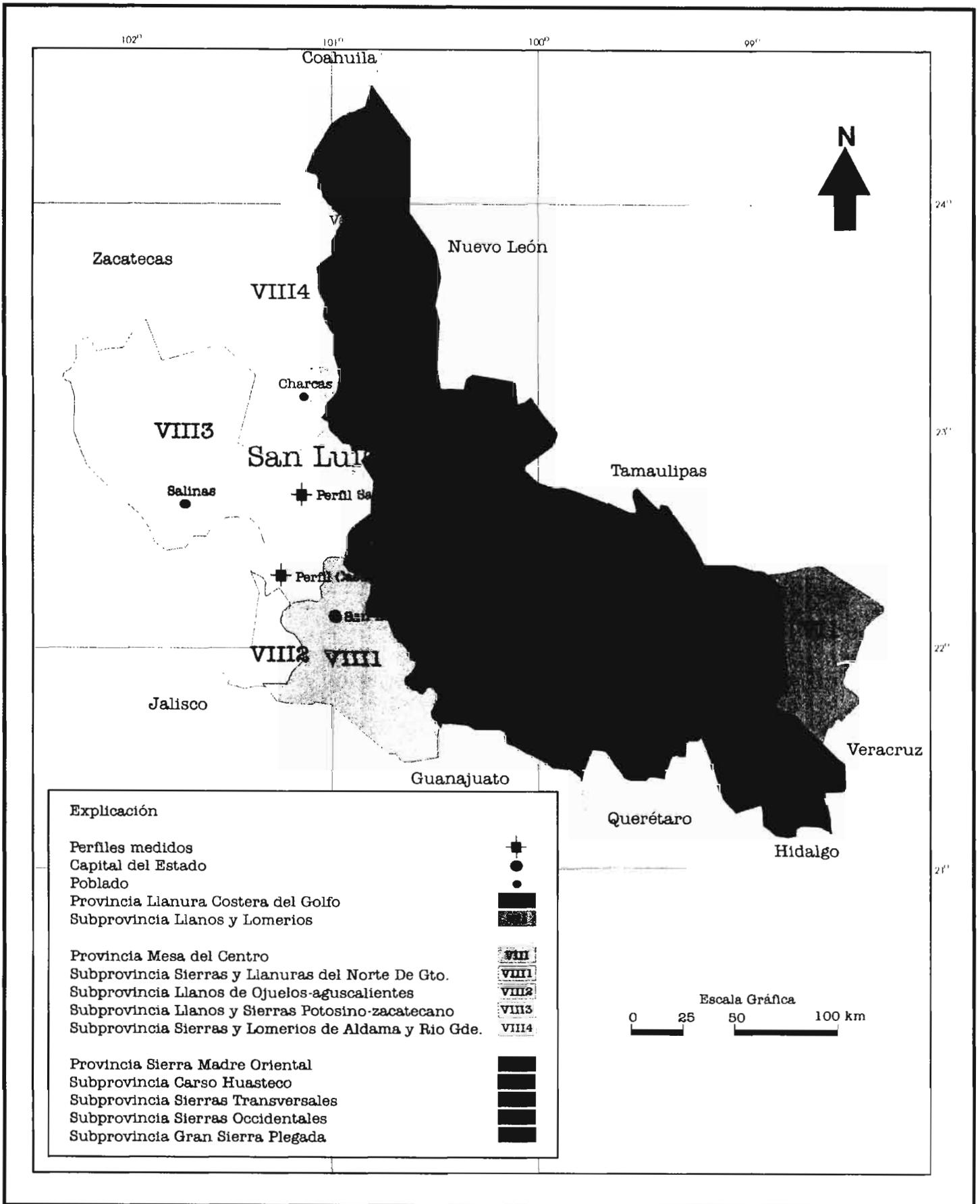


Figura 4. Mapa de Provincias y subprovincias Fisiográficas del Estado de San Luis Potosí, (COREMI, 1992)

## CAPÍTULO 2

### Marco geológico regional

Los perfiles afloran en la zona perteneciente a la Cuenca Mesozoica del Centro de México (CMCM), Carrillo Bravo (1971).

En el área donde se localizan los perfiles afloran rocas sedimentarias marinas, que fueron depositadas en aguas profundas de edades que van desde el Aptiano al Maastrichtiano, las cuales corresponden a las Formaciones La Peña, Cuesta del Cura, Indidura y Caracol, yacen en anticlinales de rumbo general NW-SE. Las Formaciones La Peña y Cuesta del Cura (Cretácico Tardío, Aptiano y Albiano-Cenomaniano respectivamente) representan eventos transgresivos, de movimientos que elevaron el nivel del mar relativa y paulatinamente, al estar ubicadas como zonas de depositación de cuencas profundas, además, la Formación La Peña es una evidencia de depositación en condiciones de aguas profundas y estancadas o anóxicas por su contenido de hematita. La Formación Indidura (Cretácico Tardío, Turoniano) representa un evento tectónico que levanto la zona e hizo descender el nivel del mar relativamente aportando material arcilloso a la secuencia calcárea, por último dentro de Cretácico Tardío (Coniaciano-Maastrichtiano) la Formación Caracol representa un nivel del mar mas bajo o un evento regresivo que tuvo como resultado numerosos abanicos marinos depositándose secuencias tipo Flysch, es decir alternancia de lutitas y areniscas con la secuencia calcárea. Los secuencias intensamente plegadas y falladas son producto de la orogenia Laramide.

Durante del Terciario se depositaron clastos continentales (Paleoceno-Eoceno), los cuales sobreyacen concordantemente a la Formación Caracol, y aparecen relleno cavidades, depositados en condiciones netamente continentales en lagunas aisladas. Los eventos volcánicos terciarios comenzaron desde el Eoceno caracterizados por emanaciones andesíticas y terminan en el Mioceno con emanaciones piroclásticas y coladas riolíticas, paralelamente entre el Mioceno y Oligoceno se producen intrusiones magmáticas. El fin del Oligoceno se caracteriza por un nuevo periodo tensional que ocasiona fallamiento escalonado y en bloques o estructuras tipo domino. Al finalizar el Plioceno se presentan las últimas emanaciones volcánicas que son basálticas y algunas continúan hasta el Cuaternario.

Finalmente el Cuaternario está marcado por una etapa de erosión y depositación dando como resultado conglomerados, abanicos y depósitos aluviales, (figura 5).

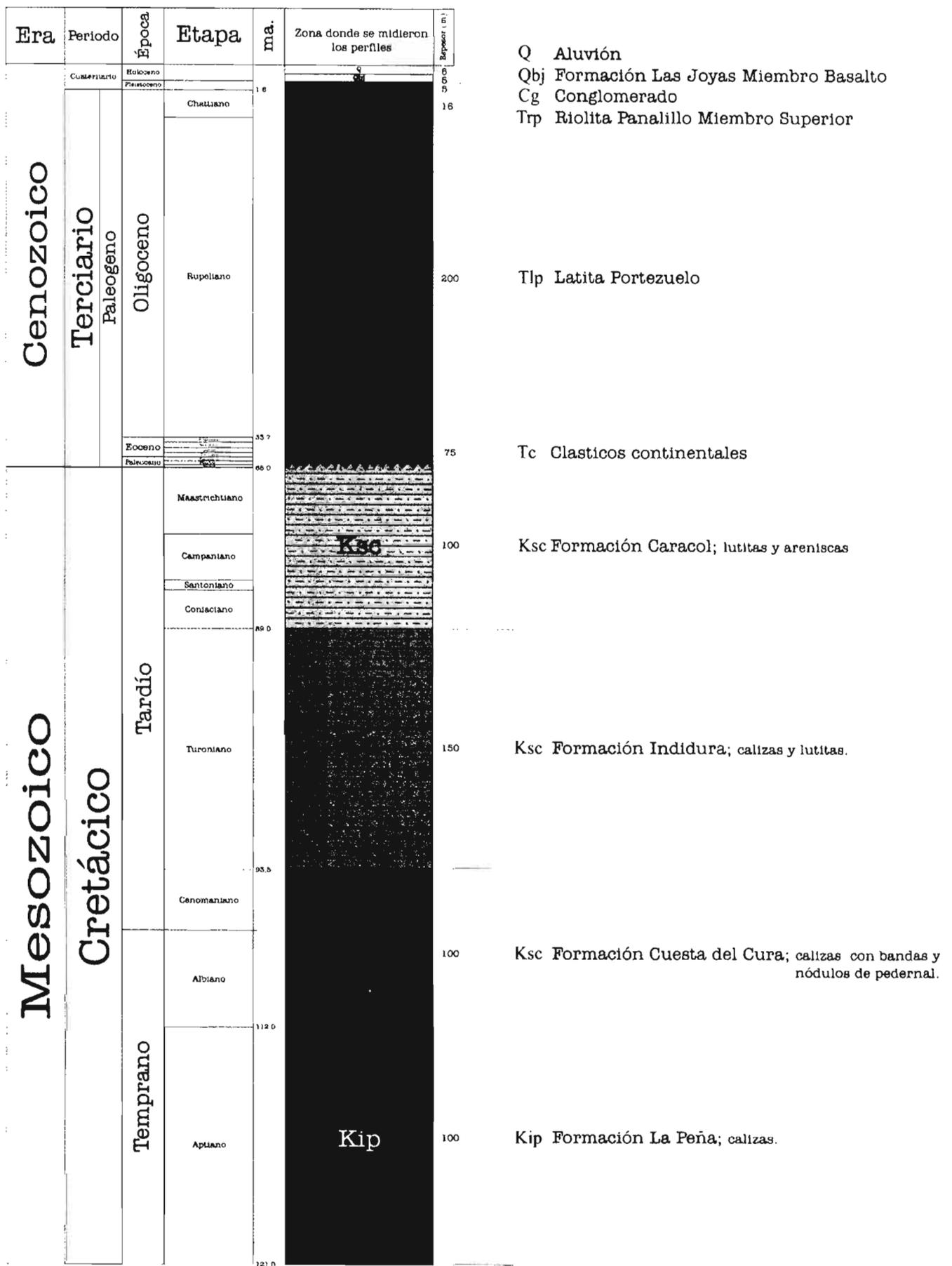


Figura 5. Columna estratigráfica y geológica compuesta del margen oriental de la CMCM

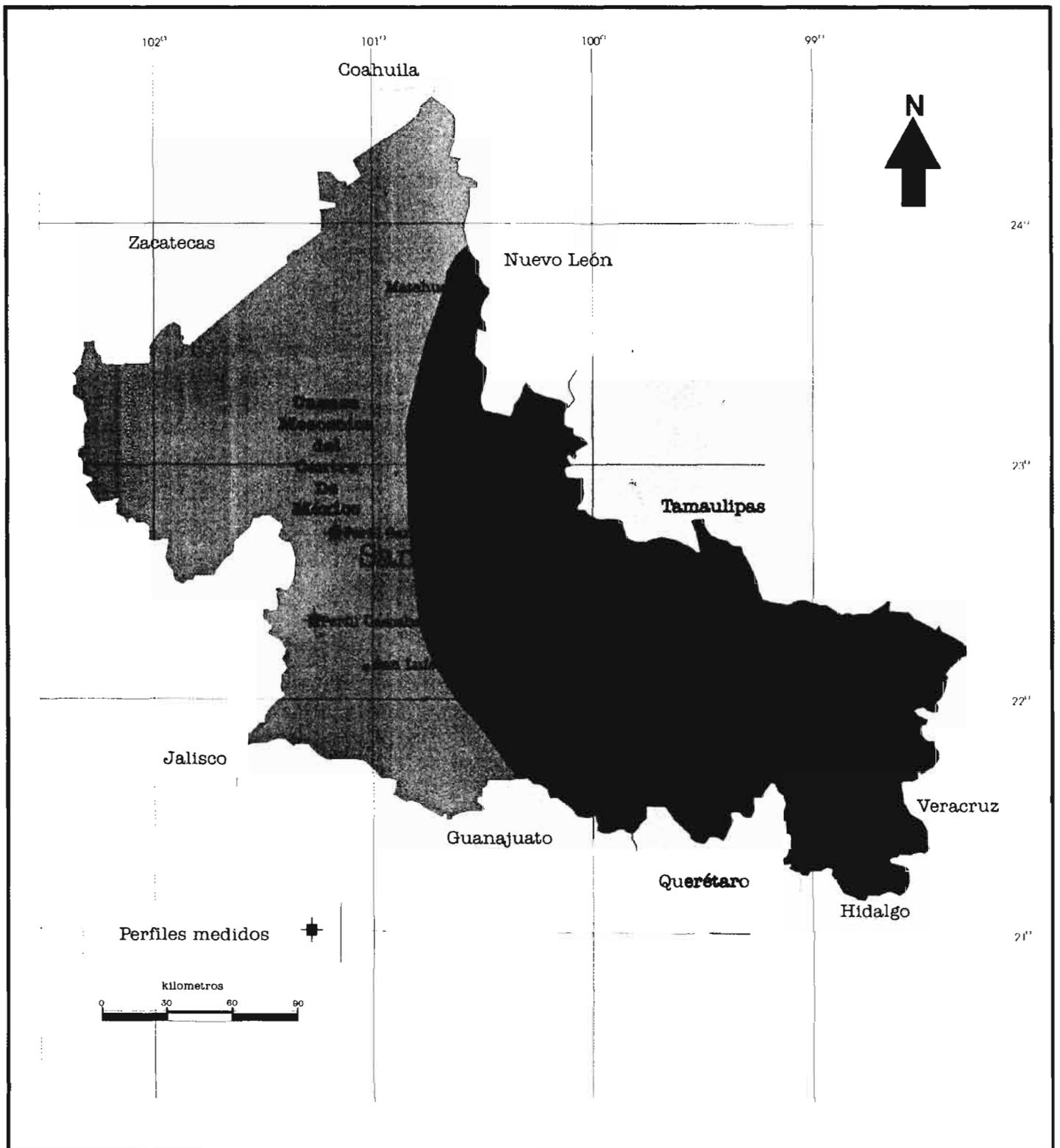


Figura 6. Ubicación de los perfiles estudiados dentro de los elementos paleogeográficos del Cretácico Medio (Albiano-Cenomaniano) (COREMI, 1992).

## 2.1 Estratigrafía

En la zona donde se localizan los perfiles estudiados afloran secuencias de rocas marinas Mesozoicas que fueron depositadas a partir del Cretácico Temprano (Aptiano) y continuaron hasta el final del Mesozoico, dentro de este paquete sedimentario Cretácico aflora una secuencia de calizas depositadas en un ambiente de cuenca de aguas profundas, definida originalmente por Imlay en 1936 la Formación Cuesta del Cura representa una secuencia calcárea, en este trabajo además de identificarse las unidades estratigráficas se propone separar la Formación Cuesta del Cura en diferentes miembros basándose en criterios estratigráficos, litológicos y faciales.

Cretácico

### **Formación La Peña (Kip)**

Cretácico Temprano (Aptiano)

#### Definición

Descrita originalmente por Imlay (1936) en el flanco norte de la Sierra de Taraises, lugar que se designó localidad tipo. Humprey (1949) la redefinió en la Sierra de los Muertos. La Formación La Peña esta constituida por una unidad de caliza de color gris oscuro a gris claro, con estratos de medios a gruesos los cuales incluyen algunos estratos lutíticos, las superficies intemperizadas son de color gris claro a gris amarillento, presentando ocasionalmente nódulos de hematita. En su definición Humprey (1949) menciona que la unidad esta formada por margas de color gris que intemperizan en colores rosa y rojo, interestratificadas con delgadas capas de calizas de color gris claro a gris oscuro. Presenta estratos delgados de lutitas fisiles de color gris oscuro a negro y comúnmente contiene vetillas y lentes de pedernal de 3 a 9 cm de espesor. En el area donde afloran los perfiles la Formación La Peña se presenta en estratos de calizas de no mas de 1 m de espesor con nodulos de pedernal, ocasionalmente intercalandose con estratos de lutitas de color rojizo en capas de 0.50 a 0.80 m de espesor y su característica mas llamativa son los nodulos de hematita y zonas de oxidación.

Los depósitos aptianos de la porción centro y sur de la CMCM han sido objeto de controversia respecto a su nombre formacional, ya que en edad son correlacionables con las capas calcáreo-arcillosas del noreste de México (Cuenca de Tamaulipas) y del norte de la CMCM (Sierra de Catorce, vea Barboza-Gudiño et al, 2005), de las Formaciones La Peña o localmente Formación Otates, sin embargo la litología que presentan estas rocas en esta porción del centro de México difieren marcadamente a aquella con la que se definió La Formación La Peña en el noreste de México , de hecho la litología de estos sedimentos son similares a los de la Formación Tamaulipas de las áreas arriba mencionadas. Tristán-González y Torres-Hernández (1992), presentan una discusión a este respecto en su reporte sobre la Hoja Geológica de Charcas, S.L.P. Aunque para algunos autores la litología de las rocas aptianas en los alrededores del área de estudio presentan similitudes que apuntan más a una Formación Tamaulipas, la mayoría de los reportes sobre estas rocas la consideran como Formación La Peña (ver Cartografías Geológicas de las Hojas Llanos del Carmen (2000), Villa Hidalgo (2003), Hoja San Luis Potosí (2003), del Servicio Geológico

Mexicano, entre otras, así como Galicia-Ovalle (2005). Debido a que estas rocas no representan el objeto de investigación del presente trabajo se ha continuado usando el término Formación La Peña, tal como aparece en la mayoría de los reportes geológicos de los alrededores del área de estudio.

#### Distribución

Se encuentra aflorando en el núcleo del anticlinal La Parada y con rumbo NW, y en franjas paralelas al anticlinal de San Antonio del Rul, con un rumbo general N-S, (figura 7).

#### Litología y espesor

Se presenta como una unidad de calizas criptocristalinas a microcristalinas de color gris, gris claro y rojizo en estratos de 0.2 a 1.3 m de espesor, con nódulos y lentes de pedernal de color castaño oscuro de tamaño variable y ocasionalmente presenta nódulos de hematita; alterna con lutitas calcáreas fisiles de color rojizo, amarillento y violáceo en capas de 0.2 a 1.3 m de espesor. La formación se encuentra sumamente plegada. Debido al intenso plegamiento sufrido por la formación no ha sido posible medir su espesor aunque algunos autores estiman de 150 a 400 m.

#### Relaciones estratigráficas

Su contacto inferior así como las rocas que la infrayacen no afloran en esta zona, subyace concordantemente a la Formación Cuesta del Cura.

#### Edad y correlación

Por su posición y contenido de fósiles Humprey (1949) le asignó una edad Aptiano y es correlacionable con la Formación Tamaulipas del noreste de México.

#### Ambiente de depósito

Por sus características litológicas se estima que la Formación se depositó en un ambiente marino de cuenca profunda.

### **Formación Cuesta del Cura (Kcc)**

Cretácico Medio (Albiano-Cenomaniano)

#### Definición

Originalmente descrita por Imlay en 1936, se le asignó como localidad tipo el cerro de Cuesta del Cura ubicado en la Sierra de Parras a 6.4 km al oeste de Parras Coah. Lugar donde se exponen 65 m de caliza gris oscuro con estratificación ondulada y vetas de pedernal. En la localidad tipo sobreyace a la Caliza Aurora y subyace concordantemente a la Formación Indidura.

#### Distribución

Los afloramientos son muy abundantes en el área donde se localizan los perfiles, en los flancos de la Sierra El Pelón y en anticlinales de rumbo NW-SE al norte de San José del Grito (figura 7).

### Litología y espesor

Esta Formación se encuentra constituida por una caliza (según la clasificación de Dunham un wackestone) de color gris y gris oscuro, en ocasiones bandeada en capas delgadas o gruesas, con estratificación ondulante, con capas lenticulares delgadas de pedernal negro, se interestratificada con un wackestone, ligeramente arcilloso de color gris en estratos delgados y con lutitas calcáreas de color gris con tonos amarillento y rosado, compactas y laminares de color violáceo al intemperismo. Sin embargo, en las localidades donde se midieron los perfiles afloran brechas calcareas. Debido a sus características mecánicas y litológicas, se presenta muy plegada, por lo que no ha sido medida esta unidad con precisión; en el caso de los perfiles medidos en el presente trabajo, el Perfil Cascabel mide 106 m y el Perfil San José mide 70.5 m.

### Relaciones estratigráficas

La Formación Cuesta del Cura sobreyace concordantemente a la Formación La Peña y subyace concordantemente a la Formación Indidura, en la zona donde afloran los perfiles presenta una falla como contacto con la Formación La Peña y un contacto transicional con la Formación Indidura.

### Ambiente de depósito

La sedimentación observada en la Formación Cuesta del Cura sugiere que el depósito de dicha roca se efectuó en una cuenca de aguas profundas, con la cual alcanzo la máxima subsidencia marina que se registro durante el Cretácico Medio-Tardío, esto desde luego teniendo en cuenta que al este existía una plataforma estable donde se estaba depositando la Formación El Abra, (figura 6).

### Edad y correlación

Se han reportado *Turrilites* y *Anisoceras* (Lee 1963), con lo anterior y de acuerdo con las relaciones estratigráficas que guarda se le correlaciona con la Formación El Abra y la Formación Tamabra del Cretácico Medio de la PVSLP y la zona de transición entre esta y la CMM respectivamente, se le asigna una edad Cretácico medio (Albiano-Cenomaniano).

### **Formación Indidura (Ksi)**

Cretácico Tardío (Turoniano)

### Definición

Definida originalmente por Kelly en 1936 en el área de Las Delicias en Coahuila. En la localidad tipo consiste de 30 m de lutitas y calizas tabulares muy fisiles que cubren a la Caliza Aurora.

### Distribución

En la zona del Perfil Cascabel aparece en los flancos de la Sierra El Pelón con rumbo general NW, en la zona del Perfil San José aflora en anticlinales con rumbo general N alternando con la Formación Cuesta del Cura.

#### Litología y espesor

La Formación Indiudura en el área donde se midieron los perfiles consiste de calizas (según la clasificación de Dunham (1961) un wackestone, packestone y grainstone) ligeramente arcillosa, bandeada, en color gris oscuro y gris rojizo, en capas de espesor delgado a medio, alternando con lutitas y limolitas calcáreas en color pardo rojizo, en ocasiones laminares, en capas de 1 a 10 cm de espesor. Debido a que se encuentra demasiado plegada no se ha medido su espesor con exactitud.

#### Relaciones estratigráficas

Sobreyace en forma concordante a la Formación Cuesta del Cura, y subyace concordante y en forma transicional a la Formación Caracol.

#### Ambiente de depósito

De acuerdo con su litología, se considera que su depósito se efectuó en un ambiente epinerítico, en condiciones poco favorables para el desarrollo de fauna.

#### Edad y correlación

Kelly (1936) le asignó una edad del Turoniano; Martínez Pérez (1972), le asignó una edad Cenomaniano tardío-Turoniano. Se correlaciona con la Formación Agua Nueva del noreste mexicano.

### **Formación Caracol (Ksc)**

Cretácico Tardío (Coniaciano- Maastrichtiano)

#### Definición

Definida originalmente por Imlay en 1936, designó su localidad tipo a los afloramientos existentes en el arroyo El Caracol, situado en la Sierra del Ángel en la parte oriental de la Sierra de Parras, consiste de lutitas, calizas y tobas desvitrificadas que descansan concordante y transicionalmente sobre la Formación Indiudura.

#### Distribución

Se encuentra aflorando en los flancos de la Sierra El Pelón y existen numerosos afloramientos al surponiente del poblado de San José del Grito.

#### Litología y espesor

En forma general, en la zona donde se midieron los perfiles esta unidad se encuentra constituida por una alternancia rítmica de lutitas y lutitas calcáreas, de color pardo rojizo y gris verdoso, de fractura fisil, nodular y en ocasiones laminares y de limolitas, limolitas arenosas y areniscas calcáreas de grano fino a medio, color gris oscuro y verdoso, pardo, rojizo y amarillento (Imlay 1936); el espesor de los estratos es sumamente variable y va de 0.1 m a 1 m predominando la estratificación mediana, además presenta estructuras sedimentarias como rizaduras, y estratificación cruzada. En su localidad tipo tiene un espesor de 300 m pero se han medido espesores de hasta 1020 m (Córdoba-Méndez 1965).

### Relaciones estratigráficas

Descansa en forma concordante y transicional sobre la Formación Indidura, su cima esta cubierta generalmente por derrames volcánicos terciarios o expuesta al intemperismo.

### Ambiente de depósito

El depósito de esta Formación es considerado como la colmatación de la Cuenca Mesozoica del Centro de México, estableciendo que el depósito se llevó a cabo en mares someros (neríticos) de alta energía.

### Edad y correlación

El contenido faunístico de esta Formación es muy pobre, por lo que no es suficiente para asignarle una edad. Imlay en 1938 le designo una edad Coniaciano-Maastrichtiano, se le puede correlacionar con la Formación San Felipe y Méndez de la Cuenca de Tamaulipas.

### Terciario

#### **Clasticos Continentales (Tc)**

Paleoceno-Eoceno

Aparecen depositados discordantemente sobre las rocas marinas Cretácicas, consiste de un conglomerado formado predominantemente por fragmentos lajosos de 4 a 5 cm de las areniscas y lutitas de la Formación Caracol, pobremente clasificado y estratificado, presenta algunas intercalaciones con sedimentos areno-limosos, en zonas cercanas al perfil San José aparece sobreyaciendo a la Formación Caracol, por su semejanza con los clastos continentales descritos en la Hoja San Luis Potosí (Labarthe, Tristán 1985) y en la Hoja Santa María (Labarthe et al., 1985) se le asignó una edad Paleoceno-Eoceno.

#### **Latita Portezuelo (Tlp)**

Oligoceno

Derrame lávico de color café grisáceo de textura holocristalina, inequigranular, porfírica, traquítica a pilotaxítica, con matriz afanítica, con 10 a 15% de fenocristales de 2 a 6 mm de sanidino y andesina con cuarzo subordinado, la matriz consiste en microlitos de plagioclasa. Aflora al suroriente del poblado de San José del Grito en los cerros de Las Cobras, La Muneca, y Zoyate, se le asigna un espesor de 200 m (Labarthe, Tristán y Aranda, 1982). Sobreyace discordantemente a varias de las formaciones marinas del Mesozoico subyace a ambos miembros de la Riolita Panalillo. Se le asigna una edad Oligoceno ( $30 \pm 1.5$  ma) (Labarthe et al., 1982).

#### **Riolita Panalillo Miembro Superior (Trp)**

Oligoceno

Ignimbrita de color gris rosáceo, café a gris rojizo de textura merocristalina porfírica fluidal con 10 a 15% de fenocristales de 1 a 4 mm de cuarzo sanidino y algunas

plagioclasas en una matriz casi totalmente desvitrificada, presenta numerosas esferolitas de 2 a 12 mm rellenas de cuarzo y de zeolitas o de calcedonia, en la zona donde se estudio el Perfil San José se le asigna un espesor de 16 m (Labarthe et al., 1982). En la zona donde se localizan el Perfil Cascabel no existen afloramientos de este miembro, en la zona donde se localiza el Perfil San José, aflora al nororiente del poblado de San José del Grito en los cerros Mesa Larga y Mesa Redonda. Sobreyace discordantemente a las Formaciones Indidura y Caracol y no se encuentra cubierta por otras rocas. Se le Asigna una edad Oligoceno  $26.8 \pm 1.3$  millones de anos (Labarthe et al., 1982).

Cuaternario

### **Conglomerado (Cg)**

Aparece distribuido en toda la región en los taludes de la base de los cerros y zonas bajas, consiste de fragmentos mal estratificados de 1 a 2 cm provenientes de las rocas de la región.

### **Formación las Joyas Miembro Basalto (Qbj)**

Pleistoceno

Basanita de color negro en general vesicular con textura holocristalina, inequigranular, microporfirítica y pilotaxítica, los fenocristales son de olivino alterado. La matriz es de microlitos de plagioclasas calcicas con pigeonita o auxita relleno los intersticios entre las plagioclasas. Aflora al Sur del poblado de San José del grito y al oriente del poblado Mal Paso en el Cerro La Campana. Se le asigna un espesor de 5 m (Labarthe et al., 1982). Sobreyace con una topografía pre-flujo muy irregular a las distintas formaciones del área e incluso al conglomerado, y solo se haya cubierta en algunos lugares por material aluvial. Se le asigna una edad Pleistoceno (Labarthe et al., 1982)

### **Aluvión (Q)**

Se trata de depósitos aluviales de gravas, arenas, limos y arcillas, en ocasiones se observa un material se suelo residual sobre las rocas de la región.

### CAPITULO 3

#### Estudio petrográfico facial de una sección del Cretácico Medio (Albiano-Cenomaniano) del margen oriental de la Cuenca Mesozoica del Centro de México

##### 3.1 generalidades

Los estratos aflorantes de la Formación Cuesta del Cura en los Perfiles estudiados, presentan un tipo de litología atípico y hasta ahora desconocido, por lo cual se decidió realizar este trabajo que aportará nueva información acerca de estas rocas.

##### 3.2 Perfil Cascabel

El Perfil Cascabel se encuentra localizado a unos 45 km al noroeste de la Ciudad de San Luis Potosí, con coordenadas UTM (268364, 2474135), este perfil se encuentra en el extremo sur del flanco este de la Sierra El Pelón (lamina 1 F01), el cual es parte del anticlinal La Parada (figura 7). Además se propone informalmente el miembro brechoso del Perfil Cascabel que por sus características se puede diferenciar fácilmente del resto del perfil, con esta acción se pretende hacer énfasis en la naturaleza atípica de esta unidad.

Se trata de un afloramiento de la Formación Cuesta del Cura el cual se encuentra invertido, en la base de este perfil aflora la Formación La Peña con una falla como contacto. En la cima presenta un contacto transicional con la Formación Indidura, en total se midieron 106 m de espesor, se utilizaron las clasificaciones de Folk (1959 y 1962) y Dunham (1962) para rocas carbonatadas y el modelo de facies de Wilson (1975), los cuales se abrevian como sigue: Dunham (D), Folk (F), Wilson zona de facies (ZF) y Wilson standard microfacies (SMF), el perfil se describe a continuación:

Punto de inicio: Coordenadas UTM (268364, 2474135), rumbo N45°W, inclinación 30° al NE (lamina 1 F02).

0 m – 5 m. Afloran calizas muy micriticas, con presencia de *Hedbergella sp*, de color gris claro, y en estratos muy constantes que miden de 20 a 25 cm de espesor (lamina 1 F03), se tomó la muestra:

PC20. Está compuesta de una masa básica de micrita en un 75% y un 25% de bioclastos, de los cuales, el 20% son foraminíferos planctónicos (lamina 1 F04) y 5% son calcisferas y restos de conchas, la fábrica es soportada en matriz y ninguno de los componentes es mayor a 2mm (lamina 1 F05). De acuerdo a estas características, se clasificó como: (F)biomicrita (D)wackestone de bioclastos, (ZF)2, (SMF)8, por lo tanto se determinó que estas rocas se depositaron en un ambiente de plataforma de mar abierto.

5 m – 9 m. Afloran calizas delgadas de color gris claro con laminaciones hacia la base, y con una marcada gradación, en general tienen un espesor de 5 cm pero algunos estratos alcanzan los 10 cm de espesor. En algunos estratos se encuentran evidencias de bioturbación, se tomó la muestra PC19A.

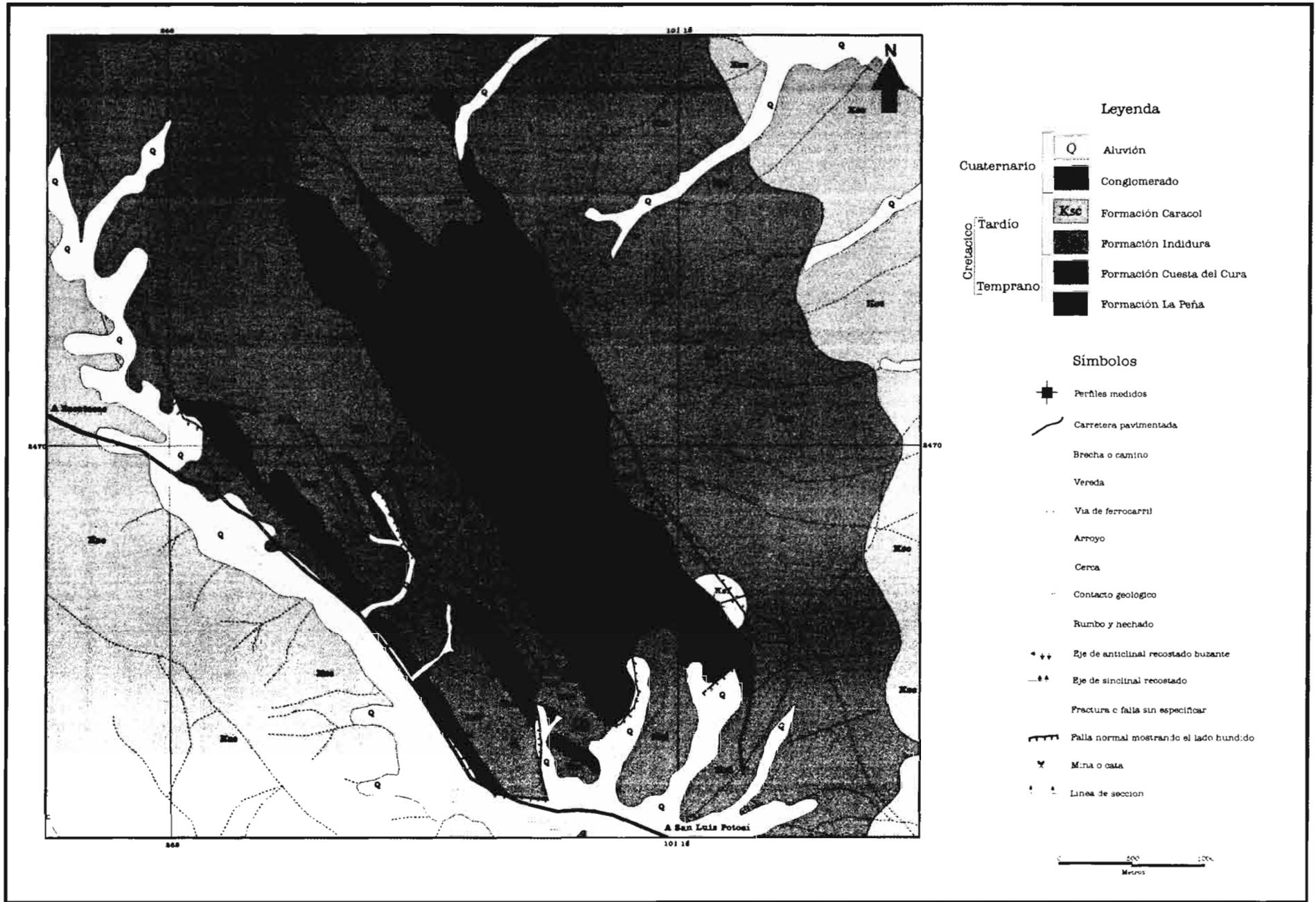
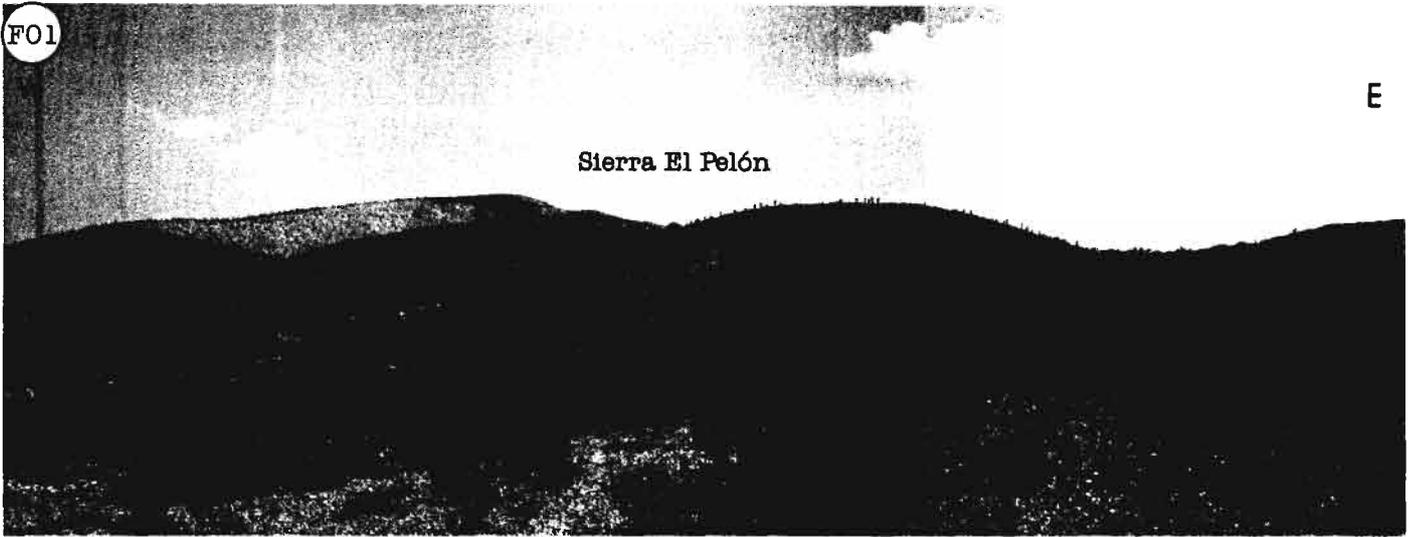


Figura 7. Geología del Perfil Cascabel (Agullón-Robles, Tristán-González, 1981)

F01

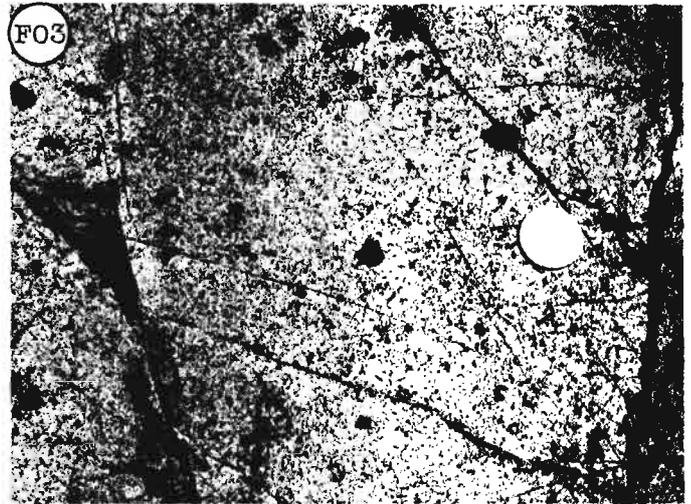


E

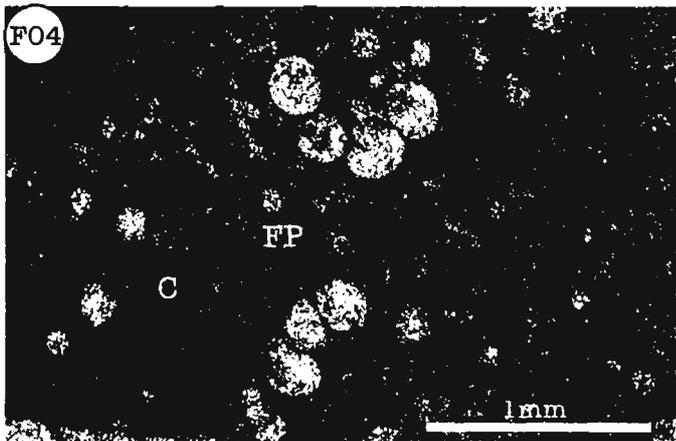
F02



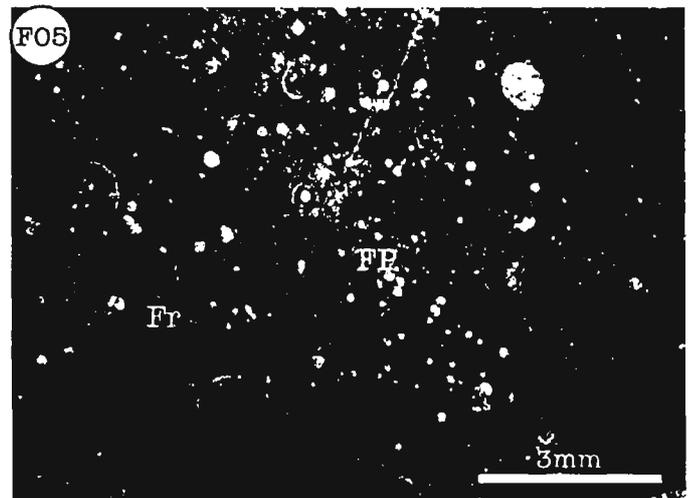
F03



F04



F05



Lamina 1. Fotografías y fotomicrografías de la base del Perfil Cascabel. F01 fotografía de la Sierra El Pelón viendo hacia el norte. F02 zona de alteración de la falla ubicada en la base del perfil. F03 fotografía de las rocas de la base del Perfil Cascabel, calizas micriticas en estratos de 25 cm de espesor con presencia de *Hedbergella sp.* pertenece a la muestra PC20. F04 fotomicrografía de un wackestone, se reconocen foraminíferos planctónicos (FP) y calcisferas (C) dentro de una matriz de micrita, muestra PC20, objetivo 5x, nicoles paralelos. F05 fotomicrografía de un wackestone, se reconocen foraminíferos planctónicos (FP) y fragmentos de conchas (Fr), en matriz micritica, muestra PC20, objetivo 1.25x, nicoles paralelos.

9 m – 9.70 m. Afloran brechas calcáreas, las cuales exhiben clastos de 1 a 2 cm de diámetro y van de subredondeados a redondeados, bien sorteados, y en la base de la secuencia presentan gradación inversa, además los colores de los clastos difieren unos de otros y van de gris claro y gris oscuro a marrón (lamina 2 F01). Se tomó la muestra:

PC19. Está compuesta por una masa básica de micrita en un 30% y un 70% de componentes, de los cuales un 40% son extraclastos que van de subredondeados a redondeados, varían en tamaño de 7 a 10 mm de diámetro, varían en su composición y color, algunos se encuentran fuertemente recristalizados y otros presentan rastros de dolomitización, además las tonalidades de los mismos varían de gris a marrón y rojizo, en general están bien sorteados (lamina 2 F02), otro 15% son ooides de tamaño de hasta 0.5 mm de diámetro, de los cuales, algunos son compuestos, y otros presentan lamelas concéntricas muy bien definidas con un cristal de calcita en el núcleo. El 15% restante son bioclastos o foraminíferos planctónicos preferentemente pero también aparecen algunos bentónicos (lamina 2 F03), además de fragmentos de conchas que representan un porcentaje despreciable, la fábrica es soportada en matriz y el porcentaje de componentes mayores a 2mm es de 40%. Clasificaciones: (F)extraobiomicrudita, (D)floatstone de extraclastos ooides y bioclastos, (SMF)4 (ZF)4, es decir se depositó en la zona de talud.

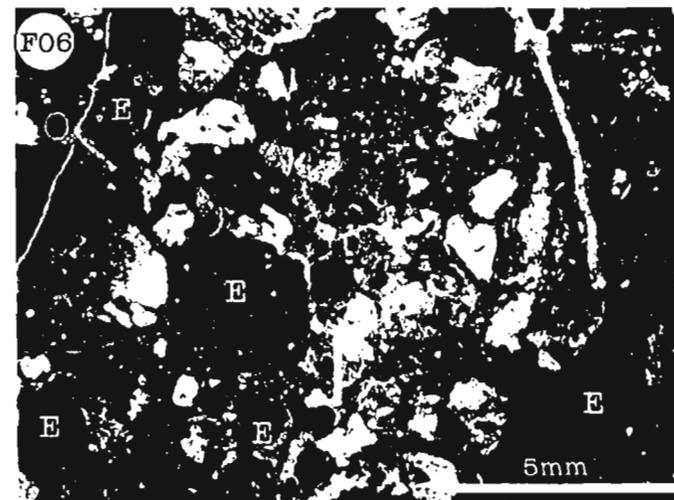
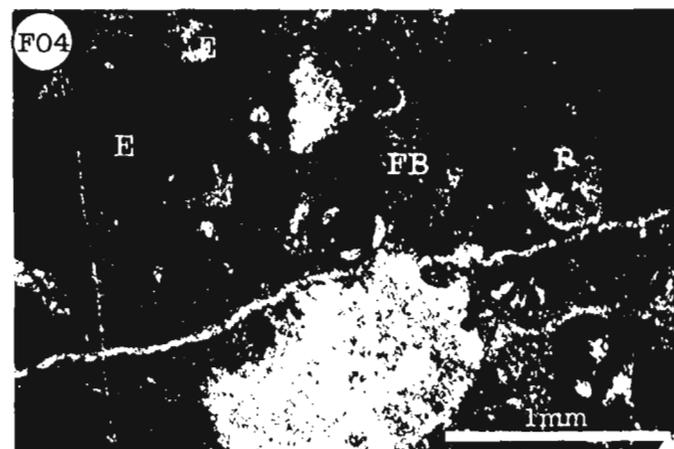
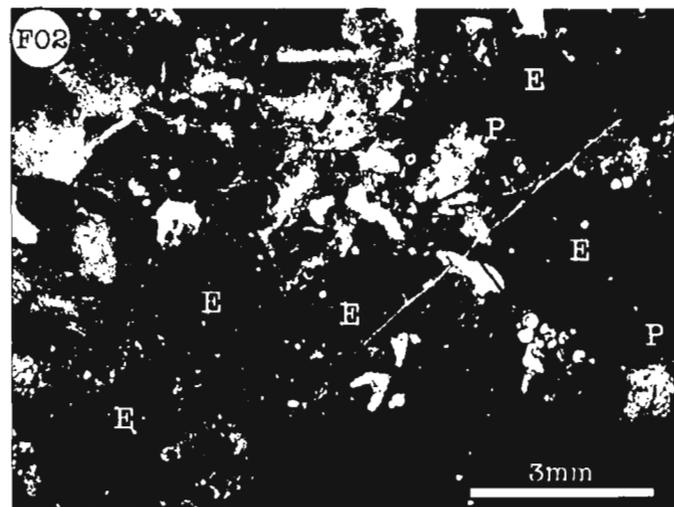
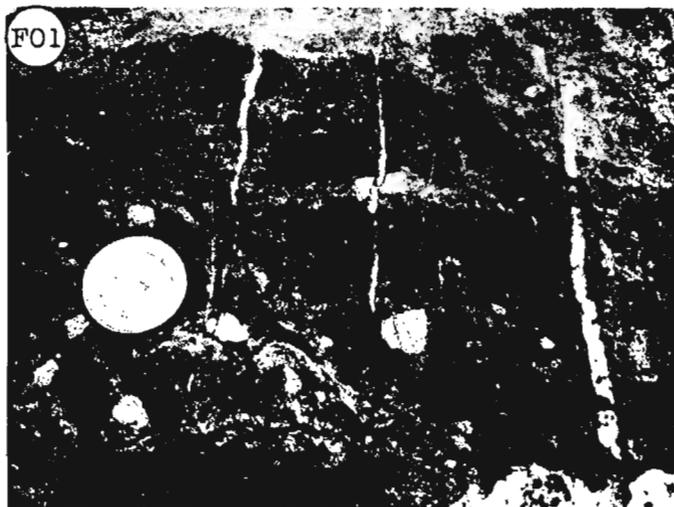
9.7 m – 10.7 m. La roca no aflora o se encuentra altamente intemperizada.

10.7m – 14.7 m. Calizas micriticas, algo granulosas de color gris oscuro, presentan laminación y gradación, además de capas de pedernal de 10 cm de espesor, algunas capas presentan amonites normalmente enrollados, se tomó la muestra PC18B.

14.7 m – 18.7 m. Secuencia de calizas en estratos de 20 cm de espesor hacia la base, se presentan muy arcillosas, es decir calizas margosas, con poco pedernal, y los estratos conservan su espesor, hacia la parte media las calizas son mas delgadas, mas arenosas y con mas pedernal en forma de bandas y nódulos, y hacia la cima las calizas se presentan mas micriticas es decir mas puras, con mayor contenido de amonites, se tomó la muestra PC18A.

18.7 m – 19.2 m. Brecha calcárea, presenta clastos de 3 a 4 cm de diámetro van de subredondeados a redondeados y bien sorteados, las coloraciones varían de color gris claro a gris oscuro, presenta gradación normal hacia la cima (lamina 2 F05). Se tomó la muestra:

PC18. Está compuesta por una matriz micritica en un 50% y otro 50 % de componentes de los cuales, un 30% son extraclastos que van de subangulosos a subredondeados, y algunos superan los 8 mm de diámetro su composición también es variable, ya que a algunos se presentan dolomitizados, otros son compuestos de calcisferas y otros son 100% de micrita, además han sufrido recristalización (lamina 2 F06). Otro 10% son ooides, aunque varían en tamaño, la mayoría son de 0.4 o 0.5 mm de diámetro, además algunos tiene centro de micrita y otros tienen un cristal de calcita como nucleo, el 10% restante son bioclastos o foraminíferos preferentemente planctónicos aunque también aparecen algunos bentónicos (lamina 3 F01) en la



Lamina 2. Fotografías y fotomicrografías del miembro brechoso del Perfil Cascabel. F01 brecha polimictica de la Formación Cuesta del Cura, con extraclastos en matriz micritica, clastos angulosos a subredondeados de 0.2 a 2 cm de diámetro. pertenece a la muestra PC19. F02 fotomicrografia de un floatstone, extraclastos (E) de angulosos a subredondeados, peloides (P) y foraminiferos bentónicos (FB) en matriz micritica, muestra PC19, objetivo 1.25x, nicoles paralelos. F03 fotomicrografia de un floatstone, se pueden observar extraclastos (E), peloides (P), calcisferas (C), y foraminiferos bentónicos (FB) en matriz micritica, muestra PC19 objetivo 5x, nicoles paralelos. F04 fotomicrografia de un floatstone, se pueden observar extraclastos (E), foraminiferos bentónicos (FB) y peloides (P) en matriz micritica, muestra PC19, objetivo 5x, nicoles paralelos. F05 fotografia de una brecha polimictica con clastos de subredondeados a subangulosos, de 0.2 a 2.5 cm de diámetro en matriz micritica, se tomó la muestra PC18. F06 fotomicrografia de un floatstone, se observan extraclastos (E), foraminiferos bentónicos (FB) y peloides (P) en matriz micritica, PC18, objetivo 1x, nicoles paralelos.

matriz, la fábrica es soportada en matriz y el porcentaje de componente mayores a 2mm es de 30%. Clasificaciones: (F)extraobiomicrudita, (D)floatstone de extraclastos ooides y bioclastos, (SMF)4 y (ZF)4, por lo que se depositó en una zona de talud.

19.2 m – 20 m. Brecha calcárea, la cual se presenta como un flujo de detritos, debido a que los clastos están imbricados en el sentido de la estratificación, los clastos además se encuentran alargados en la misma dirección, se trata de extraclastos de hasta 30 cm de diámetro van de subredondeados a subangulosos, muy mal sorteados, hacia la base los clastos son mas pequeños, pero no presentan gradación (lamina 3 F03). Se tomó la muestra:

PC17. Está compuesta de una masa básica de micrita en un 70% con un 30% de componentes, de los cuales un 25% son extraclastos, los cuales van de subredondeados a redondeados y presentan una dirección preferente en la depositación la cual es paralela a la estratificación (lamina 3 F04), y el otro 5% son bioclastos o fragmentos de conchas y calcíferas. Además de presencia de miliolidos (lamina 3 F05), la fábrica es soportada en granos. Clasificaciones: (F)extrabiomicrudita, (D)rudstone de extraclastos y bioclastos (SMF)4, (ZF)4, se depositó en una zona de talud.

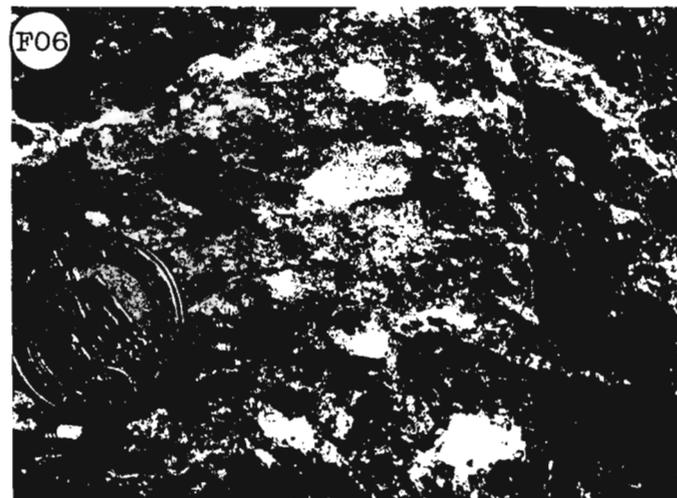
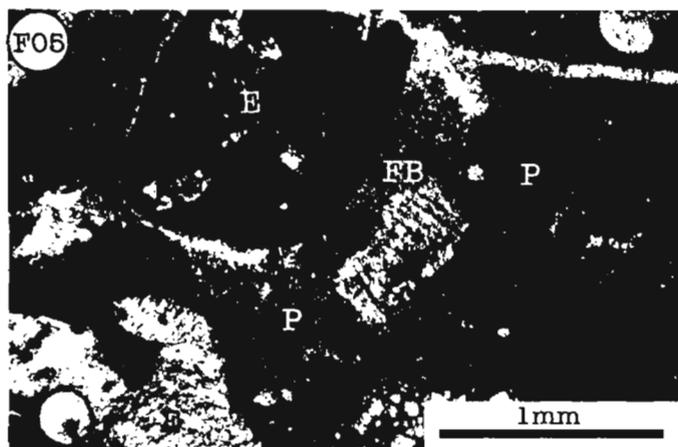
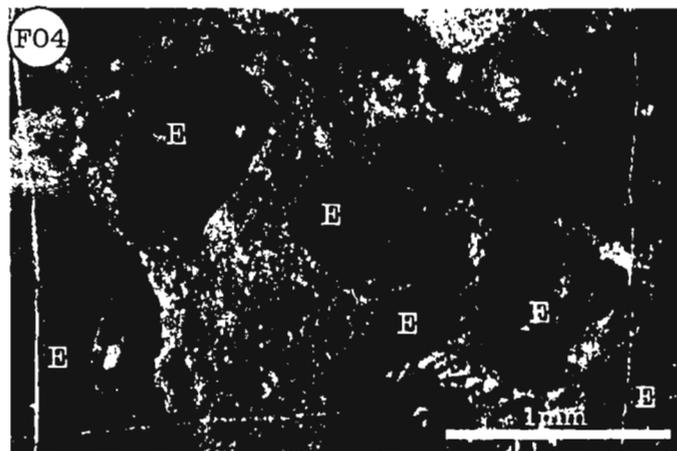
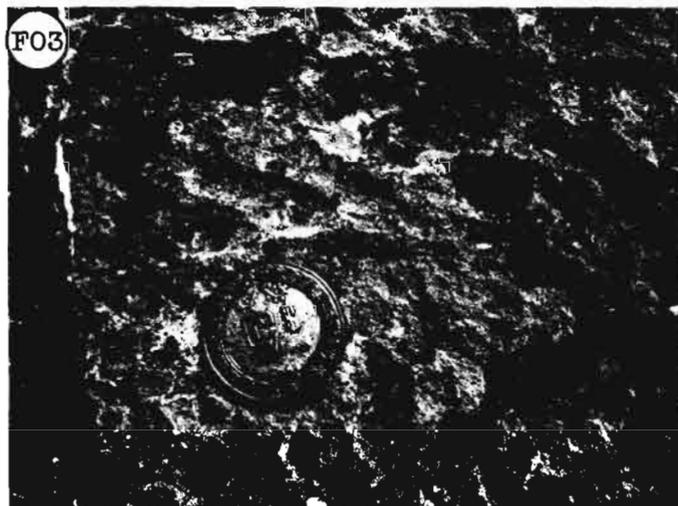
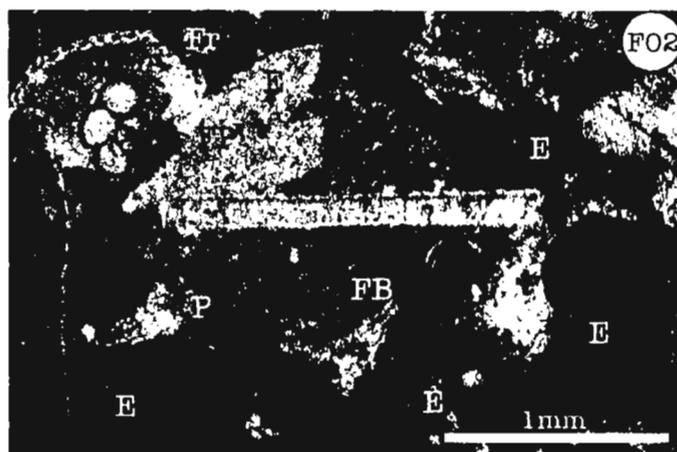
20 m – 20.7 m. Brecha calcárea con una marcada gradación normal hacia la base, los clastos son pequeños comparados con los de las otras unidades, van desde el tamaño de las arenas hasta los 3 cm de diámetro. Los clastos van de subredondeados a subangulosos y algunos son de color rojizo (lamina 3 F06). Se tomó la muestra:

PC16. Está compuesta por una masa básica de dolomita en un 20% y un 80% de componentes, los cuales son exclusivamente extraclastos, van de muy finos hasta 3mm de diámetro, la dolomitización se presenta de manera selectiva y solamente afecta la matriz. Los clastos en su mayoría son de diferentes orígenes y su composición varía de mudstone a wackestone y grainstone (lamina 4 F01 y F02). La fábrica es soportada en granos y el porcentaje de componentes mayores a 2 mm es de 60%. Clasificaciones: (F)doloextramicrudita, (D)dolorudstone de extraclastos, (SMF)4, (ZF)4, se depositó en una zona de talud.

20.7 m – 21.5 m. No aflora o se encuentra demasiado intemperizado.

21.5 m – 21.7 m. Brecha calcárea con contenido de clastos de 0.1 hasta 2 cm de diámetro los clastos se presentan bien redondeados y en general son de diferentes orígenes y muestran diferentes colores, hacia la base se encontró gradación pero no muy definida (figura F03). Se tomó la muestra:

PC15. Está compuesta por una masa básica de dolomita en un 20% y un 80 % de componentes los cuales son extraclastos, la mayoría supera los 2 mm de diámetro van de redondeados a subredondeados, y son de diferentes orígenes ya que su composición varía desde mudstones, wackestones y grainstones, en cuanto al color



Lamina 3. Fotografías y fotomicrografías del miembro brechoso del Perfil Cascabel. F01 fotomicrografía de un floatstone se observan extraclastos (E), y un foraminífero bentónico (FB), en matriz micrítica, muestra PC18, objetivo 5x, nicoles paralelos. F02 fotomicrografía de un floatstone, se observan extraclastos (E), foraminíferos planctónicos (FP), foraminíferos bentónicos (FB), peloides (P), y fragmentos de conchas (Fr), en matriz micrítica, muestra PC18, objetivo 5x, nicoles paralelos. F03 fotografía de una brecha calcárea polimictica o floatstone, se observan extraclastos de finos a 3 cm de diámetro flotando en matriz micrítica se tomó la muestra PC17. F04 fotomicrografía de un floatstone, se observan extraclastos (E) en matriz micrítica, muestra PC17, objetivo 5x, nicoles paralelos. F05 fotomicrografía de un floatstone, se observan extraclastos (E), peloides (P), y un foraminífero bentónico (FB) en matriz micrítica, muestra PC17, objetivo 5x, nicoles paralelos. F06 fotografía de un rudstone, se observan intra y extraclastos de subangulosos a redondeados de 0.2 a 3 cm de diámetro soportados en granos, muestra PC16.

van de gris claro a tonos rojizos (lamina 4 F04), la dolomitización se presenta en forma selectiva ya que no afecto a los clastos, la fábrica es soportada en granos, (figura F05), además existen foraminíferos planctónicos en cantidades muy pequeñas. Clasificaciones: (F)doloextrabiomicrudita, (D)dolorudstone de extraclastos y bioclastos, (SMF)4, (ZF)4, se depositó en una zona de pie de talud.

21.7 m – 22.8 m. Calcarenita con contenido de amonites y fragmentos de conchas delgadas en estratos de 10 cm de espesor de color gris claro, en matriz peloidal (lamina 5 F02). Se tomó la muestra:

PC14. En lámina delgada se compone de una masa básica de micrita en un 75% y un 25% de bioclastos o foraminíferos planctónicos (lamina 5 F01), se observó que la muestra sufrió una recristalización la cual no afecto a los foraminíferos pero si a la matriz, aunque en algunas partes aún es posible distinguir la matriz original, la fábrica es soportada en matriz. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, se depositó en una zona de plataforma de mar abierto.

22.8 m – 24.3 m. No aflora o se encuentra demasiado intemperizado

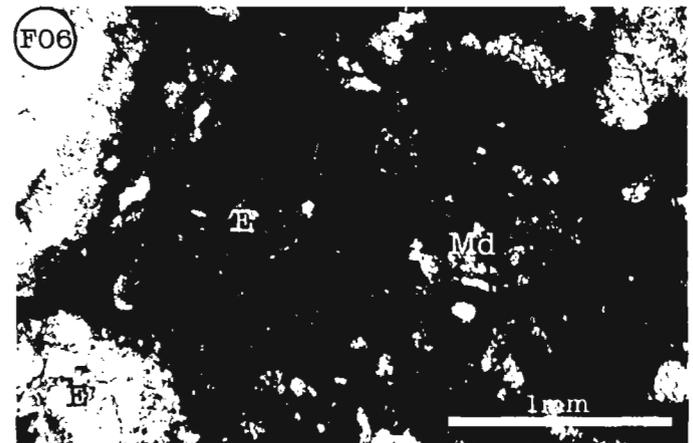
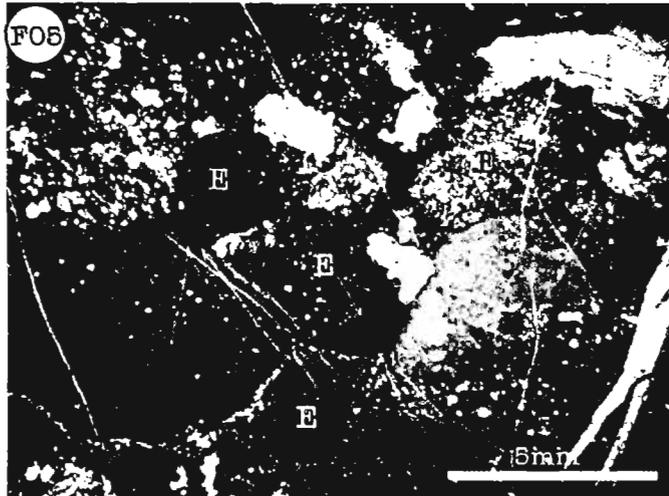
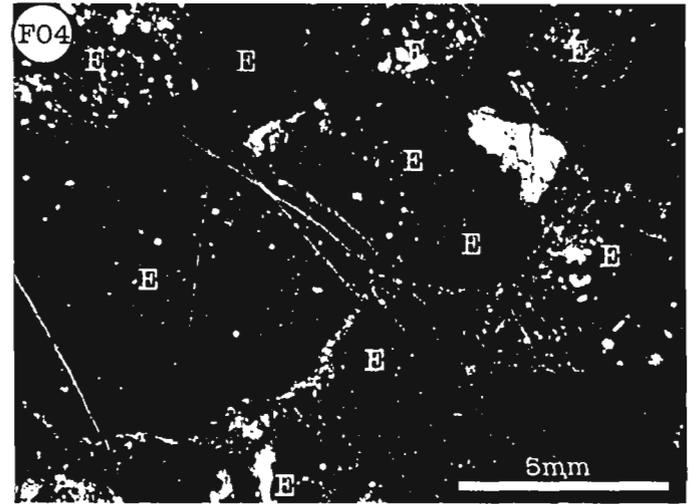
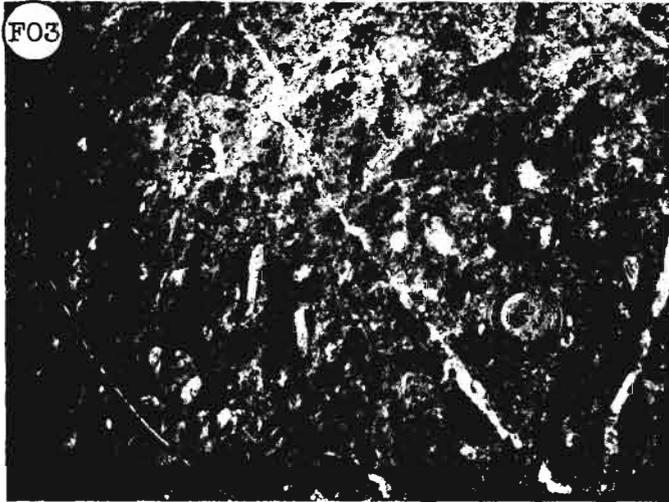
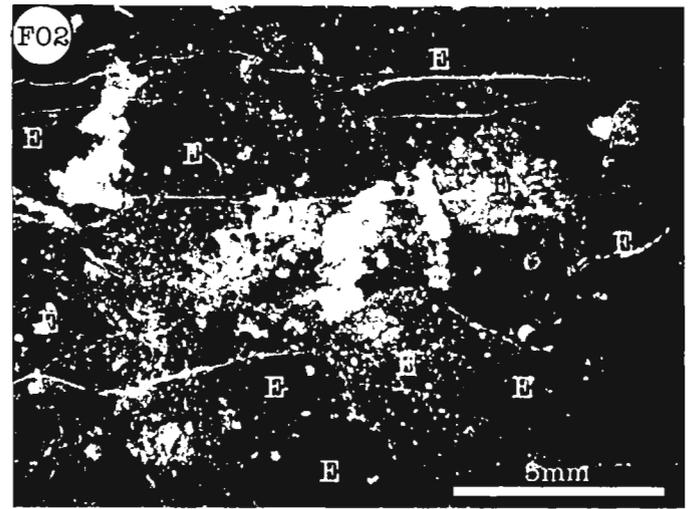
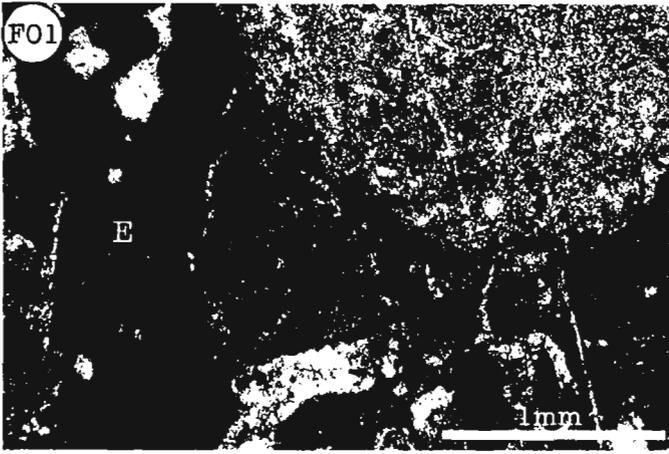
24.3 m – 27.9 m. Calizas granulosas con muestras de flujos, en la base aflora un estrato de grainstone de estratificación cruzada de aproximadamente 20 cm de espesor en contacto erosional con una brecha de extraclastos de 1 a 10 cm de diámetro de redondeados a subredondeados en fábrica soportados en granos, se tomó la muestra PC13A.

27.9 m – 30.9 m. Brecha calcárea con clastos pequeños desde finos hasta 2 cm de diámetro en la cima afloran fragmentos de conchas delgadas, los clastos aparecen flotando en lodo y van de redondeados a subredondeados (lamina 5 F03), se tomó la muestra:

PC13. En lámina delgada está compuesta por una masa básica de esparita en un 40% y un 60% de componentes los cuales son extraclastos que van desde finos hasta 4 y 5mm de diámetro, muy mal sorteados y de redondeados a subangulosos en fábrica soportada en matriz (lamina 5 F04). Clasificaciones: (F)extraesparudita, (D)floatstone de extraclastos, (SMF)4, (ZF)4, se depositó en una zona de pie de talud.

30.9 m – 34.9 m Calizas en estratos de 2 a 4 cm de espesor y algunos mas gruesos de hasta 8 cm, se presentan en textura granulosa, silicificadas y recristalizadas, con gradación normal, e intercalados con bandas de pedernal que van de 5 a 6 cm de espesor (lamina 5 F06). Se tomó la muestra:

PC12. En lámina delgada está compuesta por una masa básica de micrita en un 70% y un 30% de componentes, de los cuales, un 20% son calcisferas y 10% son foraminíferos planctónicos, en fábrica soportada en matriz y presencia de bivalvos (lamina 5 F05). Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de calcisferas y bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, se depositó en una zona de plataforma de mar abierto.



Lamina 4. Fotografías y fotomicrografías del miembro brechoso del Perfil Cascabel. F01 fotomicrografía de un dolorudstone, se observan extraclastos (E) en matriz de dolomita, muestra PC16, objetivo 5x, nicoles paralelos. F02 fotomicrografía de un dolorudstone, se observan extraclastos (E) en matriz de dolomita, muestra PC16, objetivo 0.8x, nicoles paralelos. F03 fotografía de un rudstone con extraclastos de 0.5 a 2 cm de diámetro de subangulosos a subredondeados soportados en granos, se tomó la muestra PC15. F04 fotomicrografía de un dolorudstone, se observan extraclastos soportados en granos con matriz de dolomita, muestra PC15, objetivo 1x, nicoles paralelos. F05 fotomicrografía de un dolorudstone, se observan extraclastos (E) soportados en granos con matriz de dolomita, muestra PC15, objetivo 1x, nicoles paralelos. F06 fotomicrografía de un dolorudstone, se observan extraclastos (E) y cristales rombohedrales de dolomita que constituyen la matriz (Md), muestra PC15, objetivo 5x, nicoles paralelos.

34.9 m – 51.9 m Calizas de textura arenosa con gradación muy definida en estratos de 10 cm de espesor intercalados con bandas de pedernal de 20 cm de espesor en general son de color gris oscuro, y son muy rítmicas (lamina 6 F02). Se tomó la muestra:

PC11. En lámina delgada se presenta en tres partes, al centro una capa de pedernal que contiene algunos ooides y representa el 20% de la muestra, y en la cima y la base capas de carbonatos de masa básica dolomita en un 40% y componentes en 40% los cuales son calcisferas en fábrica soportada en matriz (lamina 6 F01). Clasificación: (F)dolobiomicrita, (D)dolowackestone, (SMF)8, (ZF)2, esta roca corresponde a una zona plataforma de mar abierto.

51.9 m – 56.9 m. Calizas muy arenosas en estratos delgados de 5 a 10 cm de espesor que se intercalan con bandas de pedernal de color gris oscuro de igual espesor, además las calizas presentan algunas gradaciones, se presentan muy alteradas, se tomó la muestra PC10A.

56.9 m – 64.9 m. Calizas de color gris oscuro con bandas y nódulos de pedernal, laminación y gradaciones hacia la cima, se tomó la muestra:

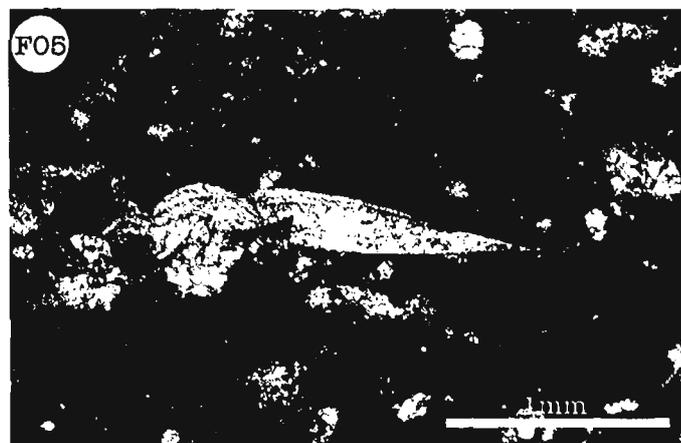
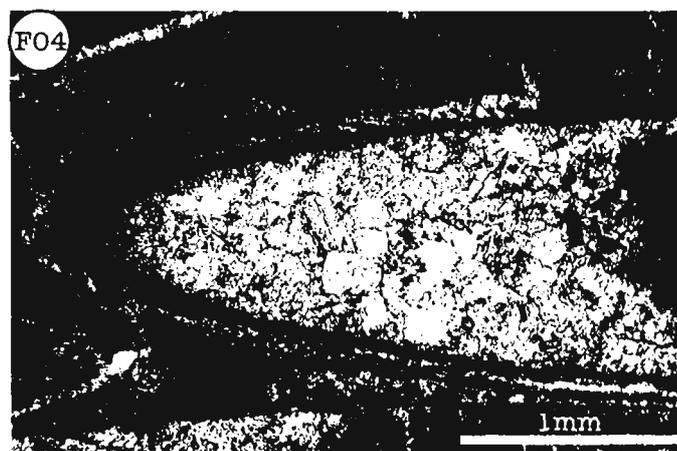
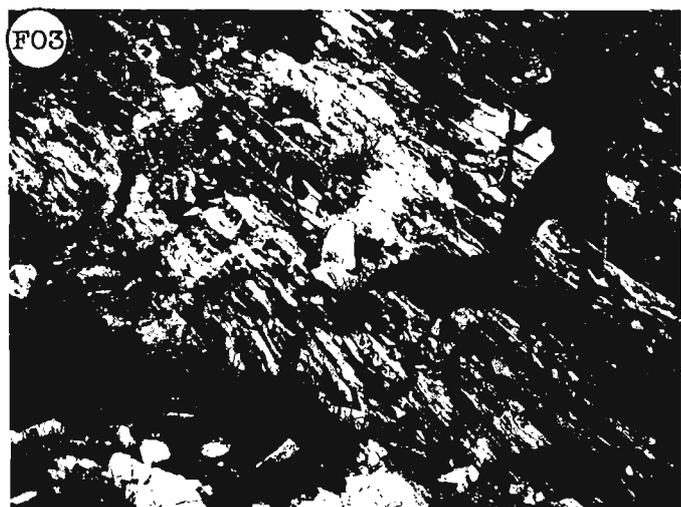
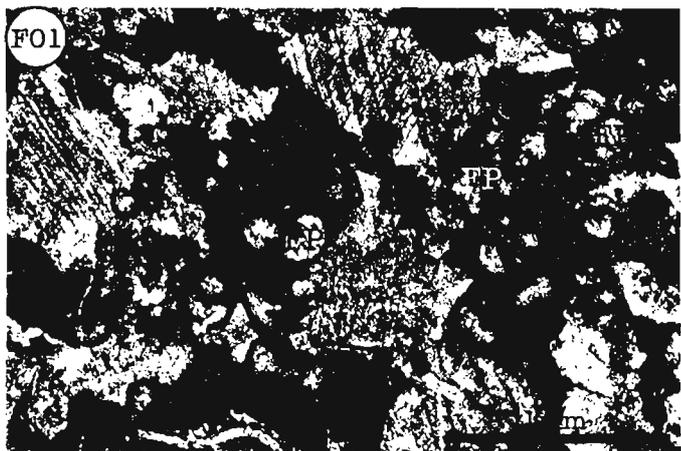
PC10. En lámina delgada está compuesta por una masa básica de micrita en un 60% y un 40% de bioclastos, de los cuales, 30% son calcisferas y 10% son foraminíferos planctónicos y amonites en fábrica soportada en matriz. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, esta roca corresponde a una zona de plataforma de mar abierto.

64.9 m – 86.9 m. Calizas de 15 a 20 cm de espesor con bandas y nódulos de pedernal, con abundante contenido de fósiles (amonites), y algunos clastos redondeados. Hacia la cima afloran calizas en estratos mas delgados, de 10 cm de espesor en general de color gris claro, además de intercalaciones con láminas de pedernal. Se tomó la muestra:

PC09. En lámina delgada está compuesta por una masa básica de micrita en un 65% y un 35% de componentes, de los cuales 25% son foraminíferos planctónicos y 10% son calcisferas, además de bioclastos en cantidades muy pequeñas y muy dispersos, en fábrica soportada en matriz. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, corresponde a una zona de facies de plataforma de mar abierto.

86.9 m – 93.9 m. Calizas micriticas en estratos medios de 15 a 20 cm de espesor, contienen algunos clastos dispersos y amonites además de foraminíferos, en general es de color gris oscuro, y en algunos lugares presenta laminación (lamina 6 F03). Se tomó la muestra:

PC06. En lámina delgada está compuesta por una masa básica de micrita en un 70% y un 30% de componentes de los cuales 25 % son foraminíferos planctónicos y 5 % calcisferas (lamina 6 F04), se presenta recristalizada y en algunos casos no son visibles los componentes. En fábrica soportada en matriz. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, se depositó en una zona de plataforma de mar abierto.



Lamina 5. Fotografías y fotomicrografías del Perfil Cascabel. F01 fotomicrografía de un wackestone, la muestra fue afectada por una recrystalización que produjo cristales únicos y amorfos de calcita, se observan islas de los componentes originales: foraminíferos planctónicos (FP) en matriz micritica, muestra PC14, objetivo 5x, nicoles paralelos. F02 fotografía de la muestra PC 14, calizas arenosas en estratos de 10 cm de espesor con restos de conchas delgadas. F03 fotografía de la muestra PC13, estratos de 20 a 25 cm de espesor con intercalación de bandas de pedernal en secuencia muy ritmica. F04 fotomicrografía de la muestra PC13, fragmento de un bivalvo en matriz micritica, objetivo 5x, nicoles paralelos. F05 fotomicrografía de la fauna de la muestra PC12, bivalvo en matriz micritica, objetivo 5x, nicoles paralelos. F06 fotografía de la muestra PC12, estratos delgados de 2 a 5 cm de espesor, con restos de conchas delgadas y amonites.

93.9 m – 97.9 m. Calizas intercaladas con bandas de pedernal, algunos estratos mas arcillosos que otros, de 5 a 20 cm de espesor de color gris claro a gris oscuro. Se tomó la muestra:

PC05. En lámina delgada está compuesta por una masa básica de micrita en un 50% y 50% de bioclastos de los cuales 40% son foraminíferos planctónicos, 5% son calcisferas además 5% son ooides, el contenido de foraminíferos es muy abundante, además existen bioclastos alargados formados de un solo cristal de micrita producto de una recristalización, en fábrica soportados en matriz. Clasificaciones: (F)bioomicrita, (D)wackestone de bioclastos y ooides, (SMF)8, (ZF)2, se depositó en una zona de plataforma de mar abierto con influencia de una zona mas somera que permita la formación de ooides.

97.9 m – 99.9 m Calizas en estratos de 1 a 5 cm de espesor intercaladas con bandas de pedernal y con estratos de lutitas de color rozado, de 5 a 10 cm de espesor, las bandas de pedernal son muy continuas y en algunos lugares existen nódulos del mismo. Se tomó la muestra:

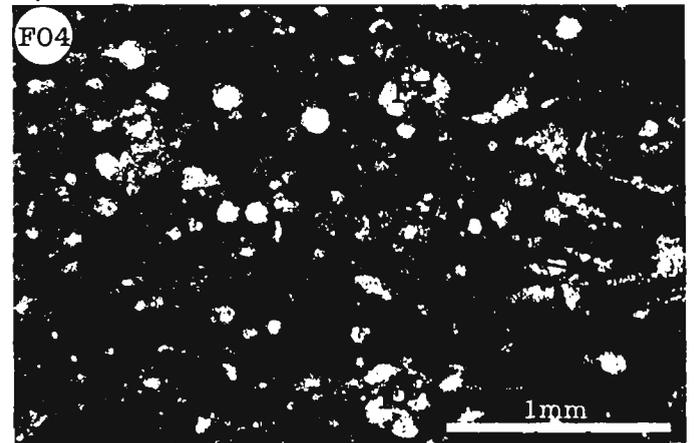
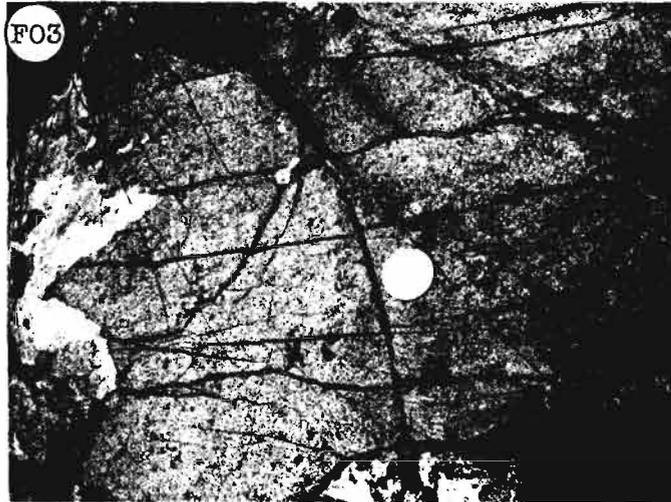
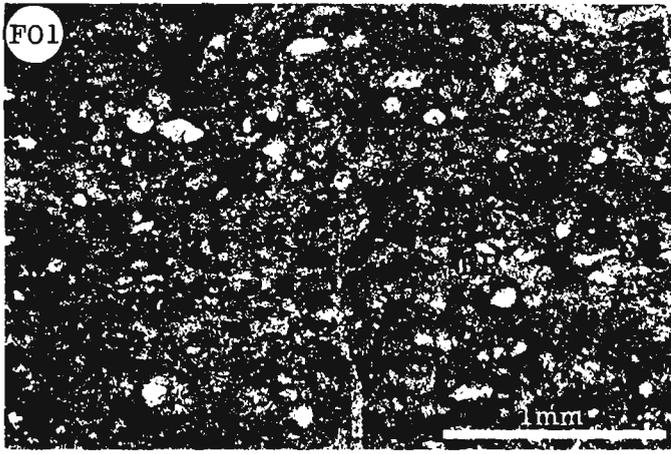
PC04. En lámina delgada está compuesta por una masa básica de micrita en 60% y 40% de componentes de los cuales, 15% son foraminíferos planctónicos, y 25% son calcisferas, el contenido de foraminíferos es muy abundante en ciertas zonas, además se encontraron espículas de crinoides. La fábrica es soportada en matriz, la muestra se encuentra muy intemperizada. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, se depositó en una zona de plataforma de mar abierto.

99.9 m – 101.9 m Calizas laminadas muy arcillosas con bandas de pedernal intercaladas con estratos de lutitas de 10 cm de espesor de color rozado y estratificación cruzada, la secuencia esta recristalizada. Se tomó la muestra:

PC03. En lámina delgada está compuesta por una masa básica de micrita en un 50%, la cual además presenta material arcilloso, el otro 50% son componentes de los cuales 25% son foraminíferos planctónicos, 15% son amonites y 10% son calcisferas, la muestra presenta algunas zonas recristalizadas. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, se depositó en una zona de plataforma de mar abierto.

101.9 m – 102.12 m Secuencia de calizas delgadas de 2 a 4 cm de espesor intercaladas con estratos de calcarenitas en estratos de 20 cm de espesor de color gris claro y gris oscuro, con estratificación cruzada, gradación, horizontes con amonites, y ondulaciones, además de un contenido abundante de arcillas. Se tomó la muestra:

PC02. En lámina delgada se compone de una masa básica de micrita en un 80% y 20% de componente de los cuales, 10% son foraminíferos planctónicos, 5% son calcisferas y 5% son amonites. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, se depositó en una zona de plataforma de mar abierto.



Lamina 6. Fotografías y fotomicrografías del Perfil Cascabel y del contacto con la Formación Indidura. F01 fotomicrografía de un wackestone, Foraminíferos planctónicos (FP) y calcisferas (C) en una matriz micrítica con gran contenido de arcillas y muestras de flujo, muestra PC11, objetivo 5x, nicols paralelos. F02 fotografía de la muestra PC 11, estratos de calizas de 10 cm de espesor intercaladas con estratos de lutitas, el contacto entre ambos estratos es transicional. F03 Fotografía de la muestra PC06 calizas micríticas en estratos de 20 cm y una gran abundancia de fauna. F04 fotomicrografía de un wackestone, se observan Foraminíferos planctónicos (FP), calcisferas (C) y peloides (P) en matriz peloidal, muestra PC06, objetivo 5x, nicols paralelos.



102.12 m – 106.12 m Calcarenita color gris claro y gris oscuro, con gradación, estratificación cruzada, canales rellenos, con bandas de pedernal, laminación y amonites intercaladas con estratos de 15 cm de espesor de grano fino. Se tomó la muestra:

PC01. En lámina delgada está compuesta por una masa básica de micrita en un 70% y 30% de componentes de los cuales 15% son foraminíferos planctónicos, 10% calcisferas, y 5% son amonites, la muestra presenta una tendencia de mayor pureza hacia la base es decir los componentes abundan en la cima. Clasificaciones (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, se depositó en una zona de plataforma de mar abierto.

106.12 m. contacto transicional con la Formación Indidura.

### 3.2.1 Interpretación del Perfil Cascabel

Del Perfil Cascabel se puede destacar lo siguiente, en la base se presentan estratos de calizas, micriticas con bandas y nódulos de pedernal, así mismo las muestras de esta secuencia (muestras PC20, PC19A) contienen foraminíferos, amonites y calcisferas, es decir esta descripción se adapta perfectamente a la definición de la Formación Cuesta del Cura, este miembro aparece en un contacto erosivo con una brecha calcárea (muestra PC19) que es la primera evidencia de un cambio en las condiciones de depositación, esta muestra contiene también foraminíferos bentónicos, y esta en contacto erosivo con otra secuencia de calizas micriticas (muestras PC18-A y PC18-B), las cuales infrayacen a una secuencia de brechas calcáreas (muestras PC18, PC17, PC16 Y PC15). Este paquete se puede separar y analizar como un solo miembro, del cual tenemos que la base esta compuesta por floatstones, los cuales evolucionan a rudstones y repentinamente se encuentran en contacto con mudstones típicos. Es importante destacar que esta secuencia de brechas calcáreas contiene foraminíferos bentónicos específicamente miliolidos, además en todas las muestras, los extraclastos difieren en su tamaño, forma, arreglo, granulometría, y composición, haciéndolas brechas polimícticas, lo cual indica que los componentes son de orígenes diferentes. De acuerdo a lo observado en el campo estas brechas afloran con estructuras de las cuales destacan la gradación o serie Bouma, y en algunas se presentan imbricaciones muy leves, en base a estas características este secuencia se puede diferenciar perfectamente del resto del perfil por lo que de ahora en adelante se le da el nombre de miembro brechoso del Perfil Cascabel (figura 8).

El miembro brechoso infrayace a una secuencia de calizas típicas o calizas micriticas depositadas en un ambiente de cuenca con fauna pelágica, con un contacto transicional o gradación, variando solamente los espesores de los estratos y los contenidos de componentes como foraminíferos planctónicos, amonites, restos de conchas, calcisferas y restos de bivalvos (muestras PC14 a PC01) a lo largo de toda esta secuencia aunque varían los contenidos de los componentes, su clasificación no varía y por lo tanto la zona donde se depositaron permaneció en condiciones similares, el contenido de arcillas aumenta y evoluciona hasta tener un contacto transicional con la Formación Indidura.

La estructura sedimentaria que predomina en el perfil es la estratificación paralela, la cual se presenta constante a través de toda la secuencia excepto en los casos en los que aparecen brechas calcáreas, el espesor de los estratos varía de los 2 cm hasta los 20 cm, siendo mas homogéneos en la parte comprendida entre las brechas y la cima del perfil. Otra estructura sedimentaria presente es la laminación, la cual se presenta en algunas ocasiones discontinua como en el caso de las muestras PC18A Y PC18B, pero en la parte superior del perfil se hacen mas evidentes las muestras con gradación conforme se avanza hacia el límite transicional con la Formación Indidura, en la cual aumenta el aporte de arcillas a los estratos y los vuelve mas finos y laminados. También se presenta gradación, la cual es muy variable y se encuentran muestras dispersas a todo lo largo del perfil, pero la evidencia mas representativa es la transición entre la muestra PC18A y la muestra PC18, las cuales son un wackestone y un floatstone respectivamente, es decir, entre estas dos muestras los contenidos de materiales evolucionan desde finos o calizas arcillosas hasta brechas calcáreas con clastos de 4 cm de diámetro. Así mismo se encuentra una gradación inversa en la transición entre las muestra PC15 y PC14 las cuales son un rudstone y un wackestone respectivamente, es decir la secuencia evoluciona desde una brecha calcárea con clastos de 2 cm hasta una calcarenita. Otra estructura sedimentaria presente en el Perfil es la estratificación cruzada, la cual se encuentra dispersa (muestras PC13A, PC13, y PC02). Otra estructura sedimentaria presente en el perfil es el brechamiento (muestras PC19, PC18, PC16, PC15 y PC14), se muestra como un solo paquete el cual solamente es interrumpido por calizas de cuenca (muestras PC18A y PC18B), las cuales son límites transicionales entre una muestra y otra, es decir no pierden continuidad o no son interrumpidas abruptamente.

Adicionalmente se puede hablar de la clasificación de cada una de las muestras, se separan en dos grupos: clasificación de rocas carbonatadas de acuerdo con Folk (1959 y 1962) y Dunham (1962); y clasificaciones según el modelo de facies de Wilson (1975) es decir SMF y ZF.

El Perfil Cascabel presenta una clasificación de rocas carbonatadas de acuerdo a Folk (1959 y 1962) y Dunham (1962) de wackestone o biomicrita en términos generales (ya que el nombre de acuerdo a Folk varia según el porcentaje y contenido de componentes), así mismo de acuerdo al modelo de facies de Wilson (1975), el Perfil Cascabel se ubica en un SMF 8 y ZF o zona de facies 2 es decir plataforma de mar abierto.

El miembro brechoso del Perfil Cascabel, presenta una clasificación de rocas carbonatadas de acuerdo con Folk (1959 y 1962) y Dunham (1962) de floatstones o extrabiomicritas (muestras PC19, PC18 y PC17) y rudstones o extrabiomicritas (muestras PC16 y PC15) y de acuerdo al modelo de facies de Wilson se clasifican como SMF 4 y ZF 4 o zona de facies de talud.

En base a lo anterior se puede interpretar que la base del Perfil Cascabel presenta características típicas de la Formación Cuesta del Cura, es decir litología como calizas micriticas con contenidos variables de amonites, foraminíferos planctónicos, calcisferas y fragmentos de conchas o wackestones y biomicritas depositados en una zona de facies de plataforma de mar abierto, sobreyaciendo a esta secuencia calcárea y con un límite erosional se encuentra el miembro brechoso, caracterizado por evolucionar de floatstone a

rudstone con contenidos variables de foraminíferos planctónicos pero también presencia de foraminíferos bentónicos, depositados en una zona de facies 4 o talud. Este miembro brechoso se encuentra infrayaciendo y en contacto transicional al resto de la secuencia que nuevamente presenta las mismas características de la base pero con un contacto transicional hacia la cima con la Formación Indidura representado por un aumento gradual en el aporte de terrígenos.

### 3.3 Perfil San José

El Perfil San José se encuentra ubicado a 60 km al norte de la Ciudad de San Luis Potosí sobre la carretera Aqualulco-Moctezuma, con coordenadas UTM (281920, 2509550) como punto de inicio (figura 9). En este perfil se hace también la propuesta informal del miembro brechoso y el miembro de ritmitas, ambos miembros representan características fácilmente diferenciables del resto del perfil y al proponerlos informalmente se pretende tener un mejor entendimiento de la naturaleza atípica de estas unidades. Se trata de un afloramiento de la Formación Cuesta del Cura en un anticlinal, los estratos tienen un rumbo N10°W e inclinación de 60° hacia el NE. El Perfil comienza en una falla, en total se midieron 70.5 m los cuales se describen a continuación:

Punto de inicio: coordenadas UTM (281920, 2509550) rumbo N10°W, inclinación 30° al NE. (lamina 7 F02)

0 – 5 m. Secuencia de calizas delgadas y medias que van de 10 a 40 cm de espesor, con intercalaciones de grano fino y grano grueso, en algunos horizontes se presentan laminaciones, se encuentran muy recristalizadas y con pliegues sinsedimentarios (lamina 7 F03), en esta unidad se tomaron dos muestras las cuales se describen a continuación:

SJ01. Tomada a 2 m de la base, está compuesta por una masa básica de micrita en 5%, el otro 95% de la muestra está constituido de extraclastos, de subredondeados a subangulosos, algunos alcanzan los 6 mm de diámetro, con imbricaciones, pero en algunos lugares se pierde su continuidad, su composición varía, algunos están formados exclusivamente de calcisferas y otros son mudstones, algunos otros presentan amonites (ver FIG 16 F04), en este caso el 60% de los componentes es mayor a 2mm, en fábrica soportados en granos. Clasificaciones: (F)extramicrudita, (D)rudstone de extraclastos, (SMF)4, (ZF)4, esta roca pertenece a una zona de talud.

SJ02. Tomada a 3m de la base, esta compuesta por una masa básica de micrita de 70% y 30% de componentes, los cuales son extraclastos, fuertemente recristalizados, de subredondeados a subangulosos, desde finos hasta 5 mm de diámetro, muy mal sorteados en fábrica soportada en matriz (lamina 8 F01). Clasificaciones: (F)extramicrudita, (D)floatstone de extraclastos, (SMF)4, (ZF)4, se depositó en una zona de talud.

5 m – 5.45 m. Brecha calcárea de clastos que varían en tamaño y van de 0.1 hasta 4 cm de diámetro muy mal sorteados, los clastos son de color gris claro y con gradación hacia la base (lamina 8 F02). Se tomó la muestra:

SJ03. Está compuesta por una masa básica de dolomita, la cual no supera el 10%, el otro 90% de la muestra son extraclastos de subredondeados a redondeados con indicios de dolomitización, la mayoría son mudstones y wackestones, están alargados horizontalmente que parece ser en dirección al flujo o imbricación en fábrica soportada en granos (lamina 8 F03). Clasificaciones: (F)doloextramicrudita, (D)dolorudstone, (SMF)4, (ZF)4, que corresponde a la zona de Talud.

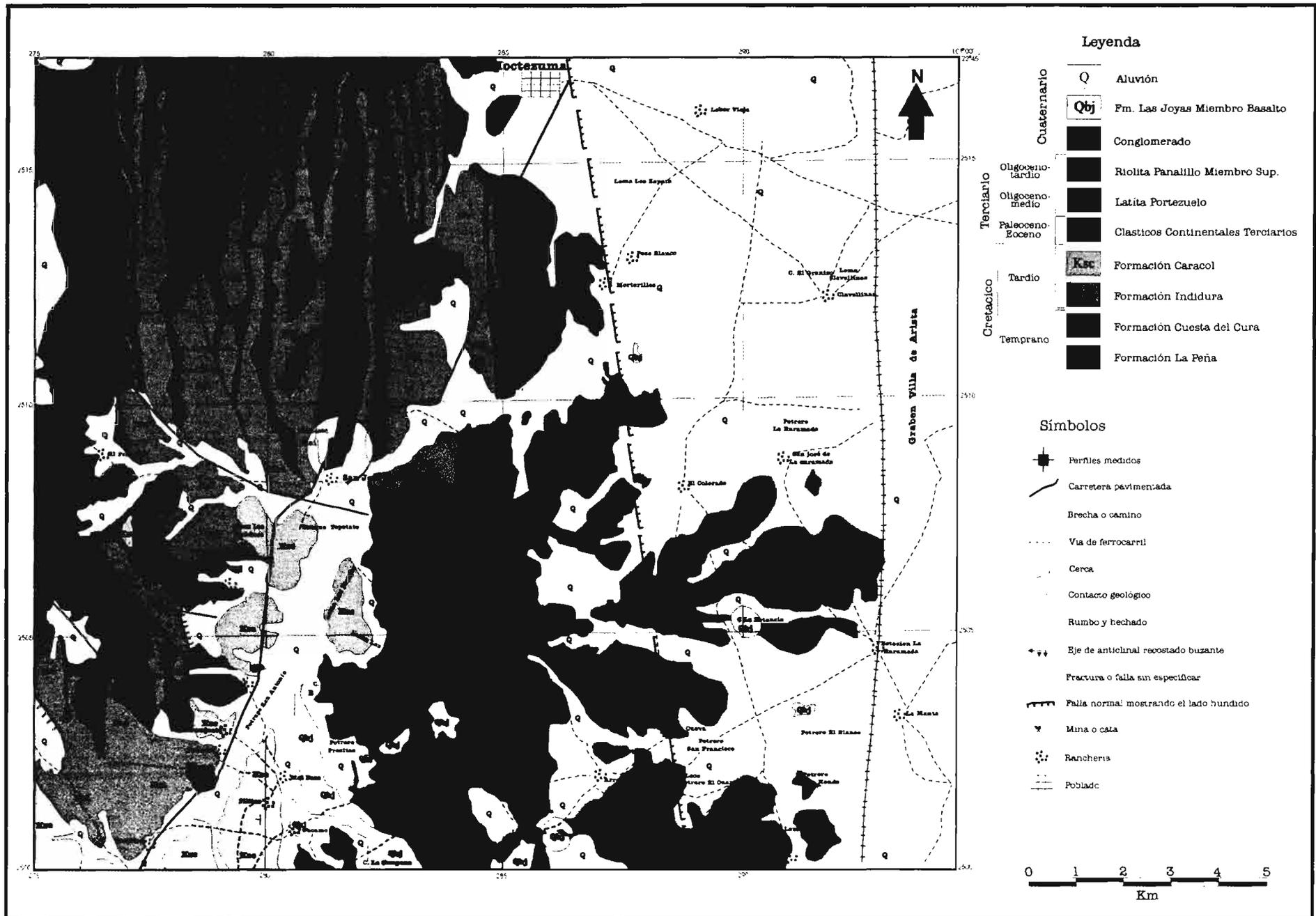
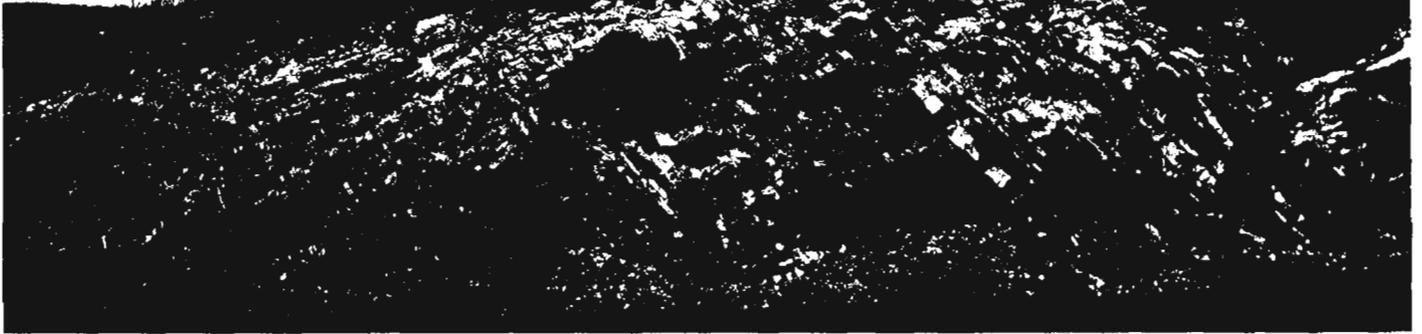


Figura 9. Geología del Perfil San José (Labarthe-Hernández, Tristán-Gonzalalez, 1981)

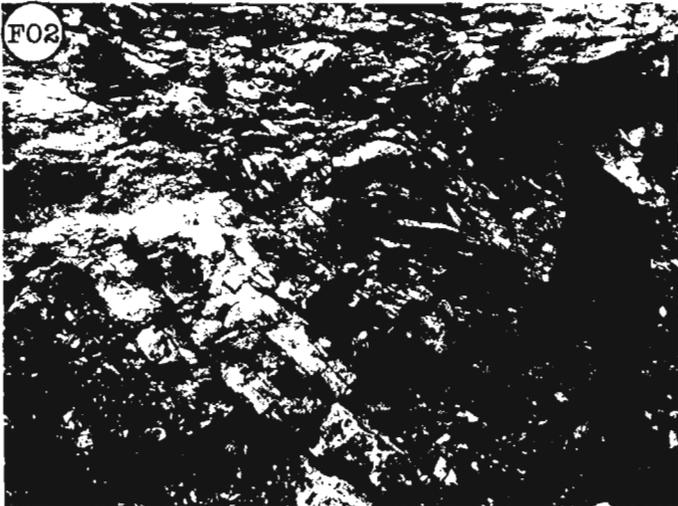
F01

W

E



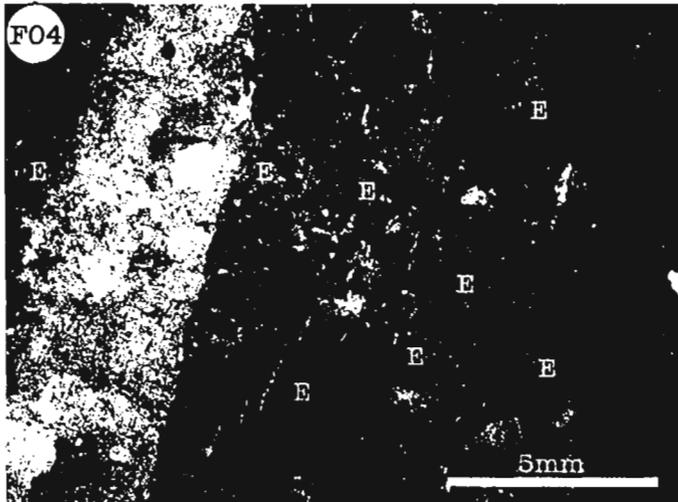
F02



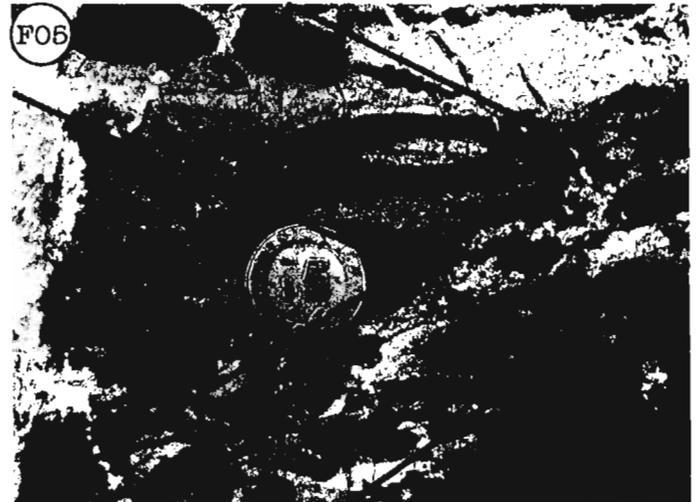
F03



F04



F05



Lamina 7. Fotografías y fotomicrografías de la base y del miembro brechoso del Perfil San José. F01 vista panorámica del afloramiento de la Formación Cuesta del Cura viendo al norte. F02 fotografía de un pliegue volcado en la base del perfil. F03 fotografía de un rudstone, extra clastos de 0.2 a 5 cm alargados e imbricados, se tomó la muestra SJ01. F04 fotomicrografía de un Rudstone, se observan extraclastos (E) de angulosos a subangulosos e imbricados en matriz micritica, muestra SJ01, objetivo 1x, nicoles paralelos. F05 fotografía de un floatstone, se observan varias etapas de deposito, con estratificación cruzada, los clastos van de 0.2 a 6 cm de largo, algunos son tabulares e imbricados y otros son mas esféricos o equidimensionales, se tomó la muestra SJ02.

5.45 m – 9.45 m. Intercalación de calizas delgadas muy arenosas de 10 cm de espesor con calizas mas gruesas de 30 cm de espesor menos arenosas y mas micriticas, de color gris a gris oscuro, en la mitad de esta unidad se observa un estrato de 5 cm de espesor de una brecha con clastos de 1 cm de diámetro, subredondeados y bien clasificados (lamina 8 F04). Se tomó la muestra:

SJ04. Está compuesta por una masa básica de micrita en 80% y un 20% de bioclastos los cuales son calcisferas (lamina 8 F05), además existen foraminíferos planctónicos en pequeñas cantidades, en la matriz se encuentran algunos indicios de dolomitización por la existencia de algunos cristales rombohedrales de dolomita, pero no predominan. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2 se depositó en una plataforma de mar abierto.

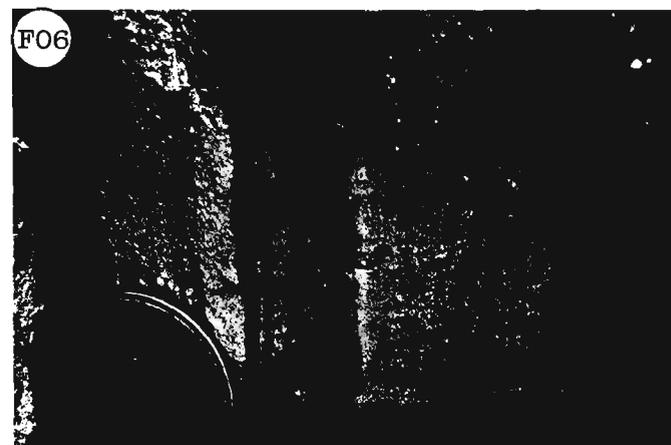
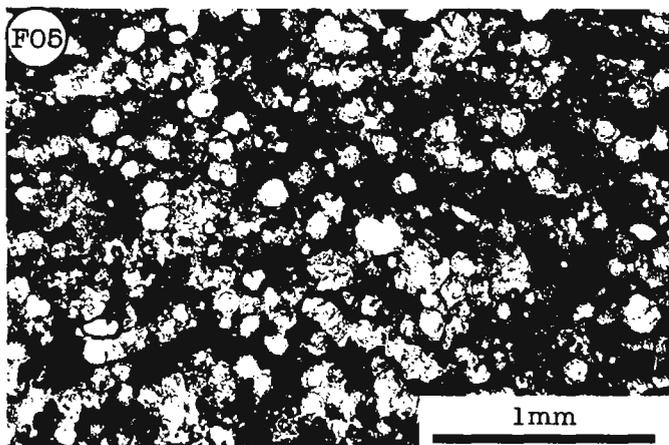
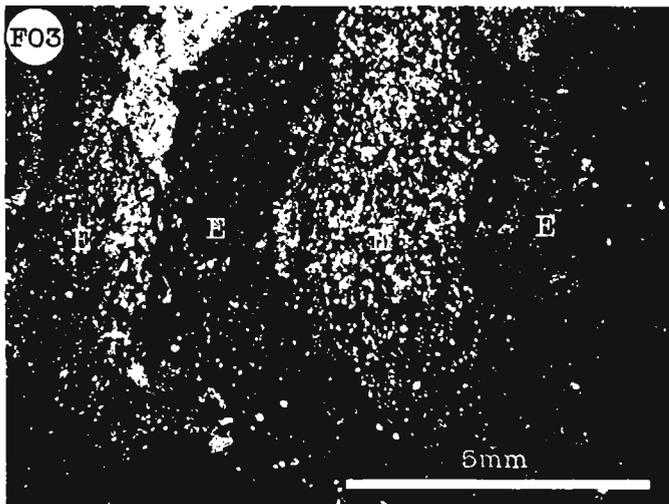
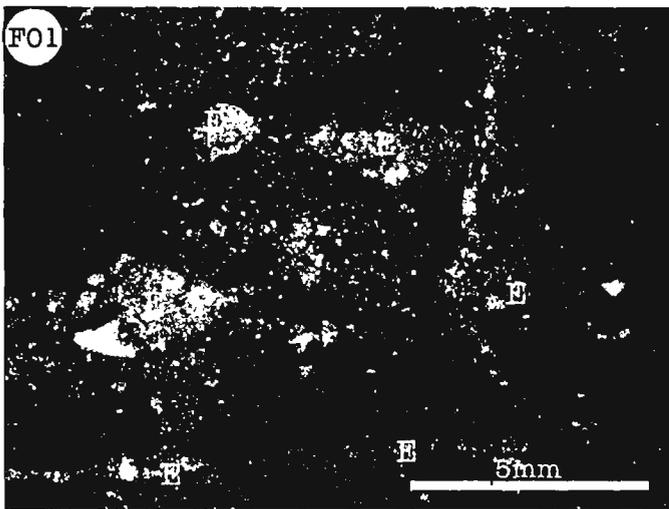
9.45 m – 15.45 m. Secuencia de calizas delgadas micriticas con contenido de microfósiles, en estratos de 20 cm de espesor, en algunas zonas aparecen laminaciones de arcillas de color rosa (lamina 8 F06). De esta unidad, se tomaron dos muestras las cuales se describen a continuación:

SJ05. Tomada a 10.45 m de la base, está compuesta por una masa básica de micrita en 45% y un 55% de bioclastos, de los cuales 50% son calcisferas y 5% son foraminíferos planctónicos, se presentan laminaciones y el contenido de componentes varia de un horizonte a otro, se presenta disturbación en las diferentes láminas, en el centro de la muestra aparece un horizonte de color oscuro sin extinción, que es materia orgánica, pero también contiene calcisferas, este horizonte es de 3 mm de espesor. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, o plataforma de mar abierto.

SJ06. Tomada a 13.95 m de la base, está compuesta por una masa básica de micrita en un 70% y un 30% de bioclastos, de los cuales 20% son foraminíferos planctónicos y 10% son calcisferas, al igual que la muestra anterior, esta muestra presenta laminaciones, y el contenido de componentes varia en cada horizonte, pero además, en la base el contenido es mas abundante que en la cima (lamina 9 F01), y en algunas láminas se presentan minerales ferrosos u óxidos opacos y de color rojizo. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, o plataforma de mar abierto.

15.45 m – 21.45 m. Calizas interestratificadas con lutitas, y de textura arenosa, se presentan laminaciones, intercalados con estratos de 10 a 15 cm de espesor, es muy constante y muy rítmica (lamina 9 F02). Se tomó la muestra:

SJ07. Está compuesta por una masa básica de micrita en un 40% y un 60% de bioclastos, de los cuales, 50% son calcisferas y 10% son foraminíferos planctónicos (lamina 9 F03), la muestra está compuesta por laminaciones, en las cuales el contenido de componentes es muy variable e incluso en algunas llegan a no existir componentes, además se presentan óxidos de color rojizo que no se extinguen, los límites entre lámina y lámina están muy bien definidos. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, o plataforma de mar abierto.



Lamina 8. Fotografías y fotomicrografías del miembro brechoso del Perfil San José. F01 fotomicrografía de un floatstone, extraclastos (E) en matriz de esparita, muestra SJ02, objetivo 1.6x, nicoles paralelos. F02 fotografía de un rudstone, los clastos van de 0.2 a 7 cm de largo, mal sorteados, mal clasificados, en algunos lugares se presenta imbricación pero no es continua, soportados en granos, se tomó la muestra SJ03. F03 fotomicrografía de un dolorudstone, se observan extraclastos afectados fuertemente por la dolomitización en matriz de dolomita, muestra SJ03, objetivo 1.25x, nicoles paralelos. F04 fotografía de la muestra SJ04, bandeamiento e intercalación de materiales finos y gruesos en gradación normal, intercalación de calizas, bandas de pedernal y calizas arcillosas, se pueden observar A, B, D y E de la serie Bouma, además, los estratos de calizas no son continuos muestra de bioturbación. F05 fotomicrografía de un wackestone, se observan abundantes foraminíferos planctónicos y calcíferas en matriz de micrita, muestra SJ04, objetivo 5x, nicoles paralelos. F06 fotografía de intercalación de materiales finos y gruesos en gradación normal, además de estructuras tipo flama, se tomó la muestra SJ06.

21.45 m – 24.85 m. Calizas interestratificadas iguales a la unidad anterior, en esta unidad se presentan nódulos y lentes de pedernal.

24.85 m – 30.85 m. Brecha calcárea, presenta un arreglo que va de caótico a tabular en el mismo sentido de la estratificación con clastos que van de finos hasta 40 cm de diámetro, redondeados, en algunas zonas la muestra es muy arcillosa. Se tomó la muestra:

SJ08. Está compuesta por una masa básica de micrita en un 60% y un 40% de bioclastos de los cuales 30% son foraminíferos planctónicos y 10% son calcíferas. La muestra en lámina delgada difiere de la descripción del perfil, sin embargo se puede suponer que la lámina delgada es de un solo intraclasto ya que son muy grandes. Clasificaciones: (F)biomicrita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, o plataforma de mar abierto.

30.85 m – 32.15 m. Calizas muy granulosas con fuerte dolomitización, presenta un límite transicional con la unidad anterior, con estilolitas, nódulos de pedernal y presencia de material muy grueso o de tamaño de arenas gruesas. Se tomó la muestra:

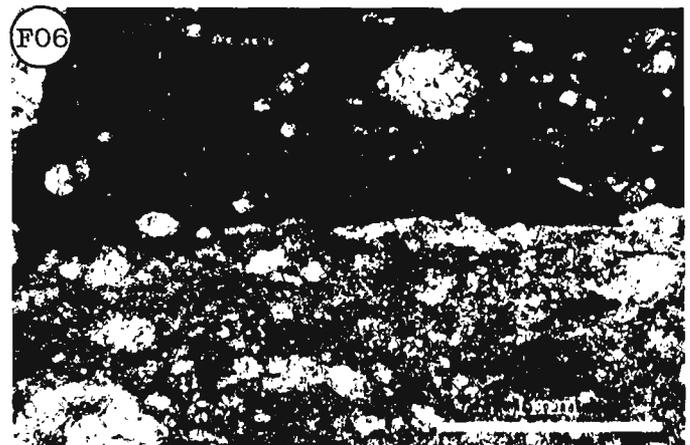
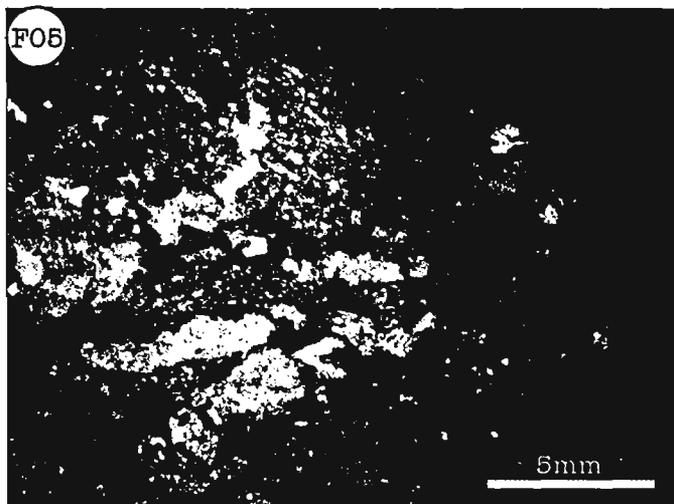
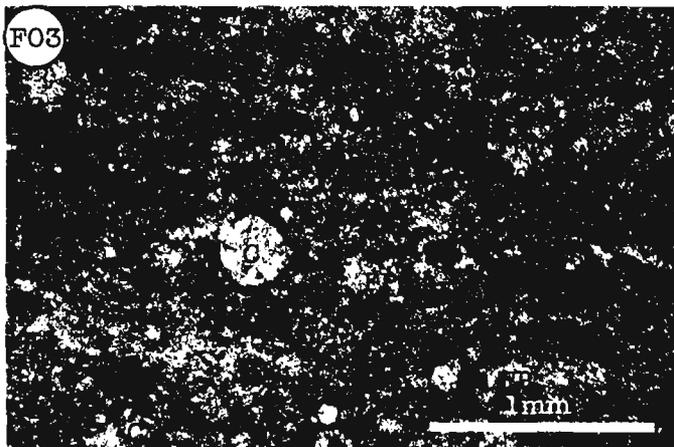
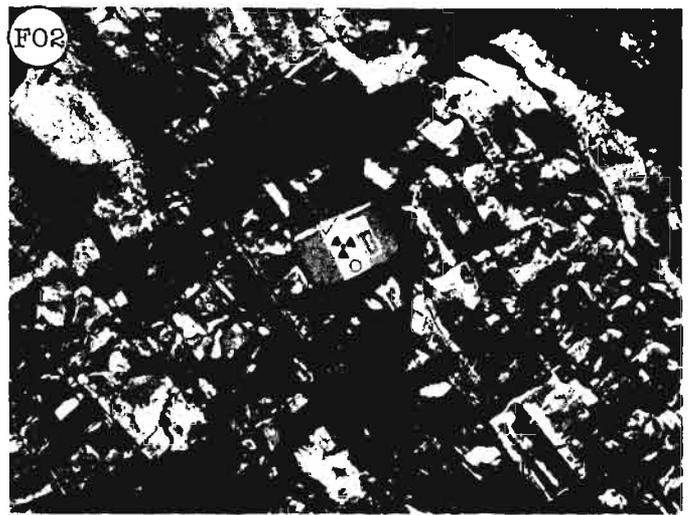
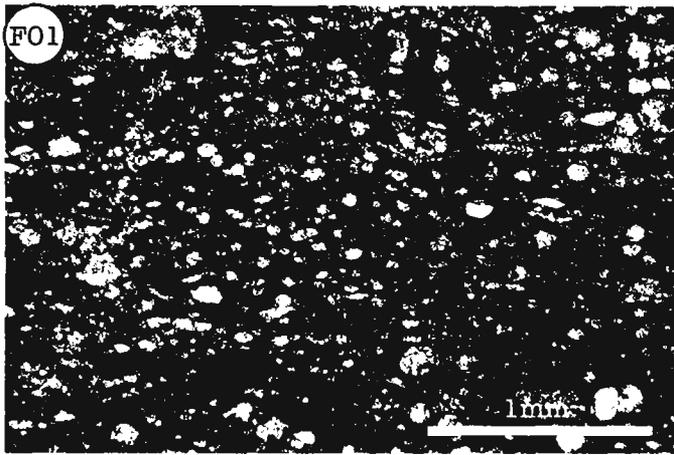
SJ09. Está compuesta por una masa básica de dolomita en un 60% y un 40% de bioclastos los cuales son foraminíferos planctónicos. Clasificaciones: (F)dolobiomicrita, (D)dolowackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, plataforma de mar abierto.

32.15 m – 32.55 m. Brecha calcárea, en algunas zonas se presenta una matriz arcillosa, en la base se presentan estratos de 15 cm de espesor, hacia la cima evolucionan hasta convertirse en una brecha calcárea, se exhiben clastos muy grandes de 10 cm de diámetro redondeados, alargados y orientados según la estratificación (lamina 9 F04). Se tomó la muestra:

SJ10. Está compuesta por una masa básica de dolomita en un 50% y 50% de componentes que son extraclastos, el tamaño y la composición de los extraclastos varía, van de finos hasta 6 cm de diámetro y de redondeados a subredondeados, algunos son mudstones, wackestones y otros son brechas preexistentes (lamina 9 F05), por lo que se presenta la estructura brecha poligeneracional, además bioclastos como restos de bivalvos y presencia de foraminíferos bentónicos (lamina 9 F06) en fábrica soportados en matriz. El 50% de los componentes es mayor a 2 mm. Clasificaciones: (F)doloextramicrudita, (D)dolofloatstone de extraclastos, (SMF)4, (ZF)4, es decir zona de talud.

32.55 m – 38.55 m. Calizas micriticas en estratos de 10 a 20 cm de espesor de color gris claro a gris oscuro, intercalada rítmicamente con bandas de pedernal. Se tomó la muestra:

SJ12. Está compuesta por una masa básica de micrita en un 80% y un 20% de bioclastos los cuales son calcíferas y foraminíferos planctónicos, la muestra presenta un fuerte recristalización cuyo producto son cristales únicos de calcita que cubren la mayoría de la muestra, sin embargo existen algunas islas sin recristalización que muestran los componentes originales. clasificaciones: (F)biomicrudita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, plataforma de mar abierto.



Lamina 9. Fotografías y fotomicrografías del miembro de ritmitas del Perfil San José. F01 fotomicrografía de un wackestone, se observan foraminíferos planctónicos y calcisferas en matriz micritica, muestra SJ06, objetivo 5x, nicoles paralelos. F02 fotografía de estratificación paralela sobre el perfil San José, estratos de calizas de 5 a 20 cm de espesor intercalados con estratos de arcillas de 3 cm de espesor, se tomó la muestra SJ07. F03 fotomicrografía de un wackestone, se observan foraminíferos planctónicos (FP) y calcisferas (C) en matriz micritica con gran contenido de arcillas. F04 fotografía de un floatstone, se observa gradación inversa, es decir clastos en la base de hasta 6 cm y material muy fino en la cima, se observan A, B y D de la serie de Bouma, se tomó la muestra SJ10. F05 fotomicrografía de un dolofloatstone, se observan intra y extraclastos fuertemente dolomitizados en matriz de dolomita, muestra SJ10, objetivo 0.6x, nicoles paralelos. F06 fotomicrografía de un dolorudstone, limite entre un extraclasto (de color rojizo) y la matriz dolomitizada, muestra SJ10, objetivo 5x, nicoles paralelos.

38.55 m – 40.95 m. Calizas de delgadas a gruesas de 10 a 30 cm de espesor, aparecen dispersos algunos lentes o estratos delgados conteniendo brechas, con clastos muy pequeños y redondeados de 0.5 cm de diámetro, estas estructuras no son constantes (lamina 9 F01). Se tomó la muestra:

SJ13II. Está compuesta por una masa básica de micrita en un 40% y un 60% de componentes los cuales son extraclastos, varían en tamaño de finos hasta 3 cm de diámetro y van de subredondeados a redondeados (lamina 10 F02), en fábrica soportados en matriz con contenido de componentes mayores a 2mm de 60%. Clasificaciones: (F)extramicrudita, (D)floatstone de extraclastos, (SMF)4, (ZF)2, es decir talud.

40.95 m – 42.95 m. Intrabrecha o brecha “*in situ*” donde los extraclastos son también brechas poligeneracionales de tamaño muy variable, desde finos hasta 35 cm de diámetro, se tomó la muestra:

SJ13. Está compuesta por una masa básica de micrita en un 40% y un 60% de componentes los cuales son extraclastos, varían en tamaño de 2 a 6 cm de diámetro y van de angulosas a subangulosos, la composición de cada clasto es muy variable, en fábrica soportados en matriz. Clasificaciones: (F)extramicrudita, (D)floatstone de extraclastos, (SMF)4, (ZF)4, pertenece a la zona de talud.

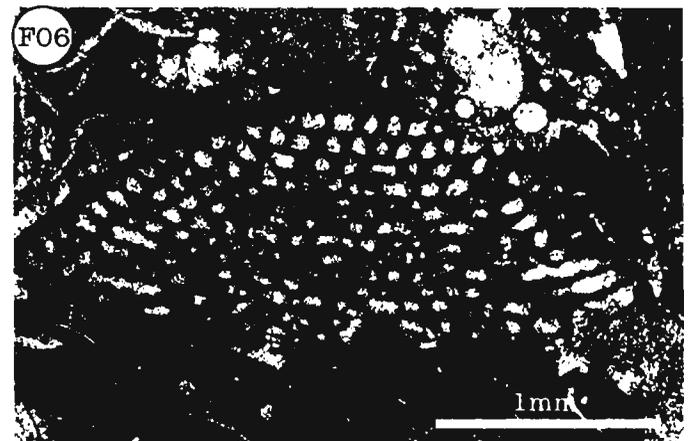
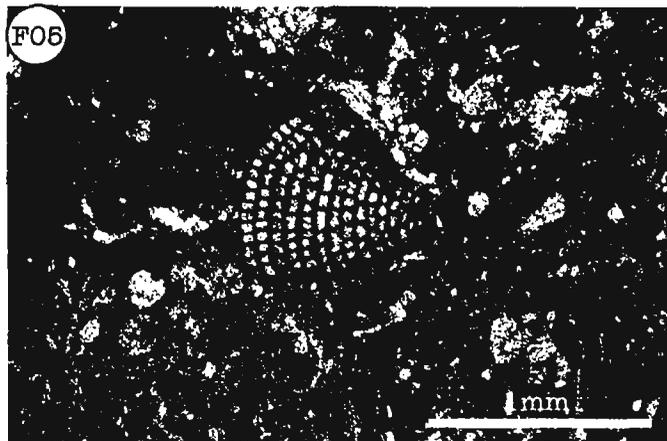
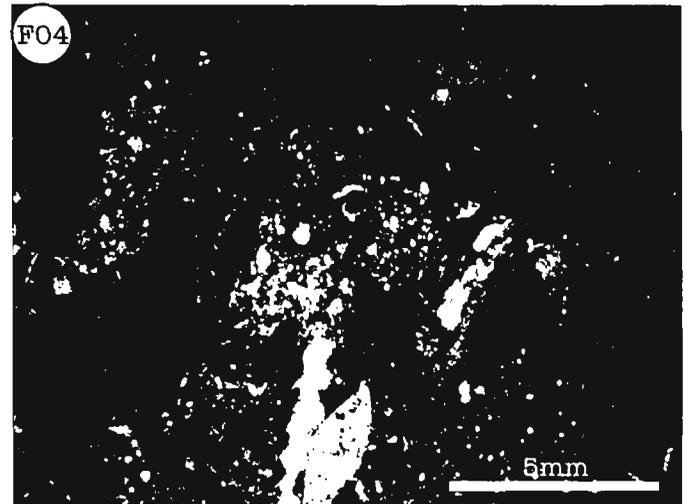
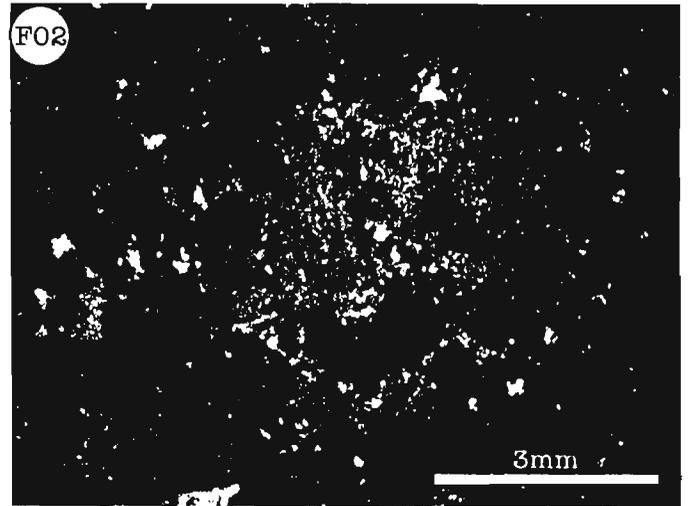
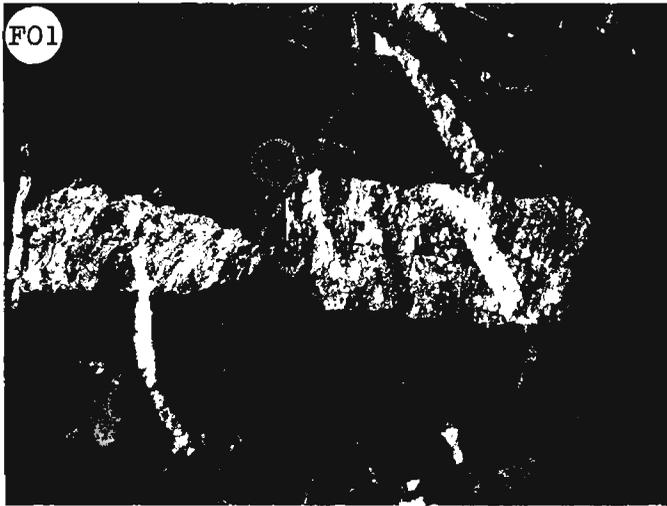
42.95 m – 43.75 m. Brecha con gradación inversa muy compacta y en contacto transicional con la unidad anterior (lamina 10 F03). Se tomó la muestra:

SJ14. Está compuesta por una masa básica de micrita en un 10% y un 90% de componentes, los cuales son extraclastos, de tamaño de 2 a 5 mm de diámetro de subredondeados a redondeados, y de composición variable (lamina 10 F04), en la matriz se encontraron algunos foraminíferos bentónicos (lamina 10 F05 y F06) en fábrica soportados en granos, y el 70% de los componentes es mayor a 2mm. Clasificaciones: (F)extrabiomicrudita, (D)rudstone de extraclastos y bioclastos, (SMF)12, (ZF)6, pertenece a la zona de margen de talud y plataforma.

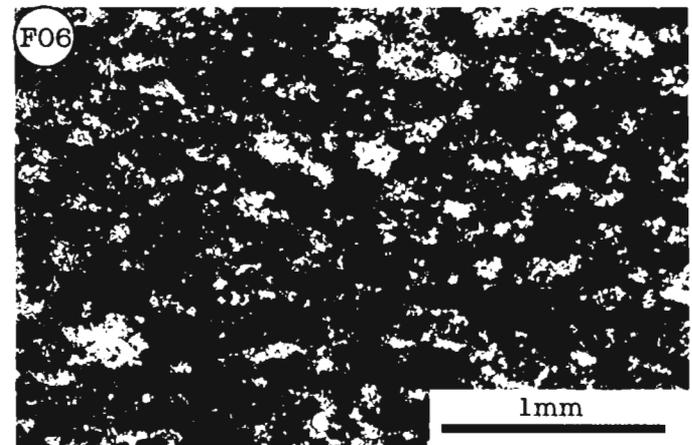
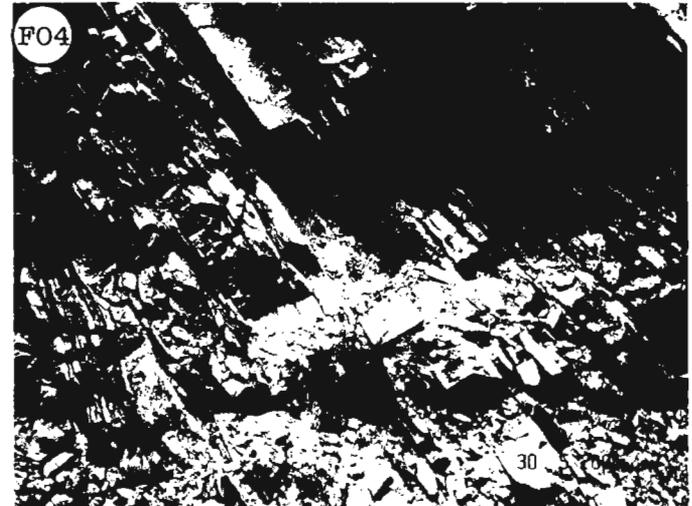
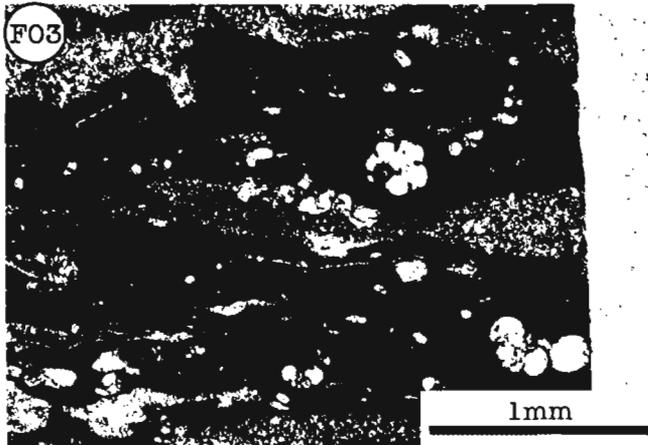
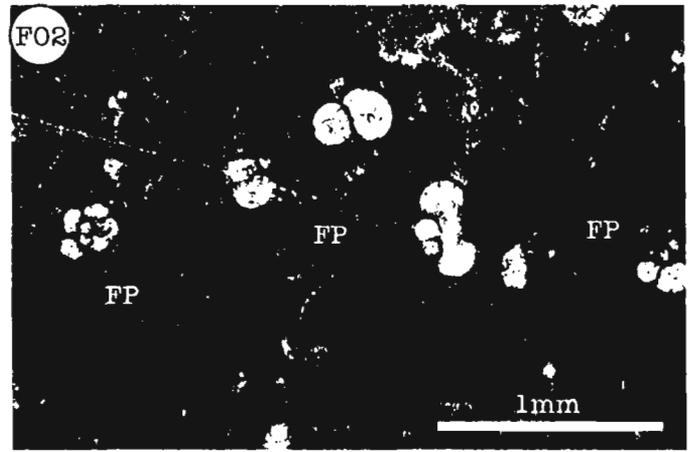
43.75 m – 49.75 m. Calizas micriticas en capas delgadas, muy limpias con conteniendo amonites y pocas arcillas en capas medianas y gruesas de 75 cm de espesor, se tomó la muestra:

SJ15. Está compuesta por una masa básica de micrita en un 90% y 10% de bioclastos los cuales son calcisferas, y algunos fragmentos de conchas. Clasificaciones: (F)biomicrudita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, o plataforma de mar abierto.

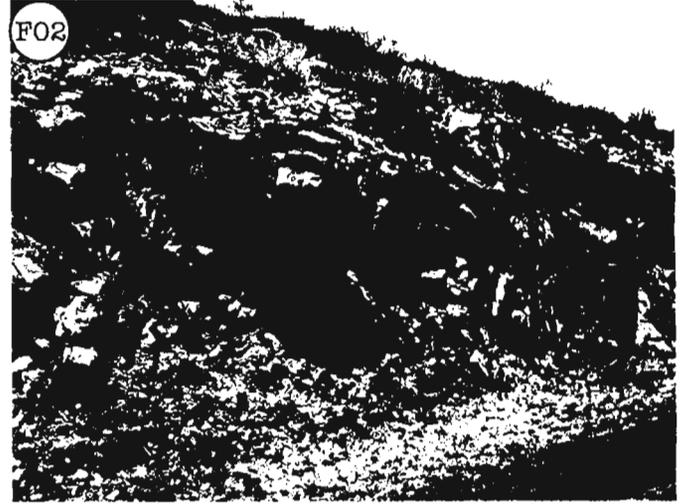
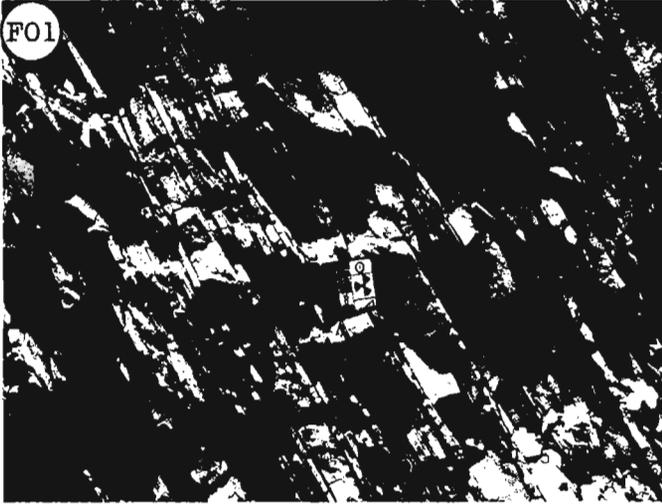
49.75 m – 55.75 m. Calizas delgadas y medias con laminación en estratos de 20 a 30 cm de espesor, el contenido de arcillas aumenta notablemente también se observan restos de conchas (lamina 11 F01). Se tomó la muestra:



Lamina 10. Fotografías y fotomicrografías del miembro de ritmitas del Perfil San José. F01 fotografía de un floatstone, o brecha de muchas generaciones con estructura tipo rompecabezas, se observan resaltados en color mas claro extraclastos compuestos de extraclastos o brecha de brechas, se tomó la muestra SJ13. F02 fotomicrografía de un floatstone, se observan extraclastos de subredondeados a redondeados en matriz de micrita, muestra SJ13, objetivo 1.6x, nicoles paralelos. F03 fotografía de un rudstone, se observan clastos de subangulosos a redondeados, de tamaño de arena a 0.5 cm soportados en granos, se tomó la muestra SJ14. F04 fotomicrografía de un rudstone, se observan extraclastos de diferentes tamaños y orígenes, muestra SJ14, objetivo 0.8x, nicoles paralelos. F05 fotomicrografía de un foraminifero bentónico *orbitolina sp* contenido en la matriz de micrita, muestra SJ14, objetivo 5x, nicoles paralelos. F06 fotomicrografía de un foraminifero bentónico *orbitolina sp* contenido en la matriz de micrita, muestra SJ14, objetivo 5x, nicoles paralelos.



Lamina 11. Fotografías y fotomicrografías del Perfil San José. F01 fotografía de la muestra SJ16, intercalación de estratos de caliza de 8 a 10 cm de espesor con contenidos variables de materiales finos y gruesos en gradación normal, es decir la secuencia varía rítmicamente de calizas arenosas a calizas, calizas arcillozas y lutitas, además se intercalan bandas de pedernal de 3 cm de espesor. F02 fotomicrografía de un wackestone, se observan foraminíferos planctónicos (FP) en matriz de micrita, muestra SJ16, objetivo 5x, nicoles paralelos. F03 fotomicrografía de un wackestone, se observan foraminíferos planctónicos y calcisferas, en matriz micritica con lentes de material arcilloso, muestra SJ17, objetivo 5x, nicoles paralelos. F04 fotografía de una secuencia calcárea, estratos de calizas de 10 a 20 cm de espesor intercaladas con estratos de lutitas muy erosionados de color rosa que intemperizan en color amarillo, se tomó la muestra SJ17. F05 fotografía de un wackestone, gran contenido de fauna en matriz micritica, se tomó la muestra SJ18. F06 fotomicrografía de un wackestone, se observan algunos foraminíferos planctónicos y calcisferas en matriz peloidal, se tomó la muestra SJ18.



Lamina 12. Cima del Perfil San José. F01 fotografía del contacto transicional entre la Formación Cuesta del Cura y la Formación Indidura. F02 Cima del perfil San José, se termino en este punto debido al limite transicional con la Formación Indidura y a numerosos pliegues recumbentes.

SJ16. Está compuesta por una masa básica de micrita en un 80% y un 20% de bioclastos, de los cuales 15% son foraminíferos planctónicos (lamina 11 F02) y 5% son calcisferas. Clasificaciones: (F)biomicrudita, (D)wackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2 o plataforma de mar abierto.

55.75 m –61.75 m Secuencia de calizas muy margosas en estratos delgados y gruesos de 20 a 45 cm de espesor, el contenido de arcillas aumenta considerablemente.

61.75 m –69.75 m. Calizas bien laminadas intercaladas con láminas de lutitas de color rosa, muy rítmicas (lamina 11 F04), se tomó la muestra:

SJ17. Está compuesta por una masa básica de micrita en un 60% y un 40% de bioclastos, de los cuales 25% son foraminíferos planctónicos y 15% son calcisferas, el contenido de minerales arcillosos aumenta considerablemente en comparación con las muestras anteriores, este material arcilloso se presenta interlaminado y en forma de turbiditas (lamina 11 F03), además de laminaciones de microsparita de origen diagenético. Clasificaciones: (F)dolobiomicrudita, (D)dolowackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2 o plataforma de mar abierto.

69.75 m –75.75 m. Secuencia de calizas y margas muy bien estratificadas, con laminación, muy rítmicas (lamina 11 F05), se tomó la muestra:

SJ18. En lámina delgada es evidente que el contenido de margas es casi igual al contenido de calizas, aunque presenta una matriz de dolomita en un 40% y 10% de bioclastos que son foraminíferos planctónicos además de un 50% de material arcilloso (lamina 11 F06). Clasificaciones: (F)dolobiomicrudita, (D)dolowackestone de bioclastos, (SMF)8, (ZF)2, es decir plataforma de mar abierto.

75.75 m contacto con la Formación Indidura (lamina 12 F01 y F02)

### 3.3.1 Interpretación del Perfil San José

El Perfil San José tiene como límite inferior una falla.

El Perfil San José comienza con una serie de capas brechosas (muestras SJ01, SJ02 y SJ03), las cuales no comparten características en cuanto al contenido y tipo de componentes, siendo muy diferentes unas de otras, aun así por encontrarse en el mismo paquete y compartir límites transicionales o gradacionales entre ellas se les considera como primer miembro brechoso del Perfil San José. Sobreyaciendo a este miembro y en contacto erosional se encuentran calizas micriticas (muestras SJ04, SJ05, SJ06, SJ07 y SJ07A), las cuales son calizas típicas de la Formación Cuesta del Cura compuestas por calizas micriticas bien estratificadas, con bandas y nódulos de pedernal, y con fauna pelágica como foraminíferos planctónicos y amonites, además de haberse depositado en una zona de facies 2 o plataforma de mar abierto. Esta última secuencia de calizas da paso a un evento

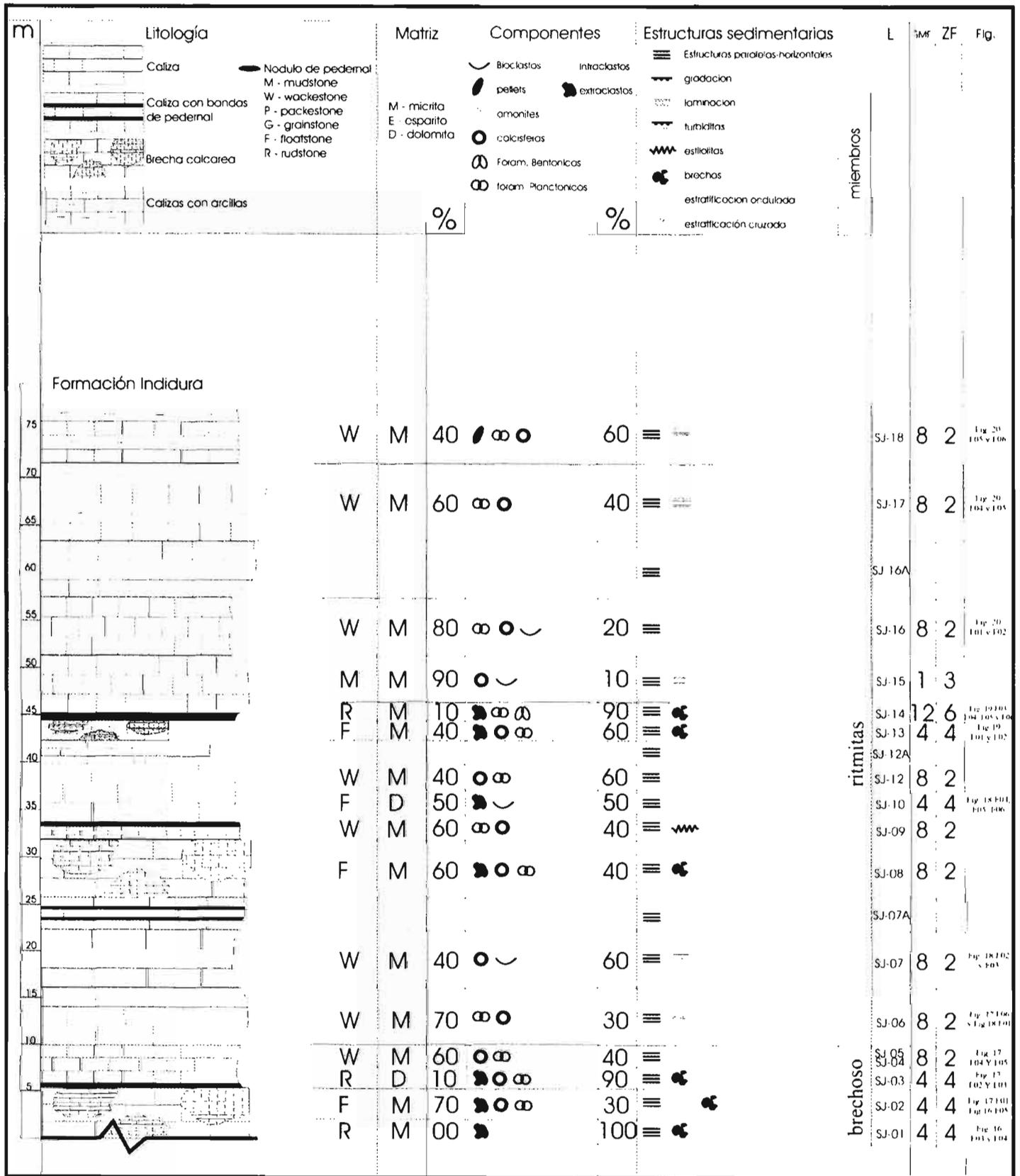


Figura 10. Perfil Litológico-facial San José

rítmico de intercalación de calizas brechozas con calizas micriticas, (el cual incluye las muestras SJ08, SJ09, SJ10, SJ12, SJ13, SJ14 y SJ15) esta secuencia se puede diferenciar del resto del Perfil y se decidió llamarlo miembro de ritmitas del Perfil San José (figura 10), cabe destacar que esta secuencia es una intercalación de calizas depositas en una zona de facies 2 o plataforma de mar abierto con brechas calcáreas cuyas características las ubican en una zona de facies 4 o talud, además, es importante resaltar que en un punto de este miembro de ritmitas se encuentran brechas calcáreas que pertenecen a una zona de facies 6 o límite entre el talud y la plataforma (muestra SJ14), lo cual representa un nivel relativo del mar más bajo. Sobreyaciendo al miembro de ritmitas se encuentran calizas micriticas (muestras SJ15, SJ16, SJ16A, SJ17 y SJ18) ubicadas en la zona de facies 2 o plataforma de mar abierto y con contenidos de arcillas que aumentan paulatinamente hasta tener un contacto transicional con la Formación Indidura, debido a sus características se nombró a esta secuencia miembro de micritas del Perfil San José, lo anterior se ilustra en la figura 10.

Estructuras sedimentarias importantes: la estratificación paralela aparece constante en todo el Perfil, inclusive las muestras que presentan brechas tienen límites superiores e inferiores muy bien definidos con los otros estratos, en cuanto a el espesor, varía desde los 5 hasta los 75 cm, pero al contrario de el Perfil Cascabel, esta variación no representa ningún patrón. Otra estructura sedimentaria presente es la laminación, la cual también es dispersa, al contrario del Perfil Cascabel, donde la laminación aumentaba conforme se acercaba al límite con la Formación Indidura, en este perfil aparece de manera casual e inclusive se tienen estratos que se adelgazan hasta formar laminaciones, (muestra SJ04, lamina 8 F04) con laminaciones de calizas arcillosas y calizas micriticas discontinuas; SJ10 lamina 9 F04 donde se aprecian zonas A, B, D, y E de la secuencia de Bouma comenzando con laminaciones de materiales arcillosos; SJ16 figura F01 intercalación de calizas con materiales finos laminados, o zona A de la secuencia Bouma (figura F03) fotomicrografía de laminaciones de calizas micriticas con arcillas. La gradación en este Perfil también se presenta de manera casual y discontinua, aparece en los límites de las brechas con los estratos de calizas micriticas, representa un límite transicional entre estas dos etapas, (figura.17 F04 y F06 gradación desde materiales finos arcillosos hasta calizas arenosas, lamina 9 F04 gradación desde materiales finos arcillosos hasta brecha calcárea con clastos de 6 cm zonas A, B, D, y E de la secuencia de Bouma). Otra estructura sedimentaria encontrada es el brechamiento, en este caso se presentan como un miembro brechoso en la base del perfil (muestras SJ01, SJ02 y SJ03), y con el miembro de ritmitas que representa intercalaciones de brechas con calizas micriticas (muestras SJ08, SJ10, SJ13 y SJ14).

Clasificaciones, se separan en dos grupos: clasificación de rocas carbonatadas de acuerdo con Folk(1959 y 1962) y Dunham (1962); y clasificaciones según el modelo de facies de Wilson (1975) es decir SMF y ZF.

El miembro brechoso del Perfil San José tiene una clasificación de extra biomicrita y de rudstones y floatstones con su respectiva variación en el tipo y contenido de componentes, además corresponden a un SMF 4 y una zona de facies 4 o talud.

La clasificación del miembro de ritmitas del Perfil San José se separa en la clasificación de las calizas micriticas que son biomicritas o wackestones y corresponden a SMF8 y ZF2 es

decir se depositaron en una zona de facies de plataforma de mar abierto, las brechas son extra biomicritas y floatstone y rudstones, y pertenecen a SMF4 y ZF4 o talud, excepto la muestra SJ14 la cual por su contenido y tipo de fauna se clasifican como SMF12 y ZF6 o límite entre el talud y la plataforma.

Resumiendo lo anterior: el Perfil San José tiene como base una falla, en la base aflora un paquete de brechas calcáreas las cuales por sus características se pueden agrupar y definir como miembro brechoso del Perfil San José, el cual fue depositado en una zona de talud, sobreyaciendo al miembro brechoso se encuentra una secuencia de calizas y brechas que se intercalan de manera rítmica por lo que se definen como miembro de ritmitas, y finalmente sobreyaciendo a este miembro y con un límite transicional se encuentran calizas micriticas depositadas en una zona de cuenca de mar abierto, en las cuales aumenta el contenido de arcillas hasta llegar a un contacto transicional con la Formación Indidura, (figura 10).

## INTERPRETACIÓN Y CONCLUSIONES

El Cretácico medio (Albiano-Cenomaniano) se caracterizó por condiciones de temperatura y nivel del mar muy altos y nunca antes registrados, de tal forma que estas condiciones propiciaron grandes eventos transgresivos y la formación de plataformas carbonatadas y de arrecifes de rudistas, al mismo tiempo en la Cuenca Mesozoica del Centro de México (CMCM) se depositaron grandes espesores de calizas micriticas típicas de cuencas profundas representadas por la Formación Cuesta del Cura, (figura 6).

### Discusión:

Las brechas calcáreas pertenecientes a los miembros brechoso del Perfil Cascabel y los miembros brechoso y de ritmitas del Perfil San José son:

1. Resultado de movimientos tectónicos  
de acuerdo a lo observado en la granulometría de los clastos contenidos en las brechas, que en su mayoría van de subredondeados a subangulosos, lo cual indica transporte, su litología, es decir, la mayoría de las brechas están formadas por clastos que provienen de rocas diferentes y por lo tanto de diferentes orígenes, además de mostrar límites erosionales con las rocas que los infrayacen y límites gradacionales con las rocas que los sobreyacen lo cual indica que un evento dio paso al siguiente y no se trata de algo aislado o repentino.
2. Proviene de la Plataforma Valles-San Luis Potosí (PVSLP)  
ambos Perfiles se encuentran a una distancia muy considerable del límite de la Plataforma Valles-San Luis Potosí (aproximadamente a 50 km de distancia sin tomar en cuenta el acortamiento tectónico producto la orogenia Laramide) (figura 6) como lo demuestran algunos estudios (Tapia-Uresti 2003) el margen occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí en algunos casos se ha comprobado que se extiende más allá de los límites definidos pero no en una distancia relativamente tan grande. Además de la ausencia de fauna proveniente del arrecife como rudistas.

En base a lo anterior, cabe destacar la posibilidad de que estas brechas sean producto de la dinámica de una zona mas elevada dentro de la cuenca, es decir un alto estructural que dio origen a estas brechas calcáreas teniendo como limite superior las condiciones de un ambiente de plataforma por el contenido de foraminíferos bentónicos pero sin llegar a formar márgenes arrecifales debido a la ausencia de rudistas.

### Conclusiones:

1. El miembro brechoso del Perfil Cascabel y los miembros brechoso y de ritmitas del Perfil San José debido a su contenido y tipo de componentes fueron depositados en un ambiente estructuralmente mas alto que las rocas que los sobre e infrayacen, esto en base a las clasificaciones de Folk(1959), Dunham(1959 y 1962) y Folk (1975) y se descarta que estas brechas sean producto de un evento tectónico o que provengan de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, por lo tanto forman parte de un alto estructural
2. El miembro brechoso del Perfil Cascabel y los miembros brechoso y de ritmitas del Perfil San José representan eventos de cambio en el nivel relativo del mar, es decir estos tres miembros representan movimientos relativos del mar o movimientos

relativos de la base donde fueron depositados o transgresiones y regresiones que dieron lugar al depósito de estas brechas, de lo anterior, es difícil decir que tipo de movimiento dio como resultado estas brechas pero es ilógico suponer que hubiera existido una regresión tan grande que dejara a rocas de una cuenca profunda en un ambiente de talud, por lo que lo más lógico es que son parte de un alto estructural.

3. De acuerdo a lo anterior, los miembros brechosos de ambos perfiles representan un alto estructural en este lugar y época determinados, pero además, el miembro de ritmitas del Perfil San José, representa un nivel del mar cambiante en periodos de tiempo relativamente más cortos, lo anterior por la intercalación de calizas de cuenca o de zona de facies 2 con brechas de ambiente de talud o zona de facies 4, y más aun, la cima de este miembro de ritmitas fue depositado en una zona de facies 6 o límite entre el talud y la plataforma, lo cual representa la altura máxima que alcanzó este alto estructural o el mínimo nivel relativo del mar.
4. En base a lo anterior se puede hacer una reconstrucción paleogeográfica y determinar un alto estructural como fuente de los miembros brechoso del Perfil Cascabel y brechoso y de ritmitas del Perfil San José, dicho alto estructural tiene como longitud los puntos de Ahualulco y Moctezuma, y es paralelo al margen occidental de la PVSLP, por lo que se le denomina Alto de Ahualulco-Moctezuma (figura 11).

El conocimiento actual sobre la paleogeografía del Centro-NE de México para el Cretácico nos permite definir claramente dos estructuras que representaban un bloque "hundido" (CMCM) y un bloque "levantado" (PVSLP) los cuales eran separados por fallamiento extensional del Mesozoico temprano. Este modelo simplificado aunque demuestra de manera general la distribución de estructuras para el Mesozoico puede ser mejorada con la ayuda de estudios petrográfico-faciales, con los cuales es posible realizar interpretaciones paleogeográficas de "alta resolución". El presente trabajo demuestra que la CMCM tenía morfología propia con altos y bajos estructurales que en algunos casos (alto de Ahualulco-Moctezuma) proporcionan la existencia de una sedimentación de aguas semi-someras con presencia de fauna bentónica aun dentro de la CMCM.

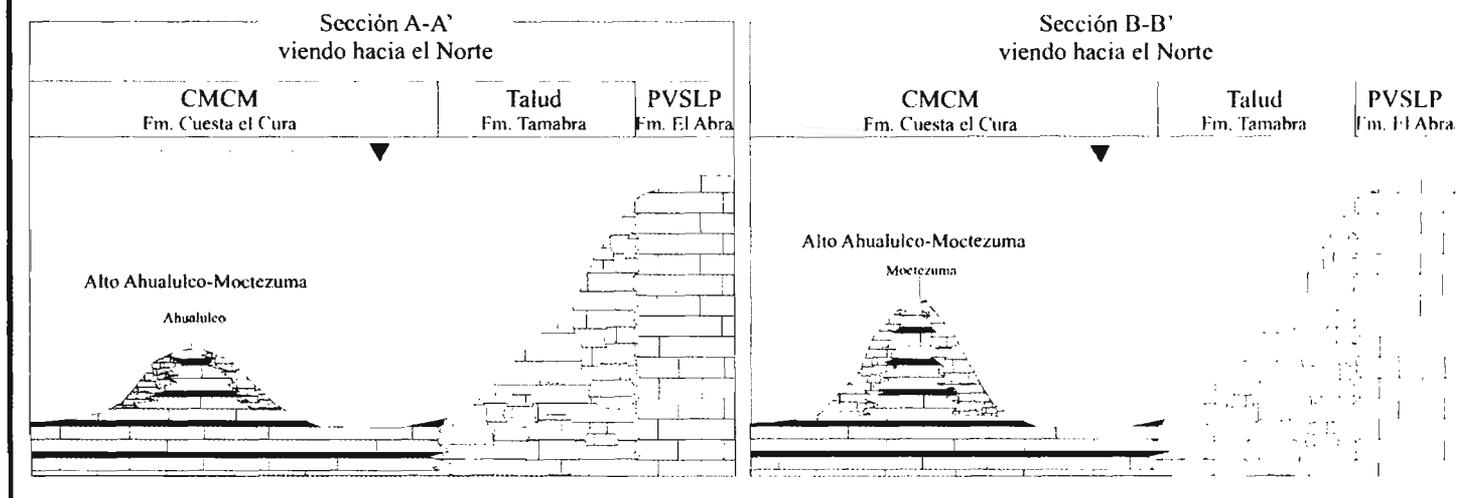
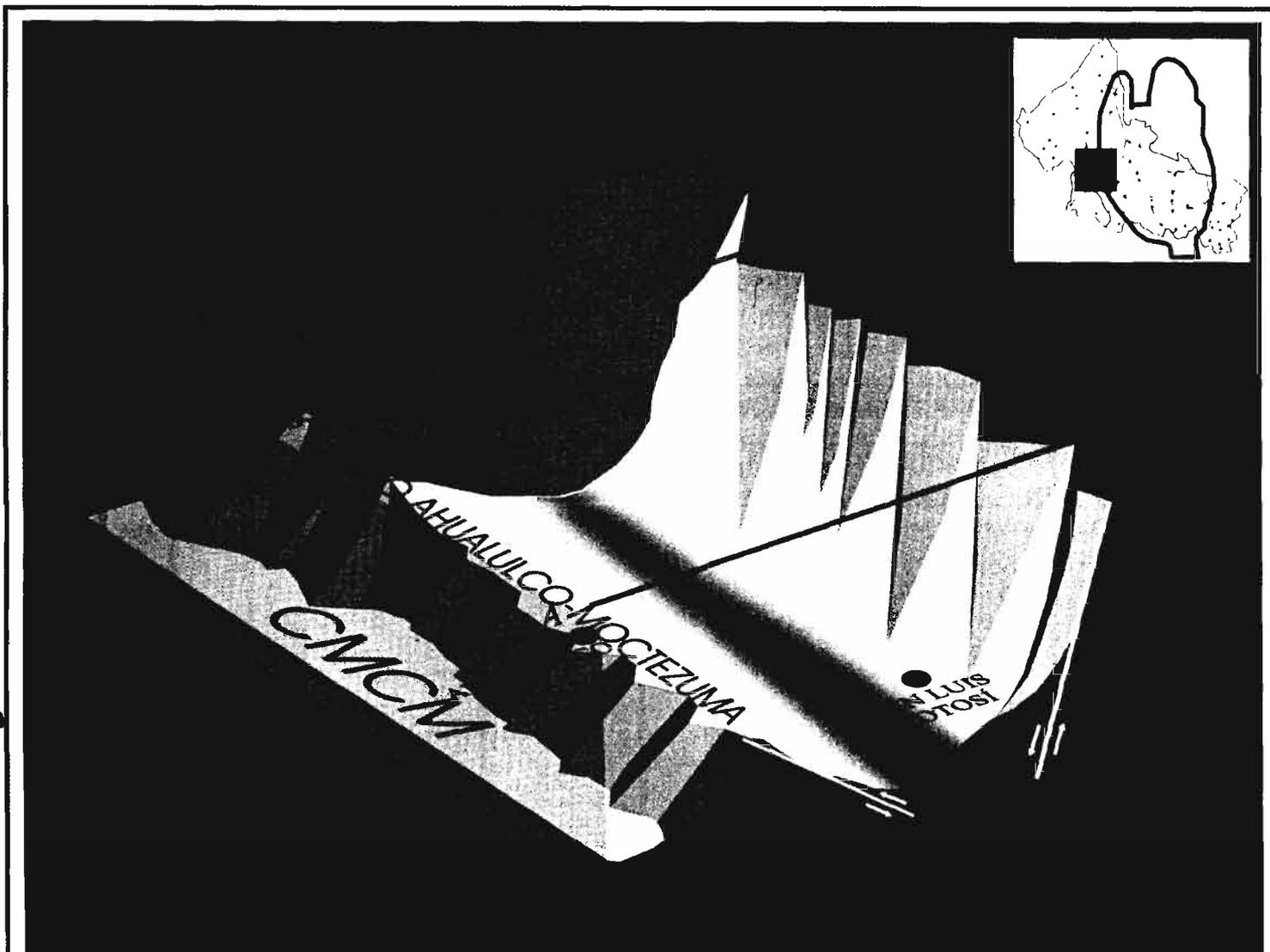


Figura 11. Modelo 3D del alto Ahualulco-Moctezuma y secciones de los puntos de Ahualulco y Moctezuma. Se observa como el alto tiene un rumbo paralelo al borde occidental de la plataforma Valles-San Luis Potosí, aparecen también la CMCM. Secciones trasversales al alto Ahualulco-Moctezuma, sección A-A' muestra el alto en el punto de Ahualulco relativamente mas bajo que el de Moctezuma. Sección B-B' muestra el alto en el punto de Moctezuma

Anexos

Anexo I. Tabla de contenidos y descripciones de las muestras recabadas  
Perfil Cascabel

No. muestra	No. lamina	Matriz	Microscopia				Macroscopia				Clasificaciones			Figura	
			%	Componentes	%	Fabrica. soportados en	Lamina delgada	Muestra de mano	Espesor (m)	Intervalo (m)	Folk	Dunham	Wilson SMF ZF		
PC01	PC01	micrita	70	f. planctonicos calcisferas amonites	15 10 5	matriz	la muestra presenta una tendencia de mayor pureza hacia la base es decir los componentes abundan en la cima.	calcarenita color gris claro y gris oscuro, con gradación, estratificación cruzada, amonites, canales rellenos, con bandas de pedernal, laminación, intercaladas con estratos de 15 cm de espesor de grano fino y grano grueso.	4	102.12-106.12	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	
PC02	PC02	micrita	80	f. planctonicos amonites calcisferas	10 5 5	matriz	arcillas en la matriz	secuencia de calizas delgadas de 2 a 4 cm de espesor intercaladas con estratos de calizas arenosas en estratos de 20 cm de espesor de color gris claro y gris oscuro, con estratificación cruzada, gradación, horizontes con amonites, y ondulaciones, además de un contenido abundante de arcillas.	0.22	101.9102.1	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	
PC03	PC03	micrita	50	f. planctonicos amonites calcisferas	25 15 10	matriz	la muestra presenta algunas zonas recristalizadas.	calizas laminadas muy arcillosas con bandas de pedernal intercaladas con estratos de arcillas de 10 cm de espesor de color rozado y estratificación cruzada, la secuencia esta recristalizada.	2	99.9-101.9	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	
PC04	PC04	micrita	60	calcisferas f. planctonicos	15 25	matriz	el contenido de foraminíferos es muy abundante en ciertas zonas, además se encontraron espiculas de crinoides.	calizas en estratos de 1 a 5 cm de espesor intercaladas con bandas de pedernal y con estratos de arcillas de color rozado, de 5 a 10 cm de espesor, las bandas de pedernal son muy continuas y en algunos lugares existen nódulos del mismo.	2	97.9-99.9	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	
PC05	PC05	micrita	50	f. planctonicos calcisferas ooides	40 5 5	matriz	el contenido de foraminíferos es muy abundante, además existe un 2% de bioclastos alargados formados de un solo cristal de micrita.	calizas intercaladas con bandas de pedernal, algunos estratos mas arcillosos que otros, en estratos de 5 a 20 cm de espesor de color gris claro a gris oscuro.	4	93.9-97.9	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	
PC06	PC06	micrita	70	f. planctonicos calcisferas	25 5	matriz	se presenta recristalizada y en algunos casos no son visibles los componentes.	calizas micriticas en estratos medios de 15 a 20 cm de espesor, contienen algunos clastos dispersos, amonites y turrilitas, además de foraminíferos, en general es de color gris oscuro, y en algunos lugares presenta laminación.	7	86.9-93.9	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	Fig. 13 F03 y F04
PC09 PC08 PC07	PC09	micrita	65	f. planctonicos calcisferas	25 10	matriz	foraminíferos planctónicos, calcisferas, y cantidades muy pequeñas de bioclastos y muy dispersos.	calizas de 15 a 20 cm de espesor con bandas y nódulos de pedernal, con abundante contenido de fósiles (amonites y turrilitas), y algunos elastos redondeados, hacia la cima afloran calizas en estratos mas delgados, de 10 cm de espesor en	22	64.9-86.9	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	
PC10	PC10	micrita	60	calcisferas f. planctonicos	30 10	matriz	calcisfera, foraminíferos planctónicos y amonites.	calizas de color gris oscuro con bandas y nódulos de pedernal, laminación y gradaciones hacia la cima.	8	56.9-64.9	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	

No. muestra	No. lamina	Matriz	Microscopia				Macroscopia			Clasificaciones			Figura		
			%	Componentes	%	Fabrica. soportados en	Lamina delgada	Muestra de mano	Espesor (m)	Intervalo (m)	Folk	Dunham		Wilson SMF ZF	
Pc10a								calizas muy arenosa en estratos delgados de 5 a 10 cm de espesor que se intercalan con bandas de pedernal de color gris oscuro de igual espesor, además las calizas presentan algunas gradaciones, y están muy alteradas	5	51.9-56.9					
PC11	PC11	dolomita	40	calcisferas ooides	40 <1	matriz	se presenta en tres partes, al centro una capa de pedernal que contiene algunos ooides, y en la cima y la base capas de carbonatos con calcisferas y ausencia de ooides	calizas de textura arenosa con gradación muy definida en estratos de 10 cm de espesor intercalados con bandas de pedernal de 20 cm de espesor en general son de color gris oscuro, y son muy rítmicas.	12	39.9-51.9	dolo wackestone	dolo biomicrita	8	2	Fig. 13 F01 y F02
PC12	PC12	Micrita	70	calcisferas f. planctonicos	20 10	matriz	las cámaras de los foraminiferos en algunos casos sufrieron esparitización	calizas en estratos de 2 a 4 cm de espesor y algunos mas gruesos de hasta 8 cm, se presentan de textura granulosa, silisificadas y recrystalizadas, con gradación normal, e intercalados con bandas de pedernal que van de 5 a 6 cm de espesor.	9	30.9-39.9	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	Fig. 12 F05 y F06
PC13	PC13	Esparita	40	extraclastos	60	matriz	los componentes son extraclastos que van desde finos hasta 4 y 5mm de diámetro, muy mal sorteados y de redondeados a subangulosos.	brecha calcárea con clastos pequeños desde finos hasta 2 cm de diámetro en la cima afloran fragmentos de conchas delgadas, los clastos aparecen flotando en lodo y van de redondeados a subredondeados	3	27.9-30.9	floatstone de extraclastos	extra esparita	4	4	Fig. 12 F03 y F04
PC13A								calizas granulosas con muestras de flujos, en la base aflora un estrato de Grainstone de estratificación cruzada de aproximadamente 20 cm de espesor en contacto erosional con una brecha de intraclastos de 1 a 10 cm de diámetro de redondeados a subredondeados en fabrica soportados en granos	3.6	24.3-27.9					
PC14	PC14	micrita	75	f. planctonicos	25	matriz	se observó que la muestra sufrió una recrystalizacion la cual no afecto a los foraminiferos pero si a la matriz, aunque en algunas partes aun es posible distinguir la matriz original.	calcarenita con contenido de amonites y fragmentos de conchas delgadas en estratos de 10 cm de espesor de color gris claro, y con contenido de pellesparita	1.1	21.7-22.8	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	Fig. 12 F01 y F02
PC15	PC15	dolomita	20	extraclastos	80	granos	extraclastos, la mayoría supera los 2 mm de diámetro, van de subredondeados a redondeados y de diferentes origenes, y de colores gris claro y rojizos, y dolomitización en la matriz	brecha calcárea con clastos de finos a 2 cm de diámetro, bien redondeados y de diferentes origenes y coloraciones de gris claro a rojizos, gradación hacia la base	0.2	21.5-21.7	dolorudstone de extraclastos y bioclastos	Dolo-extramicrudita	4	4	Fig. 11 F03, F04 F05 y F06
PC16	PC16	dolomita	20	extraclastos	80	granos	extraclastos de finos hasta 3mm de diferentes origenes, se presenta dolomitización selectiva que afecta solo a la matriz	brecha calcárea con marcada gradacion normal en la base, con clastos mas pequeños que los de las otras capas, van de finos hasta 3 cm, van de subredondados a subangulosos, y algunos son de color rojizo	0.7	20-20.7	Dolorudstone de extraclastos	Dolo-extramicrudita	4	4	Fig. 1 F01 y F02 Fig. 10 F06

No. muestra	No. lamina	Matriz	%	Microscopia			Macroscofia			Clasificaciones			Figura		
				Componentes	%	Fabrica. soportados en	Lamina delgada	Muestra de mano	Espesor (m)	Intervalo (m)	Folk	Dunham		Wilson SMF	
PC17	PC17	micrita	70	extraclastos frag. de conchas	25 5	matriz	extraclastos de subredondeados a redondeados, con dirección preferente en la depositación, además fragmentos de conchas y calcisferas, presencia de miliolidos a foraminíferos bentónicos	brecha calcárea, se presenta como un flujo de detritos, es decir los clastos tienen una dirección preferente en la depositación o imbricación, además los clastos se encuentran alargados en la misma dirección, intraclastos de finos a 30 cm de largo de subredondeados a subangulosos, muy mal sorteados con poca gradación hacia la base.	0.8	19.2-20	rudstone de extraclastos y bioclastos	extra biomicrudita	4	4	Fig. 10 F03, F04 y F05
PC18	PC18	micrita	50	extraclastos ooides f. planctonicos	30 10 10	matriz	extraclastos de subangulosos a subredondeados, algunos superan los 8 mm de diámetro, y de composición variable, algunos se encuentran dolomitizados y recristalizados, ooides de 0.4 a 0.5 mm de diámetro, y foraminíferos preferentemente planctonicos aunque también aparecen bentónicos	brecha calcárea con clastos de 3 a 4 cm de diámetro de subredondeados a redondeados y bien sorteados, los colores varían de gris claro a gris oscuro y con gradación hacia la cima.	0.5	18.7-19.2	floatstone de extraclastos, ooides y bioclastos	extra-cobiomicrudita	4	4	Fig. 10 F01 y F02 Fig. 9 F05 y F06
PC18A								calizas en estratos de 20 cm de espesor muy arcillosas en la base o calizas margosas, con poco pedernal y los estratos conservan su espesor, hacia la parte media las calizas son más delgadas más arenosas y con más pedernal en forma de bandas y nódulos, y hacia la cima las calizas son más micriticas y con mayor contenido de amonites	4	14.7-18.7					
PC18B								calizas micriticas con textura granulosa de color gris oscuro, con laminación y gradación, intercaladas con bandas de pedernal de 10 cm, algunas capas presentan amonites enrollados.	4	10.7-14.7					
PC19	PC19	micrita	30	extraclastos ooides f. planctonicos	40 15 15	matriz	los extraclastos van de redondeados a subredondeados, varían de 7 a 10 mm de diámetro su composición es variable, en colores de gris a marrón y rojizo, se encuentran recristalizados y algunos dolomitizados, en general bien sorteados. Los ooides son de 0.5 mm de diámetro, algunos son compuestos y otros tienen lamelas concéntricas bien definidas, los foraminíferos son planctonicos preferentemente pero también existen bentónicos, y fragmentos de conchas	brecha calcárea con clastos de 1 a 2 cm. De subredondeados a redondeados bien sorteados y en la base se presenta gradación inversa.	0.7	9-9.7	floatstone de extraclastos ooides y bioclastos	extra-cobiomicrudita	4	4	Fig. 9 F01, F02, F03 y F04
PC19A								calizas delgadas con laminaciones hacia la base, y con marcada gradación, en general de 5 a 10 de espesor de color gris claro, algunos estratos con huellas de bioturbación.	4	5-9					
PC20	PC20	micrita	75	f. planctonicos calcisferas frag. de conchas	20 3 2	matriz	abundante contenido de foraminíferos planctónicos, algunas zonas se encuentran recristalizadas	calizas muy micriticas en estratos de 20 a 25 cm de espesor de color gris claro con hedbergellas, fragmentos de conchas y amonites, la zona cercana a la falla se encuentra recristalizada.	5	0-5	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	Fig. 8 F03, F04 y F05

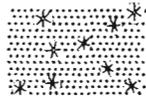
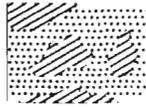
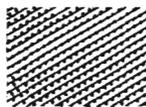
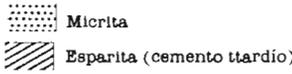
Tabla de contenidos y descripciones de las muestras recabadas  
Perfil San José

No. muestra	No. lamina	Matriz	%	Microscopia			Macroscopia			Clasificaciones			Figura		
				Componentes	%	Fabrica. soportados en	Lamina delgada	Muestra de mano	Espesor (m)	Intervalo (m)	Folk	Dunham		Wilson SMF/ZF	
SJ01	SJ01	micrita	5	extraclastos	95	granos	extraclastos, de subredondeados a subangulosos, algunos alcanzan los 6 mm de diámetro, con imbricaciones, pero en algunos lugares se pierde su continuidad, su composición varia, algunos están formados exclusivamente de calcisferas y otros son mudstones, algunos otros presentan amonites, en este caso el 60% de los componentes es mayor a 2mm.	secuencia de calizas delgadas y medias que van de 10 a 40 cm de espesor, con intercalaciones de grano fino y grano grueso, en algunos horizontes se presentan laminaciones, se encuentran muy recristalizadas y con pliegues sin sedimentarios.	5	0-5	rudstone de extraclastos	extra-micrudita	4	4	Fig. 16 F04 y F05
SJ02	SJ02	micrita	70	extraclastos	30	matriz	extraclastos, fuertemente recristalizados, de subredondeados a subangulosos, desde finos hasta 5 mm de diámetro, muy mal sorteados				floatstone de extraclastos	extra-micrudita	4	4	Fig. 16 F05 fig. 17 F01
SJ03	SJ03	dolomita	10	extraclastos	90	granos	extraclastos de subredondeados a redondeados con indicios de dolomitización, la mayoría son mudstones y wackestones, están alargados horizontalmente que parece ser en dirección al flujo o imbricación es decir es epigenetico.	brecha calcárea de clastos que varían en tamaño y van desde finos hasta 4 cm de diámetro muy mal sorteados, en general presentan la misma coloración, gradación hacia la base	0.45	5-5.45	dolo floatstone de extraclastos	doloextra-micrudita	4	4	Fig. 17 F02 y F03
SJ04	SJ04	micrita	80	calcisferas	20	matriz	contiene calcisferas, pero también existen foraminíferos planctónicos en pequeñas cantidades, en la matriz se encuentran algunos indicios de dolomitización por la existencia de algunos cristales rombohedrales de dolomita.	intercalación de calizas delgadas muy arenosas de 10 cm de espesor con calizas más gruesas de 30 cm de espesor menos arenosas y más micriticas, de color gris a gris oscuro, en la mitad de esta unidad se observa un estrato de 5 cm de espesor de una brecha con clastos de 1 cm de diámetro subredondeados y bien sorteados.	4	5.45-9.45	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	Fig. 17 F04 y F05
SJ05	SJ05	micrita	45	calcisferas f. planctonicos	50 5	matriz	se presentan laminaciones y el contenido de componentes varia de una lamina a otra, se presenta disturbación en las diferentes laminas, en el centro de la muestra aparece un horizonte de color oscuro sin extinción, que es materia orgánica, pero también contiene calcisferas, este horizonte es de 3 mm de espesor.	secuencia de calizas delgadas micriticas con contenido de microfósiles, en estratos de 20 cm de espesor, en algunas zonas aparecen laminaciones de arcillas de color rosa.	6	9.45-15.45	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	
SJ06	SJ06	micrita	70	f. planctonicos calcisferas	20 10	matriz	al igual que la muestra anterior, esta muestra presenta laminaciones, y el contenido de componentes varia en cada lamina, pero además, en la base el contenido es más abundante que en la cima, y en algunas laminas se presentan minerales ferrosos u óxidos que no se extinguen y son de color rojizo.		6	9.45-15.45	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	Fig. 17 F06 fig. 18 F01

Microscopia							Macroscopia				Clasificaciones			Figura	
No. muestra	No. lamina	Matriz	%	Componentes	%	Fabrica. soportados en	Lamina delgada	Muestra de mano	Espesor (m)	Intervalo (m)	Folk	Dunham	Wilson SMF ZF		
SJ07	SJ07	micrita	40	calcisferas F. Planctonicos	50 10	matriz	la muestra está compuesta por laminaciones, en las cuales el contenido de componentes es muy variables e incluso en algunas llegan a no existir componentes, además se presentan óxidos de color rojizo que no se extinguen, los límites entre lamina y lamina están muy bien definidos.	calizas interestratificadas con arcillas, y de textura arenosa, se presentan laminaciones, intercalados con estratos de 10 a 15 cm de espesor, es muy constante y muy rítmica.	6	15.45-21.45	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	Fig. 18 F02 y F03
SJ08	SJ08	micrita	60	f. planctonicos Calcisferas	30 10	matriz	la muestra en lamina delgada difiere de la descripción del perfil, sin embargo se puede suponer que la lamina delgada es de un solo clasto ya que son muy grandes.	brecha calcárea, presenta un arreglo que va de caótico a alargado en el mismo sentido de la estratificación con clastos que van de finos hasta 40 cm de diámetro, redondeados, en algunas zonas la muestra es muy arcillosa.	6	24.85-30.85	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	
SJ09	SJ09	micrita	60	f. planctonicos	40	matriz		calizas muy granulosas con fuerte dolomitización, presenta un limite transicional con la unidad anterior, con estilolitas, nódulos de pedernal y presencia de matricial muy grueso.	1.3	30.85-32.15	dolowackestone de bioclastos	dolobio-micrita	8	2	
SJ10	SJ10	dolomita	50	extraclastos	50	matriz	extraclastos, el tamaño y la composición de los clastos varia, van de finos hasta 6 cm de diámetro y de redondeados a subredondeados, algunos son mudstones, wackestones y otros son brechas, por lo que se presenta la estructura "brecha de muchas generaciones", además restos de bivalvos y presencia de foraminíferos bentónicos.	brecha calcárea, en algunas zonas se presenta una matriz arcillosa, en la base se presentan estratos de 15 cm de espesor, hacia la cima evolucionan hasta convertirse en una brecha calcárea, se exhiben clastos muy grandes de 10 cm de diámetro alargados según la estratificación, redondeado.	0.4	32.15-32.55	dolo-floatstone de extraclastos	dolo-extrabiomicrudita	4	4	Fig. 18 F04, F05 y F06
SJ12	SJ12	micrita	80	calcisferas	20	matriz	la muestra presenta un fuerte recristalización cuyo producto son cristales únicos de calcita que cubren la mayoría de la muestra, sin embargo existen algunas islas que muestran los componentes originales	calizas micriticas en estratos de 10 a 20 cm de espesor de color gris claro a gris oscuro, intercalada rítmicamente con bandas de pedernal.	6	32.55-38.55	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	
SJ13II	SJ13II	micrita	40	extraclastos	60	matriz	extraclastos, los clastos varían en tamaño de finos hasta 3 cm de diámetro y van de subredondeados a redondeados, en fábrica soportados en matriz con contenido de componentes mayores a 2mm de 60%.	calizas de delgadas a gruesas de 10 a 30 cm de espesor, aparecen dispersos algunos lentes o estratos delgados conteniendo brechas, con clastos muy pequeños y redondeados de 0.5 cm de diámetro, estas estructuras no son constantes.	2.4	38.55-40.95	floatstone de extraclastos	extrabiomicrudita	4	4	
SJ13	SJ13	micrita	40	extraclastos	60	matriz	los extraclastos varían en tamaño de 2 a 6 cm de diámetro y van de angulosas a subangulosas, la composición de cada clasto es muy variable.	brecha tipo "puzzle" y estructuras tipo "brecha de muchas generaciones" o "brecha de brechas" es decir brecha con clastos compuestos por otras brechas o intraclastos, de tamaño muy variable, desde finos hasta 35 cm de diámetro.	2	40.95-42.95	floatstone de extraclastos	extramicrudita	4	4	Fig. 19 F01 y F02
SJ14	SJ14	micrita	10	extraclastos	90	granos	extraclastos, de tamaño variables, de 2 a 5 mm de diámetro de subredondeados a redondeados, de composición variable, en la matriz se encontraron algunos foraminíferos bentónicos	brecha con gradación inversa muy compacta y en contacto transicional con la unidad anterior, es decir, los componentes mas finos aparecen en la base, y los mas gruesos en la cima.	0.8	42.95-43.75	rudstone de extraclastos y bioclastos	extrabiomicrudita	4	4	Fig. 19 F03, F04, F05 y F06

No. muestra	No. lamina	Matriz	%	Microscopia			Macroscopia			Clasificaciones			Figura		
				Componentes	%	Fabrica. soportados en	Lamina delgada	Muestra de mano	Espesor Intervalo (m)	Folk	Dunham	Wilson SMF ZF			
SJ15	SJ15	micrita	90	calcisferas y frag. De conchas	10	matriz		calizas micriticas en capas delgadas, muy limpias, con contenido de amonites y pocas arcillas en capas medianas y gruesas de 75 cm de espesor.	6	43.75-49.75	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	
SJ16	SJ16	micrita	80	f. planctonicos calcisferas	15	matriz		calizas delgadas y medias con laminación en estratos de 20 a 30 cm de espesor, el contenido de arcillas aumenta notablemente también se observan restos de conchas.	6	49.75-55.75	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	Fig. 20 F01 y F02
SJ17	SJ17	micrita	60	f. planctonicos calcisferas	25	matriz	el contenido de minerales arcillosos aumenta considerablemente en comparación con las laminaciones de lutitas de color rosa, muy muestras anteriores, este material arcilloso se presenta interlaminado y en forma de turbidita, además de laminaciones de microsparita como evento diagenético.	calizas bien laminadas intercaladas con laminaciones de lutitas de color rosa, muy ritmicas.	8	61.75-69.75	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	Fig. 20 F03 y F04
SJ18	SJ18	micrita	40	f. planctonicos	10	matriz	es evidente que el contenido de margas es casi igual al contenido de calizas, aunque presenta una matriz micritica en un 40% y 10% de componentes que son foraminiferos planctónicos además de un 50% de material arcilloso.	secuencia de calizas y margas muy bien estratificadas, con laminación, muy ritmicas.	6	69.75-75.75	wackestone de bioclastos	biomicrita	8	2	Fig. 20 F05 y F06

Anexo II. Tablas clasificatorias utilizadas en este trabajo

		Rocas Carbonatadas Aloquímicas		Rocas Carbonatadas Ortoquímicas
Componentes (aloquímicos)	INTRACLASTOS	<b>ESPARITA I</b> (Cemento de calcita Tardío)  Intraesparita	<b>MICRITA II</b> (Matriz de calcita microcristalina)  Intramicrita	<b>MICRITA III</b> (Sin componentes)  Micrita
	OOIDES	 Ooesparita	 Oomicrita	 Dismicrita (micrita disturbada)
	BIOGENOS	 Bioesparita	 Biomicrita	<b>Calizas Arrecifales Autoctonas IV</b>  Biolitita
	PELOIDES (pellets)	 Pelesparita	 Pelmicrita	
				

Clasificación de Folk (1962) para rocas carbonatadas

Calizas alóctonas				Calizas autóctonas			
Componentes primarios sin relación				Componentes primarios con relación			
Menos del 10% de componentes > 2mm		Mas del 10% de componentes > 2mm		Relacionados con organismos			
Con micrita (<0.03)		Sin micrita					
Mud-supported							
Menos del 10% de componentes	Mas del 10% de componentes	Grain-supported				Acumulador de sedimentos (p.e. Corales)	Formador de construcciones (p.e. Corales)
						Aglutinador de sedimentos (p.e. Algas)	
						Bounstones	
Mudstone	Wackstone	Packstone	Grainstone	Floatstone	Rudstone	Bafflestone	Bindstone
							Framestone

Clasificación de Dunham (1962) para rocas carbonatadas, modificado por Embry y Klovan (1972)

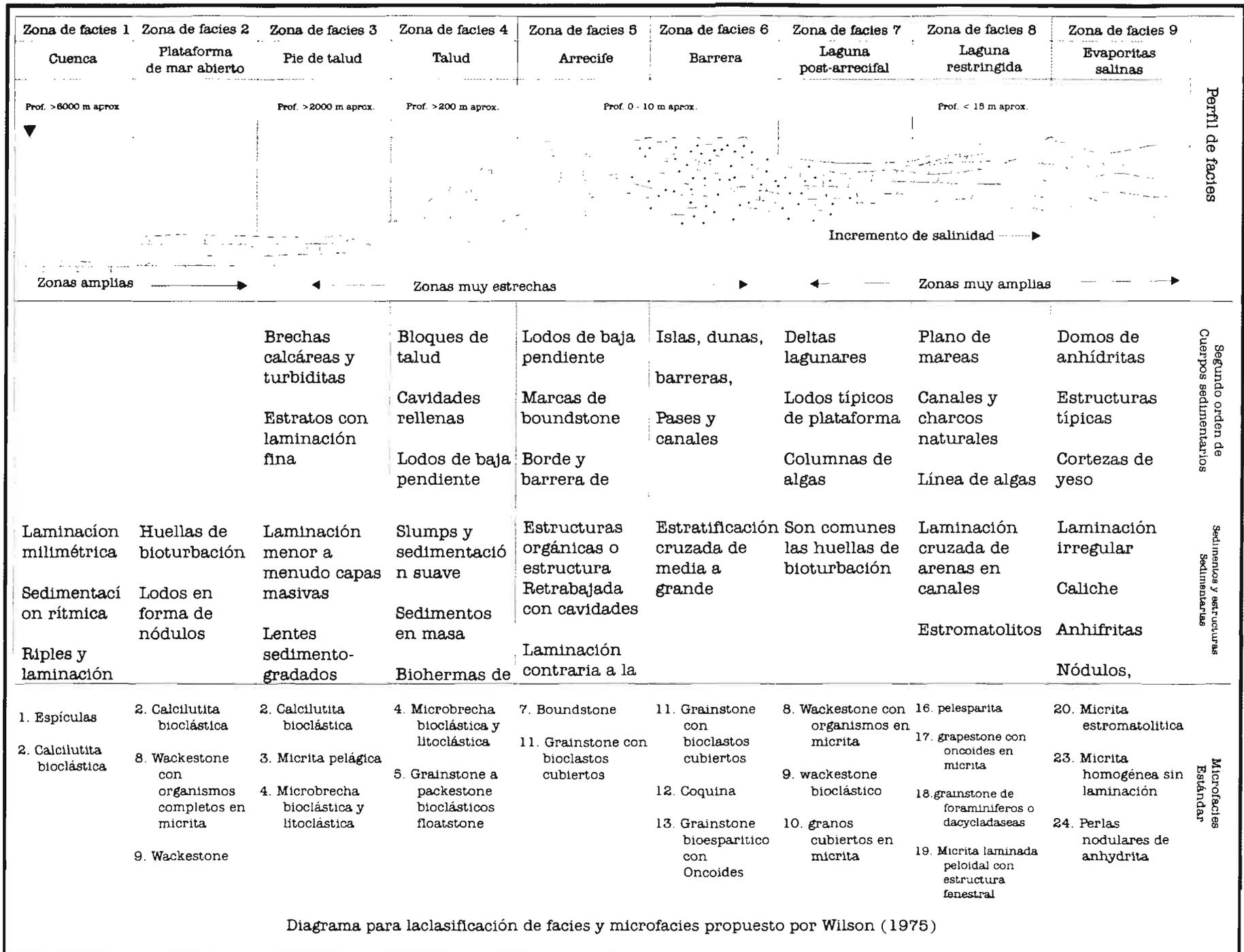


Diagrama para la clasificación de facies y microfacies propuesto por Wilson (1975)

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILLON-ROBLES, A., 1975**, Cartografía geológica de la carta Aqualulco (F-14-A-63): Escuela de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, trabajo recepcional, 30 p.
- AGUILLON-ROBLES, A., TRISTÁN-GONZALES, M., 1981**, Cartografía geológica de la hoja Moctezuma San Luis Potosí: Instituto de Geología y Metalurgia, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, folleto técnico no. 74, 72 p.
- ALENCASTER, G., TORRES-HERNÁNDEZ, R., TRISTÁN-GONZÁLEZ, M., BARBOSA-GUDIÑO, R., LÓPEZ-DONCEL, R., PONS, J., OMAÑA, L., 1999**, El Abra Formation in the western part of the Valles-San Luis Potosí Platform México: Erlanger geol., Sonderband 3.
- BASÁÑEZ-LOYOLA, M.A., FERNÁNDEZ-TURNER, R., ROSALES-DOMÍNGUEZ, C., 1993**, Cretaceous platform of Valles-San Luis Potosí, northeastern central Mexico: American Association of Petroleum Geologists Memoir 56, p. 51-59.
- BATES, R. L., JACKSON, J. A., 1987**, Glossary of geology, 3rd ed.: Alexandria, Va., American Geological Institute, 788 p.
- CARRILLO-BRAVO, J., 1971**, La Plataforma de Valles-San Luis Potosí: Asoc. Mex. Geol. Petrol., vol. XXIII, Nos. 1-6.
- COMISIÓN NORTEAMERICANA DE NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA., 1983**, Código estratigráfico Norteamericano
- CÓRDOBA-MÉNDEZ, D.A., 1964**, Geology of Apizolaya quadrangle (east half), northern Zacatecas, Mexico: Austin, The University of Texas, tesis de maestría, 111 p.
- COREMI, 1981**, Carta Geológico-minera San Luis Potosí F-14-4, San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco y Tamaulipas, escala 1:250,000.
- COREMI, 1992**, Monografía Geológico-Minera del Estado de San Luis Potosí.
- COREMI, 2000** Carta Geológico-minera Hoja Llanos del Carmen F-14-A-54, 1ª Edición.
- COREMI 2003** Carta Geológico-minera Hoja San Luis Potosí F-14-A-84, 1ª Edición.
- COREMI 2003** Carta Geológico-minera Hoja Villa Hidalgo F-14-A-74, 1ª Edición.

- CRUZ-MARQUEZ, J., 2005**, Mapeo geológico y estudio sedimentológico de la secuencia calcáreo-arcillosa del Cretácico Superior de la Sierra “el meco”, Villa de Arista, San Luis Potosí: Facultad de Ingeniería, Área Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, trabajo recepcional, 70 p.
- DUNHAM, R. J., 1962**, Classification of Carbonate rocks according to depositional processes: Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 1:108-121.
- ENOS, P., 1974**, Reefs, platforms, and basins of Middle Cretaceous in Northeast Mexico: Am. Ass. Petr. Geol. Bull., V. 58, No. 5, p. 800-809.
- FLÜGEL, E., 1979**, Microfacies Analysis of Limestones: Springer-Verlag, Berlin, 663 p.
- FOLK, R. L., 1962**, Spectral subdivision of limestones types. Amer. Ass. Petrol. Geol., Mem.1, 62-84, 1 Tab., 7 Figs., Tulsa.
- GALICIA-OVALLE, R., 2005**, Estudio estratigráfico-estructural del área San Antonio del Rul, municipio de Moctezuma, San Luis Potosí: Facultad de Ingeniería, Área Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, reporte final del curso de opción a no trabajo recepcional, 48 p.
- GALINDO-VILCHIS, Á., 1992**, Folleto guía para levantamientos geológicos en el estado de San Luis Potosí: Facultad de Ingeniería, Área Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, trabajo recepcional, 73 p.
- GARCÍA, E., 1988**, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, 4a ed., OFFSET Larios, México.
- GOLDHAMMER, R. K., 1999**, Mesozoic secuencia stratigraphy and paleogeographic evolution of northeast Mexico: Geological Society of America, special paper 340.
- HUMPHREY, W.E., 1949**, Geology of the Sierra de Los Muertos area, Mexico (with descriptions of Aptian cephalopods from the La Peña Formation): Geological Society of America Bulletin, 60, 89–176.
- IMLAY, R.W., 1936**, Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico: Part IV, Geology of the western part of the Sierra de Parras: Geological Society of America Bulletin, 47, 1091–1152.
- INEGI., 1986**, Carta de climas de la Republica Mexicana, adaptación de Enriqueta García a la clasificación climática de Köppen para la Republica Mexicana, escala 1:500,000

- KELLY, W.A., 1936**, Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico; Part 2, Geology of mountains bordering the valleys of Acatita and Las Delicias: Bulletin of the Geological Society of America, 47, 1009-1038.
- KÖPPEN., 1936**, Clasificación climática, modificada por Geiger y Pohl (1953).
- MARTÍNEZ-PÉREZ, J., 1972**, Exploración geológica del área El Estribo-San Francisco, San Luis Potosí (Hojas K-8 y K-9): Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, 24 (7-9), 325-402.
- LABARTHE-HERNANDEZ, G., TRISTÀN-GONZALES, M., ARANDA GOMEZ, J., 1982**, Revisión estratigráfica del Cenozoico de la parte central del Estado de San Luis Potosí, Folleto técnico no. 85, 209 p.
- LABARTHE-HERNANDEZ, G., TRISTÀN-GONZALES, M., 1981**, Cartografía geológica de la hoja Ahualulco (F-14-A-63) San Luis Potosí: Instituto de geología y metalurgia, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Folleto técnico no. 70, 51 p.
- LABARTHE-HERNÁNDEZ, G., JIMÉNEZ-LÓPEZ, L., ARANDA-GÓMEZ, J., 1995**, Reinterpretación de la geología del centro volcánico de la sierra de Ahualulco San Luis Potosí: Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Folleto técnico no. 121, 36 p.
- LEE, K., 1963**, Geology of San Juan de Guadalupe Quadrant (East Harlf), Durango and Coahuila, Mexico. M. A. Thesis, Lousiana State University. Lousiana, United States.
- LÓPEZ-DONCEL, R., 2000**, La Brecha calcárea de la Sierra Del Coro como un indicador de la dinámica de la margen occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, in VII Congreso Mexicano de Paleontología y Primer Simposio Geológico en el Noreste de México, Libro de Resúmenes: Linares, N. L., Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra; Sociedad Mexicana de Paleontología, p. 40-41.
- LÓPEZ-DONCEL, R., 2000**, Nuevos datos sobre la geología de la margen occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí: Geos. Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana, 20 (3), p. 155-156.
- LÓPEZ-DONCEL, R., 2004**, Manual para la clasificación de rocas carbonatadas: Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Folleto Técnico No. 127, 33 p.
- LÓPEZ-DONCEL, R., 2003**, La Formación Tamabra del Cretácico medio en la porción central del margen occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, centro-

noreste de México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v20, no. 1, p. 1-19

**LUGO-HUBP J. I., 1991**, El relieve de la Republica Mexicana: revista del Instituto de Geología UNAM.

**MENDEZ-MONTEALVO, H., 1998**, Actualización geohidrológica del valle de Ahualulco en el estado de San Luis Potosí: Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, trabajo recepcional, 70 p.

**RAISZ, E., 1959**, Landforms of Mexico, scale ca. 1:3 000 000: Cambridge, Massachussets, U. S. Office of Naval Research, Geography Branch.

**RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, E., 2004**, Actualización Estratigráfica de la Porción Centro-Septentrional del Estado de San Luis Potosí: Facultad de Ingeniería, Área Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, trabajo recepcional, 95 p.

**RZEDOWSKI, J., 1966**, Vegetación del Estado de San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Sobretiro de Acta Científica Potosina Vol. V. Nos 1 y 2 pp. 74-104, y 112-208.

**TAPIA-URESTI, I., 2003**, Estudio sedimentológico facial y petrográfico de la porción central de la zona de transición entre la plataforma Valles-San Luis Potosí y la cuenca Mesozoica del centro de México: Facultad de ingeniería, Área Ciencias de la Tierra Universidad Autónoma de San Luis Potosí, trabajo recepcional, 69 p.

**TRISTÁN-GONZÁLEZ, M., TORRES-HERNÁNDEZ, R., 1992**, Cartografía Geológica 1:50000 de la Hoja Charcas, S.L.P. – Folleto Técnico 115, Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 101 p.

**WILSON, J.L., 1975**, Carbonate Facies in Geology History: Berlin, Springer, 471 p.