

5
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ANALISIS ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRAFICO
DE LA HOJA EL CARDITO (G14 - C71),
ESTADO DE ZACATECAS**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

MARIA DE LA PAZ HERNANDEZ RIVERO



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Ciudad Universitaria

1994



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-016

SRITA. MARIA DE LA PAZ HERNANDEZ RIVERO
Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Javier Arellano Gil, y que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de ingeniero geólogo:


**ANALISIS ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRAFICO DE LA HOJA
EL CARDITO (G14-C-71), ESTADO DE ZACATECAS**

- I INTRODUCCION
- II GENERALIDADES
- III FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA
- IV ESTRATIGRAFIA
- V GEOLOGIA ESTRUCTURAL
- VI GEOLOGIA HISTORICA
- VII GEOLOGIA ECONOMICA
- VIII CONCLUSIONES
- IX BIBLIOGRAFIA
- X ANEXOS: ESTUDIOS PETROGRAFICOS
- XI MAPA GEOLOGICO

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, a 19 de febrero de 1992
EL DIRECTOR


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS


JMCS'EGLM'gtg

*La satisfacción de compartir con alguien
el triunfo del ascenso, inicia con la
decisión de hacerse acompañar de él,
de ser solidario y brindarse apoyo hasta
el fin*

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCION

OBJETIVO

TRABAJOS PREVIOS

METODO DE TRABAJO

I. GENERALIDADES

A. Localización.....	3
B. Vías de Comunicación.....	3
C. Clima.....	3
D. Flora y Fauna.....	4
E. Población y Cultura.....	4

II. FISIOGRAFIA

A. Orografía.....	6
B. Hidrografía.....	7

III. ESTRATIGRAFIA

A. Eratema Mesozoica	
1. Formación Nazas.....	8
2. Formación Zuloaga.....	11
3. Formación La Caja.....	15
4. Formación Taraises.....	18
5. Formación Tamaulipas Inferior.....	21
6. Formación La Peña.....	24
7. Formación Cuesta del Cura.....	27
8. Formación Indidura.....	30
B. Eratema Cenozoica	
1. Depósitos Recientes.....	32

IV. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

A. Descripción de las Estructuras.....	34
1. Anticlinales.....	34
2. Fallas.....	36
B. Análisis de las Estructuras.....	37

V. GEOLOGIA HISTORICA.....41

VI. GEOLOGIA ECONOMICA

A. Manifestaciones de Hidrocarburos.....	43
1. Rocas Generadoras.....	43
2. Rocas Almacenadoras.....	43
3. Tipos de Trampas.....	44
4. Factores adversos a la acumulación de hidrocarburos.....	44
B. Geohidrología	
1. Acuiferos.....	45
2. Acuicludeos.....	45
C. Geología Minera.....	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
BIBLIOGRAFIA.....	51

ANEXOS:

ESTUDIOS PETROGRAFICOS

MAPA GEOLOGICO

RESUMEN

En el área de El Cardito (Hoja G14-C71), se realizó un análisis estructural y estratigráfico con el objetivo de entender y explicar la evolución geológica y evaluar de manera general el potencial petrolero, minero y geohidrológico de dicha área.

La zona de El Cardito se localiza al NE del estado de Zacatecas y dentro de las Provincias Fisiográficas Sierra Madre Oriental y Mesa Central. En dicha zona se identificaron ocho unidades litoestratigráficas mesozoicas, de las cuales tres corresponden al Jurásico (Nazas, Zuloaga y La Caja) y cinco al Cretácico (Taraises, Tamaulipas Inferior, Peña, Cuesta del Cura e Indidura). También se reconocieron cinco unidades de depósitos recientes.

La litología de la Formación Nazas compuesta por tobas cristalinas y líticas, derrames andesíticos, areniscas y conglomerados estratificados, indican que durante el Jurásico Medio hubo una fuerte actividad ígnea asociada a un arco volcánico continental, mientras que para fines del Jurásico Medio, se da una deformación de tipo transpesivo, lo que se ve reflejado en un proceso cataclástico y por un aspecto esquistoso de la Formación. Todo asociado a rompimientos continentales durante la apertura del Golfo de México.

Al final del Oxfordiano, se instaura un ambiente de plataforma calcárea donde se da la depositación de la Formación Zuloaga, con un aporte de sedimentos clásticos arenosos al principio y horizontes arcillosos después. Bajo condiciones físico-químicas adecuadas se propició la acumulación de rocas calcáreo-arcillosas en estratos delgados, con horizontes de fosforita y nódulos de pedernal, de la Formación La Caja; de tal forma, que durante el Kimmerigiano Tardío-Tithoniano, el área se encontró en un ambiente de aguas someras. La Formación Taraises compuesta por material calcáreo-arcilloso, refleja que los mares eran relativamente profundos durante el Berriasiano-Valanginiano.

El régimen sedimentológico se modificó a partir del Neocomiano Tardío, bajo una subsidencia continua, hasta que la transgresión cubrió totalmente la Isla de Valles - San Luis. En los bordes de la misma se desarrollaron arrecifes, mientras que hacia el Oriente se acumularon, bajo condiciones reductoras, calizas con nódulos y concreciones de pirita como lo definen las características de la Formación Tamaulipas Inferior. Posteriormente al presentarse una influencia de terrígenos,

probablemente como consecuencia de la actividad volcánica, en el Aptiano Tardío, se presenta la depositación de la Formación La Peña.

La presencia de calizas laminadas, en estratos delgados, nódulos de pedernal y el contenido de fósiles planctónicos, reflejan condiciones pelágicas y de aguas profundas para el lapso Albiano - Cenomaniano Temprano. Hacia finales del Cenomaniano se incrementa notablemente el aporte de terrígenos, como se observa en la secuencia de calizas arcillosas intercaladas con lutitas de la Formación Indidura.

Hacia finales del Maestrichtiano y en el Eoceno, la Secuencia del Jurásico Medio - Cretácico Superior, sufrió una fase compresiva que plegó la secuencia y generó un sistema de pliegues abiertos y asimétricos con una orientación general N 72° E, que corresponde con el sistema de pliegues de la porción Sur del sector Transverso de la Sierra Madre Oriental.

Posteriormente a la deformación compresiva, se dio una fase distensiva ocurrida en el Cenozoico, la cual generó un sistema de fallas normales N 30° W, que dislocó a la región en bloques y el basculamiento hacia el Oriente.

Para este estudio y con base a la evaluación estereográfica de las estructuras estudiadas, se interpreta un sistema de fallas normales de tipo lístrico.

La historia reciente del área está expresada en la denudación de las partes altas, en la acumulación de abanicos aluviales, en los depósitos de caliche y en la sedimentación lacustre intermitente en las depresiones.

En lo que se refiere a la geología económica del área, no se identificó ninguna evidencia de hidrocarburos, aún cuando existen formaciones con potencial generador (Caja, Peña e Indidura). Por lo que se refiere al aspecto geohidrológico, sólo los depósitos recientes y la Formación Tamaulipas Inferior representan cierto atractivo, relativamente (acuíferos libre - semiconfinado). Aún a pesar de que la zona pertenece a la "Faja Mineral", las manifestaciones de yacimientos minerales se encuentran muy restringidas y de hecho sólo permiten la actividad en pequeña escala y gambusinaje.

Por las características observadas, es recomendable el estudio a mayor detalle de las manifestaciones minerales de la zona, ya que es muy probable que esta sea una zona atractiva, apoyada esta idea, en la existencia de distritos mineros importantes en los alrededores.

INTRODUCCION

OBJETIVO DEL TRABAJO

El presente trabajo tiene como finalidad el realizar un análisis estructural y estratigráfico del área que ocupa la Hoja El Cardito (G14-C71), que permita entender y explicar la evolución geológica y evaluar de manera general el potencial petrolero, minero y geohidrológico del área de estudio.

TRABAJOS PREVIOS

Existen diversos trabajos geológicos publicados, realizados tanto en el área de estudio como en su entorno, en los que se han tratado de resolver problemas de evolución geológica, estratigrafía, geología estructural, minería y geohidrológicos.

En 1961, Rogers y colaboradores delimitaron y evaluaron los depósitos de fosfatos del norte de Zacatecas y áreas adyacentes en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí.

Posteriormente García, C. (1976), realizó una investigación hidrogeológica de la región de El Cardito.

En 1986, López, I., reporta que la secuencia vulcanosedimentaria continental correspondiente a la Formación Nazas fue depositada en el Jurásico Medio, estando sus etapas tardías asociadas a fallamiento y magmatismo, durante las cuales, parte de esa secuencia experimentó cataclásis progresiva y efectos térmicos que fueron motivo para que otros autores las consideraran como unidades metamórficas (Rogers et. al., 1961 y Cordoba, 1965).

Mitre, S. (1989a), reporta para el área cercana a la ranchería de la Presa El Junco, Zac., la presencia de secuencias estratigráficas invertidas con una polaridad hacia el poniente.

Mitre, S. (1989b), interpreta para la parte oriental del área de estudio a la "megafalla laramídica de San Tiburcio", Zac., describiéndola como un sistema de fallas de desplazamiento lateral siniestro, evidenciado por cizallamientos laterales diestros de tipo Riedel.

La zona de interés ha sido mejor estudiada por Petróleos Mexicanos, por lo que existe una gran cantidad de trabajos, que en su mayoría son con fines exploratorios. A continuación sólo se mencionan los que comprenden el área de estudio: **Exploración geológica del área Vanegas. S.L.P. San Tiburcio, Zac., I.G.Z.N. 537** (De la Fuente, 1970); **Reconocimiento geológico general en la porción norte de la Cuenca Mesozoica del Centro de México. Prospecto Gruñidora-Camacho-Atotonilco. Hojas L-11, M-11 y N-11. I.G.Z.N. 550** (Hermoso de la Torre, 1972); **Actualización geológica Prospecto "San Tiburcio", I.G.Z.N. 682** (Mendoza-Hernández, 1987); **Estudio geológico del Prospecto Cedros, Zac., I.G.Z.N.E. 388** (Fac. de Ing., UNAM, 1975); **Exploración geológica petrolera de detalle estructural, Prospecto Cedros, Zac., I.G.Z.N.E. 584** (GYMSA, 1983), **Estudio de semidetalle geológico del Prospecto Gruñidora. I.G.Z.N. 585** (Valdivieso L., 1976) y **Estudio geológico del Prospecto El Junco, Zac., (Fac. de Ing., UNAM, 1992).**

METODO DE TRABAJO

Para el desarrollo del presente trabajo se llevaron a cabo diferentes actividades, las cuales se dividieron en tres etapas:

a) Etapa Preliminar. Esta etapa consistió en la recopilación y análisis de la información de trabajos antecedentes. El análisis e interpretación de fotografías aéreas y la realización de un mapa fotogeológico preliminar, lo cual permitió hacer un marco de trabajo sobre las diferentes actividades a realizar en la etapa de campo.

b) Etapa de Campo. En ella se llevaron a cabo el levantamiento y reconocimiento geológico de un área de 928 km². En una primera fase se realizó el reconocimiento general del área, la medición de secciones estructurales y el levantamiento con puntos de verificación, donde se llevó un registro sistemático de todas las características geológicas de los diversos afloramientos. Posteriormente, dentro de una segunda; se llevaron a cabo mediciones de las secciones estratigráficas y la recolección de muestras de roca y fósiles.

c) Etapa de Análisis e Integración de Información. Al término de cada actividad de campo, la información obtenida fue analizada y se realizaron estudios petrográficos, en los que se clasificaron las diferentes rocas y fósiles colectados; y de acuerdo a los nuevos datos se hizo la corrección de la cartografía preliminar.

Todos los datos finalmente obtenidos fueron plasmados en columnas estratigráficas, diagramas de polos, rosetas de datos estructurales, en un mapa geológico y en el presente trabajo escrito.

CAPITULO I

I. GENERALIDADES

A. LOCALIZACION

El área de estudio se encuentra en la porción nororiental del Estado de Zacatecas y pertenece al municipio de Mazapil. Comprende una superficie de 928 km² y está delimitada por los paralelos 24° 15' y 24° 30' Norte y los meridianos 101° 40' y 102° 00' Oeste; dicha superficie corresponde con la carta topográfica El Cardito (G14-C71), (fig. 1.1).

B. VIAS DE ACCESO

El acceso se logra por la carretera federal No. 54 (Zacatecas-Saltito) o bien por la carretera federal No. 57 (San Luis Potosí-Matehuala), donde aproximadamente a 8 km de Matehuala se toma la desviación San Tiburcio-Concepción del Oro.

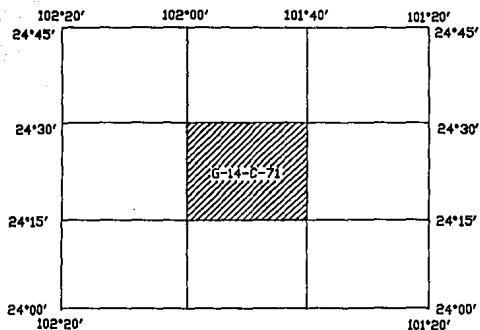
Entre el tramo Concepción del Oro-San Tiburcio (carretera No. 54), existen tres troncos de terracerías hacia el poniente: 1) A 196 km de Zacatecas (60 km de Concepción del Oro) se encuentra la terracería a Nuevo Mercurio, la cual comunica a los poblados Tanque Los Hacheros y Gruñidora; 2) aproximadamente a 214 km de Zacatecas (42 km de Concepción del Oro) y después de San Tiburcio se localiza el entronque hacia La Candelaria, terracería que une los poblados El Cardito e Ignacio Allende, después de cruzar Puerto del Rosario y La Presita. La tercera terracería parte del kilómetro 234 (22 km desde Concepción del Oro) y comunica a Sabana Grande y Puerto del Rosario.

Todos los poblados se unen entre sí a través de varios caminos de brecha y terracería (fig. 1.2).

C. CLIMA

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (D.G.G. 1981), el clima se clasifica como BS1 kw, BS0 kw y BS0 hw (fig. 1.3).

El clima predominante en el área estudiada es seco y en algunas partes semidesértico. La temperatura varía entre 18° y 22° y la del mes más frío no sobrepasa

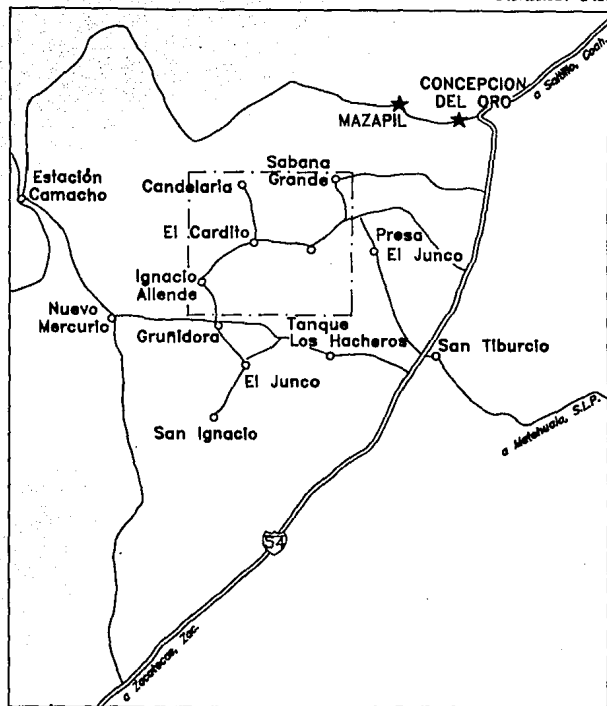


▨ AREA DE ESTUDIO

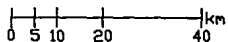
ESC 1:1 100 000

LOCALIZACION

FIG. 1.1



Carretera pavimentada	
Terracería	
Numeración de ruta (Federal)	
Cabecera municipal	★
Poblado	○
Area de estudio	



ESC. 1:600,000

VIAS DE ACCESO

FIG. 1.2

los 18° C, considerándose un invierno fresco. El régimen de lluvia es de verano y ocasionalmente se presenta en invierno con una precipitación media anual de 300 a 400 mm por año.

D. FLORA Y FAUNA

La vegetación predominante se compone de Gobernadora (**Larrea tridentata**), biznagas en diferentes especies, palma samandoca, palma china y otras especies de yucas, ocotillo (**Fouquieria splendens**), canatilla (**Ephedra antisiphilitica**), coyonostle (**Opuntia imbricata**), mezquite (**Prosopis juliflora**), candelilla (**Euphorbia antisiphilitica**), lechuguilla (**Agave lechuguilla**), nopales en diferentes especies, peyote (**Lophophora williamsii**), organito (**Echinocereus cinerascens**), tasaquillo (**Opuntia leptocaulis**), abrojo (**Koeberlinia spinosa**), junquillo (**Dasykirion longissimum**), etc. Vegetación que se puede agrupar en matorral xerófilo, crasirosulfolios espinosos, matorral subinerme y matorral inerme, como puede verse en la fig. 1.4.

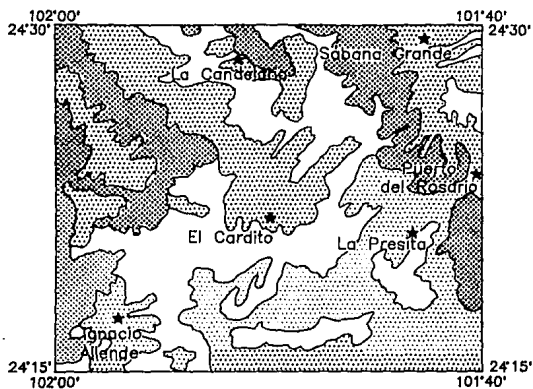
En la región se encuentran áreas donde se desarrolla la agricultura de temporal y zonas cubiertas por pastizales naturales.

La fauna que se encuentra en la región está compuesta por liebres, zorras, jabalíes, coyotes, venados, zorrillos, así como animales domésticos como ganado caprino y vacuno, entre otros.

E. POBLACION Y CULTURA

Las características socioeconómicas del municipio de Mazapil, Zac., según el Censo General de Población y Vivienda de 1990, corresponden con una población total de 22,172 personas, distribuida en 199 localidades, con una densidad media de 2.82 habitantes por kilómetro cuadrado.

Las principales actividades económicas que se desarrollan en el municipio están encaminadas a la agricultura, ganadería y caza (12.72%), minería (2.49%) y la industria manufacturera (2.44%) (ver tabla 1.1).



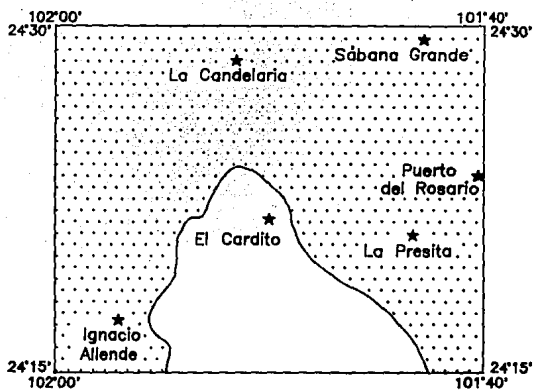
ESC. 1:300 000

VEGETACION

FIG. 1.4


TABLA 1.1

ACTIVIDADES ECONOMICAS	No. DE PERSONAS	PORCENTAJE
Agricultura, ganadería y caza	2802	12.72
Minería	553	2.49
Industria manufacturera	543	2.44
Servicios comunales y sociales	249	1.12
Construcción	214	0.96
Comercio	206	0.92
Servicios personales y mantenimiento	111	0.50
No especificados	134	0.60



 BS₁Kw

ESC. 1:300 000

 BS₀Kw

CLIMAS

FIG. 1.3

Estos sectores indican en general que los habitantes de estas comunidades tienen un nivel de vida bajo y no cuentan con los servicios necesarios.

Los poblados más importantes dentro del área de estudio son La Candelaria, Sabana Grande, Puerto del Rosario, El Cardito, La Presita e Ignacio Allende.

CAPITULO 2

II. FISIOGRAFIA

De acuerdo a la clasificación de la D.G.G. (1981), la parte norte del área de estudio se encuentra en la Provincia Sierra Madre Oriental, dentro de la Subprovincia Sierras Transversales, mientras que la zona sur está en la Provincia Mesa Central, dentro de la Subprovincia Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande (fig. 2.1).

A. OROGRAFIA

Las principales sierras se encuentran hacia el este y oeste del poblado El Cardito, están separadas por una planicie extensa de aproximadamente 18 km de ancho por 35 km de largo con una dirección general NW-SE, que se extiende más allá del área de estudio.

En la planicie existen lomeríos suaves, mientras que el valle presenta una pendiente promedio del 0.6 % inclinada hacia el sur, con pendiente un poco más fuerte (0.9 %) hacia el lago intermitente que se localiza entre los poblados de Gruñidora y Calabazal (al sur del área de estudio).

Las características generales de las sierras se describen a continuación:

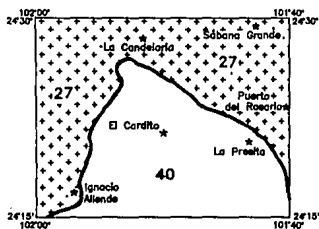
a) La Sierra El Toro-Los Picachos, se encuentra al noreste y oriente del poblado El Cardito, tiene un ancho máximo de 10 km en su porción sur y una longitud de 18 km dentro del área de estudio, ya que se extiende hacia el norte. Presenta una orientación general N35°W y se compone de cuerpos serranos alargados con un parteaguas en diversas orientaciones. Su relieve es muy abrupto entre las cotas 2050 y 2300 con una pendiente promedio del 45 %, mientras que éste, es más suave entre las cotas 1900 y 2050. Las pendientes más fuertes se encuentran en la parte oriental de la sierra.



b) La Sierras El Jacalito y El Duraznillo se encuentran al sureste del poblado El Cardito. La primera se divide en dos cordones unidos hacia su parte sur, dando una morfología en forma de "U", con un valle central de aproximadamente 700 m de ancho, la dirección de la sierra es de N30°W. El relieve entre las cotas 2050 y 2250 tiene una pendiente del 25 % en promedio, en tanto que las cotas más bajas tienen una pendiente más suave. El ancho máximo de la sierra es de 5 km y su longitud es también de 5 km, pero se extiende hacia el sur, fuera del área de estudio. La Sierra El



- I. PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA
- II. LLANURA SONDRENSE
- III. SIERRA MADRE OCCIDENTAL
- IV. SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE
- V. SIERRA MADRE ORIENTAL
- VI. GRANDES LLANURAS DE NORTEAMERICA
- VII. LLANURA COSTERA DEL PACIFICO
- VIII. LLANURA COSTERA DEL GOLFO NORTE
- IX. MESA DEL CENTRO
- X. EJE NEOVOLCANICO
- XI. PENINSULA DE YUCATAN
- XII. SIERRA MADRE DEL SUR
- XIII. LLANURA COSTERA DEL GOLFO SUR
- XIV. SIERRAS DE CHIAPAS Y GUATEMALA
- XV. CORDILLERA CENTROAMERICANA

(Tomada de D.G.A., 1981)



-  Provincia Sierra Madre Oriental
- 27 Subprovincia Sierras Transversales
-  Provincia Mesa Central
- 40 Subprovincia Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

FIG. 2.1

ESC. 1:500 000

Duraznillo se encuentra al sur de la Sierra El Jacalito, encontrándose separada de la primera por un pequeño valle. Su longitud es de 3 km y se extiende al oriente y sur del área de estudio. El relieve es similar al de la Sierra El Jacalito.

c) La Sierra La Gruñidora se localiza al suroeste y poniente del poblado El Cardito. Es una amplia sierra que dentro del área tiene una longitud de 18 km y un ancho de 8 km. Se compone de cordones montañosos irregulares, con una orientación general de N15°W y muestra pendientes del 38 %, entre las cotas 2100 y 2250, y de un 10 % entre las 2000 y 2100.

B.HIDROGRAFIA

El área de estudio se encuentra dentro de la región hidrológica "El Salado", que se caracteriza por tener una serie de cuencas cerradas, lagos y arroyos intermitentes.

La red hidrográfica se compone de arroyos intermitentes, desintegrados y de poca densidad, con un patrón subparalelo. Los arroyos son de tipo torrencial y desaparecen en la planicie aluvial. Este sistema fluvial no es de gran importancia, pues no existe un patrón definido en el que se pueda explotar económicamente. Los habitantes de los poblados se abastecen de agua a través de captaciones llamados "tanques" (bordes de tierra) y norias.

CAPITULO 3

III. ESTRATIGRAFIA

En el área de estudio se identificaron ocho unidades litoestratigráficas mesozoicas, con rango de formación, de las cuales tres corresponden al Jurásico (Nazas, Zuloaga y La Caja) y cinco al Cretácico (Taraises, Tamaulipas Inferior, La Peña, Cuesta del Cura e Indidura). También se reconocieron cinco unidades de depósitos recientes.

En general, las unidades mesozoicas no presentan afloramientos continuos, sin embargo, en las sierras fue posible distinguir las mediante la medición de secciones estratigráficas, donde se reconocieron sus variaciones verticales.

En la figura 3.1 se muestra la posición estratigráfica que guardan las unidades geológicas y su correlación con áreas cercanas.

A. ERATEMA MESOZOICA

1. FORMACION NAZAS

a. Definición

Pantoja-Alor (1963), propuso informalmente como Formación Nazas a una secuencia de rocas volcánicas interestratificadas con lutitas, areniscas y conglomerados de color rojo, que afloran en los alrededores de Cinco de Mayo y al sur de Cerro Redondo. Posteriormente, en 1972, la definió formalmente y considera como localidad tipo, el levantamiento de Villa Juárez, Dgo., sobre el Río Nazas.

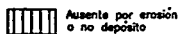
b. Distribución

Esta formación se reconoció únicamente en la porción noreste de la Hoja, en tres localidades: 1) al oriente del poblado La Candelaria, 2) en el núcleo del anticlinal San Antonio y 3) en el Cerro El Herrero (ver mapa geológico).

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO EUROPEO	EL CARDITO	CUENCA MESOZOICA DEL CENTRO DE MEXICO	MARGEN OESTE DE AREA TANZANICALE LA PLATAFORMA VALLES-SAN LUIS	SE DE LA PLATAFORMA VALLES-S.L.P. (QUENEA)	SIERRA DE SAN JULIAN, ZAC.	AREA POZO COLORADO, ZAC.; EL SALADO, S.L.P. Y EL CANELO, M.M.	PROSPECTO CALABACILLAS	FRESHILLO, ZAC.	AREA YAREGAS, S.L.P. SAN TIBURCIO, ZAC.	PROSPECTO RAMOS	
				1	2	2	2	3	4	5	6	7	8	
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE		Reformas Recientes	Alameda	Alameda		Alameda	Alameda	Alameda	Alameda	Alameda	Reformas Recientes	
		PLUOTOCENO							Gravas Aluviales					
		PLUOCENO												
		MIOCENO				Alameda			Alameda					
		OLIGOCENO												
MESOZOICO	CRETACICO	PALEOCENO												
		SUPERIOR		Corozal	Corozal	Cumbre	Tehuacan	Nieves	Corozal	Corozal	Corozal	Corozal	Corozal	Corozal
		MEDIO		Isabella	Isabella	Cuesta del Cura	Cuesta del Cura	Isabella	Corozal	Corozal	Corozal	Corozal	Corozal	Corozal
		INFERIOR		La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja
		SUPERIOR		Tehuacan	Tehuacan	Tehuacan	Tehuacan	Tehuacan	Tehuacan	Tehuacan	Tehuacan	Tehuacan	Tehuacan	Tehuacan
		MEDIO		La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja
		INFERIOR		Zahuapan	Zahuapan	Zahuapan	Zahuapan	Zahuapan	Zahuapan	Zahuapan	Zahuapan	Zahuapan	Zahuapan	Zahuapan
		SUPERIOR		La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja	La Caja
		MEDIO		Naves	Naves	Naves	Naves	Naves	Naves	Naves	Naves	Naves	Naves	Naves
		INFERIOR												
PALEOZOICO	TRIASICO	SUPERIOR			Zacatecas	Zacatecas	Mehucal							
		MEDIO												
		INFERIOR												
		SUPERIOR												
PERMICO	PENSIANICO	SUPERIOR												
		MEDIO												
		INFERIOR												
		SUPERIOR												
		INFERIOR												
CAMBRICO	PRECAMBRICO	SUPERIOR												
		MEDIO												
		INFERIOR												
		SUPERIOR												
		INFERIOR												

TOMADO DE:



Ausente por erosión o no depósito



Contacto inferior no observado

1. Area de estudio
2. Carrillo Bravo, J., 1971
3. Fac. de Ing. UNAM (IGZNE 388)
4. Hinojosa A. (IGZN 546)

5. Guzmán Rodríguez, M. (IGZN 596)
6. Cserna, Z. de, 1976
7. De la Fuente Navarro, J. (IGZN 537)
8. Fac. de Ing. UNAM (IGZN 696)

FIG. 3.1

c. Litología y Espesor

Formación compuesta por una secuencia vulcanosedimentaria, de tobas cristalinas y líticas, derrames andesíticos, areniscas y conglomerados estratificados, de color rojo a verde claro, altamente fracturada y con vetillas de calcita. Hacia la base, predominan los derrames andesíticos y las tobas; mientras que en la parte superior predominan los conglomerados y areniscas conglomeráticas, cuyos clastos son de rocas volcánicas de composición intermedia.

En la parte inferior, la formación presenta efectos de un proceso de deformación por cizallamiento conjuntado con efectos térmicos que afectan los derrames andesíticos y las areniscas, lo que hace que adquieran un aspecto esquistoso (lám. MPC65). El paquete en general presenta argilitización, oxidación, cloritización y reemplazamiento de plagioclasas por calcita.

Se midió un espesor parcial de 290 m, debido a que no se observa el afloramiento de la base. Sus características se ilustran en la figura 3.2 y se describen a continuación, partiendo de la unidad inferior.

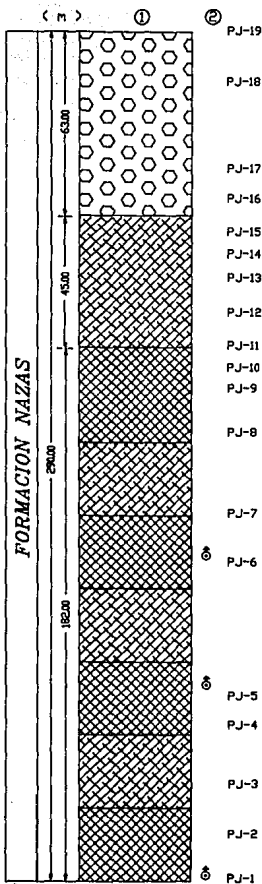
Unidad 1

Está compuesta por un paquete de aproximadamente 182 m de espesor, constituido de tobas cristalinas y líticas de color rojo ocre, con un predominio en tamaño de 1/256 a 1 mm (lám. PJ3). Las primeras contienen cristales de cuarzo subhedral, plagioclasas, feldespatos potásicos (sanidino) argilitizados, biotita, circón y líticos ígneos en menor proporción a los anteriores (láms. PJ1-PJ9). Las segundas, tienen una mayor cantidad de líticos de composición intermedia, subredondeados y algunos de ellos con textura eutaxítica (lám. PJ7). Ambos casos están contenidos en una matriz criptocristalina cuarzo-feldespática. Algunos cristales presentan rompimiento por introducción de matriz (lám. PJ7).

La base de la unidad muestra una coloración gris verdoso por menor alteración, en tanto que en la parte superior los líticos son de mayor tamaño.

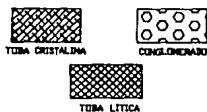
El paquete en general presenta fuerte oxidación y calcita de tipo secundario.

FORMACION NAZAS
MEDIDA AL ORIENTE DE CANDELARIA



SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



② OTROS ATRIBUTOS

⊙ Estratificación gradada

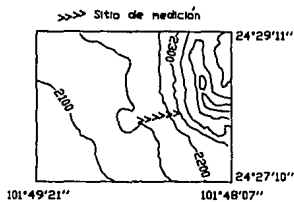


FIG. 3.2

ESC. 1:1 250

Unidad 2

Secuencia de tobas cristalinas de 45 m de espesor, de color rojo violáceo, compactas, masivas y con marcada resistencia a la erosión. La roca contiene cristales de cuarzo subhedrales, plagioclasas ceritizadas, sanidino, pertitas (lám. PJ12), minerales opacos y vidrio ácido, todos contenidos en una matriz cuarzo-feldespática (lám. PJ10-PJ14). Los cristales en su mayoría se encuentran fracturados y girados por la introducción de la matriz (flujo).

La unidad presenta una incipiente oxidación.

Unidad 3

Unidad de 63 m de espesor de conglomerados color rojo, con clastos volcánicos y tobáceos de tamaño variable, cuyos diámetros varían entre 1 y 10 cm; redondeados a subredondeados, en colores negro, gris verdoso y rojo oscuro. Algunos presentan una textura eutaxítica (lám. PJ17), cristales de cuarzo anhedral a subhedral, plagioclasas reemplazadas en su mayoría por calcita secundaria y algunos minerales opacos, contenidos todos, en una matriz arcillosa.

Hacia la parte final de la unidad, las rocas adquieren un color verde claro y se observa también una disminución en el tamaño de los líticos; en esta misma porción se encuentran algunos estratos de areniscas conglomeráticas y horizontes de tobas líticas.

La unidad se encuentra altamente oxidada y con baja cloritización.

d. Relaciones Estratigráficas

El contacto inferior de la formación no está expuesto en el área y su contacto superior es discordante con la Formación Zuloaga.

e. Edad y Correlación

La edad que se le asigna a la Formación Nazas corresponde al Jurásico Medio en base a las relaciones estratigráficas que presenta, ya que infrayace discordantemente a rocas del Oxfordiano (Formación Zuloaga) y en el área de

Caopas-Rodeo, se obtuvo la datación de una andesita de la Formación Rodeo, subyacente, la cual dio una edad radiométrica de 183'8 m.a. K/Ar (López I., 1986).

La Formación Nazas se puede correlacionar con las formaciones Cahuásas (Jurásico Medio), del Anticlinorio de Huayacocotla, y a La Joya (Jurásico Medio-Superior?), áreas cercanas ubicadas dentro de la Cuenca Mesozoica del Centro de México (fig 3.1).

f. Ambiente de Depósito

Las características litológicas de la secuencia indican una acumulación en un ambiente continental asociado a un arco volcánico como lo representa la unidad volcánica de la formación.

2. FORMACION ZULOAGA

a. Definición

Imlay (1939), propone denominar como Formación Zuloaga a la secuencia que Burckhardt (1906, 1921), llamó "Caliza con nerineas". La localidad tipo se encuentra en la Sierra de Sombrerillo al norte de Melchor Ocampo, Zac. En este lugar, consiste principalmente de estratos gruesos hasta de 3 m de espesor, aunque son muy comunes los que miden entre 0.9 y 1.5 m. El color dominante es gris oscuro, algunos estratos de las partes medias e inferior son gris claro. Los 6 m de la parte superior contienen algunos nódulos de pedernal en la mayoría de las secciones donde aflora.

En la localidad tipo están expuestos 548 m; y 10 km al sur de Ventura afloran 365 m. La descripción de Imlay omite un horizonte de yesos (Fac. de Ingeniería, 1975).

b. Distribución

Los afloramientos mejor expuestos se encuentran en la Sierra El Toro, en el núcleo del Anticlinal San Antonio, en la Sierra Los Picachos, en la Sierra La Candelaria y en el núcleo de la Sierra Gruñidora. Otros afloramientos más pequeños

se localizan al sur del Cerro Los Tenamastes y en el núcleo del Anticlinal El Maguey (ver mapa geológico).

c. Litología y Espesor

Está constituida por una secuencia de mudstones y wackestones y calizas arcillosas de color gris que interperizan en tonos amarillentos, rosas y rojizos, así como algunas intercalaciones de lutitas en estratos delgados. Las rocas en general están fuertemente fracturadas en sentido perpendicular a la estratificación, así como parcialmente recristalizadas, además de mostrar un alto contenido de líneas estilolíticas paralelas a los estratos y rellenas por arcillas y óxidos. Se distinguen en las porciones arcillosas nódulos calcáreos esféricos, escasos nódulos y lentes de pedernal negro y algunos horizontes de concentraciones de óxidos. El espesor de los estratos varía de 10 cm a 2 m en la base de la formación, mientras que en el resto de la secuencia miden en promedio 3 m, sin embargo existen algunos de más de 10 m de espesor.

Cerca de la mina El Herrero se observó un horizonte de yesos hacia la base y dolomitización hacia la cima de la formación.

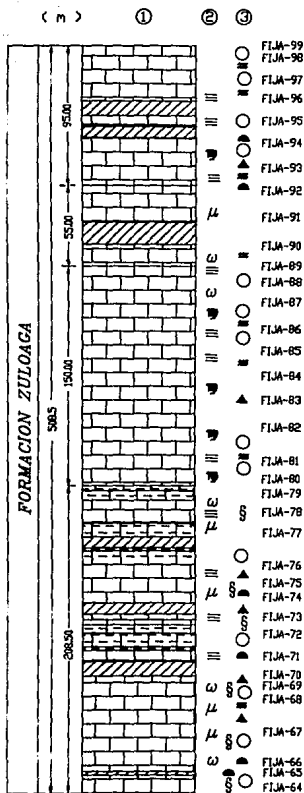
El contenido fósil de la formación está constituido principalmente por gasterópodos y *Nerineas* sp, ambos, en su mayoría, se encuentran recristalizados y dentro de los estratos más arcillosos.

El espesor total de esta formación es de 508.5 m, los cuales se midieron en el núcleo del Anticlinal San Antonio, de la Sierra El Toro. Sus características litológicas se describen a continuación a partir de la unidad más antigua (fig. 3.3).

Unidad 1

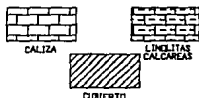
A esta unidad corresponde un paquete de 208.5 m de mudstones y wackestones (lám. FIJA69) de color gris oscuro, alternando con calizas arcillosas y limolitas calcáreas de color gris medio, con tonos ocres y rosados por efecto del intemperismo. Los estratos presentan una variación de 10 cm a 2 m en su espesor, los más delgados, son también los más arcillosos.

FORMACION ZULOAGA
MEDIDA EN LA SIERRA EL TORO



SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



② TEXTURA DE LAS CALIZAS

- (μ) Mudstone (γ) Grainstone
- (ω) Wackestone (β) Boundstone
- (ρ) Packstone (≡) Arcillosa
- (☞) Recristalizada

③ OTROS ATRIBUTOS

- ▲ ▲ Pedernal (bandas, nódulos)
- ⊗ Gasterópodos
- Nódulos calcáreos
- Laminación

Site de medición

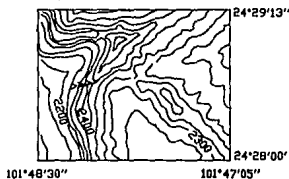


FIG. 3.3

ESC. 1:2,500

También son características algunas zonas con calizas recristalizadas y otras con gran cantidad de ondulaciones estilolíticas de valles y crestas muy sinuosas que siguen la dirección de la estratificación y rellenas por arcillas y óxidos.

En los primeros 150 m, contiene algunos nódulos y bandas de pedernal negro y óxidos, así como estratos dolomitizados, dendritas de manganeso y cristales de yeso y aragonita.

Hacia la cima de la unidad se aprecian nódulos calcáreos de forma esférica, así como también algunos cristales de cuarzo (láms. FIJA65 y FIJA78).

El contenido fósil de la secuencia, está compuesto por **Nerineas sp** recristalizadas en calcita blanca, hasta de 9.5 cm de longitud, y gasterópodos de color negro con longitudes de 1 a 4 cm los que se restringen a un horizonte arcilloso (entre los 125 y 137 m).

Unidad 2

Secuencia formada por un paquete de 150 m de espesor con una alternancia de wackestones (láms. FIJA87 y FIJA88), de color gris oscuro parcialmente recristalizados y calizas arcillosas de color gris claro al fresco y gris amarillento por intemperismo. También existen líneas onduladas estilolíticas paralelas a la estratificación de valles y crestas sinuosos.

Hacia la base, los estratos presentan espesores que varían de 30 cm a 1 m, hacia la cima se engruesan hasta alcanzar 3.5 m. Como rasgos característicos de esta unidad, se tienen nódulos calcáreos, horizontes de óxidos, cristales de calcita y aragonito y una marcada laminación en la porción arcillosa.

Unidad 3

La unidad presenta un espesor de 55 m y está compuesta por mudstones y wackestones de color gris medio, fuertemente recristalizados y brechados. Debido al intemperismo, las rocas adquieren una coloración gris amarillento con algunas tonalidades rojizas por oxidación. Como característica distintiva de esta unidad, se tiene la presencia de estratos masivos, en ocasiones con espesores mayores a 10 m.

Contiene también estilolitas hasta de 8 cm de amplitud rellenas de arcillas y óxidos.

Unidad 4

Este último paquete tiene un espesor de 95 m y se caracteriza por una secuencia de wackestones de color gris claro, parcialmente recristalizados, alternando con calizas arcillosas, de color gris claro a gris amarillento. La secuencia presenta estratos, cuyo espesor varía de 80 cm a 7 m, con gran cantidad de líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. En la base se aprecian nódulos y lentes de pedernal de color negro con óxidos, mientras que en la cima se incrementan los contenidos de arcillas, nódulos calcáreos y laminaciones.

d. Relaciones Estratigráficas

La Formación Zuloaga sobreyace en discordancia a la Formación Nazas y subyace concordantemente a la Formación La Caja, relación que se observa claramente en la parte oriental del Anticlinal San Antonio.

e. Edad y Correlación

Con base en la presencia de *Nerineas* sp, en el área de estudio, se le asigna una edad Oxfordiano Superior-Kimerigdiano Inferior, la cual, se confirma con la presencia de *Fabreina* salevensis, *Accicularia* sp, cortes de gasterópodos, *Rhaxella* sp y ostrácodos; datos mencionados por De la Fuente (1970), Guzmán (1980) y Mendoza (1987).

Se correlaciona con la Formación La Gloria, de los bordes de la Paleoisla de Coahuila y con la Formación Tamán del área de Tamazunchale, (fig. 3.1).

f. Ambiente de Depósito

Por las características litológicas y fosilíferas, la formación expresa una transgresión, al inicio de la cual hubo aporte de terrígenos, cambiando posteriormente a depósitos de carbonatos, característicos de un ambiente de plataforma calcárea, en un clima cálido.

3. FORMACION LA CAJA

a. Definición

Imlay (1938), definió a la Formación La Caja, como una secuencia de calizas limolíticas, color ocre blanquecinas, estratos de pedernal, limolitas calcáreas, limolitas calcáreas con pedernal, calizas arcillosas fosfatadas, pedernal calcáreo fosfatado, calizas gris rojizas y limolitas con nódulos calcáreos fosilíferos. Su localidad tipo se encuentra en la Vereda del Quemado, en el flanco meridional de la Sierra de La Caja en Cedros, Zac. La formación tiene una expresión morfológica de puertos de erosión y valles alargados; en su localidad tipo tiene un espesor de 83 m.

b. Distribución

En el área los mejores afloramientos de la formación se encuentran expuestos en las sierras La Gruñidora, El Toro y Los Picachos. La formación, también aflora en los flancos de los Anticlinales San Antonio y Los Picachos (ver mapa geológico).

c. Litología y Espesor

Se compone por una secuencia de calizas, calizas arcillosas y limolitas calcáreas de color gris medio, que intemperizan en gris claro con tonos violáceos, en estratos delgados, con horizontes de fosforita, bandas y nódulos de pedernal negro y abundantes amonoideos.

El espesor total de esta formación es de 63.75 m (fig.3.4), el cual se midió en el flanco sur del Anticinal San Antonio. Las características litológicas se describen a continuación, a partir de su base.

Unidad 1

Secuencia de wackestones, de color gris oscuro que intemperizan en gris amarillento, con intercalaciones de limolitas color gris, que intemperizan en violeta rojizo y algunas capas de calizas arcillosas. Los estratos tienen de 10 a 20 cm de espesor, están parcialmente recristalizados y presentan gran cantidad de vetillas de calcita. Se observan dos familias de líneas estilolíticas, una de gran amplitud, paralela

FORMACION LA CAJA
MEDIDA AL NORTE DE LA S. EL TORO

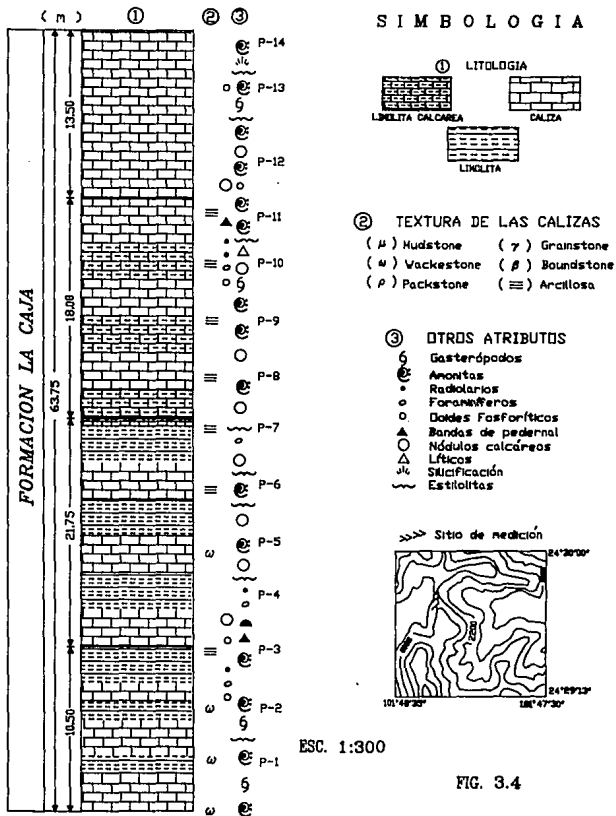


FIG. 3.4

a la estratificación y otra de tipo columnar y perpendicular a la misma. Son visibles también, cristales de cuarzo anhedral a subhedral y rastros de minerales evaporíticos preexistentes (eye-bird), así como escasos nódulos de fosforita negra (láms. P1 y P2).

Hacia la base de esta unidad, aparecen amonoideos bien preservados y algunos fragmentos de pelecípodos. El espesor total de esta unidad es de 10.5 m.

Unidad 2

La unidad está formada por limolitas y calizas arcillosas laminadas de color gris, que por intemperismo adquieren una coloración gris rosado y violáceo, contiene también, algunos estratos de wackestones (láms. P3 y P4). La secuencia muestra un alto grado de fracturamiento y marcado crucero de roca. En algunos sitios existe recristalización en calcita negra y líneas estilolíticas oxidadas paralelas a la estratificación. Una característica sobresaliente de la unidad, es que muestra estratos con espesores entre 4 y 20 cm, predominando los menores a 10 cm. Entre los 18 y 24.5 m, se observan concreciones calcáreas grises, en forma elipsoidal con dimensiones de 8 por 10 cm en promedio. También aparecen cristales de cuarzo euhedral y minerales evaporíticos preexistentes.

La base de esta unidad (9 m de espesor), marca un alto contenido de fósiles. Microscópicamente se reconocieron radiolarios, foraminíferos y ooides fosforíticos, los cuales son más abundantes en los nódulos de fosforita (lám. P3 y P4); megascópicamente se aprecia un alto contenido de amonoideos bien preservados y recristalizados. Espesor 21.75 m.

Unidad 3

Integran esta unidad un conjunto de calizas arcillosas de color gris oscuro que intemperizan en rojo y violeta, con estratos de 40 cm de espesor, intercaladas con limolitas calcáreas rojizas (lám. P8), de 20 cm de espesor. Resaltan también horizontes de nódulos de fosforita color negro y concreciones calcáreas en forma esférica de 30 cm de diámetro. Hacia la parte superior de la unidad, los estratos son más calcáreos, con textura mudstone y aparecen nódulos de pedernal gris.

La secuencia presenta un alto contenido de amonitas recristalizadas en calcita negra y una menor cantidad de radiolarios y conchas fragmentadas, que están ligeramente orientados y restringidos hacia las zonas fosforíticas (lám. P11). En general, la unidad se encuentra fracturada y con un alto grado de disolución. Espesor 18 m.

Unidad 4

En esta unidad aparecen calizas de color gris oscuro, en estratos de 35 a 70 cm de espesor, con zonas recristalizadas, y nódulos de fosforita, de pedernal gris y calcáreos. Una gran cantidad de amonitas y pelecípodos, tanto en calcita como en fosforita constituyen el contenido fósil. En general la unidad está fracturada y con alta disolución y hacia la parte final de la misma se observa silicificación (lám. P14). Espesor 13.5 m.

d. Relaciones Estratigráficas

El contacto inferior de esta formación es concordante con la Formación Zuloaga y su contacto superior, también es concordante y transicional con la Formación Taraises.

e. Edad y Correlación

Se colectaron numerosos fósiles, que ubican a la formación en una posición estratigráfica correspondiente al Kimeridgiano Superior-Tithoniano. Los fósiles encontrados son ejemplares de amonoideos como: **Proniceras** sp., **Substeueroceras** sp., **Parodontoceras** sp. y radiolarios. Edad que se confirma con base en: **Calpionella** alpina, **Calpionella** elliptica y radiolarios; **Calpionella** alpina lorens, **Calpionella** darderi cadish y **Langenido**, fósiles reportados por De la Fuente (1970) y Guzmán (1980).

Se correlaciona con la Formación La Casita y también equivale a la Formación Pimienta, que aflora en la región de Tamazunchale, S.L.P. (fig.3.1).

f. Ambiente de Depósito

Por las características litológicas y su contenido faunístico, se sugiere que se depositó en aguas someras, donde el marcado cambio en la sedimentación, se debió probablemente al aporte de terrígenos provenientes de la denudación de las áreas emergidas o bien es producto de la actividad volcánica del Jurásico Tardío. Silva (1993), cita que la presencia de nódulos fosforíticos en esta formación, se debe a dos causas principales:

1) La precipitación de fosfatos se presenta a profundidades comprendidas entre los 50 y 200 m, lo cual permite pensar en que la plataforma pudo estar en este rango de profundidad y así formarse dichos nódulos.

2) Los nódulos fosforíticos se forman por la influencia de aguas ricas en nutrientes que permite el desarrollo de abundante biota, que propició la acumulación de sedimentos ricos en organismos. La lixiviación de los restos genera aguas ricas en fósforo, y como consecuencia de la alta alcalinidad en los sedimentos se da la precipitación de fosfatos.

La velocidad de hundimiento paulatino provocó que los fosfatos dejaran de precipitar y esto permitió la acumulación de carbonatos en un ambiente de mar abierto como lo confirma la abundancia de amonoideos.

4. FORMACION TARAISES

a. Definición

Imlay (1936), definió como Formación Taraises, a una secuencia compuesta por dos miembros; el inferior de 75 m, de calizas de color gris, que al intemperismo adoptan un color gris medio. Este miembro contiene amonoideos que son abundantes cerca de la cima. Es más resistente a la erosión, que el miembro superior; el cual consiste de calizas delgadas y calizas arcillosas, nodulares a arcillosas, de color gris claro a oscuro, con abundantes fósiles en su límite inferior. La localidad tipo se encuentra en la cabecera del Cañón Taraises de la Sierra de Parras, en donde tiene un espesor entre 143 y 148 m y forma un surco que rodea al núcleo de los anticlinales.

b. Distribución

En el área de estudio aflora en franjas angostas, en las Sierras El Toro, Los Picachos y La Gruñidora. Otros afloramientos, se encuentran al sur del Cerro Los Tenamastes, en la Sierra El Duraznillo y en el Anticlinal El Maguey (ver mapa geológico).

c. Litología y Espesor

Constituida por mudstones y wackestones, alternados con calizas arcillosas y algunos estratos de limolitas calcáreas. Las rocas son de color gris al fresco y por intemperismo presentan coloración gris claro, con tonos amarillo rojizo en las partes arcillosas. Contiene amonoideos mal preservados, bandas y nódulos de pedernal gris, nódulos de hematita, recristalización y fracturamiento.

En la Sierra El Toro, en el flanco sur del anticlinal San Antonio, se midió un espesor total de 86 m (fig. 3.5). Las características litológicas se describen a continuación:

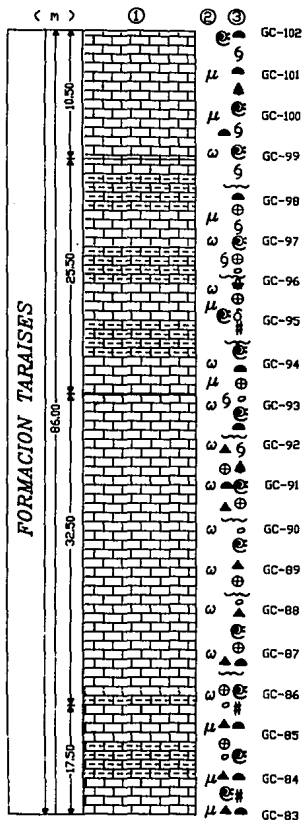
Unidad 1

Calizas mudstone y wackestone (láms. GC83-GC86), color gris, en estratos de 20 a 40 cm de espesor, con intercalaciones de limolitas calcáreas laminadas, en estratos de 10 cm de espesor y de coloración amarillo rojizo por intemperismo. Contiene bandas delgadas y nódulos de pedernal negro así como nódulos de hematita y gran cantidad de amonoideos, ostrácodos, gasterópodos y foraminíferos (láms. GC83 y GC85), en su mayoría mal preservados; los fósiles abundan en las porciones limosas. Espesor 17.5 m.

Unidad 2

Calizas arcillosas laminadas, con intercalaciones de wackestones, de color gris claro, en estratos con espesores de 20 a 40 cm. Presenta nódulos esféricos de hematita, son comunes las vetillas de calcita y se observan algunos nódulos y bandas de pedernal negro de 5 cm de espesor, así como recristalización en algunas zonas y huellas de disolución. Contiene también fósiles mal preservados, en los horizontes

FORMACION TARAISES
MEDIDA AL ORIENTE DE LA S. EL TORO



SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



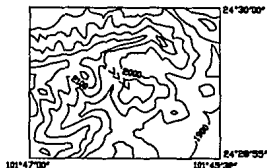
② TEXTURA DE LAS CALIZAS

- (μ) Mudstone (γ) Grainstone
(ω) Wackestone (β) Boundstone
(ρ) Packstone (≡) Arcillosa

③ OTROS ATRIBUTOS

- ▲ Pedernal (bandas, nódulos)
⊕ Concreciones de pirita
Gasterópodos
G
Amonitas
▲ Fragmentos fósiles
○ Foraminíferos
○ Braquiópodos
○ Pelecípodos
Destrácosos
~ Estilolitas

Site de medición



ESC. 1:400

FIG. 3.5

arcillosos predominan los amonoideos, foraminíferos (láms. GC88 y GC91) y gasterópodos (lám. GC93). Espesor 32.5 m.

Unidad 3

Unidad compuesta por wackestones y mudstones (láms. GC95-GC99), de color gris con intercalaciones de estratos de lutitas calcáreas laminadas de color gris que intemperizan en tonos rojo-violeta, resaltan algunas zonas recristalizadas y el fracturamiento es marcado, también aparecen vetillas de calcita, nódulos de hematita y nódulos de pedernal negro. Los estratos presentan espesores entre 20 y 70 cm con amonoideos, gasterópodos y braquiópodos (lám. GC99), con predominio en las porciones arcillosas. Espesor 25.5 m.

Unidad 4

Mudstones (láms. GC100-GC102), de color gris, compactos, en estratos de 50 a 80 cm de espesor, con algunos estratos delgados de calizas arcillosas que presentan tonos rojizos por intemperismo. En estas rocas se manifiesta fracturamiento y algunos nódulos de pedernal de color negro. También se observan fósiles mal preservados hacia el contacto superior de la formación, compuestos por pelecípodos y amonoideos. Espesor 10.5 m.

d. Relaciones Estratigráficas

La Formación Taraises sobreyace concordantemente y en forma transicional a la Formación La Caja y subyace concordante y transicionalmente a la Formación Tamaulipas Inferior.

e. Edad y Correlación

En el área no fue posible coleccionar macrofósiles bien preservados que permitan establecer su edad, sin embargo, se le asigna una edad Berriasiano-Hauteriviano Temprano con base a la posición estratigráfica que guarda con las Formaciones La Caja y Tamaulipas Inferior (referidas anteriormente), y a los fósiles reportados por Imlay (1936), quien identificó en el área de Concepción del Oro-Mazapil, Zac.; en la parte superior de esta formación amonitas *Olcostephanus* sp., *Neocomitas* sp.,

Olistoceras sp., **Turmannites** sp. y **Oichotomites** sp.; asignando a esta fauna una edad Hauteriviano; Humprey (1949), en la Sierra de los Muertos al sureste de Saltillo, Coah., reporta para la base de la formación, amonitas **Berriasella** sp. y **Spitioceras** sp. de edad Berriasiano e Hinojosa y Martínez (1971), reportan **Neocomites densistriatum**, **Neocomoceras** sp., **Taraisites** cfr. *olcostephanus*, **Killianella** cfr., **Olcostephanus** cfr. y **Subthurmania** sp.; también reportan **Tintinnopsella** longa Colom., **Calpionellites** neocomiensis Colom., **Nannoconus** steinmanni Kampitner, **Calpionellites** darteri Colom.; asignando a esta fauna al Berriasiano-Hauteriviano Inferior.

Se correlaciona con la parte basal de la Formación Tamaulipas inferior del área de Tamazunchale, S.L.P. y con la Formación Fresnillo, en Zacatecas (fig. 3.1).

f. Ambiente de Depósito

La acumulación que dio origen a la formación, ocurrió en aguas de profundidad media de mar abierto, en condiciones de profundidad creciente y con aporte de terrígenos finos.

5. FORMACION TAMAULIPAS INFERIOR

a. Definición

De acuerdo a Muir (1936), Stephenson (1921), fue quien utilizó por primera vez el término Tamaulipas para referirse a la secuencia calcárea que se encuentra en el núcleo de la Sierra Tamaulipas, sin proponer localidad tipo. En tanto que Belt (1925), menciona la Caliza Tamaulipas con una breve descripción y refiere el nombre a la ocurrencia y desarrollo de la unidad en el Estado de Tamaulipas.

Debido a que esta secuencia calcárea se encuentra fraccionada por la presencia de un paquete calcáreo-arcilloso intermedio (Horizonte Otates), Muir (*op. cit.*) considera más adecuado denominar "Tamaulipas Inferior" a los estratos que se encuentran abajo del Horizonte Otates, los que corresponden al Cretácico Inferior. El uso ha hecho válida ésta unidad, conocida como Formación Tamaulipas Inferior, la que consiste de calizas densas de grano fino, ligeramente cretosas de color crema amarillento, en estratos ondulados con espesores que varían desde 20 cm hasta más

de 50 cm. Son comunes los nódulos esferoidales y elongados de pedernal amarillo. La localidad tipo se encuentra en el Cañón de la Borrega de la Sierra de Tamaulipas, donde está expuesto un espesor de 400 m.

b. Distribución

Esta formación tiene sus afloramientos más extensos en las partes altas de las sierras, aflorando en El Toro, Los Picachos, El Jacalito y Gruñidora (ver mapa geológico).

c. Litología y Espesor

La Formación Tamaulipas Inferior está compuesta por estratos medios y gruesos de mudstones y wackestones, con diferentes coloraciones. Los más puros son de color gris e intemperizan a gris claro; algunas otros varían de tonos amarillos a rosáceos dependiendo del contenido de óxidos. Contiene amonitas piritizadas, nódulos de hematita y nódulos de pedernal en colores que varían de gris a negro, e intemperizan en tonos café rojizo.

En la Sierra El Toro, se midió un espesor total de 302 m de esta formación (fig. 3.6). Las características encontradas se describen a continuación a partir de la unidad más antigua:

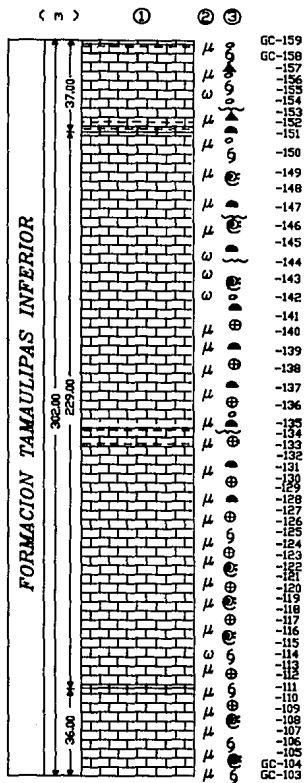
Unidad 1

Se compone esencialmente de mudstones (láms. GC103-GC111), de color gris claro parcialmente recrystalizados, en estratos de 40 a 90 cm de espesor. Presenta vetillas de calcita, nódulos de hematita y líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. En estas rocas aparecen amonoideos, foraminíferos (lám. GC105) y gasterópodos silicificados mal preservados. Espesor 36 m.

Unidad 2

Mudstones y wackestones de color gris que intemperizan en gris claro, conforman la unidad. El conjunto se encuentra fuertemente recrystalizado, muestra una

**FORMACION TAMAULIPAS INFERIOR
MEDIDA AL ORIENTE DE LA S. EL TORO**



SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



CALIZA



CALIZA ARCILLOSA

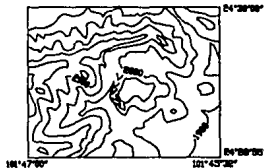
② TEXTURA DE LAS CALIZAS

- (μ) Mudstone (γ) Grainstone
- (ω) Wackestone (β) Boundstone
- (ρ) Packstone (≡) Arcillosa

③ OTROS ATRIBUTOS

- ▲ Pedernal (bandas, nódulos)
- ⊕ Concreciones de pirita
- ⊖ Anonitas
- ~ Estalactitas
- Foraminíferos
- ⊕ Gasterópodos

↘ Sitio de medición



ESC. 1:1500

FIG. 3.6

gran cantidad de nódulos de hematita y de pedernal negro y gris oscuro. Abundan las vetillas de calcita y son visibles algunas concentraciones de óxidos y líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. Microscópicamente se observó gran abundancia de foraminíferos y gasterópodos fragmentados (lám. GC120).

En los primeros 129 m, la unidad muestra estratos con espesores que varían entre 50 cm y 2 m, hacia los siguientes 65 m, miden en promedio 3 m y en el último paquete, de 35 m, los estratos sólo alcanzan espesores entre 40 y 70 cm. Existe también hacia los 135 m un horizonte de calizas arcillosas laminadas. Espesor de 229 m.

Unidad 3

Mudstones y wackestones con algunas intercalaciones de calizas arcillosas laminadas, de color gris y gris oscuro, forman parte de esta unidad. Los estratos tienen espesores variables entre 30 y 50 cm. Contiene nódulos de hematita y es notoria la presencia de bandas y nódulos de pedernal de color gris. Se encontraron gasterópodos y foraminíferos (láms. GC151-GC159). Espesor 37 m.

d. Relaciones Estratigráficas

Suprayace en forma concordante y transicional a la Formación Taraises y subyace a la Formación La Peña de la misma manera.

e. Edad y correlación

En el área de estudio no fue posible coleccionar fósiles que permitieran establecer su edad, sin embargo se le asigna una edad Hauteriviano Tardío-Barremiano con base en el reporte de Burckhardt (1930), el cual encontró en el área de Mazapil, Zac. amonitas del género *Holcodiscus* sp y *Pseudohaploceras* sp. y en el reporte de Hernández y Mendoza (1979) determinaron *Nannoconus* globulus, *Nannoconus* steinmanni, *Rhaxella* sp y *Globigerina* sp de edad Hauteriviano.

Se correlaciona con las formaciones Cupido del área del Paleogolfo de Sabinas y Guaxcamá de la Plataforma Valles-San Luis Potosí (fig. 3.1).

f. Ambiente de Depósito

Esta unidad se depositó en un ambiente reductor de aguas profundas, lo cual se infiere a partir de su litología y por la presencia de nódulos y cristales de pirita, ahora hematizados.

6. FORMACION LA PEÑA

a. Definición

Inicialmente Imlay (1936) definió como Formación La Peña a una unidad compuesta por dos miembros: el inferior de calizas en estratos medianos y gruesos de color gris claro a oscuro que intemperizan en gris con tonos de amarillo, con algunos horizontes arcillosos, los cuales son más frecuentes en algunas secciones. El espesor de este miembro varía entre 426 y 665 m; y el miembro superior es de carácter calcáreo arcilloso, en estratos delgados y medianos con abundantes fósiles, principalmente amonitas del Aptiano Superior. Este miembro es muy delgado y varía entre 15 y 24 m. La formación definida de esta manera, ocuparía una posición stratigráfica entre La Formación Parritas (abajo) y la Caliza Aurora (arriba). El flanco norte de la Sierra Taraises (aproximadamente a 5 km al este-suroeste de la Hacienda La Peña) fue elegido como localidad tipo.

Después, Humphrey (1949) se declara partidario de que la Formación La Peña se restrinja al miembro superior de Imlay (op. cit.), de esta forma La Peña consiste de margas, calizas arcillosas y lutitas que contienen fósiles del Aptiano Superior. Dado que la Formación La Peña, según la restricción propuesta por Humphrey, está ampliamente distribuida en el noreste de México; región donde resulta fácil de reconocer por el contraste morfológico que presenta con las unidades adyacentes, fue aceptada por la comunidad geológica. En este trabajo se hace referencia a la Formación La Peña de Humphrey.

b. Distribución

Se encuentra expuesta en franjas angostas y alargadas en las sierras El Toro, Los Picachos, El Jacalito, El Duraznillo y Gruñidora (ver mapa geológico).

c. Litología y Espesor

Alternancia de wackestones y packstones con calizas arcillosas y lutitas de color gris que intemperizan en gris claro con tonos rojizos por intemperismo. Contiene bandas y nódulos de pedernal negro, presenta recristalización y fracturamiento así como vetillas de calcita y rastros de oxidación. Los estratos varían de 5 a 30 cm de espesor, con laminación paralela en las partes arcillosas. Presenta amonoides y pelecípodos que en su mayoría están mal preservados.

En la Sierra El Toro se midió un paquete de 90 m de espesor (fig. 3.7).

Sus características se describen a continuación a partir de la unidad más antigua:

Unidad 1

La unidad muestra un espesor de 18 m de una secuencia de calizas arcillosas color gris con tonos rojizos por intemperismo, en estratos de 5 a 15 cm, laminadas e intercaladas con limolitas calcáreas color café rojizo, con zonas recristalizadas y oxidadas. Presenta bandas delgadas de pedernal negro. Se observan fragmentos de conchas y foraminíferos alineados junto con cristales de cuarzo anhedral (láms. GCG57 y GCG58) y algunos óxidos.

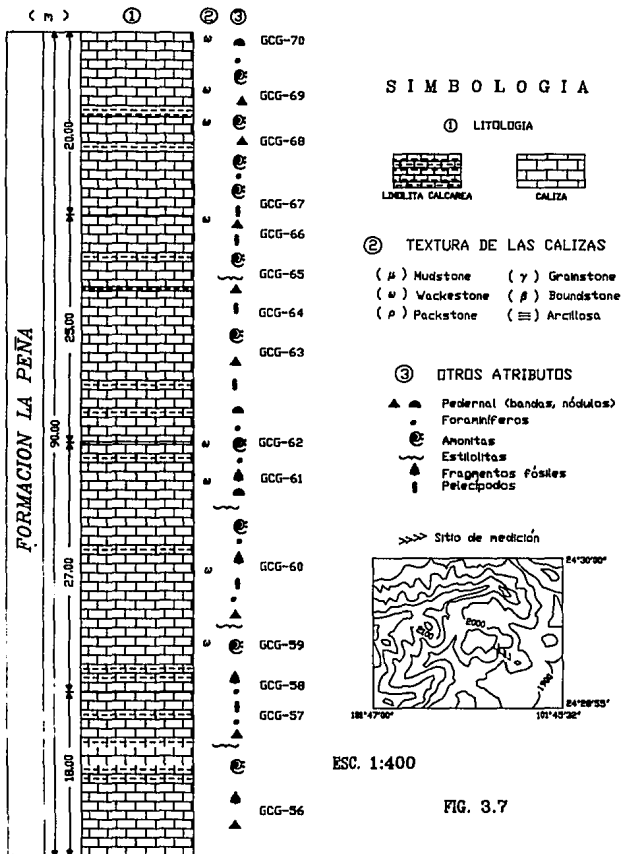
Unidad 2

Conforman esta unidad 27 m de wackestones color gris con alternancia de calizas arcillosas e intercalaciones de lutitas laminadas en tonos rojizos. El conjunto presenta nódulos de pedernal negro y gris, gran cantidad de minerales opacos diseminados, vetillas rellenas por calcita y cuarzo, líneas estilolíticas paralelas a la estratificación rellenas de óxidos, y zonas recristalizadas.

Los estratos tienen espesores entre 10 y 30 cm, contienen foraminíferos (lám. GCG60 y GCG61). Los macrofósiles son fragmentos de pelecípodos y amonoides, algunos de los cuales están piritizados. En toda la unidad se manifiesta una fuerte oxidación (lám. GCG62) y en algunas zonas se presentan cristales de dolomita (láms. GCG59 y GCG62).

FORMACION LA PEÑA
MEDIDA AL ORIENTE DE LA S. EL TORO

U.N.A.M. F.I.



Unidad 3

Paquete de 25 m de calizas arcillosas de color gris claro, laminadas en tonos rojizos por intemperismo, intercaladas con limolitas calcáreas laminadas. Muestra bandas delgadas de pedernal negro, horizontes delgados de minerales opacos oxidados, principalmente pirita (lám. GCG64), incipiente fracturamiento, vetillas rellenas de arcillas, que cortan diagonalmente a la estratificación y zonas recristalizadas.

Los estratos tienen espesores entre 10 y 30 cm, algunos de ellos son fosilíferos con amonoideos bien preservados y foraminíferos; algunos fósiles están fragmentados (láms. GCG63 y GCG64). En la secuencia se observa una fuerte oxidación.

Unidad 4

Secuencia con 20 m de espesor, de wackestones alternados por calizas arcillosas y lutitas laminadas. Las rocas son de color gris claro e intemperizan en tonos beige a rojizos. Contiene nódulos y bandas delgadas de pedernal negro, fracturamiento, vetillas de calcita, líneas estilolíticas rellenas de óxidos, zonas recristalizadas y algunas acumulaciones de minerales opacos.

Los estratos son de 10 a 20 cm de espesor. Presenta horizontes de amonoideos mal preservados y recristalizados, así como foraminíferos, algunos de ellos fragmentados (lám. GCG69).

Este paquete de rocas tiende a manifestarse más calcáreo, compacto y menos arcilloso hacia el contacto superior con la Formación Cuesta del Cura.

d. Relaciones Estratigráficas

Esta unidad presenta contactos nítidos y concordantes con las unidades que la limitan: La Formación Tamaulipas Inferior, en la base y la Formación Cuesta del Cura, en la cima.

e. Edad y Correlación

A la Formación La Peña le corresponde una edad Aptiano, con base en el contenido fosilífero encontrado, dentro del área de estudio donde se identificó a **Parahoplites mexicanus**.

Valdivieso (1979) reporta para el área, **Collomiella mexicana**, **Collomiella recta**, **Microcalamoides diversus** y **Prasglototruncana aptiensis**, los cuales corresponden al Aptiano.

La Formación La Peña se correlaciona con la Formación Otates expuesta en la Sierra de Tamaulipas (fig. 3.1).

f. Ambiente de Depósito

En la región de estudio, la Formación La Peña se acumuló en un ambiente de mar abierto de aguas profundas; esta interpretación se basa en el carácter litológico y contenido fosilífero de la unidad, así como en el hecho de que se encuentra entre dos unidades con ambiente de depósito similar. El contenido de material arcilloso se puede explicar por actividad volcánica hacia el occidente del área.

7. FORMACION CUESTA DEL CURA

a. Definición

Imlay (1936), propuso como Caliza Cuesta del Cura a una secuencia calcárea expuesta en la Cuesta del Cura a 6.5 km al oeste de Parras, Coah., localidad que considera como tipo. La formación consiste de calizas gris oscuro y negro en estratos delgados ondulados que incluye horizontes arcillosos y numerosas bandas de pedernal, algunos estratos se observan laminados finamente, con alternancia de bandas gris oscuro y negro. En la cima se observa un estrato grueso de 1.2 a 1.5 m de caliza compacta. En la localidad tipo se presenta un espesor de 73 m.

b. Distribución

Esta formación aflora en el flanco oriental de la sierra El Toro, en la porción sur de la Sierra Los Picachos; en la sierras Gruñidora, El Jacalito y El Duraznillo (ver mapa geológico).

c. Litología y Espesor

La formación se compone de wackestones de color gris en estratos con espesores entre 10 y 50 cm. La caliza se presenta laminada, contiene bandas delgadas de pedernal negro, horizontes con abundantes amonoideos pequeños y recristalizados, estilolitas de poco relieve, vetillas de calcita y algunas concreciones de pirita (fig.3.8).

El flanco sur del Anticlinal San Antonio es la zona donde la formación presenta un menor grado de deformación, por lo cual se optó por este lugar para su medición, a pesar de que su cima no aflora. Se midió un espesor parcial de 306 m a partir de la base de esta formación. Sus características litológicas se describen a continuación:

Unidad 1

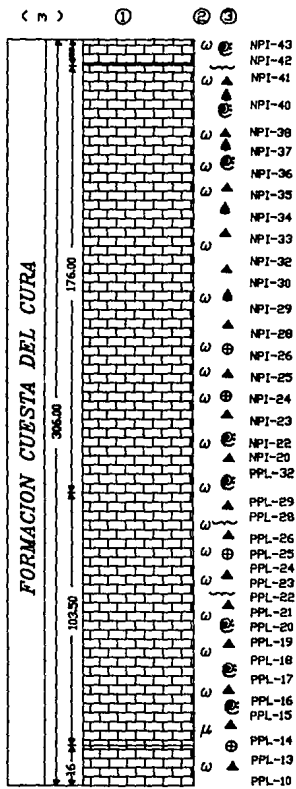
Esta unidad se constituye de mudstones y wackestones de color gris oscuro, laminados y parcialmente recristalizados (láms. PPL10-PPL14), con esporádicos estratos de caliza arcillosa. Los estratos tienen entre 10 y 35 cm de espesor, bandas de pedernal negro, estilolitas rellenas de óxidos y vetillas de calcita perpendiculares a la estratificación (láms. PPL10 y PPL13).

Amonitas, en su mayoría, recristalizadas y fragmentadas, foraminíferos y placas de equinodermos integran el contenido fósil (láms. PPL11 y PPL12). Espesor 16 m.

Unidad 2

Calizas con estratos que presentan variaciones verticales de mudstone a wackestone, son de color gris oscuro en superficie fresca y gris claro por intemperismo (láms. PPL15-PPL31). Los estratos son laminados y tienen espesores entre 15 y 45 cm, predominando los de 25 cm. Contiene algunos horizontes con amonoideos recristalizados, otros con foraminíferos, gasterópodos fragmentados y placas de

FORMACION CUESTA DEL CURA
MEDIDA AL NORESTE DE LA S. EL TORO



SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



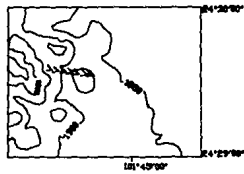
② TEXTURA DE LAS CALIZAS

- (μ) Mudstone (γ) Grainstone
- (ω) Wackestone (β) Boundstone
- (ρ) Packstone (≡) Arcillosa

③ OTROS ATRIBUTOS

- ▲ Pedernal Grande, nódulos
- ⊕ Concreciones de pirita
- ⊙ Anaritas
- ~ Estromatolitas
- Ⓢ Gastropodos
- ▲ Fragmentos fósiles

Sitio de medición



ESC. 1:1500

FIG. 3.8

equinodermos (láms PPL19 y PPL24), además de contener vetillas de calcita, bandas de pedernal negro, dolomitización (lám. PPL15) y silicificación (láms. PPL16, PPL19, PPL24 y PPL31). Espesor 103.5 m.

Unidad 3

Se constituye en wackestones de color gris, laminados y con abundantes bandas y lentes de pedernal negro. Los estratos tienen entre 15 y 55 cm de espesor, predominan los de 25 cm. Contiene horizontes con abundantes amonoides pequeños, ostrácodos, foraminíferos y placas de equinodermos (láms. NPI20-NPI41). Se observan algunas pequeñas concreciones de pirita, silicificación (láms. NPI20-NPI23, NPI30, y NPI37), y dolomitización (láms. NPI27 y NPI31). Espesor 176 m.

Unidad 4

Wackestones (lám. NPI42) con algunas intercalaciones de calizas arcillosas en estratos de 10 a 35 cm de espesor, predominan los de 20 cm. La roca es de color gris oscuro e imberiza en gris claro, contiene horizontes con ostrácodos, foraminíferos y placas de equinodermos, vetillas de calcita (láms. NPI42 y NPI43), y algunos nódulos y bandas de pedernal negro. Espesor 10.5 m.

d. Relaciones Estratigráficas

Sobreyace en forma concordante y nítida a la formación La Peña. Su contacto superior con la Formación Indidura es también concordante, pero ligeramente transicional, como se pudo apreciar en la Sierra de Gruñidora y en el flanco sur del anticlinal el Maguay.

e. Edad y Correlación

En el área de estudio se colectaron amonoides **Brancoceras sp**, **Oxitropidoceras sp**, **Hamites (Psilohamites) sp**, **Kossmatela sp**, y **Ancyloceras**, estos fósiles representan el lapso comprendido entre el Albiano-Cenomamiano Inferior.

La Formación Cuesta del Cura se correlaciona con la Formación El Abra de la Plataforma Valles-San Luis Potosí (fig. 3.1).

f. Ambiente de Depósito

La formación se acumuló en un ambiente de mar abierto y de aguas profundas; condiciones que se expresan en el abundante contenido de microfósiles planctónicos, en el carácter clástico, en las laminaciones de los estratos y en los horizontes arcillosos con laminaciones de hematita.

8. FORMACION INDIDURA

a. Definición

Originalmente Kelly (1936), describió la formación en el extremo meridional de la Sierra de Santa Ana, a 19.3 km al oeste-suroeste de Las Delicias, Coah., donde consiste de calizas masivas, lutitas y calizas laminadas que contienen fósiles del Albiano Superior, Cenomaniano y Turoniano. Posteriormente, Imlay (1936) midió una secuencia calcáreo-arcillosa de 652 m en el área de la Sierra de Parras (Lomas de San Pablo); secuencia que dividió en cinco miembros. El inferior consiste en una intercalación de lutitas fisiles y calizas laminadas de color gris oscuro y negro con horizontes yesíferos, este miembro tiene un espesor de 107 m. El segundo miembro está formado principalmente por lutitas calcáreas fisiles o nodulares de colores oscuros y en ocasiones rosa, que al intemperismo adoptan un color gris con tonos ocre, tiene algunos estratos de caliza de color negro en superficie fresca y amarillo claro al intemperismo, su espesor es de 198 m. El tercer miembro consiste en 213 m de calizas arcillosas y lutitas de color gris oscuro en estratos entre 15 y 30 cm de espesor, hacia la cima predominan las lutitas; los estratos de caliza intemperizan en colores amarillo y naranja con tonos claros y contiene abundantes **Inoceramus labiatus**. El cuarto es de lutitas calcáreas y calizas de estratificación delgada de color ocre a negro que intemperizan en color naranja, su espesor es de 103.6 m. El miembro superior consiste en calizas arcillosas de colores desde ocre amarillento hasta ocre negruzco en estratos delgados con superficies irregulares y numerosas marcas orgánicas; contiene amonoides del género **Peronceras** y su espesor es de 30.5 m.

b. Distribución

Se localizan algunos pequeños afloramientos en el flanco sur del Anticlinal El Maguay y en el sur de la Sierra de Gruñidora (ver mapa geológico).

c. Litología y Espesor

Está constituida por calizas arcillosas con intercalaciones de lutitas y esporádicos horizontes de limolitas calcáreas; hacia la base se presentan estratos de wackestones. Son rocas con estratificación delgada, de color gris en superficie fresca, y gris amarillento con tonos violáceos por intemperismo. En la parte basal contiene algunos lentes de pedernal negro, amonitas recristalizadas y gasterópodos; en la parte central existe un predominio de la porción arcillosa con amonoides e inoceramus.

El espesor de esta formación no pudo ser medido por falta de continuidad en sus afloramientos.

d. Relaciones Estratigráficas

La formación cubre a la Formación Cuesta del Cura, por medio de un contacto concordante y ligeramente transicional, mientras que su contacto superior no fue posible caracterizarlo por encontrarse cubierto por material del cuaternario, sin embargo al sur del área se reporta un contacto concordante y transicional con la Formación Caracol (Fac. Ing., 1992).

e. Edad y Correlación

En el área de estudio no se colectaron fósiles que permitieran asignarle una edad, pero por la posición estratigráfica que guarda con respecto a la Formación Cuesta del Cura se le asigna una edad Cenomaniaco Superior-Turoniano Temprano, además de ser confirmada con base en el contenido fosilífero reportado para el área por Hermoso de la Torre (1972): **Globotruncana sp**, **Heterohelix sp**, **Rotalipora sp**, **Globigerina sp**, **Pithonella ovalis** y **Calciesferula inoninata**.

Se correlaciona con parte de las formaciones Soyatal y Agua Nueva, la primera expuesta en la margen oeste de la Plataforma Valles-San Luis, y la segunda, en el área de Tamazunchale S.L.P. (fig. 3.1).

f. Ambiente de Depósito

La unidad se acumuló en un ambiente de aguas profundas de mar abierto, similar al ambiente que prevaleció durante la sedimentación de la Formación Cuesta del Cura. La presencia de estratos arcillosos en la Formación Indidura indica el aporte de terrígenos provenientes del occidente como resultado de la erosión de un arco volcánico o de la actividad volcánica.

B. ERATEMA CENOZOICA

1. DEPOSITOS RECIENTES

a. Definición

Los depósitos continentales cuaternarios se han desarrollado en extensas áreas de la región estudiada. Para este caso se cartografiaron cinco unidades de depósitos recientes: aluvión, caliche, abanicos aluviales, lacustre y talud. Estas unidades se depositaron por acción de los agentes exógenos bajo un clima árido y se identificaron con base en su emplazamiento y su morfología.

b. Distribución

Los depósitos recientes ocupan grandes extensiones del área de estudio, se encuentran en los valles y partes bajas de las sierras. La unidad más ampliamente distribuida es la de aluvión, seguida por caliche, abanicos aluviales, lacustre y de talud (ver mapa geológico).

c. Litología y Espesor

Los aluviones y abanicos aluviales se componen de líticos de diversos tipos de rocas, con granulometría que varía de limos, arenas a gravas; la redondez de los fragmentos varía entre angulosos y subredondeados. Los aluviones forman planicies y rellenan los lechos de los arroyos, mientras que los abanicos bordean las

prominencias orográficas atestiguando el carácter torrencial de las corrientes y lo desintegrado de la red hidrográfica.

Los depósitos de caliche corresponden con horizontes petrocálcicos que presentan diversas estructuras y que incluyen líticos de rocas sedimentarias. Su morfología es de lomeríos. Frecuentemente estos depósitos se encuentran intercalados con las demás unidades recientes o constituyen el cementante de éstas.

Los depósitos lacustres consisten de arcillas, limos, areniscas y diferentes sales minerales acumuladas en las depresiones de las cuencas endorreicas del área.

Los depósitos de talud están formados por clásticos gruesos y angulosos poco transportados, acumulados al pie de las sierras de pendiente fuerte.

El espesor de los depósitos recientes varía desde centímetros en las áreas cercanas a las sierras hasta decenas de metros en las partes centrales de los valles.

d. Relaciones Estratigráficas

Cubren discordantemente a las diferentes unidades estratigráficas mesozoicas expuestas en el área.

e. Edad y Correlación

Por su posición estratigráfica y por sus recientes y/o actuales procesos de formación, se les asigna una edad correspondiente al Cuaternario (fig. 3.1).

f. Ambiente de Depósito

El medio de acumulación continental es básicamente por acción de los agentes exógenos bajo un clima árido.

CAPITULO 4

IV. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La geología estructural del área está representada por varias estructuras plegadas que corresponden al sector transverso de la Sierra Madre Oriental; y por un sistema de fallas normales que dislocaron a las estructuras de carácter compresivo.

En este apartado se tratarán las diferentes características que presentan las estructuras plegadas (anticlinales y sinclinales) y fallas encontradas en la zona de interés, las cuales se ilustran por medio de cinco secciones (ver mapa geológico). La distribución general de las estructuras descritas en este capítulo se muestran en la fig. 4.1.

A. DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS

1. Anticlinales

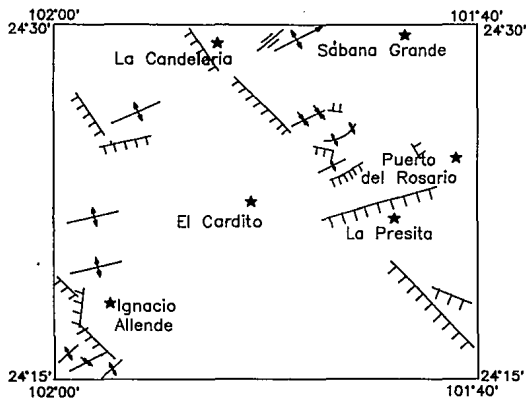
ANTICLINAL EL MAGUEY

Anticlinal asimétrico y buzante hacia el N52°E con 30° de inclinación, ubicado en la porción noroeste de la Hoja. Esta estructura presenta una orientación N68°E, una longitud de 5.5 km y un ancho de 4.5 km. En el núcleo aflora la Formación Zuloaga, mientras que en los flancos se encuentran las formaciones La Caja, Taraises, Tamaulipas Inferior, La Peña y Cuesta del Cura.

Se encuentra dislocado en su porción occidental por la Falla La Piedra.

ANTICLINAL ADURAS

Estructura asimétrica y buzante al NE, localizada en la parte norte de la Sierra La Gruñidora, el cual tiene una orientación general N60°E, con una longitud de 2.5 km y un ancho de 2 km. En el núcleo aflora la Formación Zuloaga y hacia los flancos las formaciones La Caja, Taraises y Tamaulipas Inferior.



ESC. 1:300 000

Sinclinal



Anticlinal



Falla normal



Falla
transcurrente



**DISTRIBUCION DE LAS
ESTRUCTURAS**

FIG. 4.1

ANTICLINAL ISABEL

Pliegue asimétrico y buzante con 21° al $N77^\circ E$, localizado en la parte central de la Sierra La Gruñidora. El eje de la estructura tiene una orientación general $N72^\circ E$ y una longitud dentro del área de 5.3 km y un ancho de 2.5 km. En el núcleo aflora la Formación Zuloaga y hacia sus flancos las formaciones La Caja, Taraises, Tamaulipas Inferior, La Peña y Cuesta del Cura.

ANTICLINAL RINCON GRANDE

Pliegue asimétrico, localizado al suroeste del poblado Ignacio Allende, en la porción suroeste y truncado en su porción oriental por una falla normal. El anticlinal presenta una orientación $N55^\circ E$, una longitud de 2.5 km dentro del área y un ancho de 1.5 km. En el núcleo aflora la Formación Tamaulipas Inferior y hacia los flancos las formaciones La Peña, Cuesta del Cura e Indidura.

ANTICLINAL IGNACIO ALLENDE

Anticlinal asimétrico cerrado, que se localiza en la porción sur de la Sierra La Gruñidora. La estructura tiene un ancho de 1.7 km y su eje presenta una orientación general $N67^\circ E$, con una longitud de 6 km dentro del área, ya que se extiende hacia el occidente. En el núcleo aflora la Formación Tamaulipas Inferior y hacia sus flancos las formaciones La Peña, Cuesta del Cura e Indidura.

ANTICLINAL SAN ANTONIO

Pliegue asimétrico y buzante hacia el $N55^\circ E$ con 27° de inclinación que se localiza en la porción norte de la sierra El Toro. El anticlinal tiene una orientación $N68^\circ E$, una longitud de 5.9 km y un ancho de 2.5 km. En el núcleo de la estructura aflora la Formación Nazas y donde existe mayor relieve aflora la Formación Zuloaga, sin embargo en las partes de menor relieve, flancos del anticlinal, están expuestas las formaciones La Caja, Taraises, Tamaulipas Inferior, La Peña y Cuesta del Cura.

ANTICLINAL LOS PICACHOS

Pliegue asimétrico, localizado en la porción norte de la Sierra Los Picachos. Este anticlinal presenta un rumbo preferencial N65°E, con una longitud de 2.1 km y un ancho de 1.5 km. La Formación Zuloaga es la única que aflora en esta estructura.

ANTICLINAL EL AFINADOR

Pliegue simétrico y buzante hacia el N72°E con 25° de inclinación, localizado en el flanco occidental de la Sierra Los Picachos se encuentra dislocado en su porción oriental por la falla normal Colorín. La estructura presenta una orientación NE68°E, una longitud de 1.5 km y un ancho de 1 km.

En el núcleo del pliegue aflora la Formación Zuloaga, hacia ambos flancos las formaciones La Caja, Taraises y Tamaulipas Inferior, y sólo en el flanco sur, las formaciones La Peña y Cuesta del Cura. Hacia el norte, el flanco del pliegue queda truncado por la falla normal El Herrero.

2. Fallas

Se interpretó la existencia de 15 fallas normales y una falla lateral diestra. Sus características de orientación y longitud se muestran en la siguiente tabla:

NOMBRE DE LA FALLA	LONGITUD EN METROS	ORIENTACION
1. LA PIEDRA	4200	N 28° W
2. LOS PALOS	3900	N 86° E
3. JABALINA	1800	N 32° E
4. LA LEONA	2600	N 31° W
5. LA CANDELARIA	6650	N 38° W
6. EL TORO	3950	N 48° E
7. EL HERRERO	6350	N 43° W
8. EL YESO	2100	N 80° W
9. EL TIGRE	1800	N 68° W
10. COLORIN	1050	N 33° E
11. EL AGUA	1050	N 26° W
12. EL CARDITO	3900	N 46° W
13. LA PRESITA	9350	N 67° E

14. LA COMPUERTA	4100	N 58° W
15. DURAZNILLO	2500	N 53° W
16. EL MIMBRE	7500	N 42° W

Las fallas normales de mayor longitud se encuentran cubiertas por depósitos recientes, y limitan a las sierras en su porción occidental, presentando una orientación preferencial N30°W. Existen además otras fallas (como Los Palos y La Presita) con una orientación general N35°E, que dislocan a las sierras y permiten la comunicación entre los valles.

La Falla denominada El Toro, es una falla lateral diestra que se localiza al norte de la sierra del mismo nombre, la cual muestra un desplazamiento neto de aproximadamente 600 m, que disloca el flanco norte del anticlinal San Antonio.

B. ANALISIS DE LAS ESTRUCTURAS

Para el análisis estructural, el área de estudio se dividió en tres sectores principales: 1)Sierra Gruñidora, 2)Sierra Toro-Los Picachos y 3)Sierras El Jacalito y El Duraznillo.

SIERRA GRUÑIDORA

Dentro del área de estudio, esta sierra se compone de cordones montañosos irregulares, que para este análisis se ha dividido en dos zonas: zona norte, la que incluye al anticlinal El Maguey y zona sur, que comprende los pliegues Santa Isabel, Aduas, Rincón Grande e Ignacio Allende.

La sierra presenta una orientación general N15°W, con estructuras sinclinales y anticlinales asimétricos y buzantes hacia el NE, dichas estructuras tienen una orientación general de N64°E. En los núcleos de los anticlinales aflora principalmente la Formación Zuloaga y/o la Formación Tamaulipas Inferior, mientras que hacia sus flancos afloran formaciones más jóvenes.

La guirnalda de dispersión de polos obtenida mediante la estereofalsilla de Schmidt, para el Anticlinal El Maguey (zona norte), define un plano con rumbo $N37^{\circ}W$ e inclinación $86^{\circ}SW$, lo que estadísticamente representa la traza ciclográfica que expresa la familia de polos característicos de la estructura y mediante la cual, se determinó la línea de charnela con una inclinación de 30° y una orientación de $N52^{\circ}E$; en tanto que hacia la zona sur, la traza ciclográfica tiene la orientación $N13^{\circ}W$, 69° al W, lo que determina una línea de charnela de 21° de inclinación al $N77^{\circ}E$ (fig. 4.2).

Esta sierra se encuentra dislocada por cuatro fallas normales: La Piedra, Los Palos, La Jabalina y La Leona.

SIERRA TORO-LOS PICACHOS

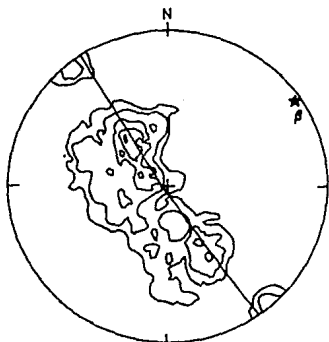
Esta sierra presenta una orientación general $N35^{\circ}W$ y se encuentra compuesta por tres anticlinales (San Antonio, Los Picachos y El Afinador), sinclinales y dos sistemas de fallas normales, uno con orientación preferencial NW y otro con una orientación al NE.

Los pliegues presentes son en su mayoría asimétricos, buzantes hacia el NE y con una orientación preferencial de $N67^{\circ}E$, en sus núcleos aflora principalmente la Formación Zuloaga, mientras que hacia los flancos afloran formaciones más jóvenes.

La parte norte de la sierra (anticlinal San Antonio), presenta una traza ciclográfica con una orientación $N36^{\circ}W$ y una inclinación de $63^{\circ}SW$, que determina una línea de charnela inclinada 27° al $N55^{\circ}E$, mientras que hacia el sur (anticlinales El Afinador y Los Picachos), la línea de charnela está inclinada 25° al $N72^{\circ}E$, como lo define la guirnalda de dispersión de orientación $N18^{\circ}W$ y una inclinación de $85^{\circ}W$ (fig. 4.3).

SIERRAS EL JACALITO Y EL DURAZNILLO

La primera se divide en dos cordones unidos hacia su parte sur. La dirección de esta sierra es de $N30^{\circ}W$. La segunda (sierra El Duraznillo) se encuentra al Sur de El Jacalito y separada por un pequeño valle. Estas sierras se encuentran afectadas por fallas de tipo normal con dirección preferencial $N30^{\circ}W$, que ponen en contacto a las

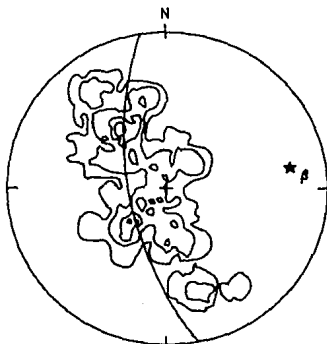


**ANTICLINAL EL MAGUEY
(NORTE-S. GRUÑIDORA)**

n = 130
GUARNALDA N37°W 86°SW
POLO β ★
CONTORNOS: 1, 3, 6, y 8%

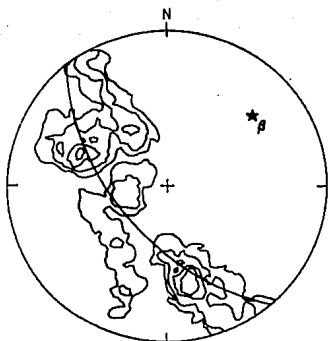
SIERRA GRUÑIDORA

n = 110
GUARNALDA N13°W 69°W
POLO β ★
CONTORNOS: 1, 3, 6 y 8%



**DIAGRAMAS POLARES
DE ESTRATIFICACION**

FIG. 4.2

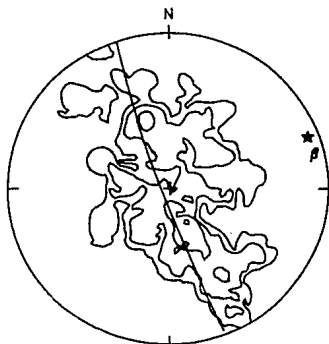


**ANTICLINAL SAN ANTONIO
(NORTE-S. EL TORO)**

n = 115
GUIRNALDA N38°W 63°SW
POLO β ★
CONTORNOS: 1, 3, 6 y 9%

**ANTICLINAL LOS PICACHOS-EL AFINADOR
(SUR-S. EL TORO)**

n = 222
GUIRNALDA N18°W 85°W
POLO β ★
CONTORNOS: 1, 2, 4 y 7%



**DIAGRAMAS POLARES
DE ESTRATIFICACION**

FIG. 4.3

formaciones Caja con Cuesta del Cura y Tamaulipas con Cuesta del Cura (ver mapa geológico), quedando en algunos sitios truncada la secuencia estratigráfica de las mismas.

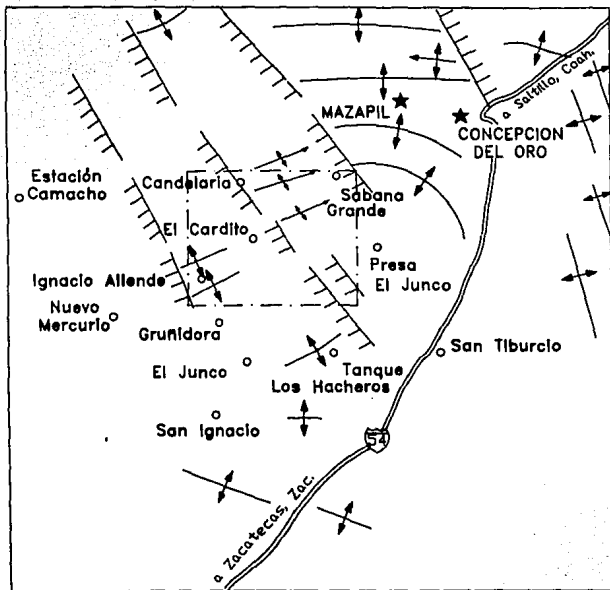
Los pliegues y fallas descritos y las estructuras que se observan regionalmente (fig 4.4), permiten reconocer dos fases tectónicas de deformación: una de carácter compresiva y otra de carácter distensivo.




Los rasgos estructurales expuestos, se encuentran principalmente en la secuencia de rocas marinas que comprende el lapso Jurásico Superior - Cretácico Superior.

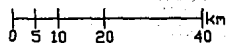
La fase compresiva resultado del evento de deformación Laramide, generó estructuras con un estilo de deformación caracterizado por pliegues, en su mayoría, asimétricos que corresponden al Sector Transverso de la Sierra Madre Oriental. Los pliegues muestran un comportamiento heterogéneo, con variaciones laterales en la geometría del plegamiento y en la orientación de los ejes estructurales. Se reconocen dos geometrías principales en el comportamiento estructural de los pliegues, una con plegamiento bien desarrollado, que corresponde a pliegues abiertos, y la otra con plegamiento ondulado de segundo orden, que se desarrolló en los flancos de los pliegues más grandes. El lapso en que ocurrió el evento de deformación compresivo, está comprendido entre el Maestrichtiano y el Eoceno; pues la formación más joven que muestra rasgos de este estilo, es la Formación Caracol, expuesta al sur del área de estudio.

A partir del análisis de la roseta de rumbos de estratos que se realizó para los pliegues del área (fig. 4.5), se interpreta una orientación preferencial $N72^{\circ} 30'E$, y otra orientación aproximadamente perpendicular con dirección $N27^{\circ} 30'W$, que marca características geométricas muy peculiares.

La diferencia en el comportamiento estructural se interpreta como una respuesta diferencial de las distintas formaciones geológicas, ya que cada una de ellas tiene una respuesta mecánica diferente, al poseer características físicas distintas. Otro elemento que influyó en el estilo de deformación, son las rocas del basamento, las cuales se comportan mecánicamente de forma distinta a las que las sobreyacen, por lo que a este nivel ocurre el "despegue", con el correspondiente acortamiento y plegamiento de la carpeta sedimentaria marina.

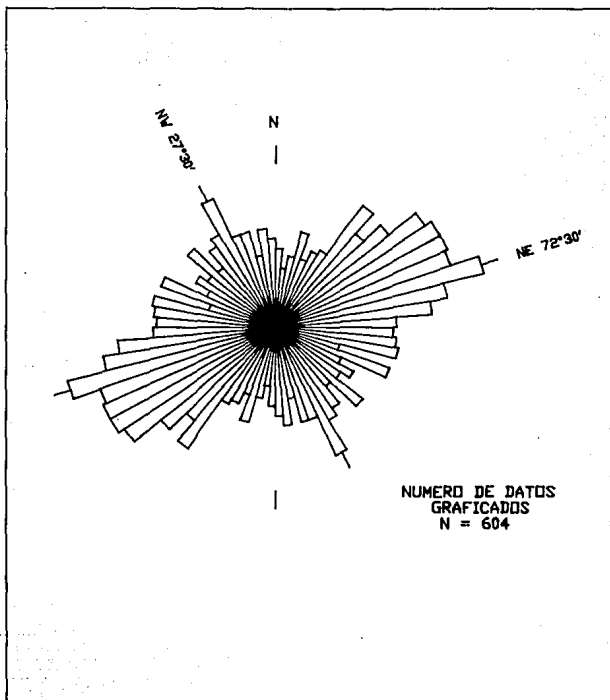


- anticlinal 
- falta normal 
- zona de estudio 



ESQUEMA ESTRUCTURAL REGIONAL

FIG. 4.4



**ROSETA DE RUMBOS
DE ESTRATIFICACION**

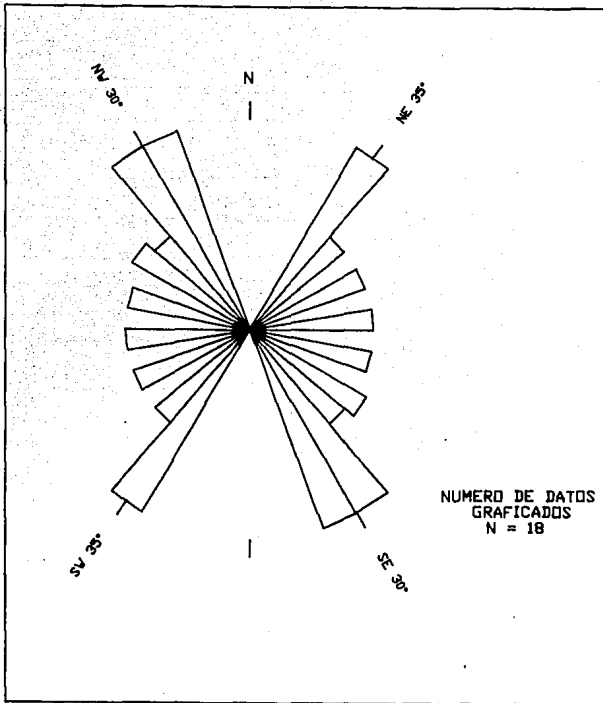
FIG. 4.5

Del análisis de las fallas normales y fracturas, se interpreta para el Cenozoico una fase de deformación distensiva que generó un sistema de fallas normales con una orientación preferencial N30°W (fig. 4.6).

La traza ciclográfica, que expresa la familia de polos y el polo beta de cada estructura analizada, definen un eje vertical (círculo máximo 90°), que de acuerdo a la evaluación estereográfica, este tipo de resultados, describen un movimiento de rotación durante una falla normal lítrica (Davis, 1984). Con base a lo anterior, las fallas antes mencionadas se consideran de este tipo.

El sistema anteriormente referido originó el movimiento de grandes bloques, teniendo como consecuencia un buzamiento al NE y un basculamiento hacia el Oriente, de los pliegues del área; esto provocó que en la porción oriental afloraran las formaciones mesozoicas más jóvenes y en el occidente las más antiguas.

Existen otras fallas normales asociadas al régimen distensivo, las cuales tienen una orientación general N35°E, a las que se les puede asociar el origen de los valles que cruzan las sierras.



ROSETA DE RUMBOS
DE FALLAS

FIG. 4.6

CAPITULO 5

V. GEOLOGIA HISTORICA

El inicio de la evolución geológica de la región está estrechamente relacionada con el proceso de apertura del Golfo de México (Triásico Tardío - Jurásico Medio), cuando la Placa Norteamericana se separó de las Placas Africana y Sudamericana, proceso que dio como resultado la formación de cuencas y pilares (grabens y horsts), que determinaron la distribución de las áreas continentales y marinas, y por lo tanto los patrones sedimentológicos del noreste de México (Padilla, 1982).

La litología de la Formación Nazas en el área, y de la Formación Rodeo e Intrusivo Caopas al Norte, indican que durante el Jurásico Medio, hubo una fuerte actividad ígnea asociada a un arco volcánico continental, cuyo depósito se efectuó en un clima semiárido. El proceso cataclástico, caracterizado por un aspecto esquistoso, que registra la Formación Nazas en algunos sitios, refleja una deformación de tipo transpresivo que ocurrió a fines del Jurásico Medio, el cual se asocia a rompimientos continentales durante la apertura del Golfo de México (López I., 1986). El lapso Jurásico Inferior no está representado en el área, por lo que se infiere para entonces un período de erosión.

Durante la transgresión marina que se inicia al final del Oxfordiano, los mares cubrieron las zonas continentales dejando sólo un conjunto de islas y se instauró un ambiente de plataforma calcárea. Con este evento ocurre el depósito de los sedimentos de la Formación Zuloaga (Oxfordiano Tardío - Kimmeridgiano temprano), en un mar relativamente somero, con clima cálido y con aporte de sedimentos clásticos arenosos al principio y, horizontes arcillosos posteriormente. Esto último tiene estrecha relación con el proceso denudatorio a que estuvieron sujetas las islas del Jurásico Tardío.

Paulatinamente los mares siguieron profundizandose, adquiriendo características físico-químicas que propiciaron la acumulación de rocas calcáreo-arcillosas (Formación La Caja) con horizontes de fosforita y abundante pedernal; de tal forma, que durante el Kimmeridgiano Tardío-Tithoniano el área se encontró en un ambiente de aguas someras.

Durante el Berriasiense - Valanginiense, la batimetría de los mares en el área era relativamente profunda, condición que permitió el cese de la precipitación de fosfatos, mientras que la acumulación de sedimentos calcáreos y arcillosos ocurría, esto se refleja en el carácter litológico de la Formación Taraises.

A partir del Neocomiano Tardío, el régimen sedimentológico se modificó en el marco de una subsidencia continua, hasta que la transgresión cubrió totalmente la Isla de Valles - San Luis, en el Neocomiano Tardío - Aptiano Temprano. En los bordes de la isla se desarrollaron edificaciones arrecifales, mientras que hacia el Oriente se acumularon, bajo condiciones reductoras, calizas pelágicas con nódulos y concreciones de pirita, que ahora se ven hematizados, como lo definen las características de la Formación Tamaulipas Inferior.

En el Aptiano Tardío, la sedimentación pelágica del área tuvo influencia terrígena, probablemente como consecuencia de la actividad volcánica en el Occidente, constituyendo así el horizonte de la Formación La Peña.

La sedimentación durante el Cretácico Temprano parece haber sido continua en el área de estudio y se infiere que las formaciones Taraises, Tamaulipas Inferior y La Peña fueron depositadas en aguas profundas.

La secuencia Albiano - Cenomaniano Temprano del área estudiada, representada por la Formación Cuesta del Cura, indica condiciones pelágicas, que se reflejan en el abundante contenido de microfósiles planctónicos, en los horizontes arcillosos y por su carácter clástico. En el área de la antigua Isla de Valles - San Luis, corresponde a un complejo arrecifal.

Hacia finales del Cenomaniano el aporte de terrígenos a la cuenca se incrementa notablemente, como se observa en la base de la Formación Indidura.

Hacia finales del Cretácico e inicios del Terciario, ocurrió la deformación de las rocas del área, como respuesta a un cambio en la convergencia de las placas Farallón y Norteamericana. Se considera que la deformación empezó al finalizar el Maestrichtiano y cesó antes del Eoceno.

Posteriormente a la deformación compresiva y ya incorporada el área al ámbito continental, ocurrió un evento distensivo que provocó la dislocación en bloques y el basculamiento al Oriente del Sector Transverso de la Sierra Madre Oriental.

La historia reciente del área está expresada en la denudación de las partes topográficas altas, en la acumulación de abanicos aluviales, en los depósitos de caliche y en la sedimentación lacustre intermitente en las depresiones.

CAPITULO 6

VI GEOLOGIA ECONOMICA

El área de estudio presenta diversas condiciones geológicas que permiten realizar un análisis de los aspectos petrolífero, geohidrológico y minero.

A. MANIFESTACIONES DE HIDROCARBUROS

En el área no se identificó ninguna manifestación que indique la presencia de hidrocarburos, sin embargo se determinaron las siguientes condiciones:

1. Rocas Generadoras

Entre las secuencias de roca con posibilidades de generar hidrocarburos, se considera principalmente a las secuencias calcáreo-arcillosas de las formaciones La Caja, La Peña e Indidura, a pesar de que su contenido en materia orgánica sea pobre.

2. Rocas Almacenadoras

Se considera la posibilidad de que el cuerpo calcáreo de la Formación Zuloaga actúe como roca almacenadora, en los casos en los que se encuentre cubierta por la Formación La Caja (roca sello) y por las unidades más jóvenes en los anticlinales.

La secuencia calcárea de la Formación Tamaulipas Inferior puede almacenar fluidos, ya que ha desarrollado porosidad secundaria (fracturamiento) y en el caso favorable, las rocas calcáreo-arcillosas de la Formación La Peña funcionarían como roca sello en las trampas de estructura anticlinal.

3. Tipo de Trampas

a. Estructurales

Los anticlinales Rincón Grande e Ignacio Allende pueden constituir trampas estructurales al nivel de la Formación Zuloaga, teniendo como roca sello a la secuencia de la Formación La Caja.

Los demás anticlinales que se reconocieron no constituyen trampas estructurales, puesto que se encuentran erosionados en su núcleo, están dislocados y abiertos en la Formación Zuloaga.

Otro tipo de trampa estructural, se pueden esperar en los bloques inclinados, generados en la fase distensiva que afectó a la región. Estas trampas podrían almacenar los hidrocarburos que hayan migrado tardíamente.

b. Estratigráficas

En el área de estudio no se tienen trampas estratigráficas, dado que no se reconoció ningún cambio de facies.

4. Factores Adversos a la Acumulación de Hidrocarburos

Las rocas de las formaciones La Caja, La Peña y Taraises que pudieron actuar como rocas generadoras, no tienen abundante materia orgánica; condición que no favorece la generación de hidrocarburos, y desde luego su acumulación.

La secuencia calcárea de la Formación Tamaulipas Inferior que desarrolló porosidad secundaria por fracturamiento, en algunos sitios se presenta adversa a la acumulación de fluidos, pues esas fracturas se encuentran rellenas de calcita.

Las fallas normales cuaternarias si bien pueden constituir el sello de un yacimiento, también pueden ser el medio por el cual, los yacimientos hayan drenado hacia la superficie.

B. GEOHIDROLOGIA

En la zona de estudio se han perforado varios pozos y norias, con el objeto de obtener agua para usos domésticos, abrevaderos y en algunos casos, para uso agrícola, pero los resultados no han sido satisfactorios, debido principalmente a la limitada cantidad de agua conseguida y por su alta salinidad. Todas las obras han sido localizadas en los aluviones, donde generalmente se encuentra agua a poca profundidad, pero en pequeñas cantidades y en la mayoría de los casos es de mala calidad. En los poblados de La Presita, Candelaria y El Cardito, las aguas obtenidas se consideran como potables.

De acuerdo a las observaciones de campo se determinaron las siguientes características geohidrológicas:

1. Acuíferos

La lluvia en el área es relativamente escasa: 300 a 400 mm al año y su repartición en el tiempo es irregular. Por estas circunstancias, y el clima predominantemente seco, la recarga a los acuíferos es muy limitada.

La unidad acuífera más importante podría ser la Formación Tamaulipas Inferior, por tener muy buenos afloramientos que proporcionen zonas de recarga y una alta porosidad secundaria (fracturamiento), lo cual se refleja en su alta capacidad de infiltración y permeabilidad. Esto permitiría que pudiera formar acuíferos libres y/o confinados, aunque no se tiene conocimiento de perforaciones en esta unidad dentro del área estudiada.

Otra unidad de gran importancia la constituyen los Depósitos Recientes por contener gravas, arenas y arcillas, que permiten una alta permeabilidad y una alta capacidad de infiltración. En la zona las norias excavadas en estos depósitos tienen rendimientos muy limitados y la mayoría de ellas son explotados manualmente.

2. Acuicludos

La mayoría de las formaciones presentes en el área constituyen este tipo de cuerpos, debido a su baja o nula capacidad de transmitir agua, como lo indican las características litológicas de las mismas. La mayoría presenta calizas arcillosas y/o

alternancia de calizas y lutitas y limolitas, con excepción de la Formación Nazas, la cual contiene tobas, derrames, areniscas y conglomerados.

Para la zona de interés se reconocieron las zonas de recarga, que se sitúan en los flancos de las elevaciones topográficas, las zonas de flujo lateral y las zonas de descarga, que en este caso corresponde con las depresiones de los valles.

C. GEOLOGIA MINERA

De acuerdo a los trabajos realizados por Rogers y colaboradores (1961), el área se encuentra dentro de lo que denominaron como la "Faja Mineral", sin embargo, en la zona de estudio, la actividad de la minería es muy baja, pues se reduce principalmente a gambusinaje y pequeña minería en el mejor de los casos.

Las principales obras mineras del área se localizan en el cerro El Herrero, en la parte norte de la Sierra El Toro, en la Sierra de Candelaria y en la parte sur de la Sierra de Gruñidora, de las que destaca principalmente la Mina El Herrero (ver mapa geológico).

La minería está básicamente enfocada a la explotación de yacimientos de oro y plata, que se encuentran alojados dentro de la Formación Zuloaga principalmente. Los yacimientos están asociados a vetas-falla y mantos, como se pudo observar en las minas El Herrero y Candelaria. Las zonas mineralizadas se caracterizaron por la presencia de galena, pirita, calcopirita con bornita y argentita, así como presencia de calcita y cuarzo. La mayoría de estas zonas presenta alteraciones silíceas, argílicas y una incipiente cloritización, así como en algunos casos un fuerte brechamiento.

El origen de estos yacimientos está quizás muy relacionado a cuerpos intrusivos, como se ha observado en estudios de localidades cercanas, ya que en este caso no se reconocieron rocas de este tipo, sin embargo se localizó un afloramiento muy pequeño y no cartografiable de mármol, en la parte baja de la Sierra de Candelaria, cerca del poblado del mismo nombre.

Respecto a la presencia de fosfatos en la Formación La Caja, se considera que este es muy bajo, causa que explica el que no exista explotación de los mismos en la zona de estudio y sus alrededores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a las observaciones de campo, interpretación y análisis de datos se obtiene las siguientes conclusiones:

A. ESTRATIGRAFICAS

Las rocas expuestas en el área atestiguan un lapso comprendido entre el Jurásico Medio y el Reciente.

Se midieron 1636.20 m parciales de los 2500 m que se estiman para el total de la secuencia Mesozoica; de acuerdo a las características generales que se describen en la siguiente tabla:

FORM.	DESCRIPCION	ESP (m)
NAZAS	Tobas cristalinas y líticas, derrames andesíticos, areniscas y conglomerados estratificados.	290
ZULOAGA	Mudstones, wackestones y calizas arcillosas en estratos gruesos y masivos con horizontes con nerineas.	508.50
LA CAJA	Calizas, calizas arcillosas y limolitas calcáreas en estratos delgados, con horizontes de fosforita y bandas de pedernal.	63.70
TARAISES	Mudstones y wackestones, alternados con calizas arcillosas en estratos medios, con nódulos de pedernal.	86
TAMPS INF.	Estratos medios y gruesos de mudstones y wackestones con nódulos de hematita y pedernal.	302
LA PEÑA	Alternancia de calizas arcillosas, wackestones y lutitas en estratos delgados, con nodulos y bandas de pedernal.	90
CUESTÁ DEL CURA	Wackestones en estratos delgados, laminados; con abundantes amonoideos y delgadas bandas de pedernal.	306

INDIDURA	Calizas arcillosas con intercalación de lutitas y esporádicos horizontes de limolitas calcáreas.	
TOTAL		1636.20

En las partes topográficas bajas existen depósitos recientes de abanicos aluviales, talud, caliche, lacustre y aluvión, cubriendo aproximadamente el 65 % del área de estudio.

Con base a la secuencia y características de las formaciones, y a las observaciones de campo, se descarta la existencia de secuencias invertidas en el área de El Cardito.

Por las características litológicas de la unidad preoxfordiana, se considera impropio denominarla Formación La Joya, por lo que se cartografió como Formación Nazas.

La Formación Nazas presenta efectos de un proceso de deformación por cizallamiento conjuntado con efectos térmicos que afectan los derrames andesíticos y las areniscas, lo que hace que adquieran un aspecto metamórfico.

B. TECTONICAS

Las estructuras del área reflejan dos fases tectónicas de deformación:

a) Una fase compresiva que ocurrió al finalizar el Maestrichtiano y en el Eoceno; esta fase plegó a la secuencia Jurásico Medio - Cretácico Superior y generó un sistema de pliegues abiertos y asimétricos, con una orientación general $N72^{\circ}E$, que corresponden con el sistema de pliegues de la porción Sur del Sector Transverso de la Sierra Madre Oriental.

b) Una fase distensiva ocurrida en el Cenozoico, la cual generó el sistema de fallas normales $N30^{\circ}W$, que dislocó a la región en bloques inclinados al Oriente.

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

Los diferentes tipos de pliegues se explican como una respuesta diferencial de las distintas formaciones geológicas, al tener cada una de ellas distinta respuesta mecánica.

Con base a la evaluación esteroográfica de las estructuras presentes en el área, se interpreta un sistema de fallas normales de tipo lístrico con orientación general N30°W.

Los pliegues buzcan al Oriente como consecuencia del basculamiento originado por el sistema de fallas normales de tipo lístrico. Lo anterior se refleja en el hecho de que las rocas más antiguas (Formaciones Nazas y Zuloaga) afloran en la parte occidental de los pliegues, y las jóvenes en el Oriente.

Se interpreta para el lapso Jurásico Inferior - Jurásico Medio, una margen tectónica convergente, asociada a un arco volcánico continental, el cual generó la secuencia volcánica de la Formación Nazas.

C. ECONOMICAS

1. Hidrocarburos

No se identificó ninguna evidencia que indique la presencia de hidrocarburos.

Las unidades con potencial generador de hidrocarburos son las formaciones La Caja, La Peña e Indidura.

La Formación Zuloaga puede actuar como roca almacenadora en los anticlinales Rincón Grande e Ignacio Allende, dado que las rocas sello no han sido erosionadas.

2. Geohidrológicas

El área de recarga principal está constituida por los Depósitos Recientes y en menor grado por la Formación Tamaulipas Inferior, los que pueden formar acuíferos libre y/o semiconfinados.

El proceso dominante es el de infiltración y el de evaporación, existiendo muy poco escurrimiento superficial, por estas circunstancias y el clima predominantemente seco, la recarga a los acuíferos es muy limitada.

3. Mineras

El área de estudio a pesar de pertenecer a la "Faja Mineral", tiene muy poca actividad minera, restringiéndose a gambusinaje y pequeña minería.

Los principales yacimientos metalíferos del área se encuentran alojados dentro de la Formación Zuloaga.

Los yacimientos se asocian a vetas-falla y mantos y su origen se relaciona a fluidos mineralizantes provenientes de rocas intrusivas.

Los concentración de fosfatos se considera baja por lo que este mineral no es explotado en el área.

RECOMENDACIONES

Obtener edades isotópicas del paquete volcánico de la Formación Nazas, para precisar su edad.

Revisar la nomenclatura estratigráfica para las unidades geológicas preoxfordianas de la región.

Recabar toda la información necesaria sobre pozos y norias de la zona, para hacer una evaluación geohidrológica adecuada.

Realizar un levantamiento de todas las estructuras mineralizadas, obras mineras y zonas de alteración, que permitan hacer una evaluación geológico-minera a detalle.

BIBLIOGRAFIA

- Aranda García M., 1982. **Estudio estratigráfico. Prospecto Concepción del Oro.** Informe Geológico IGZNE 461. Petróleos Mexicanos. Inédito.
- Belt, B. C. 1925. **Stratigraphy of the Tampico District of Mexico.** Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 9.
- Burckhardt, C. 1906. **Geología de la Sierra de Concepción del Oro y Geología de la Sierra de Mazapil y Santa Rosa.** X Congreso Geológico Internacional. Guía-Excursión XXIV y XXVI. México.
- , 1907. **Sobre las rocas fosforíticas de las Sierras de Mazapil y Concepción del Oro, Zac.** Paragones. Inst. Geol. Mex. Vol. 2, No. 1.
- , 1921. **Faunas Jurásicas de Symón, Zacatecas.** México Inst. Geol. Mex. Vol. 33.
- , 1930. **Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain.** Soc. Paléont. Suisse. Mem. V49 y 50, 272 p.
- Carrillo B., J., 1982. **Exploración petrolera de la Cuenca Mesozoica del Centro de México.** Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. Vol. XXXIV. No. 1. pp. 21-46.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 1976. **Carta Topográfica El Cardito (G14-C71).** Escala 1:50,000. Secretaría de la Presidencia. México. Primera edición.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 1976. **Carta Uso del Suelo El Cardito (G14-C71).** Escala 1:50,000. Secretaría de la Presidencia. México. Primera edición.
- Córdoba A., D. 1965. **Hoja Apizolaya 13-I(9). Resumen de la geología de la Hoja Apizolaya, Estados de Zacatecas y Durango.** Carta Geológica de México. Serie de 1:100,000. Inst. de Geol. U.N.A.M.
- Davis, G., 1984. **Structural geology of rocks and regions.** John Wiley and Sons, Inc. p.p. 98-102.

De Cserna, Z., 1956. **Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México, entre Torreón y Monterrey**, XX Congreso Geológico Internacional. 87 p.

-----, 1976. **Geology of the Fresnillo area, Zacatecas, Mex.** Geol. Soc. Amer. Bull. V. 87, No. 8 pp. 1191-1199.

De la Fuente, J. M. 1969. **Exploración geológica del área Venegas S.L.P. y San Tiburcio, Zac.** Informe Geológico No. 537. Petróleos Mexicanos. Inédito.

De la Garza, N. 1976. **Estudio geológico de la Hoja Cedros, Zac.** Tesis profesional. Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. Inédito.

Dirección General de Geografía, 1981. **Carta de Climas Guadalajara.** Esc. 1:1,000,000. Primera Edición.

Eguíluz-De Antuano, S. 1985. **Posibilidades petroleras en el Mar Mexicano.** Revista Ingeniera Petrolera. V. 25, No. 8. pp. 39-62.

Facultad de Ingeniería, 1975. **Estudio geológico del Prospecto Cedros, Estado de Zacatecas.** IGZNE 388. U.N.A.M. Inédito.

Facultad de Ingeniería, 1988. **Estudio geológico del Prospecto Ramos. Area Matehuala-Río Grande.** IGZN 696. U.N.A.M. Inédito.

Facultad de Ingeniería, 1992. **Estudio geológico del Prospecto El Junco, Edo de Zacatecas.** U.N.A.M. Inédito.

Flores, R. **Estudio tectónico estructural del área Torreón - Saltillo - Concepción del Oro.** Subdirección de Tecnología de Exploración. Instituto Mexicano del Petróleo. Inédito.

García C., J. 1968. **Hoja El Salado 14R-J(11).** Resumen de la geología de la Hoja El Salado, Estados de Zacatecas y San Luis Potosí. Serie Esc.1:100,000. Inst. de Geol. U.N.A.M.

-----, 1976. **Investigación hidrogeológica de la región de El Cardito, Zacatecas.** Bol. Inst. Geol. No. 98. U.N.A.M. 101 p.

-----, 1978. **Hoja Santa Rosa 14R-J(12).** Resumen de la Hoja Sta. Rosa. Estados de Nvo León y S. L. P.. Serie 1:100,000. Inst. de Geol. U.N.A.M.

- Guzmán Rodríguez, M. J. 1980. **Prospecto Calabacillas**. Informe Geológico No. 596. Superintendencia General. Distritos de Exploración. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.
- GYMSA. 1983. **Exploración geológica-petrolera de detalle estructural. Prospecto Cedros, Zacatecas**. Informe Geológico Zona Noreste No. 584. Petróleos Mexicanos, Zona Norte. Inédito.
- Hermoso de la T., C. 1969. **Reconocimiento geológico de la parte media de la Cuenca Mesozoica del Centro de México**. Cuenca Salinas-Ramos. Hojas México K-6, K-7, L-6, L-7, L-8 y L-9. Informe Geológico Final IGZN 536. Superintendencia General de Exploración. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.
- . 1972. **Reconocimiento geológico general en la porción Norte de la Cuenca mesozoica del Centro de México**. Prospecto Gruñidora-Camacho-Atotonilco. Hojas México L-11, M-11 y N-11. Informe Geológico Final IGZAN 550. Superintendencia General de Exploración. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.
- Hernández Cuervo, J. L. y Mendoza Hernández, V. P. 1979. **Estudio de semidetalle geológico del Prospecto Colorado Zacatecas-S.L.P., Mesa Central**. Informe Geológico No. 584. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.
- Hinojosa, G. A. y Martínez P., J. 1971. **Exploración geológica del área Pozo Colorado, Zac., El Salado, S.L.P. y El Canelo, Nvo. León**. Hojas México K-11, J-11 y I-11. Informe Geológico Final IGZN 546. Superintendencia General de Exploración. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.
- Humphrey, W. E. 1949. **Geology of the Sierra de los Muertos área México**. Geol. Soc. of Am. Bull. V. 60. pp. 80-176.
- Humphrey, W. E. y Díaz G., T. 1956. **Tabla de correlación de las formaciones mesozoicas del norte y noreste de México**. Excursión C-5. XX Congreso Geológico Internacional.
- Imlay, R. W. 1936. **Geology of the western part of the Sierra de Parras, Coahuila, Mexico**. Geol. Soc. Am. Bull. V. 47. pp. 1091-1152.

- . 1938(b). **Studies of the Mexican Geosyncline**. Geol. Soc. Am. Bull. V. 49. pp. 1657-1662.
- I.N.E.G.I. 1991. **X Censo de Población y Vivienda, 1990**. México.
- I.N.E.G.I. 1991. **Zacatecas, estadísticas económicas**. Resultados oportunos del Estado de Zacatecas. I.N.E.G.I. Ags.
- Kelly, W. A. 1936. **Geology of the Mountains Bordering the Valleys of Acatlita and Las Delicias**. Geol. Soc. America. V. 47 pp. 1009-1038.
- Libreto Guía. 1982. **Excursión geológica a la Cuenca Mesozoica del centro de México. Estados de San Luis Potosí y Zacatecas**. VI Convención Geológica Nacional. Soc. Geol. Mex. 15p.
- López I., M. 1986. **Estudio petrogenético de las rocas ígneas en las Formaciones Hulzachal y Nazas**. Bol. Soc. Geol. Mex. TOMO XLVIII. Vol. 2.
- Los Municipios de Zacatecas**, 1987. Enciclopedia de los Municipios de México. Centro Nacional de Estudios Municipales. Secretaría de Gobernación y el Gobierno del Estado de Zacatecas. México, 1a. Edición.
- Mapes V. 1964. **Geología y yacimientos minerales del Distrito de Concepción del Oro y Avalos, Zac.** Publicación 10 E. C.R.N.R.
- Mendoza Hernández, V. P. 1987. **Actualización geológica Prospecto "San Tiburcio"**. Informe Geológico Final IGZN 682. Superintendencia General de Exploración. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.
- Mitre Salazar, L. M. 1989 (a). **La Megafalla Laramídica de San Tiburcio, Estado de Zacatecas**. Rev. Int. Geol. Vol. 8 No.1. pp. 47-51.
- . 1989 (b). **Secuencias estratigráficas invertidas en el área de la Presa El Junco, Estado de Zacatecas**. Rev. Inst. Geol. Vol 8. No. 1. U.N.A.M. pp. 52-57.
- Muir J. 1936. **Geology of the Tampico region, Mexico**. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. V. 20.

- Padilla y Sánchez, R. J., 1982. **Geologic evolution of the Sierra Madre Oriental between Linares, Concepción del Oro, Saltillo and Monterrey, Mexico.** Ph. D. Dissertation. The University of Texas at Austin. Inédito. 217 p.
- . 1986. **Post-Paleozoic tectonics of northeast México and its role on the evolution of the Gulf of México.** Geofísica Internacional. Vol. 25. No. 1. pp. 157-206.
- Pantoja Aior, J. 1963. **Hoja San Pedro del Gallo 13 R-K (3) con resumen de la geología de la Hoja San Pedro del Gallo.** Serie 1:100,000. Inst. de Geol. U.N.A.M.
- . 1972. **Datos geológicos-estratigráficos de la Formación Nazas.** Mem. Soc. Geol. Mex. 2a. Convención Nacional.
- Rogers, C., De Cserna, Z., Talavera, E. y Ojeda, R. 1961. **Reconocimiento geológico y depósitos de fosfatos del norte de Zacatecas y áreas adyacentes de Coahuila, Nvo León y S.L.P.** C.R.N.N.R. Bol. 56. 322 p.
- Silva-Romo, G., 1993. **Estudio de la estratigrafía y estructuras tectónicas de la Sierra de Salinas, Edos. de S.L.P. y Zacatecas.** Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. Inédito.
- Stephenson. 1921. **Geology of the Tampico region México.** Amer. Asoc. Petrol. Geol. Bull. V. 20.
- Suter, M. 1984. **Cordilleran Deformation along the easter edge of the Valles-San Luis Potosí carbonate platform Sierra Madre Oriental fold-thrust belt, east-central México.** Geol. Soc. of America Bull. V. 45. No. 12.
- Tardy M. y Ruiz B. 1974. **Sobre la observacion directa del "Decollement" de la Cobertura Mesozoica del Sector Transversal de Parras, sobre el flanco oriental del Anticlinal de San Julian, Sierra Madre Oriental. Estado de Zacatecas, Mexico.** Serie Divulgacion No. 2. Inst. de Geol. U.N.A.M. pp. 29-37.

Valdivieso L., A. 1976. Estudio de semidetalle geológico del Prospecto Grufidora. Informe geológico No. 5854. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.

Zárate del Valle, P. 1982. Geología y análisis metalogénico de la Sierra de Catorce, S. L. P. Bol. Soc. Geol. Mex. TOMO XLII. No. 1. pp. 1-21.

ESTUDIOS PETROGRAFICOS

NO. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALQUIMICOS 2)TERRIGENOS 3)MATRIZ/CEMEN	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM PETTILJON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
PJ-1	Lat N 24928'48" Long W 101948'31"	Nazas	Toba con pseudoestratificación.	1)Verde claro 3)Cuarzo 20% feldsp. 10% líticos 40% arcillas 30% (matriz)		Toba lítica		Continental asociado a arco volcánico.	Cuarzo subhedral alterado.
PJ-3		Nazas	Toba conglomerática con pseudoestratificación. Se aprecian cristales de cuarzo y feldespatos.	1)Verde a rojo 3)Cuarzo 50% plag. 15% opacos 2% líticos 20% micas 10%		Toba cristalina ácida.		Continental asociado a arco volcánico.	Roca alterada por oxidación y clorritización.
PJ-5		Nazas	Toba con gradación de lapilli y cenizas.	1)Ocre 3)Líticos 45% cuarzo 20% plag. 15% opacos 2% matriz 15%		Toba lítica		Continental asociado a arco volcánico.	Líticos ígneos de la misma composición. Matriz cuarzo-feldespática, plag. sericitizadas, calcita secundaria, líticas de text. autaxítica.
PJ-7		Nazas	Toba lítica con oxidación.	1)Rojo 3)Líticos 45% cuarzo 15% plag. 20% opacos 5% matriz 15%		Toba lítica		Continental asociado a arco volcánico.	Plag. sericitizadas y reemplazadas por calcita. La matriz es cuarzo-feldespática.
PJ-9		Nazas	Toba bastante compacta donde se observan cristales de cuarzo, feldespato y algunos líticos.	1)Rojo 3)Líticos 45% cuarzo 20% plag. 10% opacos 1% matriz 24%		Toba lítica		Continental asociado a arco volcánico.	Cuarzo anedral a subhedral. Presencia de calcita secundaria producto de alteración de feldespatos y a veces relleno de cavidades.
PJ-10	Lat N 24928'48" Long W 101948'31"	Nazas	Toba bastante compacta, se observan cuarzo y feldespatos.	1)Gris Rojizo. 3)Cuarzo 35% feld. 15% líticos 15% opacos 1% cementante 20% matriz 14%		Toba cristalina		Continental asociado a arco volcánico.	Cristales rotados y flujo, plagioclasas sericitizadas. Cuarzo subhedral a subhedral, matriz cuarzo-feldespática.
PJ-11		Nazas	Toba compacta con pseudoestratificación. Se observan cristales de cuarzo y feldespatos.	1)Gris violáceo. 3)Cuarzo 35% feld. K 5% plag. 15% opacos 5% matriz 25%		Toba cristalina		Continental asociado a arco volcánico.	Flujo, cristales rotados y fracturados por introducción de matriz cuarzo-feldespática. Presenta oxidación y sericitización.

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPIA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALQUIMICOS 2)TERRIGENOS 3)MATRIZ/CEMENTO	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM PETTIJHON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
FIJA-66	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada con horizontes de óxidos y disolución media.	1)Gris claro 2)Recristalizada.	3)Micrita	Mackeston-se		Plataforma calcárea	En lámina delgada se observan horizontes de cuarzo y óxidos.
FIJA-67	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada con estilolitas.	1)Verdoso	3)Micrita, espatita.	Mudstone	Fragmentos de conchas	Plataforma calcárea	
FIJA-68	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada, muy fracturada con vetillas de calcita y superficies de presión-disolución.	1)Crema	3)Micrita, espatita.	Caliza Recristalizada		Plataforma calcárea	
FIJA-69	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada con fracturamiento y huellas de presión-disolución.	1)Gris claro	3)Micrita, espatita.	Mackeston-se	Fragmentos de conchas	Plataforma calcárea	Oxidos en fracturas
FIJA-70	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada.	1)Gris claro	3)Micrita, espatita.	Caliza Recristalizada		Plataforma calcárea	
FIJA-71	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada.	1)Gris verdoso	3)Micrita, espatita.	Caliza Recristalizada		Plataforma calcárea	Se observan algunos cristales de cuarzo laminaciones
FIJA-72	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada con dendritas de manganeso.	1)Gris claro	3)Micrita, espatita.		Fragmentos de conchas	Plataforma calcárea	

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALQUINICOS 2)TERRIGENOS 3)MATRIZ/CEMEN	CLASIFI- CACION: FOLK DUNHAM PETTJHON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
FIJA-73	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza muy fracturada.	1)Gris claro 3)Calcita y óxidos en las fracturas.	3)Micrita, espátita.	Caliza Arcillosa		Plataformas calcáreas	Se observan fracturas desplazadas en lámina delgada.
FIJA-74	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada con horizontes de óxidos.	1)Rojo claro		Caliza Arcillosa	Fragmentos de conchas	Plataformas calcáreas	Se observan laminaciones
FIJA-75	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada con alto grado de fracturamiento.	1)Rojo claro	3)Espátita y micrita	Mudstone		Plataformas calcáreas	Muestra muy oxidada, huellas de presión-disolución.
FIJA-76	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza con huellas de disolución y fracturamiento relleno de calcita.	1)Gris claro 2)Mudstone	3)Micrita	Caliza arcillosa	Fragmentos de conchas	Plataformas calcáreas	Presenta algunas microfracturas.
FIJA-77	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada con vatillas de calcita.	1)Gris claro	3)Micrita, espátita.	Mudstone		Plataforma calcárea	En lámina delgada se observan estilocitas y alto grado de fracturamiento.
FIJA-78	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada con estilocitas.	1)Gris claro	3)Micrita, espátita.	Mudstone	Fragmentos de conchas	Plataformas calcáreas	Se observan algunos cristales de cuarzo
FIJA-79	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada con fracturamiento relleno de calcita y disolución media a alta.	1)Gris oscuro	3)Micrita	Caliza Arcillosa		Plataformas calcáreas	

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALQUIMICOS 2)MERICITOS 3)MATRIZ/CEMENT	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM PETTLJHOM	FOILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
FIJA-80	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada con fracturamiento relleno de calcita y disolución media.	1)Gris claro	3)Micrita	Caliza Recristalizada		Plataforma calcárea	Muestra muy fracturada paralelamente.
FIJA-81	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada, muy fracturada.	1)Gris claro	3)Micrita, espatita.	Caliza Arcillosa		Plataforma calcárea	Se observan laminaciones
FIJA-82	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada, muy fracturada.	1)Gris claro	3)Micrita, espatita.	Caliza Recristalizada		Plataforma calcárea	En lámina delgada se observa muy fracturada con alto contenido de espatita.
FIJA-83	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada, con fracturamiento relleno de calcita.	1)Gris verdoso	3)Micrita, espatita.	Caliza Recristalizada		Plataforma calcárea	
FIJA-84	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada con alto grado de fracturamiento.	1)Amarillo crema	3)Micrita	Mudstone		Plataforma calcárea	En lámina delgada se observa muy fracturada rellena de espatita.
FIJA-85	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza con fracturamiento perpendicular entre sí, relleno de calcita.	1)Amarillo crema. 2)Mudstone	3)Micrita, espatita.	Caliza Arcillosa		Plataforma calcárea	Se observan laminaciones
FIJA-93	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza recristalizada, con disolución media a alta y vetillas de calcita	1)Gris claro	3)Micrita, espatita.	Caliza Recristalizada		Plataforma calcárea	La mitad de la lámina se encuentra espatizada y se observa presión-disolución.

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPIA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALQUIMICOS 2)TERMICENOS 3)MATRIZ/CEMENTO	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM PETTIBROW	POSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
FIJA 86	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza con costra de caliche de 0.5 cm, fracturamiento relleno de calcita, huellas de disolución, recristalización.	1) Gris claro	3) Micrita	Caliza Recristalizada		Plataforma calcárea	Dos sistemas de esfuerzos.
FIJA 87	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza con fracturamiento relleno de calcita, disolución baja, recristalización.	1) Gris claro	3) Micrita 80% esparita 20%	Wackestone		Plataforma calcárea	Pequeñas fracturas rellenas de esparita
FIJA 87 A	Puerto el Toro	Zuloaga	Caliza con disolución alta, vetillas de calcita.	1) Gris oscuro	3) Micrita	Caliza Recristalizada		Plataforma calcárea	
FIJA 88	Puerto el Toro	Zuloaga	Vetillas de calcita baja disolución.	1) Gris medio 2) Mudstone	2) Arenas finas 5% 3) Micrita	Wackestone		Plataforma calcárea	Se observan algunas laminaciones
FIJA 90	Puerto el Toro	Zuloaga	Recristalizada en algunas partes, en otras se observan laminaciones	1) Pardo	3) Micrita	Caliza Arcillosa		Plataforma calcárea	Esparita relleno de fracturas. Se observan algunas laminaciones
FIJA 91	Puerto el Toro Long W 101°48'02" Lat N 24°28'46"	Zuloaga	Fracturas y vetillas de calcita, huellas de disolución.	1) Gris oscuro 2) Mudstone	3) Micrita	Mudstone		Plataforma calcárea	
FIJA 92	Puerto el Toro	Zuloaga	Vetillas de calcita recristalizada, dendritas de manganeso.	1) Gris claro	3)micrita	Mudstone		Plataforma calcárea	Se observa algunas laminaciones

No. DE LANINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALQUIMICOS 2)TERRIGENOS 3)MATRIZ/CEMEN	CLASIFI- CACION: FOLK DUNHAM FETTIJHON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
P-1	Al norte del Toro	La Caja	Calizas con intercalaciones de limolitas y nódulos de fosforita negra.	1)Gris oscuro 2)Wackestone 3)Fosforita	1)Bioclastos, pelotoides, intraclastos 3)Micrita	Wackestone	Frag. de conchas		Minerales evaporíticos preexistentes, algunos óxidos, líneas estilolíticas.
P-2	Al norte del Toro	La Caja	Calizas con intercalaciones de limolitas y nódulos de fosforita negra y frag. de amonitas.	1)Gris claro con rojo 2)Wackestone	3)Micrita	Wackestone	Frag. de conchas		Minerales evaporíticos preexistentes, líneas estilolíticas óxidos. Vetillas de calcita.
P-3	Al norte del Toro	La Caja	Limolitas y calizas esciliosas laminadas, con abundantes fósiles y en estratos de 20cm.	1)Gris claro con rosa 2)Wackestone	3)Micrita	Wackestone	Foraminíferos, radiolarios, frag. de conchas.		Fracturamiento relleno de calcita. Algunas partes recristalizadas.
P-4	Al norte del Toro	La Caja	Limolitas en estratos de 4-8cm con nódulos de fosforita y gran cantidad de fósiles.	1)Gris claro 2)Limolita		Limolita	Foraminíferos, radiolarios, frag. de conchas.		Todos los fósiles están reemplazados por fosforita. Presenta algunos cristales de cuarzo.
P-5	Al norte del Toro	La Caja	Alternancia de limolitas y calizas esciliosas laminadas, con concreciones calcáreas.	1)Gris claro con rosa y verde 2)Limolita		Limolita	Frag. de conchas		Minerales evaporíticos preexistentes, cuarzo euhedral, vetillas rellenas de calcita.
P-6	Al norte del Toro	La Caja	Limolitas en laminaciones con nódulos de fosforita.	1)Gris rosado con verde 2)Limolita		Limolita	Fragmentos		Minerales evaporíticos preexistentes, óxidos.
P-7	Al norte del Toro	La Caja	Limolita con laminación cruzada y amonoides.	1)Gris claro 2)Limolita		Limolita			Minerales evaporíticos preexistentes, óxidos.

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALQUIMICOS 2)TERRIGENOS 3)MATRIZ/CEMENTO	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM PETTJONH	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
P-8	Al norte del Toro	La Caja	Limolitas calcáreas intercaladas con calizas arcillosas. Gran cantidad de fósiles, la mayoría recristalizados.	1)Gris claro		Limolita calcárea		Mar abierto	Gran cantidad de carpetas de algas y amonites recristalizados. Cuarzo anedral, vacillas rellenas de calcita.
P-9	Al norte del Toro	La Caja	Limolitas calcáreas intercaladas con calizas arcillosas y nódulos calcáreos. Algunas zonas se encuentran recristalizadas.	1)Gris claro		Limolita calcárea		Mar abierto	Presenta matriz arcillosa y cementante fosforítico (colofano).
P-11	Al norte del Toro	La Caja	Calizas arcillosas intercaladas con limolitas calcáreas nódulos de fosforita y gran cantidad de amonites.	1)Gris amarillento	1)Bioclastos, radiolarios 3)Micrita	Caliza arcillosa Marga	Frag. de conchas, radiolarios	Mar abierto	Cementante principalmente fosforítico (colofano). Líneas estilolíticas, cuarzo anedral a subdrenal.
P-12	Al norte del Toro	La Caja	Calizas intercaladas con limolitas, gran cantidad de amonites y pelecipodos.	1)Gris claro con verde 2)Limolita		Limolita calcárea		Mar abierto	Bastante arcillosa, con gran cantidad de óxidos. Presenta dos períodos de fracturamiento.
P-13	Al norte del Toro	La Caja	Calizas recristalizadas en estratos de 35-70cm. Algunos nódulos de fosforita.	1)Gris oscuro	3)Micrita			Mar abierto	Muestra parcialmente recristalizada, presenta cementante fosforítico, óxidos y laminación.
CC-83	Long W 101°46'43" Lat N 24°29'23"	Taraisés	Caliza arcillosa con amonites y nódulos de calcita y pedernal. Espesor de estratos 25-45 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita, pedernal.	1) Pelleta 15% 2) Micrita 99% 3) Calcita microcristalina.	Mudstone foelífero.	Calciesférulas, ostrácodos	Profundidad media de mar abierto.	
CC-84	Long W 101°46'43" Lat N 24°29'23"	Taraisés	Caliza con nódulos de pedernal y hematita. Espesor de estratos 25-45 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita, hematita.	1) Pelleta 2% 2) Micrita 97% 3) Espatita	Mudstone	Rudistas, calciesférulas, pelecipodos.	Profundidad media de mar abierto.	

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPIA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALQUIMICOS 2)FERRICITOS 3)MATRIZ/CEMENT	CLASIFICACION: POLK DUNHAM PETTITJON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
GC-85	Long W 101°46'43" Lat N 24°29'23"	Taraises	Caliza con laminaciones hacia la base, nódulos de pedernal y hematita.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita, hematita.	2) Micrita 98% 3) Epatita 1%	Mudstone	Pelecípodos, ostrácodos, gasterópodos.	Profundidad media de mar abierto.	
GC-86	Long W 101°46'43" Lat N 24°29'23"	Taraises	Caliza con partes arcillosas, nódulos de pedernal y amonites. Espesor de estratos 10-35 cm.	1) Gris claro 2) Wackestone 3) Calcita, hematita.	1) Pellets 10% 2) Micrita 1% 3) Epatita	Wackestone.	Calciesférulas, aspículas.	Profundidad media de mar abierto.	
GC-87	Long W 101°46'43" Lat N 24°29'23"	Taraises	Caliza con nódulos de hematita y pedernal. Espesor de estratos 20-35 cm.	1) Gris amarillento claro 2) Wackestone 3) Calcita, hematita.	1) Pellets 15% 2) Micrita 82% 3) Epatita 1%	Wackestone.	Calciesférulas, rudistas, ostrácodos	Profundidad media de mar abierto.	
GC-88	Long W 101°46'43" Lat N 24°29'23"	Taraises	Caliza con amonites nódulos de pedernal y hematita, arcillosa en la cima y base con laminaciones.	1) Gris claro 2) Wackestone 3) Calcita, hematita.	1) Pellets 49% 2) Micrita 40% 3) Epatita	Wackestone.	Calciesférulas, foraminíferos.	Profundidad media de mar abierto.	
GC-89	Long W 101°46'43" Lat N 24°29'23"	Taraises	Caliza con nódulos de hematita y pedernal.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita, hematita.	1) Pellets 5% 2) Micrita 93% 3) Epatita	Mudstone micrita	Ostrácodos	Profundidad media de mar abierto.	
GC-90	Long W 101°46'43" Lat N 24°29'23"	Taraises	Caliza con nódulos de hematita. Espesor de estratos de 25-35 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 1% 2) Micrita 98% 3) Epatita 1%	Mudstone	Calciesférulas, ostrácodos	Profundidad media de mar abierto.	
GC-91	Long W 101°46'43" Lat N 24°29'23"	Taraises	Caliza con laminaciones en la cima y base y nódulos de hematita.	1) Gris rosado claro. 2) Mudstone 3) Calcita.	1) Pellets 2% 2) Micrita 96% 3) Calcita microcristalina.	Mudstone	Foraminíferos, ostrácodos.	Profundidad media de mar abierto.	

No. DE LANTINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1) ALOQUIMICOS 2) TERRIGENOS 3) MATRIZ/CEPES	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM PETTIJON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
GC-92	Long W 101846'43" Lat N 24829'23"	Taraisas	Caliza con laminaciones, nódulos de hematita y pedernal	1) Gris claro 2) Wackestone 3) Calcita	2) Micrita 3) Espatita	Wackestone a sudstone.		Profundidad media de mar abierto.	
GC-93	Long W 101846'46" Lat N 24829'20"	Taraisas	Caliza limosa con amonites de 6 cm.	1) Gris rosado claro 2) Wackestone 3) Calcita, hematita.	2) Micrita 988 3) Espatita 18	Wackestone a sudstone.	Calciesférulas.	Profundidad media de mar abierto.	
GC-94	Long W 101846'46" Lat N 24829'20"	Taraisas	Caliza con nódulos de hematita y pedernal y amonites hematizadas.	1) Gris claro 2) Wackestone 3) Calcita.	1) Pelleta 18 2) Micrita 938 3) Espatita 18	Wackestone a sudstone.	Rudistas, ostrácodos	Profundidad media de mar abierto.	
GC-95	Long W 101846'46" Lat N 24829'20"	Taraisas	Caliza con nódulos de pedernal con centro calcáreo y nódulos de hematita. Espesor de estratos 30-35 cm.	1) Gris claro 2) Wackestone 3) Calcita	1) Pelleta 18 2) Micrita 958 3) Espatita 18	Wackestone a sudstone.	Ostrácodos	Profundidad media de mar abierto.	
GC-96	Long W 101846'46" Lat N 24829'20"	Taraisas	Caliza con nódulos de pedernal con centro calcáreo y nódulos de hematita	1) Gris claro 2) Wackestone 3) Calcita	2) Micrita 998 3) Espatita 18	Wackestone a sudstone.	Calciesférulas.	Profundidad media de mar abierto.	
GC-97	Long W 101846'46" Lat N 24829'20"	Taraisas			1) Pelleta 18 2) Micrita 958	Wackestone a sudstone.	Calciesférulas, ostrácodos	Profundidad media de mar abierto.	
GC-98	Long W 101846'46" Lat N 24829'20"	Taraisas	Caliza limosa con nódulos de hematita y pedernal y amonites hematizados. Espesor de estratos 20-35 cm.	1) Gris rosado claro 2) Wackestone 3) Calcita, hematita.	1) Pelleta 18 2) Micrita 978 3) Espatita 18	Wackestone a sudstone.	Rudistas, ostrácodos	Profundidad media de mar abierto.	

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)Aloquímicos 2)Terrigenos 3)Matrix/casera	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM PETTIJON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
GC-103	Long W 101°46'12" Lat N 24°29'19"	Tamaulipas Inferior	Caliza con fracturas perpendiculares a la estratificación, nódulos de hematita. El espesor de los estratos es de 50-70 cm.	1) Gris claro rosáceo 2) Mudstone 3) Calcita, cuarzo, hematita	1)Pellets 28 2)micrita 988 3)hematita y silicificación	Mudstone de pellets micrita con pelotoides		Agua profundas.	
GC-104	Long W 101°46'12" Lat N 24°29'19"	Tamaulipas Inferior	Caliza con fracturas perpendiculares a la estratificación rellenas de calcita.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita, cuarzo.	1) Pellets 28 2) Micrita 988 3) Silicificación.	Mudstone de pellets. micrita con pelotoides.		Agua profundas.	
GC-105	Long W 101°46'12" Lat N 24°29'19"	Tamaulipas Inferior	Caliza con fracturas rellenas de calcita perpendiculares a la estratificación. El espesor de los estratos varía de 50-60 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 28 2) Micrita 3) Espatita	Mudstone de pellets micrita con pelotoides.	Foraminíferos, ostrácodos.	Agua profundas.	
GC-106	Long W 101°46'12" Lat N 24°29'19"	Tamaulipas Inferior	Caliza con fracturas rellenas de calcita perpendiculares al rumbo de capas. El espesor de los estratos es de 60-70 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita, hematita.	1) Pellets 48 2)Micrita 968 3)Minerales arcillosos, sílice.	Mudstone de pellets micrita con pelotoides.	Ostrácodos	Agua profundas.	
GC-107	Long W 101°46'12" Lat N 24°29'19"	Tamaulipas Inferior	Caliza con fracturas rellenas de calcita perpendiculares a la estratificación. El espesor de los estratos es de 50-70 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita, hematita.	1) Pellets 38 2) Micrita 958 3) Espatita, sílice.	Mudstone de pellets micrita con pelotoides.		Agua profundas.	
GC-108	Long W 101°46'12" Lat N 24°29'19"	Tamaulipas Inferior	Caliza con fracturas rellenas de calcita perpendiculares a la estratificación. El espesor de los estratos es de 40-50 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita, hematita.	1)Pellets 78 2)Micrita 908 3)Espatita.	Mudstone de pellets micrita con pelotoides.		Agua profundas.	
GC-109	Long W 101°46'12" Lat N 24°29'19"	Tamaulipas Inferior	Caliza con fracturas perpendiculares a rumbo de capa se encontró un fósil de amonite hematisado. Espesor de estratos 40-50 cm	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita, hematita.	1)Pellets 38 2)Micrita 958	Mudstone de pellets micrita con pelotoides.	Ostrácodos	Agua profundas.	

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPIA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALQUIMICOS 2)TERRIGENOS 3)MATRIZ/CEMENTO	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM FETTERHON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
GC-110	Long W 101°46'12" Lat N 24°29'19"	Tamaulipas Inf.	Caliza gris clara, hematizada, fract. relleno de calcita perpendicular a los estratos. Espesor de estratos 1 m. Gasterópodos.	1)Gris claro 2)Mudstone 3)Calcita	Pellets-10% Fósiles-10% Micrita- 80% sin. arcillosos.	Mudstone Micrita	Calcies- férulas Ostrácodos	Agua profundas.	
GC-111	Long W 101°46'12" Lat. N 24°29'19"	Tamaulipas Inf.	Caliza gris claro, fract. perpendicular a la estratificación, nódulos de hematita. Espesor de estratos 50-70cm belemnites.	1)Gris claro 2)Mudstone 3)Calcita, granos de hematita.	Pellets-3% Fósiles-4% Microesparita - 2% Micrita- 91%	Mudstone Micrita	Calcies- férulas y fragmentos de rudistas.	Agua profundas.	
GC-112	Long. W 101°46'12" Lat. N. 24°29'19"	Tamaulipas Inf.	Caliza gris claro, fract. perpendicular a la estratificación, bandas de pedernal. Espesor de estratos 60-70cm Belemnites.	1)Gris oscuro 2)Mudstone 3)Calcita, hematita.	Pellets- 2% Fósiles- 5% Micrita- 92%	Mudstone Micrita	Calcies- férulas.	Agua profundas.	
GC-113	Long W 101°46'12" Lat N. 24°29'19"	Tamaulipas Inf.	Caliza gris con tonos amarillentos, fract. perpendicular a la estratificación. Espesor de estratos 60 cm-1 m.	1)Gris claro rosado 2)Mudstone 3)Calcita, granos de hematita.	Esparita 50% Micrita 50 %	Mudstone Micrita- esparita		Agua profundas.	
GC-114	Long. W 101°46'12" Lat. N 24°29'19"	Tamaulipas Inf.	Caliza gris, fract. perpendicular a los estratos, nódulos y lentes de pedernal Espesor de estratos 1-2 m. Belemnites.	1)Gris rosado claro. 2)Mudstone 3)Calcita, hematita.	Pellets-2% Fósiles-7% Micrita-91% presenta poca silicificación	Mudstone Micrita	Foraminíferos. Ostrácodos Calcies- férulas. frag. de rudistas.	Agua profundas.	

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA	DESCRIPCION MICROSCOPICA	CLASIFI- CACION: FOLK DUNHAM PETTIBON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
				COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	1)ALQUOQUIMICOS 2)TERRIGENOS 3)MATRIZ/CEMENT				
GC-127	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de hematita y pedernal, belemnites hematizados. Espesor de los estratos de 1-2 m.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 5% 2) Micrita 80% 3) Espetita	Mudstone Micrita	Ostrácodos foraminíferos mal conservados.	Aguas profundas.	
GC-128	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 5% 2) Micrita 80% 3) Espetita	Mudstone Micrita	Ostrácodos foraminíferos bentónicos.	Aguas profundas.	
GC-129	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal y hematita, belemnites hematizados. Espesor de estratos 3 m	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 3% 2) Micrita 90% 3) Espetita	Mudstone Micrita	Foraminíferos bentónicos.	Aguas profundas.	
GC-130	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal y hematita. Espesor de los estratos es de 3 m.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 4% 2) Micrita 86% 3) Espetita	Mudstone Micrita	Equinodermos, ostrácodos, calciesférulas.	Aguas profundas.	
GC-131	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal y hematita. Espesor de los estratos es de 3 m.	1) Gris oscuro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 4% 2) Micrita 86% 3) Espetita	Mudstone Micrita	Fragmentos de rudistas, foraminíferos bentónicos	Aguas profundas.	
GC-132	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal y hematita. Espesor de los estratos es de 2-3 m.	1) Gris oscuro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 7% 2) Micrita 78% 3) Espetita	Mudstone Micrita	Foraminíferos planctónicos, calciesférulas.	Aguas profundas.	
GC-133	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal y hematita. Espesor de los estratos es de 1.5-2 m.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 5% 2) Micrita 80% 3) Arcillas, cristales euédrales de dolomita.	Mudstone Micrita Fosilifera.	Calciesférulas, fragmentos de rudistas.	Aguas profundas.	

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROCOPICA 1) ALQUIMICOS 2) TEXTURAS 3) MATRIZ/CEMENTO	CLASIFICACION: FOLIA DUNDHAM FETTLINGH	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
GC-134	Long W 101845'16" Lat N 24829'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal y hematita. Espesor de estratos varía de 1.5-2 m.	1) Gris oscuro 2) Wackestone 3) Calcita	1) Pellets 58 2) Micrita 70%	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Calciesférulas, foraminíferos, ostrácodos.	Agua profundas.	
GC-135	Long W 101845'16" Lat N 24829'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal y hematita, fósil de amonita mal conservado. Espesor de los estratos 2 m.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 38 intraclastos 2) Micrita 89%	Mudstone Micrita	Calciesférulas, ostrácodos rudistas	Agua profundas.	
GC-136	Long W 101845'16" Lat N 24829'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal y hematita. Espesor de estratos 3 m.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 78 2) Micrita 86%	Mudstone Micrita	Calciesférulas, ostrácodos	Agua profundas.	
GC-137	Long W 101845'16" Lat N 24829'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal y hematita. Espesor de los estratos 2 m.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 28 2) Micrita 93%	Mudstone Micrita	Calciesférulas, ostrácodos	Agua profundas.	
GC-138	Long W 101845'16" Lat N 24829'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal y hematita. Espesor de los estratos 2 m.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 38 2) Micrita 82%	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Ostrácodos calciesférulas, foraminíferos, planctónicos.	Agua profundas.	
GC-139	Long W 101845'16" Lat N 24829'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos y lentes de pedernal, nódulos de hematita y belemnites. Espesor de los estratos 2 m.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita y hematita.	1) Pellets 58 2) Micrita 83%	Mudstone	Calciesférulas, equinodermos, foraminíferos.	Agua profundas.	
GC-140	Long W 101845'16" Lat N 24829'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con lentes de pedernal y nódulos de hematita. Espesor de los estratos 2 m.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita, hematita.	1) Pellets 38 2) Micrita 87%	Mudstone	Calciesférulas, equinodermos, foraminíferos, planctónicos.	Agua profundas.	

NO. DE LAHINA	LOCALIDAD COORDINADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALOCQUIMICOS 2)FERRUGENOS 3)MÁTRIZ/CEMENTO	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM PETTIJHON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
GC-141	Long W 101845'16" Lat N 24829'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con lentes de pedernal, nódulos de hematita. Espesor de los estratos 1-2 m.	1)Gris rosado claro. 2)Mudstone 3)Calcita, hematita.	1) Pallets 58 2) Micrita 81%	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Calcies-férulas, ostrácodos equinodermos.	Agua profunda.	
GC-142	Long W 101845'16" Lat N 24829'10"	Tamaulipas Inferior	Caliza con lentes de pedernal, nódulos de hematita, estiolilitas. Espesor de estratos de 1-1.5 m.	1)Gris claro 2)Mudstone 3)Calcita	1) Pallets 58 2) Micrita 75% 3) Espatita	Mudstone fosilífero, Micrita fosilífera.	Calcies-férulas, ostrácodos	Agua profunda.	
GC-143	Long W 101845'16" Lat N 24829'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con lentes de pedernal y nódulos de hematita. Espesor de estratos 0.8-1 m.	1)Gris rosado claro 2)Mudstone 3)Calcita, hematita.	1) Pallets 38 2) Micrita 77%	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Calcies-férulas, ostrácodos equinodermos, foraminíferos.	Agua profunda.	
GC-144	Long W 101845'16" Lat N 24829'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con lentes y nódulos de pedernal, belemnitas, afloramiento masivo	1)Gris rosado claro. 2)Mudstone 3)Calcita	1) Pallets 38 2) Micrita 75%	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Calcies-férulas, foraminíferos, ostrácodos	Agua profunda.	
GC-145	Long W 101845'16" Lat N 24829'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de hematita y pedernal, estiolilitas. Espesor de estratos 60-70 cm.	1)Rosa grisáceo 2)Mudstone 3)Calcita.	1) Pallets 58 2) Micrita 70%	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Foraminíferos, ostrácodos, calcies-férulas, equinodermos.	Agua profunda.	
GC-146	Long W 101845'16" Lat N 24829'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con lentes de pedernal y nódulos de hematita. Espesor de estratos 50-80 cm.	1)Gris rosado 2)Mudstone 3)Calcita	1) Pallets 88 2) Micrita 78%	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera	Calcies-férulas, foraminíferos, ostrácodos	Agua profunda.	
GC-147	Long W 101845'16" Lat N 24829'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos y lentes de pedernal. Espesor de estratos 58 cm.	1)Rosa claro 2)Mudstone 3)Calcita	1) Pallets 28 2) Micrita 83% 3) Espatita	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera	Ostrácodos calcies-férulas, foraminíferos.	Agua profunda.	

No. DE LAMINA	LOCALIDAD	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM PETTIJHON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
	COORDENADAS SECCION			1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	1)ALQUIMICOS 2)TERRIGENOS 3)MATRIZ/CEMENT				
GC-148	Long W 101945'16" Lat N 24929'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza arcillosa con estilolitas a rumbo de capa, nódulos de pedernal gris claro. Espesor de estratos 50-60 cm.	1) Gris rosada 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 28 2) Micrita 82	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Calciesférulas, foraminíferos, ostrácodos.	Agua profundas.	
GC-149	Long W 101945'16" Lat N 24929'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos y lentes de pedernal. Espesor de estratos 40-50 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 48 2) Micrita 78	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Calciesférulas, ostrácodos foraminíferos.	Agua profundas.	
GC-150	Long W 101945'16" Lat N 24929'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos y lentes de pedernal. Espesor de estratos 40-50 cm.	1) Gris rosado claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 28 2) Micrita 88	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Calciesférulas, foraminíferos bentónicos.	Agua profundas.	
GC-151	Long W 101945'16" Lat N 24929'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con lentes de pedernal y nódulos de hematita. Espesor de estratos 40-50 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 38 2) Micrita 90	Mudstone micrítico	Calciesférulas, foraminíferos bentónicos.	Agua profundas.	
GC-152	Long W 101945'16" Lat N 24929'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con partes arcillosas, bandas de pedernal gris-blanco. Espesor de estratos 0.5-1 m.	1) Gris amarillento 2) Mudstone 3) Calcita.	1) Pellets 38 2) Micrita 90	Mudstone fosilífero. Micrita fosilífera.	Calciesférulas, foraminíferos, gasterópodo.	Agua profundas.	
GC-153	Long W 101945'16" Lat N 24929'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza arcillosa con bandas de pedernal gris claro. Espesor de estratos 40-50 cm.	1) Gris amarillento claro 2) Mudstone 3) Calcita.	1) Pellets 58 2) Micrita 88	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Calciesférulas, foraminíferos, ostrácodos.	Agua profundas.	
GC-154	Long W 101945'16" Lat N 24929'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con bandas de pedernal gris claro. Espesor de estratos 40-50 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 58 2) Micrita 81	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Calciesférulas, foraminíferos, ostrácodos.	Agua profundas.	

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALQUIMICOS 2)TERRIGENOS 3)MATRIZ/CEMENTO	CLASIFI- CACION: FOLK DUNHAM PETTJHOM	FOSSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
GC-155	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con bandas de pedernal gris claro. Espesor de estratos 30 cm.	1) Gris claro 2) Wackestone 3) Calcita	1) Pellets 38 2) Micrita 608 3) Espatita, dolomita.	Wackestone, intramicrita.	Calciesférulas, foraminífero.	Agua profundas.	
GC-156	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con lentes de pedernal (10-20 cm) muy alterado. Espesor de estratos 20-30 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 38 2) Micrita 878	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Calciesférulas, ostrácodos	Agua profundas.	
GC-157	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con bandas, lentes y nódulos de pedernal gris claro. Espesor de estratos 20-40 cm.	1) Gris rosado claro 2) Mudstone 3) Calcita	1) Pellets 58 2) Micrita 708	Mudstone fosilífero Micrita fosilífera.	Foraminíferos planctónicos, ostrácodos, calciesférulas.	Agua profundas.	
GC-158	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'05"	Tamaulipas Inferior	Caliza con nódulos de pedernal. Espesor de estratos 20-40 cm.	1) Gris claro 2) Mudstone 3) Calcita, hematita.	1) Pellets 58 2) Micrita	Wackestone, micrita	Calciesférulas, rudistas, foraminíferos planctónicos, ostrácodos	Agua profundas.	
GC-159	Long W 101°45'16" Lat N 24°29'05"	Contacto Tamaulipas Inferior-Peña.	Caliza arcillosa con bandas y nódulos de pedernal y nódulos de hematita. Espesor de estratos 20-40 cm.	1) Gris rosado claro 2) Mudstone 3) Calcita.	1) Pellets 48 2) Micrita 768 3) Microespatita.	Mudstone fosilífero.	Foraminíferos planctónicos, calciesférulas, ostrácodos	Agua profundas.	

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1) ALGOLITICOS 2) TERRESTRES 3) MATRIZ/CEMENTO	CLASIFICACION: FOLK DUBESAN PETTILJEON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
CGG-56	Lat N 24º29'14" Long W 101º45'56"	La Peña	Calizas arcillosas con bandas de pedernal negro. Espesor de estratos 5-10cm.	1)Gris oscuro	1)Paletoides 2)Arcillita 3)Micrita	Caliza arcillosa (Marga)		Mar abierto de aguas profundas.	Presencia de óxidos e incipiente oxidación.
CGG-57		La Peña	Calizas arcillosas laminadas, intercaladas con liolitas calcáreas y bandas de pedernal negro.	1)Gris claro	1)Bioclastos 3)Micrita, aspatita.	Himicrita Wackestone Caliza arcillosa (Marga)	Fósiles fragmentados	Mar abierto de aguas profundas.	Presenta dos períodos de fracturamiento, uno relleno de calcita y otro de cuarzo. Minerales evaporíticos preexistentes.
CGG-58		La Peña	Calizas arcillosas con intercalaciones de liolitas calcáreas y bandas de pedernal negro.	1)Gris claro	1)Bioclastos, foraminíferos 2)Arcillita 3)Micrita	Caliza arcillosa (Marga)	Foraminíferos	Mar abierto de aguas profundas.	Líneas estilolíticas se observan algunos cuarzos anedrales y óxidos.
CGG-59		La Peña	Calizas wackestone intercaladas con calizas arcillosas y lutitas calcáreas. Presentan nódulos de pedernal gris.	1)Gris claro 2)Wackestone	1)Bioclastos 3)Micrita, aspatita.	Wackestone	Foraminíferos, frag. de conchas.	Mar abierto de aguas profundas.	Vetillas rellenas de cuarzo, dolomita.
CGG-60		La Peña	Calizas wackestone intercaladas con calizas arcillosas y algunos nódulos de pedernal gris. Presenta bastantes amonoides.	1)Gris claro 2)Wackestone	1)Bioclastos, foraminíferos 3)Micrita, aspatita.	Wackestone	Foraminíferos, frag. de conchas.	Mar abierto de aguas profundas.	Vetillas rellenas de calcita y cuarzo microcristalino.
CGG-61		La Peña	Calizas arcillosas intercaladas con lutites laminadas y algunos estratos de caliza wackestone. Presenta bastantes amonoides.	1)Gris claro 2)Wackestone	1)Bioclastos, foraminíferos 3)Micrita, aspatita	Wackestone	Foraminíferos, frag. de conchas.	Mar abierto de aguas profundas.	Los frag. de fósiles (conchas) están pirritizados y oxidados. Gran cantidad de cuarzo subhedral.
CGG-62		La Peña	Calizas wackestone intercaladas con calizas arcillosas y algunas lutitas. Presenta nódulos de pedernal negro.	1)Gris oscuro 2)Wackestone	1)Bioclastos 3)Micrita	Wackestone a Packestone	Fragmentos de fósiles	Mar abierto de aguas profundas.	Líneas estilolíticas separando la textura wackestone de la packestone, dolomita, pirita oxidada.

No. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALQUIMICOS 2)TERRIGENOS 3)MATRIZ/CEMENT	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM FETTIJHON	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
PPL-22	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Calizas con laminaciones. Presenta bandas y nódulos de pedernal.	1) Gris claro a oscuro	1)Fósiles 39µ 3)Micrita 60µ	Wackestone.	Equinodermos, foraminíferos, pelocípodos, ostrácodos.	Mar abierto de aguas profundas.	Presencia de pedernal.
PPL-23	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Calizas laminadas con nódulos y bandas de pedernal. Todos los fósiles se encuentran re-cristalizados	1) Gris oscuro	1)Fósiles 14µ 3)Micrita 65µ	Mudstone	Valvas de ostrácodos	Mar abierto de aguas profundas.	
PPL-24	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	En algunas partes se observa recristalización y fracturamiento	1) Gris claro a gris amarillento	1)Fósiles 34µ 3)Micrita 65µ	Wackestone.	Gasterópodos, equinodermos, calciférulas, ostrácodos	Mar abierto de aguas profundas.	Fracturas rellenas de espátita, poca silicificación.
PPL-25	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Calizas con horizontes de óxidos, nódulos de hierro, laminaciones y fracturamiento	1) Gris amarillento	1)Fósiles 27µ 3)Micrita 70µ	Wackestone.	Foraminíferos, ostrácodos, equinodermos, calciférulas.	Mar abierto de aguas profundas.	Algunos óxidos.
PPL-26	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Calizas re-cristalizadas, con algunos fragmentos de fósiles y zonas oscuras por coloración	1) Gris claro con manchas amarillas	1)Fósiles 39µ 3)Micrita 60µ	Wackestone.	Foraminíferos, ostrácodos, equinodermos, globigerinidos.	Mar abierto de aguas profundas.	Vetillas de calcita, silicificación.
PPL-28	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Calizas con laminaciones, bandas de pedernal y fósiles re-cristalizados	1) Gris claro a negro	1)Fósiles 39µ 3)Micrita 60µ	Wackestone.	Equinodermos, calcipolido, calciférulas, ostrácodos	Mar abierto de aguas profundas.	Un amonite, vetillas de calcita.

NO. DE LAMINA	LOCALIDAD COORDENADAS SECCION	FORMACION	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA 1) COLOR 2) TEXTURA 3) MINERALOGIA	DESCRIPCION MICROSCOPICA 1)ALOQUIMICOS 2)TERRIGENOS 3)MATRIZ/CEMEN	CLASIFICACION: FOLK DUNHAM PETTIPHERN	FOSILES	ORIGEN	OBSERVACIONES
PPL-31	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Calizas con algunos horizontes de arcillas, con fósiles recristalizados	1) Gris claro	1)Fósiles 39# 3)Micrita 60#	Wackestone.	Gasterópodos, calpionélido, calciesférulas, equinodermos.	Mar abierto de aguas profundas.	Laminaciones, silicificación.
NPI-20	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Calizas en algunas partes recristalizada. Presenta nódulos de pedernal negro, fracturas y vetillas de caliza	1) Gris claro	1)Fósiles 32# 3)Micrita 65#	Wackestone.	Foraminíferos, ostrácodos, calpionélidos, calciesférulas.	Mar abierto de aguas profundas.	Silicificación.
PPL-10	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Caliza recristalizada con bandas de pedernal. Espesor de estratos 20-40cm	1)Gris oscuro	1)Fósiles 20# 2)Micrita 70#	Biomicrota. Mudstone	Foraminíferos planctónicos, valva de ostrácodo.	Talud continental.	Presenta óxidos de Fe., foraminíferos fragmentados en su mayoría.
PPL-11	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Caliza recristalizada con bandas y nódulos de pedernal. Espesor de estratos 15-30 cm.	1)Gris oscuro	1)Fósiles 3)Lodo calcáreo.	Biomicrota. Mudstone	Frag. bivalvos foraminíferos, globigerinoides	Talud continental.	
PPL-12	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Caliza arcillosa recristalizada, nódulos de Fe, bandas de pedernal, frag. de gasterópodos.	1)Gris	1)Fósiles 33# 2)Micrita 62#	Biomicrota. Mudstone-Wackestone.	Calciesférulas, globigerinoides, foraminíferos, frag. bivalvos.	Talud continental.	Oxidos de Fe.
PPL-13	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Caliza recristalizada, con laminaciones de 1-2 cm., bandas de pedernal.	1)Gris oscuro.	1)Fósiles 7# 3)Lodo calcáreo 55#	Biomicrota.	Foraminíferos planctónicos.	Talud continental.	
PPL-14	El Cardito, Zac.	Cuesta del Cura	Bandas de pedernal con espesor de 5-15 cm.	Negro		Pedernal	Frag. bivalvo.	Talud continental.	Muy recristalizada, cuarzo reemplazando al carbonato de calcio.