

4  
2 ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

TECTONICA DEL NORESTE DE MEXICO Y  
YACIMIENTOS MINERALES ASOCIADOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

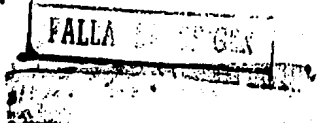
INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

MARIA ESTELA CRUZ NOCHEBUENA

MEXICO, D. F.

1991





Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# INDICE

	PAGINA
RESUMEN	1
GENERALIDADES	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVO	3
ANTECEDENTES	3
MÉTODO DE TRABAJO	6
1.- GEOGRAFIA	7
1.1.- LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO	7
1.2.- HIDROGRAFÍA	9
1.3.- FISIOGRAFÍA	11
2.- GEOLOGIA GENERAL	14
2.1.- ROCAS DEL BASAMENTO	14
2.2.- ROCAS DEL PALEOZOICO	16
2.3.- ROCAS DEL MESOZOICO	18
2.4.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	23
2.5.- ESTRUCTURAS PRESENTES EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS	26

3.-	EVOLUCION TECTONICA	27
3.1.-	TECTÓNICA PRE-LARAMIDICA	27
3.2.-	DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS TECTÓNICOS	33
3.3.-	MAGMATISMO CONTINENTAL	37
3.4.-	EVOLUCIÓN POST-PALEOZOICA	39
4.-	METALOGENESIS REGIONAL	52
4.1.-	YACIMIENTOS DISTRIBUIDOS EN LOS LINEA MIENTOS ESTRUCTURALES DE BOQUILLAS-SABINAS Y SIERRA MOJADA-CHINA	52
4.2.-	PROVINCIA METALOGÉNICA DE CIUDAD VICTORIA	56
4.3.-	YACIMIENTOS HIDROTERMALES ASOCIADOS A ZONAS DE CABALGAMIENTO EN LA SIERRA MADRE ORIENTAL	70
4.4.-	CONCENTRACIONES DE URANIO EN ARENISCAS DEL - TERCIARIO	70
4.5.-	YACIMIENTO DE AZUFRE ASOCIADO A EXHALACIONES VOLCÁNICAS	71
5.-	MODELO METALOGENICO	73
6.-	GEOLOGIA ECONOMICA	79
6.1.-	YACIMIENTOS DE PLOMO, ZINC, PLATA	79
6.2.-	YACIMIENTOS DE ORO	94
6.3.-	YACIMIENTOS DE FIERRO	94
6.4.-	YACIMIENTOS DE TITANIO	97
6.5.-	YACIMIENTOS DE TALCO	101
6.6.-	YACIMIENTOS DE BARITA	102

6.7.- YACIMIENTOS DE FLUORITA	113
6.8.- YACIMIENTOS DE AZUFRE	113
6.9.- YACIMIENTOS DE NIQUEL	115
6.10.- YACIMIENTOS DE COBRE	116
6.11.- YACIMIENTOS MINERALES Y ANOMALÍAS DE LA SIERRA DE SAN CARLOS-CRUILLAS, MPIO. DE SAN CARLOS, TAMPS.	120
6.12.- YACIMIENTOS DE ASBESTO	126
6.13.- YACIMIENTOS DE FOSFORITA	129
6.14.- YACIMIENTOS DE URANIO	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFIA	136
ANEXOS	142
I.- TABLAS DE LAS CARACTERÍSTICAS METALOGÉNICAS DE LAS LOCALIDADES MINERAS	143
II.- SIMBOLOGIA Y LEYENDA METALOGÉNICA	157
CARTA METALOGENICA DE LOS ESTADOS DE NUEVO LEON Y TAMAULIPAS (INCLUIDA FUERA DE TEXTO)	

**RESUMEN**

En el presente trabajo se realizó un análisis metalogénico regional de los estados de Nuevo León y Tamaulipas; se tomo como base el estudio de 143 localidades mineras.

La información geológico-minera se analizó utilizando el código de nomenclatura metalogénica del Subcomité de Norteamérica con las características más importantes como: elemento metálico, ambiente metalogénico, ambiente ígneo asociado, tipo de yacimiento y época metalogénica.

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la región estudiada son: Gneis Novillo de edad Precámbrica, el cual constituye el basamento de la porción central de la zona, secuencias sedimentarias sin metamorfismo y el Esquisto Granjeno que constituyen el Paleozoico; secuencias pelítico-arenosas con horizontes calcáreos correspondientes al Jurásico Medio-Cretácico Inferior.

El Cretácico Superior se caracteriza por depósitos detríticos e intrusiones granodioríticas y monzoníticas; el Terciario Inferior y Medio esta representado por andesitas y basaltos.

La historia tectónica de la región se conoce a partir del Jurásico Superior con la ruptura continental que dará origen al Golfo de México y al posible emplazamiento de cuerpos ultrabásicos. En el Cretácico Superior continúa el movimiento de la Falla Tamaulipas - Oaxaca y ocasiona el desplazamiento del bloque Yucatán hacia el sur. La Orogenia Laramide produce la deformación intensa de la secuencia sedimentaria. En el Terciario Inferior y Medio se tiene un volcanismo andesítico calcoalcalino y un volcanismo basáltico alcalino, el cual es afectado por un fallamiento normal en el Terciario Superior.

La distribución de los yacimientos minerales está controlada por los elementos tectónicos como son: 1) Alineamientos Boquillas Sabinas (B-S) y Sierra Mojada China (SM-CH), en la región noroeste del área estudiada 2) Falla Tamaulipas - Oaxaca 3) Cabalgamientos del borde oriental de la Sierra Madre Oriental y 4) Depósitos sedimentarios progredientes del Terciario.

En el Terciario Inferior con el emplazamiento de intrusiones graníticas, monzoníticas y dioríticas se producen mineralizaciones de Fe, Ti, Cu por metasomatismo de contacto. Asociado a una alteración hidrotermal en cuerpos ultramáficos preexistentes lo que da por resultado la formación de yacimientos de asbestos y talco.

En el Terciario Medio se desarrollan concentraciones de uranio en las facies arenosas; la actividad hidrotermal del Terciario Superior produce concentraciones polimetálicas, bario y fluorita.

## **GENERALIDADES.**

### **Introducción.**

La metalogenia regional de México ha tenido sus más significativos adelantos a partir de 1984 con el estudio sistemático y exhaustivo de más de 5000 localidades mineras que formarán la Carta Metalogénica de México a escala 1:2,000,000 bajo los auspicios de la Facultad de Ingeniería.

Para la realización de este proyecto se están elaborando Cartas Metalogénicas por estados, de las cuales el presente trabajo contribuye con el análisis de los yacimientos minerales de los estados de Nuevo León y Tamaulipas en el noreste de la República Mexicana.

Si bien esta región no tiene tanta importancia en cuanto a su producción minera, las pocas zonas con mineralización conocida (143 localidades) describen ambientes metalogénicos particulares que vistos en conjunto, dentro del contexto tectónico global, aportan continuidad a las provincias metalogénicas definidas en estados vecinos, así como su prolongación hacia el sureste de los Estados Unidos.

La realización del presente trabajo se ha visto favorecida por recientes investigaciones sobre la tectónica del Noreste de México que proveen el marco geológico fundamental sobre el cual se cimantan otros estudios. Al respecto, es oportuno mencionar la síntesis tectónica de Padilla y Sánchez (1986), así como la Carta Tectónica de México a escala 1:2,000,000 de este mismo autor y colaboradores (en prensa).

Sobre tales bases y junto con una metodología de integración bases de datos metalogénicos, aplicada en otras regiones de México, la Carta Metalogénica del Noreste de México busca llenar un vacío de información e interpretar la historia tectónica de la región y su relación con la distribución de los yacimientos minerales asociados.

Como ya se mencionó, el número de yacimientos es reducido, se conocen mineralizaciones de hierro, cobre, polimetálicos y titanio, que si bien no son explotados intensamente, aportan datos sobre los metalotectones antiguos; sobre el papel de las estructuras regionales antiguas (Falla de Tamaulipas-Oaxaca) como agente controlador de la distribución de yacimientos minerales; del papel del subvolcanismo en la concentración de ciertos elementos metálicos y el de la herencia metálica del basamento en la composición metálica de formaciones geológicas que lo sobreyacen.

## **Objetivo del Trabajo.**

El objetivo del presente trabajo es el de conocer la distribución regional de yacimientos minerales dentro de su contexto geológico, a fin de explicar su historia, modo de depositación, procesos mineralizantes y extensión de los yacimientos con miras a impulsar la prospección minera, en la región Noreste de México principalmente en los estados de Nuevo León y Tamaulipas.

## **Antecedentes.**

Diversos estudios metalogénicos regionales se han llevado a cabo en México, la mayoría a partir de la década de los setentas. Smith (1974), realiza un estudio metalogénico de la porción norte de México, en el cual distribuye algunas provincias con base en las tres zonas geológicas que caracterizan a un sistema montañoso de tipo cordillerano, apoyado en las teorías de tectónica de placas manejada por Dewey y Bird (1970), Sawkins (1972), Guél (1972) y Gilluly (1973).

Smith (op. cit.) considera que la porción norte de México se puede dividir desde el punto de vista tectónico y metalogénico en 3 zonas.

La zona 1 ubicada en los bordes de la plataforma continental y constituida por complejos ofiolíticos que afloran en la porción oeste central de Baja California donde se exhibe muy pobremente y sus minerales característicos están ausentes.

La zona 2 corresponde a la cordillera conformada por rocas intrusivas y extrusivas calcoalcalinas; forma provincias metalogénicas monometálicas, vetas de oro y plata y depósitos de tungsteno.

Por último la zona 3 comprende sedimentos derivados de la plataforma continental que han sido deformados por efectos de compresión y contienen yacimientos de mercurio, plata, cobre, estaño y tungsteno.

En 1975 bajo la dirección de Salas G.P. El Consejo de Recursos Minerales elaboró la primera carta metalogénica de la República Mexicana a escala 1:2,000,000 que sigue los lineamientos marcados por el Subcomité de Norteamérica para la elaboración de la Carta Metalogénica del Mundo. En su trabajo Salas concluye que las provincias metalogénicas de México tienen una estrecha relación con las provincias fisiográficas y geológicas ya conocidas.

Delgado A. L. (1977), hace un ensayo de la metalogenia en México según el modelo andino, divide a los yacimientos de Fe, Au, Cu, Pb, Zn y Sn en dos zonas y toma como base el desarrollo tectónico del país: La zona norte que se genera desde el Jurásico y culmina en el Plioceno-Cuaternario y la zona sur que se desarrolla desde el Eoceno-Oligoceno hasta el Reciente.



Rodríguez y Córdoba (1978) por conducto del Instituto de Geología de la U. N. A. M. y en colaboración con el Gobierno del Estado de Sinaloa llevaron a cabo un exhaustivo trabajo de cartografía geológica e inventario de zonas mineras de dicho estado. Comprendió la localización de 87 yacimientos tanto metálicos como no metálicos.

Bustamante (1978), realizó la recopilación de la información de tipo geológica, económica y minera del estado de Sinaloa a partir de los trabajos de campo e investigaciones realizadas por el Consejo de Recursos Minerales. En esta recopilación se separan las unidades mineras con base en el tipo de yacimientos y contenido mineralógico de los depósitos metálicos y no metálicos.

Clark, Damon, Schutter y Shaffiquila (1979), en colaboración con el Consejo de Recursos Minerales presentaron un modelo metalogénico para el Norte de México, en el cual atribuyen las tendencias de mineralización observadas a la migración de un foco magmático durante el Cretácico y Terciario Tardío; además sugieren que sus asociaciones por elemento metálico y por tipos de yacimientos se relacionan a fases magmáticas separadas que constituyen franjas paralelas a una zona de subducción.

Clark, Foster y Damon (1979), basados en el trabajo anterior, extienden sus estudios hacia la mayor parte de la República Mexicana en un mapa realizado a escala 1:15,000,000. Posteriormente, Campa y Coney (1982), superponen sus mapas de terrenos estratotectónicos sobre la carta metalogénica de la República Mexicana, elaborada por Salas (1975), concluyen que existe un control del basamento sobre la distribución de los yacimientos minerales.

Núñez y Torres (1984); realizaron un trabajo sobre metalogenia regional, en la porción suroccidental de México. Dichos autores propusieron cuatro épocas metalogénicas asociadas a marcos tectónicos definidos: Triásico-Jurásico con formación de yacimientos volcano sedimentarios de cobre; Jurásico-Cretácico Inferior con yacimientos volcano sedimentarios polimetálicos; Cretácico Superior-Terciario Inferior con mineralizaciones tipo metasomáticas de contacto y Oligoceno-Mioceno con depósitos de tipo hidrotermal. Destacan también la influencia que pueden tener los campos geotérmicos como mecanismos de generación y reconcentración de metales.

Gutiérrez (1986); realizó un trabajo de metalogenia del estado de Sinaloa en el que expone la existencia de dos épocas de mineralización fundamentales, Cretácico Superior-Eoceno Medio, caracterizada por el emplazamiento de yacimientos de tipo pórfidos de cobre y de yacimientos metasomáticos de contacto y Eoceno Tardío-Oligoceno, con la generación de vetas hidrotermales

Gonzalez y Torres (1988) realizaron un estudio tectónico metalogénico de la región centro-oriental de México, donde analizan más de 700 localidades mineralizadas.

En este trabajo se demuestra la existencia de provincias metalogénicas cuya distribución y origen obedeció a los siguientes procesos tectónicos: 1) Formación de un arco volcánico submarino con alto contenido de pelíticos en la zona de post-arco. La mineralización es sinsedimentaria de cobre-pirrotita en el arco y polimetálica en el post-arco.

La edad de la secuencia es Permo-Triásica. 2) Magmatismo intrusivo calcoalcalino de margen continental (Jurásico), sin formación de yacimientos minerales 3) Levantamiento, erosión y formación de deltas progradantes y desarrollo de yacimientos de origen químico de Pb Zn Ag. 4) Formación de un arco de islas con cuenca marginal y mineralización de sulfuros masivos durante el Cretácico Temprano 5) Migraciones laterales del magmatismo continental producen las provincias metálicas en forma de franjas paralelas a la línea de costa de acuerdo al siguiente orden: Fe (Ti,Cu), Cu,Au; Pb,Zn,Ag (Au,Cu); Au,Ag (Pb,Zn,Cu); Sn; CaF<sub>2</sub>; Mn y Hg,Sb (Mn). Las edades de tales franjas van del Cretácico Tardío al Terciario Medio.

El trabajo más reciente de metalogenia regional fue la Carta Metalogénica de Zacatecas realizada por Vázquez (1990). El origen y distribución de los yacimientos minerales en la región se asocia a la actividad subvolcánica de un arco magmático en migración E-W. Este fenómeno provocó una sucesión de depósitos que formaron largas franjas con rumbo NW en una posición paralela a la costa del Pacífico.

La distribución regional de yacimientos sugeridas por dicho autor en dirección EW es: Sn; Pb,Zn,Ag; Hg,Sb,Mn y CaF<sub>2</sub>. Las épocas metalogénicas reconocidas en la región de Zacatecas incluyen: Triásico Superior, Cretácico Inferior-Medio y Terciario Medio; este último es el período más importante como formador de yacimientos minerales.

La reseña de trabajos enlistados en los párrafos precedentes muestra que para el nororiente de México no se han realizado investigaciones en metalogenia regional; no obstante existe actividad minera en esta región. Para suplir esta carencia, el presente trabajo busca hacer una interpretación sobre el origen y distribución de los yacimientos minerales, a la luz de los modelos tectónicos más recientes que se han propuesto para la zona.

### **Método de Trabajo.**

Concretamente el método de trabajo consistió de las siguientes etapas:

- 1) Recopilación bibliográfica y cartográfica de información geológico-minera de los estados de Nuevo León y Tamaulipas.
- 2) Sistematización de la información mediante el empleo del código de nomenclatura metalogénica del Subcomité de Norteamérica modificado por Núñez y Torres (1984).
- 3) Elaboración de un plano geológico base a escala 1:500,000 compilado de diversos autores.
- 4) Elaboración de la carta metalogénica de los estados de Nuevo León y Tamaulipas sobre el plano geológico base.
- 5) Configuración e interpretación de la distribución de zonas metálicas.
- 6) Elaboración del escrito con las ilustraciones que lo acompañan.

## 1.- GEOGRAFIA.

### 1.1.-Localización y Vías de Acceso

El sitio de estudio comprende los Estados de Nuevo León y Tamaulipas los que se localizan en la porción noreste de la República Mexicana en una superficie de aproximadamente 128,202.80 Km<sup>2</sup>, limitada por las siguientes coordenadas geográficas:

22 $\frac{1}{2}$ 33' a 27 $\frac{1}{2}$ 56' de Latitud Norte  
97 $\frac{1}{2}$ 56' a 101 $\frac{1}{2}$ 07' de Longitud Oeste

Limita al norte con los Estados Unidos de América, hacia el poniente con los estados de Coahuila, San Luis Potosí y Zacatecas, al oriente con el Golfo de México. Las vías de comunicación dentro del área de estudio comprenden carreteras, vías férreas y aeropuertos. La red de caminos está constituida por la Carretera Federal No. 85 México-Nuevo León que cruza el estado de sureste a norte, conectando las poblaciones de Monterrey, Linares y Sabinas Hidalgo con las del centro y sur de Tamaulipas, Victoria, Mante y Tampico; de ahí con todo el sureste y el Golfo de México. Hacia el norte comunica con Nuevo Laredo, Tamaulipas y con Estados Unidos.

La Carretera Federal No.40 Matamoros-Mazatlán cruza la entidad de este a oeste por su parte media; la Carretera Federal No.54 con la que se conecta en Saltillo, (Figura 1.1).

Otras carreteras de importancia son:

Monterrey-Monclova  
Monterrey-Ciudad Mier  
Linares -Entroque San Roberto  
Galeana -La Escondida-Dr.Arroyo  
San Fernando-Matamoros  
Ciudad Victoria-San Luis Potosí  
Ciudad Mante-Matamoros

Existen otros pequeños tramos de importancia local como el de Cadereyta a Allende, el de Los Herrera al entroque con la Carretera Federal No.40, el de García al entroque con la Carretera No.40 y la ampliación de la Carretera Monterrey-Linares.

Dentro de las comunicaciones terrestres también existe el Ferrocarril; Nuevo León cuenta con 940 Km de Vías Férreas. Por su parte central cruza el estado la vía del Ferrocarril Monterrey-Tampico, de oeste a norte la vía México-Nuevo Laredo que comunica a Monterrey con el sur y el occidente del País, al igual que con el norte de Tamaulipas y con Estados Unidos.

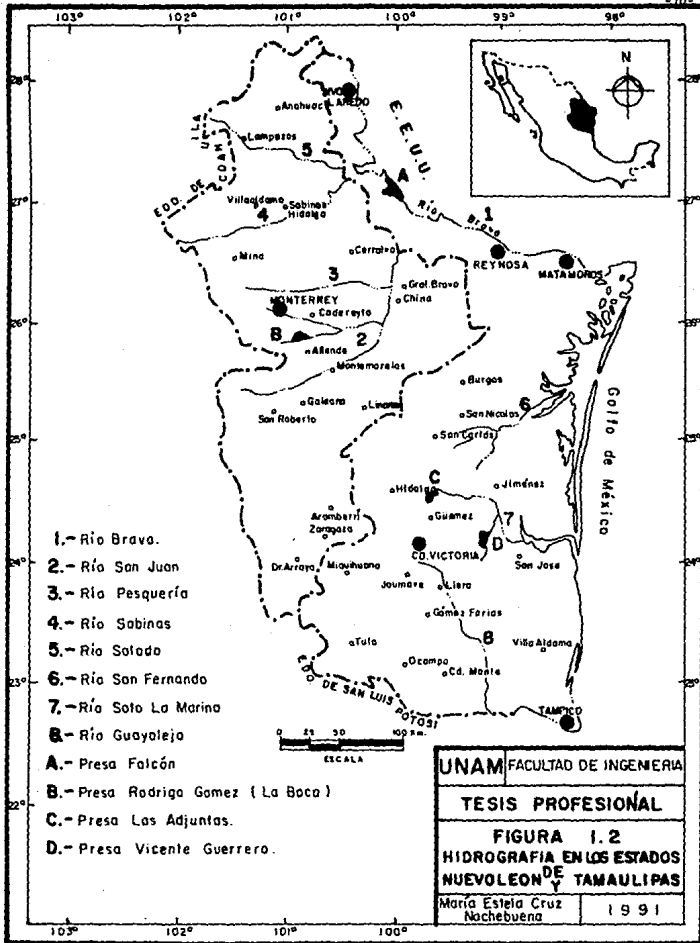


Por lo que respecta a vías aéreas, Nuevo León tiene un aeropuerto internacional (Mariano Escobedo) para aviones de gran radio de acción localizado en el Municipio de Apodaca, dentro del área metropolitana de Monterrey.

Dentro de los Puertos de importancia el Estado de Tamaulipas cuenta con uno de altura localizado en Tampico y Ciudad Madero.

### **1.2.-Hidrografía.**

La red hidrográfica que constituyen los ríos en el área de estudio pertenecen a la vertiente del Golfo de México. Dentro de los más importantes se tienen: El Río Bravo que marca el límite entre los Estados Unidos de América y México, en la parte entre Ciudad Juárez y su desembocadura con el Golfo de México; El Río San Juan, segundo afluente de importancia del Bravo; los ríos Salado, Pesquería, Sabinas, San Fernando ó Pablillo, Río Soto la Marina y Guayalejo (Fig. 1.2.). Estos son almacenados en las presas Falcón, Venustiano Carranza, Rodrigo Gómez (La Boca), Las Adjuntas, Vicente Guerrero, cuyos objetivos son generación de energía eléctrica, riego, usos recreativos, control de avenidas y dotación de agua.



- 1.- Río Bravo.
- 2.- Río San Juan
- 3.- Río Pesquería
- 4.- Río Sabinas
- 5.- Río Sotado
- 6.- Río San Fernando
- 7.- Río Soto La Marina
- B.- Río Guayalejo
- A.- Presa Falcón
- B.- Presa Rodríguez Gómez ( La Boca )
- C.- Presa Las Adjuntas.
- D.- Presa Vicente Guerrero.

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

FIGURA 1.2  
HIDROGRAFIA EN LOS ESTADOS  
NUEVOLEON DE Y TAMAULIPAS

María Estela Cruz  
Nochebuena

1991

### 1.3.-Pisiografía.

El área de estudio queda comprendida dentro de las provincias de la Llanura Costera del Golfo, Sierra Madre Oriental, y Mesa del Norte, (Figura 1.3). Descrietas por Erwin Raiz en 1959.

La provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo está constituida por la subprovincia de Llanuras y Lomeríos. La parte de esta subprovincia que penetra en el estado de Nuevo León está incluida en la región conocida como Llanura Costera o Plano Inclinado. La subprovincia está constituida por una pequeña sierra baja, la Sierra de Las Mitras, lomeríos suaves con bajadas y llanuras de extensión considerable.

En el estado de Tamaulipas las estructuras más acentuadas están asociadas en general con intrusiones ígneas de magma ácido o intermedio como son las Sierras de San Carlos y San José de las Rusias, y cuellos volcánicos; el más espectacular es el denominado Bernal de Horcasitas que se localiza a 12 Km al SE de Magiscatzín.

La provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental se compone a su vez de cinco subprovincias: Sierras Transversales, Sierras y Llanuras Occidentales, Gran Sierra Plegada, Pliegues Saltillo-Parras y Sierras y Llanuras Coahuilenses.

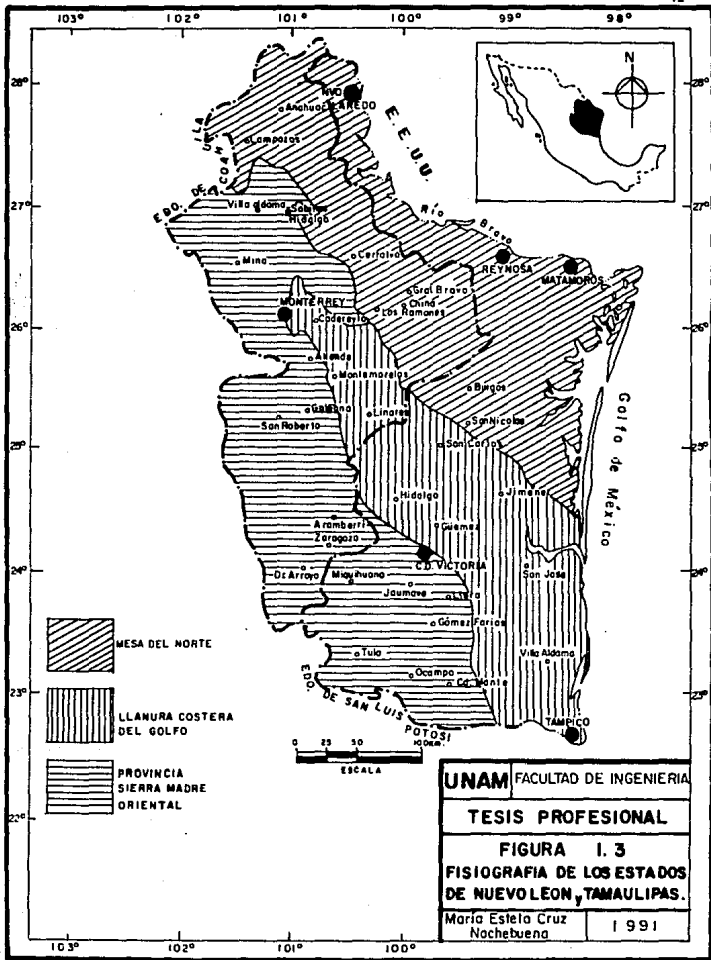
La subprovincia de las Sierras Transversales corre casi perpendicularmente a los ejes principales de la Sierra Madre Oriental. Una característica notable es su complejidad litológica, ya que afloran rocas tan diversas como calizas, esquistos y rocas ígneas intrusivas y extrusivas. Solo una pequeñísima extensión de llanura desértica, en el extremo oriente de la subprovincia penetra en el estado de Nuevo León.

La subprovincia de las Sierras y Llanuras Occidentales, también conocida como Sierra Madre incluye las sierras pequeñas de El Cateado y Las Mazmorras, paralelas a las del Potosí, sierras tendidas que alcanzan algo más de 2000msnm, comprende también las bajadas de estas sierras, lo mismo que las orientales de la Sierra Azul y los llanos al sur de la misma.

La región flexionada que se encuentra al Este de Saltillo y al Sur de Monterrey se conoce como Anticlinorio de Arteaga. Una gran falla inversa corre sobre los bordes orientales de la Sierra, en tanto que algunas otras de menor tamaño se extienden más o menos paralelas a aquella y a los ejes estructurales.

También hay afloramientos yesíferos paralelos en el mismo sentido, particularmente del lado occidental de la sierra y fosforitas. Hacia los bordes occidentales se presentan algunas fallas normales importantes. Las cumbres generales de la Sierra oscilan entre 2000 y 3000m.





La subprovincia de los Pliegues Saltillo-Parras ocupa dentro del área de estudio una pequeña porción, los sistemas representativos son la sierra pliegue, la sierra pliegue con lomeríos, el lomerío, la bajada con lomeríos, la llanura de piso rocoso con lomeríos, la llanura aluvial y el valle intermontano.

La subprovincia de las Sierras y Llanuras Coahuilenses está constituida por sierras de caliza plegadas, la mayoría orientadas de noroeste a sureste, escarpadas y más bien pequeñas; alcanza altitudes de 1000 a 2000m. Hay tres conjuntos estructurales de la subprovincia que forman parte del territorio neolonés. La Sierra de Sabinas Hidalgo, Sierra El Potrero, anticlinal de lomo erosionado que se extiende al norte de la Ciudad de Monterrey y la Sierra Picacho que se levanta al noreste de la misma ciudad, cuenta con una fuerte intrusión ígnea sobre su borde norte.

Existen otras sierras, entre las que se extienden llanuras aluviales, dominan las calizas, pero también hay lutitas y yeso. La provincia de la Mesa del Norte está integrada por la subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León. Se caracteriza por la presencia de llanos interrumpidos por lomeríos dispersos, bajos de pendientes suaves y constituidos por conglomerados.

Esta subprovincia forma parte de la región conocida como Llanura Costera o Plano Inclinado.

## 2.- GEOLOGIA GENERAL.

### 2.1.-Rocas del Basamento.

Según los estudios de Ortega Gutiérrez (1978), las rocas más antiguas que afloran en el noreste de México están constituidas por una secuencia metamórfica que en su base está representada por el Gneis Novillo cuya edad se le asigna al Precámbrico y el cual aflora en el Cañón del Novillo al poniente de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Esta roca consiste de un ortogneis gabroide-anortosítico, mientras que en el cercano Cañón de la Peregrina aflora también un paragneis cuarzo-feldespatítico con algunas capas de mármol.

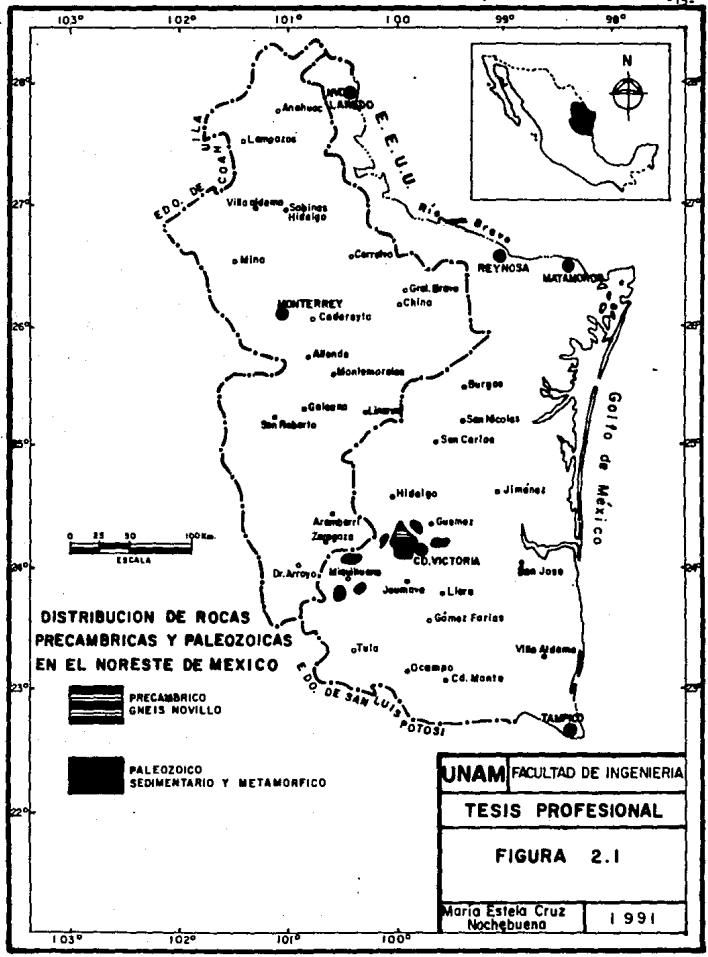
El contacto premetamórfico entre las dos secuencias parece ser intrusivo y el conjunto está en contacto tectónico con el Esquisto Granjeno Paleozoico, que en el Cañón del Novillo consiste de esquisto de albíta, rocas verdes, serpentinita y metacaliza; cuerpos ígneos básicos y graníticos deformados y algo recrystalizados, intrusionan al Gneis Novillo y probablemente a los esquistos, (Figura 2.1).

Los gneis tienen un bandeamiento generalmente paralelo a la foliación general (N52½W, 75½NE), la cual es paralela a los planos axiales de los pliegues isoclinales y de pliegues más abiertos cuyos ejes tienen una dirección de N48½W y buzamiento de 28½.

Dos fases de deformación posteriores produjeron milonitización paralela al bandeamiento gnéisico en las cercanías del contacto del gneis con el Esquisto Granjeno y el desarrollo de bandas de cataclasis, hasta más de 100m de espesor con un rumbo promedio N40½E e inclinación de 62½SE, los diques básicos se emplazaron paralelamente a estas últimas.

Las condiciones del metamorfismo del Gneis Novillo se asignaron a las facies de granulita, estimándose con base en la estabilidad experimental conocida de las asociaciones minerales encontradas en las granulitas básicas, un rango de temperaturas de 700½-800½C y de 8-10Kb de presión litostática, en presencia de escasos fluidos acuosos. Una retrogresión posterior, asociada a la cataclasis se verificó en la parte más baja de la facies de esquisto verdes.

El metamorfismo del Esquisto Granjeno en contraste, se desarrolló a bajas temperaturas y probablemente a elevadas presiones, como lo sugieren sus conjuntos minerales y la presencia de glaucófano cerca de la serpentina del Cañón del Novillo. (Ortega-Gutierrez 1978).



## 2.2.-Rocas del Paleozoico.

El Paleozoico está representado por el Esquisto Granjeno que se encuentra aflorando en el anticlinorio de Huizachal-Peregrina, al NW de Ciudad Victoria, Tamaulipas.

El Esquisto Granjeno constituye una secuencia metamórfica de la facies de esquisto verde, estando formada por: esquisto de cuarzo (metaperdernal), calco-esquisto (mármol), metagrauvaca, serpentinita, micaesquisto de cordierita y grafito, esquisto de actinolita-epidota y rocas metavolcánicas de composición básica. Debido a esta asociación su origen puede estar relacionado a un antiguo arco insular con corteza de tipo oceánico debido a que contiene elementos, aunque no todos, de una secuencia ofiolítica (Ramírez-Ramírez, 1978).

Ahora se piensa que las rocas sedimentarias y volcánicas que dieron origen a estos esquistos, fueron acumuladas en una cuenca marginal, situada en el lado oeste o noreste del arco, que daba hacia el cratón Norteamericano-Mexicano.

Según estudios realizados se le asigna una edad del Paleozoico Tardío, en la cual el alóctono Esquisto Granjeno fue emplazado; estudios hechos por Garrison (1978) le asigna una edad radiométrica de 333 más o menos 30 m. a.

En la región de Ciudad Victoria, Tamaulipas el Paleozoico también está representado por la siguiente secuencia de rocas (Carrillo Bravo, 1961).

**Conglomerado Naranjal:** Se encuentra en la región de Ciudad Victoria al NW del Rancho del Naranjal en el Cañón de Caballeros.

**Cuarcitas La Presa:** Se le asigna este nombre por hallarse expuestas en el Cañón de La Presa (Peregrina) aproximadamente a 300m al W del rancho Vicente Guerrero.

### Ordovícico.

#### Calizas Victoria.

Con este nombre se han denominado las calizas que en la Cuchilla de la Yerba (al NW del rancho Vicente Guerrero en el Cañón de Peregrina) se hallan subyaciendo en aparente concordancia con sedimentos silúricos y descansando sobre rocas de aspecto gneisóide.

### Silúrico.

#### Formación Caballerangos.

Conjunto de calizas gris verdosas, areniscas y lutitas, rocas silúricas que afloran en el Cañón de Caballeros (entre los ranchos El Naranjal y El Aserradero y en la Cuchilla de Yerba aproximadamente 2Km al NW del Rancho Vicente Guerrero).

### Devónico.

#### Capas La Yerba.

Se ha dado este nombre a una secuencia estratigráfica que en la Cuchilla de La Yerba cubre en aparente concordancia a rocas de edad silúrica y subyace a sedimentos mississippios. Consiste de rocas silicificadas de color blanco ligeramente verdoso, lutitas de color negro y areniscas de color gris verdoso.

### Missisípico.

#### Areniscas Vicente Guerrero.

Toman su nombre del Rancho Vicente Guerrero que se halla en las márgenes del Cañón de Peregrina aproximadamente a 10Km al SW del Ejido de La Libertad.

En la Cuchilla de La Yerba, las rocas del Missisípico descansan sobre calizas del Devónico y se observan en la porción basal, la cual muy probablemente constituye el conglomerado basal del Missisípico; en el cauce del Cañón de Peregrina, aproximadamente a 500m al W del Rancho Peregrina las areniscas Vicente Guerrero subyacen en discordancia angular a la Formación Del Monte de edad Pensilvánico Inferior.

### Pensilvánico.

#### Formación Del Monte.

Son estratos de edad Pensilvánico Inferior que afloran en la Cuchilla del Monte a 600m al W del Rancho Peregrina. Las Capas del Monte en el Cañón de Peregrina descansan en discordancia angular sobre las areniscas Vicente Guerrero y en su porción basal están constituidas por un conglomerado de aproximadamente 2m de espesor, arriba del cual se halla una sección considerable de calizas y calizas arenosas de color gris de espesor medio a grueso. Sobre las calizas descansan areniscas y lutitas de color gris oscuro y negro.

### Pérmico.

#### Capas Guacamaya.

Se ha dado este nombre a la gruesa sección de sedimentos pérmicos que aflora en la región de Victoria, su localidad tipo se halla entre el Rancho de Guacamaya y el Rancho Peregrina, están formadas por una potente sección de areniscas, conglomerados y lutitas de color gris oscuro y negro.

Del Pérmico son los sedimentos que más amplia distribución tienen en el área. El espesor de la sección expuesta en la localidad tipo es de más de 1000m y no ha sido posible observar su contacto sedimentario con las demás rocas subyacentes ya que generalmente es por falla. En el Cañón de Peregrina las capas Guacamaya subyacen discordantemente (discordancia angular) a los Lechos

Rojos de edad Jurásica (Formación La Joya) y en el Cañón de la Boca, también en discordancia angular, a Lechos Rojos del Triásico (Formación Huizachal).

### 2.3.-Rocas del Mesozoico.

El Mesozoico en el noreste de México está representado por una gran cobertura sedimentaria, la cual forma una secuencia de rocas carbonatadas y terrigenas del Jurásico y Cretácico que se depositan en el Geosinclinal Mexicano sobre un basamento formado por rocas metamórficas del Paleozoico; estos sedimentos fueron deformados durante la Revolución Laramide dando por resultado plegamientos, los cuales han sido afectados por cabalgaduras y fallas longitudinales durante el Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano. En algunos lugares estas rocas se encuentran intrusadas por plutones emplazados durante el Terciario Medio.

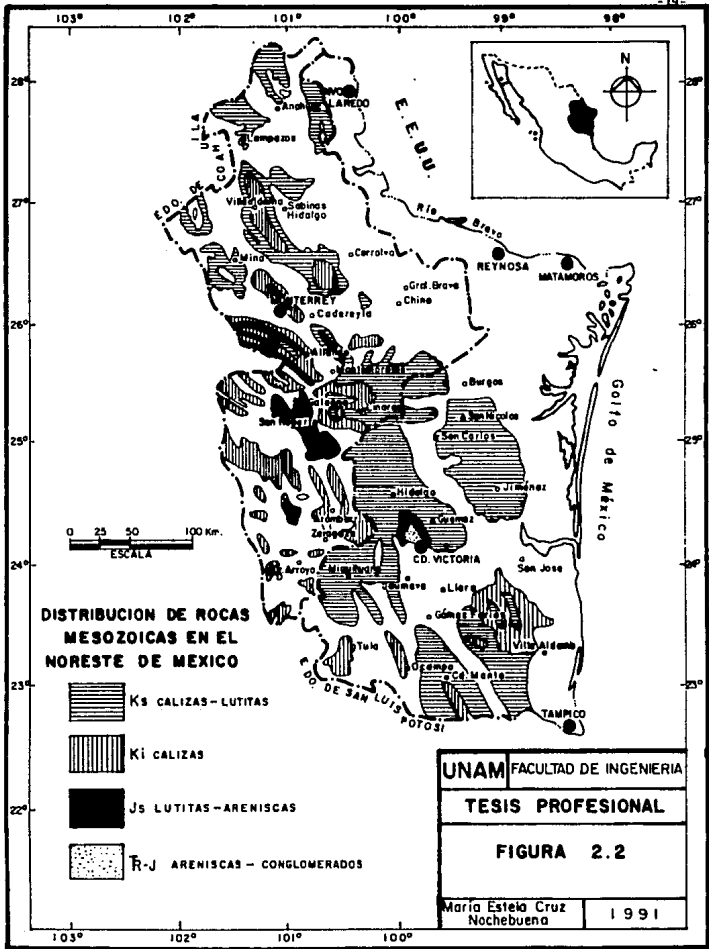
Las rocas más antiguas que afloran en esta región han sido asignadas al grupo Huizachal (Tavera-Amezcuca, 1960) del Triásico Tardío (Padilla y Sánchez, 1982). Consiste principalmente de lechos rojos, más finos hacia la base y más gruesos hacia la cima y representan depósitos continentales. Estas rocas han sido interpretadas como el resultado de erosión de horts formados en el Mesozoico Temprano, (Figura 2.2).

Dentro del Jurásico Tardío, una transgresión del mar propició el depósito de gruesas secuencias de rocas terrigenas clásticas, carbonatadas y evaporíticas; se les atribuye un espesor de 600m y una edad Oxfordiana Tardía y corresponden a la Formación Olvido.

Sobreyaciendo a estos sedimentos se encuentra una secuencia de lutitas, limolitas, areniscas calcáreas y calizas arcillosas en ocasiones ligeramente fosfatadas. Presenta en la parte inferior algunos horizontes carbonosos (Potrero del Prieto) reportados antes por Tavera (1960) y también esporádicamente horizontes con concreciones calcáreas muy fosilíferas asignables al Kimmeridgiano Medio debido a la presencia de amonitas clasificadas como Glochiceras diaboli Imlay (1943). Se calcula que su espesor es de aproximadamente 200m ya que este es variable como producto de la deformación que ha soportado esta unidad y corresponde a la Formación La Casita.

### Cretácico Inferior.

Está representado por la Formación Taraises la cual está constituida en la parte inferior por 15m aproximadamente de areniscas de color pardo rojizo reportadas con anterioridad por Díaz (1951). Sobre estas areniscas se presentan calizas arcillosas de color gris oscuro que intemperizan a gris amarillento, la secuencia continúa hasta su contacto con la Formación Cupido, con calizas de color gris mediano a oscuro y algunas intercalaciones de limolitas de color rojizo, así como también escasos nódulos de pirita. El espesor de esta formación es de 250m aproximadamente.





La macrofauna presente es escasa, únicamente se determinó una amonita que fue clasificada como Olcostephanus sp. atribuible al Valanginiano. Con respecto a la microfauna, ésta es abundante y corresponde a tintinidos y nannocónidos asignables al Berriasiano - Hauteriviano.

#### Formación Cupido.

Esta unidad presenta algunas variaciones litológicas (intercalaciones arcillosas) que son el motivo de que Tavera (1960 p. 23) utilizara el término "Formación Cupido". La Formación Cupido descansa concordantemente sobre la Formación Taraises, estando constituida hacia su base por calizas arcillosas de color gris amarillento de estratificación media con escasas intercalaciones arcillosas y margosas.

La columna estratigráfica continúa con una secuencia monótona de calizas de estratificación gruesa, color gris, con estilolitos paralelos a la estratificación y abundantes nódulos de pirla, hematita y pedernal gris claro; su espesor es de 500m aproximadamente. La presencia de Nannoconus bermudezi (Bronnimann) Nannoconus steinmanni (Kamptner) y Nannoconus elongatus (Bronnimann) indican una edad Hauteriviano Tardío-Aptiano Temprano.

Sobreyaciendo a ésta se encuentra la Formación La Peña la cual está constituida en su parte inferior por calizas de estratificación delgada muy semejante a la caliza de la Formación Cupido, pero diferenciándose de éstas en que contienen nódulos de pedernal gris oscuro a negro y presentan algunos ejemplares de Inoceramus sp. La parte superior está formada por calizas arcillosas y limolitas calcáreas de color café amarillento con algunos ejemplares de Dufrenoyia sp. La microfauna reconocida consistió de Hedbergella sp. El espesor de la Formación La Peña se considera de 55m aproximadamente.

#### Formación Aurora.

Son calizas de color gris claro de estratificación mediana a gruesa con nódulos de pedernal y abundantes biostromas de rudistas (Pachyodonta y Rudistae).

#### Formación Tamaulipas.

Está constituida hacia su parte inferior por calizas de color gris claro, de estratificación media y con algunas intercalaciones de arcillas calcáreas. Esporádicamente aparecen nódulos de pedernal de color gris oscuro, así como también escasas concentraciones de hematita. La parte superior de esta unidad está constituida por calizas de estratificación mediana, de color gris, que presentan ondulaciones tipo boudinage y abundantes bandas de pedernal de color gris oscuro a negro, su edad corresponde al Albiano-Cenomaniano Tardío habiéndose encontrado microfauna como Saccocoma sp., Microcalamoides sp.,

Colomiella mexicana (Bonet), Colomiella recta (Bonet) y Globochaete alpina (Lombard); su espesor es de aproximadamente 200m.

El Cretácico Inferior también está representado en el Estado de Tamaulipas por la Formación El Abra (Albiano-Cenomaniano). Consiste de caliza, que se presenta en capas gruesas, con estructura masiva y agujeros de disolución.

Grupo Tamabra consiste de una alternancia de areniscas calcáreas y conglomerados de calizas, cubiertos concordantemente por las calizas arcillosas de la Formación Agua Nueva. La edad de estas rocas queda comprendida entre el Cretácico Inferior y Cretácico Superior.

Cretácico Superior.

Formación Agua Nueva.

La Formación Agua Nueva yace concordantemente sobre la Formación Tamaulipas y subyace también concordantemente a la Formación San Felipe. Está constituida por una secuencia de más de 100m de calizas arcillosas, margas y lutitas carbonosas, de estratificación delgada a laminar y cuya coloración es de café grisáceo a gris rojizo, contiene algunos nódulos de pedernal negro que son escasos y esporádicos. Únicamente se determinó una clase de microfósil, Globotruncana sigali (Reichel) el cual corresponde a una edad Turoniano-Coniaciano.

Formación San Felipe.

La Formación San Felipe está constituida por una secuencia de 110m aproximadamente de calizas arcillosas de color gris con abundantes intercalaciones de lutitas de color gris claro amarillento y en ocasiones, se presentan algunos horizontes de lutitas arenosas. Tiene también intercalaciones de bentonita, que es la causa de los tintes verdosos que se observan con frecuencia en esta formación. La microfauna localizada contiene únicamente globigerínidos pequeños y un corte de Heterohelix sp el cual no es determinante de la edad de esta formación.

Tardy y colegas (1975) le atribuyen una edad Turoniano Tardío-Santoniano; Hernández-Arana (1966, p. 30) y Tavera (1960 p. 25) le asignaron una edad Coniaciano Tardío-Santoniano Temprano pero no está justificada con la presencia de micro y macrofauna por lo que Padilla y Sanchez (1978) le atribuye una edad Turoniana Tardía-Santoniana comprobada por Tardy y colegas (op. cit.).

Formación Méndez.

La Formación Lutita Méndez fué considerada por Imlay (1944) como una gradación lateral de la Formación Difunta. Está constituida por lutitas calcáreas de color gris parduzco, que intemperizan a

café amarillento y que presentan algunas intercalaciones de margas de color gris verdoso, su espesor no fué posible calcularlo porque se encuentra muy plegada y distorsionada.

Algunos autores consideran que la Lutita Méndez en el área de Linares y Galeana tiene un espesor aproximado de 550m. Díaz Fhar le calcula un espesor de 760m en el margen este de la Sierra Madre Oriental Carrillo Bravo (1961), Tavera (1960) considera que en el área de Linares la Lutita Méndez tiene un espesor de 200m aproximadamente.

La fauna localizada consiste en globigerínidos y globotruncánidos por lo que se le asigna una edad del Paleoceno Temprano en su cima y el Santoniano Tardío en su base y que quizá no se encuentre solamente limitada al Campaniano-Maestrichtiano como se le consideraba hasta hoy.

#### Terciario.

Continuando con la columna estratigráfica, el Terciario marino está representado en la cuenca sedimentaria de Tampico-Misantla y en el área de estudio abarca las siguientes formaciones:

#### Formación Velazco.

La Formación Velazco (Paleoceno y Eoceno Inferior) consiste de lutitas con escasas interestratificaciones de areniscas calcáreas en capas delgadas, las lutitas son de color gris, variando el tono e intensidad de verde.

Pueden ser bastante calcáreas, pero siempre son menos duras que las margas de la Formación Méndez, del Cretácico Superior, que subyacen a la Formación Velazco. (Estado de Tamaulipas).

#### Formación Aragón.

La Formación Aragón (Eoceno Inferior) consiste de lutitas de color gris claro oscuro y verdoso que intemperizan en color amarillento, con estratificación bien marcada por un bandeamiento de la coloración debida en ocasiones a intercalación de bentonita. (Estado de Tamaulipas).

#### Formación Ahuichila.

La Formación Ahuichila, está constituida por un conglomerado polimictico de color rojizo, que presenta cantos rodados de diferentes tamaños que provienen de todas las formaciones que afloran del Mesozoico, por su posición estratigráfica se le asigna una edad tentativa Eoceno-Oligoceno.

#### Formación Palma Real.

La Formación Palma Real en sus miembros Superior e Inferior (Oligoceno Inferior y Medio) consiste de areniscas, conglomerados y margas arenosas, mostrando los estratos variaciones laterales muy rápidas, ésta variación en la litología se explica por la transgresión que tuvo lugar durante el principio del Oligoceno.

#### **Formación Alazán.**

La Formación Alazán (Oligoceno Inferior y Medio) consiste en una serie de margas y lutitas de color gris a azul oscuro que intemperizan a color gris rojizo.

#### **Formación Mesón.**

La Formación Mesón (Oligoceno Medio y Superior) constituida por lutitas y margas muy arenosas de colores gris a gris azul, sobre éstas se encuentran estratos de areniscas calcáreas de grano medio, color café. Están cubiertas por delgadas capas de caliza con intercalaciones de areniscas.

#### **Formación Tuxpan.**

La Formación Tuxpan ( Mioceno Inferior) aflora a lo largo de la Costa del Golfo de México, estando cubierta en parte por materiales del Cuaternario, consiste de areniscas, areniscas calcáreas, calizas y lutitas.

#### **Formación Reynosa.**

La Formación Reynosa ( Plioceno Superior) consiste de caliche, gravas, arenas y arcillas.

Los distintos cuerpos intrusivos que afloran en la parte SW de la cobertura fueron emplazados después del plegamiento de las rocas mesozoicas, se les asigna una edad tentativa del Mioceno (Padilla y Sánchez, 1982) ya que no se cuenta con determinaciones radiométricas. La composición de estos plutones varía de monzonítica a cuarzo- monzonítica, (Figura 2.3).

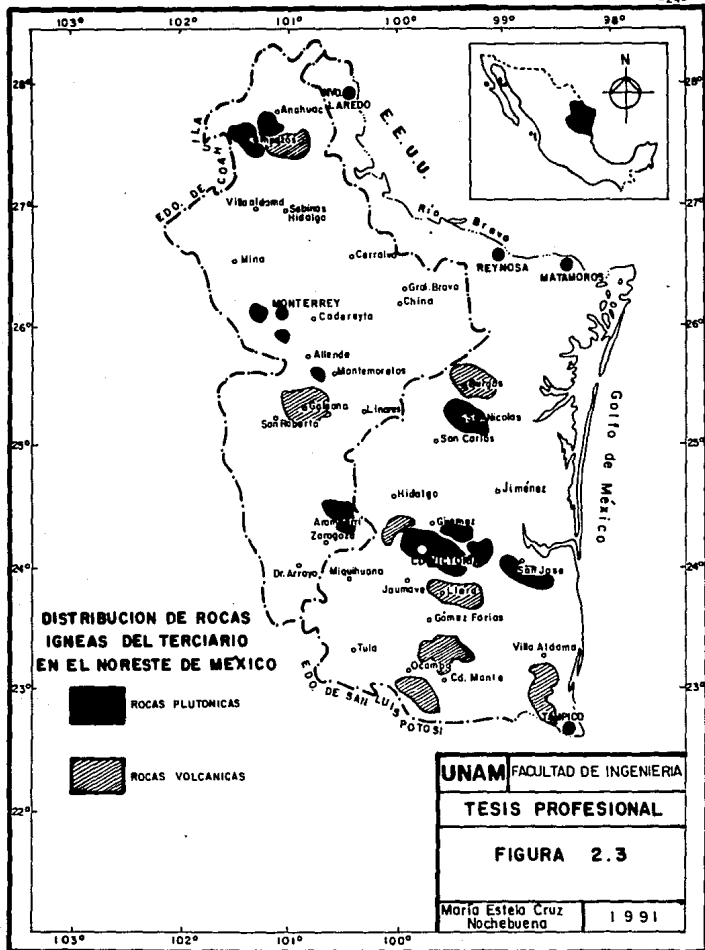
El Cuaternario está representado por rellenos de aluvión, abanicos aluviales y depósitos de playa que descansan discordantemente sobre las rocas más antiguas.

### **2.4.- Geología Estructural.**

En el noreste de México la geología estructural está representada por una serie de estructuras caracterizadas por pliegues y fallas que varían en forma y tamaño.

En el límite SW del estado de Nuevo León éstas estructuras son formas anticlinales, las cuales están bastante apretadas y presentan algunas fallas inversas y de transcurrencia, tanto dextrales como sinistrales. Estas formas estructurales son el resultado de las intensas deformaciones producidas por la Orogenia Laramide durante el Paleoceno, la cual es también responsable de la curvatura del Geosinclinal Mexicano entre las poblaciones de Saltillo, Coahuila, Monterrey, Nuevo León y Ciudad Victoria, Tamaulipas.

Las estructuras de la curvatura de Monterrey de acuerdo a estudios realizados por Padilla y Sánchez (1978-1982) constituyen la cadena alta de la Sierra Madre Oriental y están divididos en 5 grandes áreas de acuerdo a su tipo de plegamiento.



a).- Area norte, caracterizada por sus pliegues apretados y simétricos con planos axiales casi verticales, que varían en longitud de 15 a 60Km aproximadamente y comprende de norte a sur, los anticlinales de las Mitras, Los Muertos, Las Comitas, Agua del Tono, San Lucas, San Cristóbal, San Juan Bautista, El Chorro y Jamé. Este grupo de pliegues corresponde con lo que De CSerna (1956) llamó Anticlinorio de Arteaga.

b).- Area sur que consiste principalmente de anticlinales y sinclinales apretados recostados, la mayoría asimétricos, con una vergencia general hacia el noreste, se caracteriza por la presencia de numerosas fallas inversas y de transcurrancia. Comprende 32 anticlinales mayores y varias cabalgaduras, de éstas las más importantes son: La Cabalgadura Frontal y La Cabalgadura Secundaria (Padilla y Sánchez, 1978 b; Tabla 4).

El límite norte de esta área está marcado por la cabalgadura que se localiza al norte de los anticlinales de Sierra Hermosa, San Antonio y Potrero de Abrego. El límite oriental es la Cabalgadura Frontal y sus límites occidental y sur son el meridiano  $101^{\circ}20'$  y el paralelo  $104^{\circ}30'$ .

c).- El área de Basamento Somero está representada por el Anticlinal de Potosí y es la única región en donde el basamento es somero y es probablemente la estructura más sobresaliente en la curvatura de Monterrey; debido a su tamaño es un anticlinal muy amplio, asimétrico y abierto.

El límite oriental de esta área se ha situado al SW de los anticlinales de Ciénega del Toro y Sierra Borracha y al oeste del Anticlinal de El Labrador; su límite occidental se ubicó a lo largo de los últimos afloramientos de los pliegues secundarios del Anticlinal de Potosí. Estos límites coinciden aproximadamente con los sugeridos por Belcher (1979) y por Moor (1980) para este horst.

d).- Area de Vergencia Opuesta, se caracteriza por los anticlinales de El Zorrillo, El Orégano y El Gateado. Se puede pensar que el basamento debajo del Anticlinal de Potosí no sólo influyó, sino que fue la causa de la vergencia anómala de estas estructuras, porque los pliegues tienen una orientación aproximada  $N65^{\circ}W$ , ésta es más o menos paralela al rumbo general de las estructuras que los rodean, pero sus planos axiales buzan de  $60^{\circ}$  al noreste, lo cual es completamente opuesto a la vergencia regional de los pliegues en la curvatura de Monterrey.

e).- Anticlinal de la Silla, la principal diferencia de este pliegue con los otros es que es una estructura simétrica en sus extremos, mientras que su parte media se encuentra recostada; al noreste es asimétrica y está complicada por una falla inversa. Otra diferencia es que el rumbo de este pliegue, oblicuo al rumbo

general de los pliegues de la Sierra Madre Oriental, es casi paralelo a la traza aflorante de la Cabalgadura Frontal presente a lo largo del frente oriental de la Sierra Madre Oriental.

Se ha establecido que los pliegues de la curvatura de Monterrey son el resultado de un "décollement" regional hacia el noreste (Harrmann, 1917; Humphrey, 1956; De CSerna, 1956), pero las direcciones locales mostradas por las distintas vergencias indican que existieron varias placas, las cuales se movieron independientemente entre ellas en diferentes direcciones y que al chocar entre los bloques de las paleo-islas de Coahuila y San Carlos estas rocas sedimentarias fueron plegadas y afalladas.

## 2.5.- Estructuras presentes en el estado de Tamaulipas.

Las principales estructuras que se encuentran en la región situada en el borde Nor-Occidental de la Plataforma de Tamaulipas son el Anticlinorio Huizachal-Peregrina, el Valle Sinclinal de Jaumave y el Gran Valle Sinclinal de Ciudad Victoria.

El Sinclinal de Jaumave es una alargada depresión estructural que coincide con la depresión topográfica denominada Valle de Jaumave, se encuentra rellena de sedimentos de la Formación Méndez y gravas cuaternarias, tiene una orientación de norte a sur y separa el gran levantamiento estructural de Miquihuana del anticlinorio Huizachal-Peregrina.

El Valle Sinclinal de Ciudad Victoria constituye la prolongación norte del Sinclinario de Magiscatzin y es una depresión estructural y topográfica en la que los sedimentos aflorantes son margas de la Formación Méndez con areniscas y lutitas de la base del Terciario.

El Anticlinorio Huizachal Peregrina es uno de los grandes arqueamientos que constituyen la Sierra Madre Oriental, tiene más de 80Km de longitud y 20Km aproximadamente de anchura, se halla orientado a 14½ NW-SE. Sobre su propio eje se encuentran dos culminaciones principales, una de ellas es de grandes dimensiones y abarca la porción central y norte del Anticlinorio, la otra culminación principal se le ha denominado Anticlinal Huizachal y se localiza cerca del extremo sur del Anticlinorio, su forma es casi cómica.

En el flanco oriental del Anticlinal Huizachal Peregrina se hallan varios anticlinales, de pequeñas dimensiones, angostos, con echados fuertes en sus flancos. El flanco este de dichos anticlinales tiene mayor pendiente y en ocasiones se hallan un poco recostados hacia el E-NE.

### **3.-EVOLUCION TECTONICA.**

#### **3.1.Tectónica Pre-Laramidica**

La historia tectónica del noreste de México ha sido ampliamente discutida por De Cserna (1956), Padilla y Sánchez (1986) y otros. Conforme a este último autor, los eventos tectónicos más importantes comienzan a partir del Paleozoico Superior que forma la base de la columna estratigráfica regional, conocida y aflorante hacia el W de Linares, Nuevo León al S de Ciudad Victoria, Tamaulipas.

La unidad tectónica del Paleozoico estuvo constituida por las plataformas de Tamaulipas y de Coahuila, la trasfosa de Sabinas y los Macizos del Burro Picachos y de Teziutlán, que a fines del Pérmico y principios del Triásico, como resultado de la formación del Golfo de México, se dividió en varios bloques por afallamiento, los cuales debido a sus posiciones relativas y oscilaciones epirogénicas originaron plataformas, islas, cuencas y macizos (Fig. 3.1).

La historia paleogeográfica del Mesozoico y Cenozoico del noreste de México está muy cercanamente relacionada al origen del Golfo de México (Salvador y Green, 1980) el cual empieza abrirse en el Triásico Tardío cuando la placa de Norte América principia a separarse de las placas de América del Sur y de Africa. La ruptura y separación de estas permite la formación de grabenes y horts que pudieron determinar la distribución de mares y tierras.

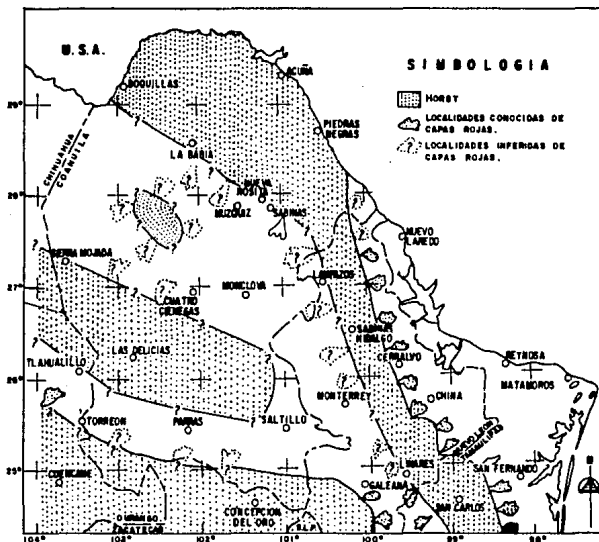
Padilla y Sánchez (op. cit.) sintetiza la evolución mesozoica del noreste de México de la siguiente manera:  
Del Jurásico a Cretácico Tardío la transgresión del mar se presentó en las áreas de grábenes y definió los límites de islas y penínsulas(Fig.3.2).

Durante el Oxfordiano Tardío y Kimmerigdiano Temprano sedimentos terrigenos fueron depositados en la parte Occidental del Golfo de Sabinas y en la frontera de el Burro-Península de Peyotes, La Mula e Islas de Coahuila y el Archipiélago de Tamaulipas (González, 1976). Aguas carbonatadas someras y evaporitas fueron depositadas sobre plataformas al lado sur de la Península El Burro-Peyotes, Isla de Coahuila y parte oriental del Archipiélago de Tamaulipas(Fig.3.3).

Un Cinturón de bancos oolíticos restringió la circulación del agua lo que permitió el depósito de evaporitas en la parte oriental del Archipiélago de Tamaulipas (Aguayo,1978).

En el Kimmerdiano Tardío-Titoniano la Península de El Burro-Peyotes, las Islas de Coahuila y la Mula fueron emergidas. El Archipiélago de Tamaulipas estaba completamente cubierto por los mares del Titoniano Tardío, las islas emergentes fueron delimitadas por conglomerados, areniscas conglomeráticas y





PALEOGEOGRAFIA DEL NORESTE DE MEXICO TRIASICO TARDIO-JURASICO MEDIO.  
(TOMADO DE PADILLA y SANCHEZ, 1986)

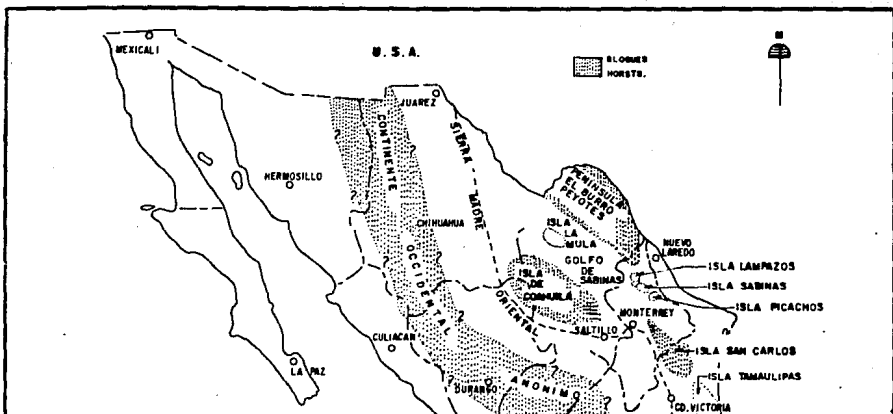
UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

FIGURA 3.1

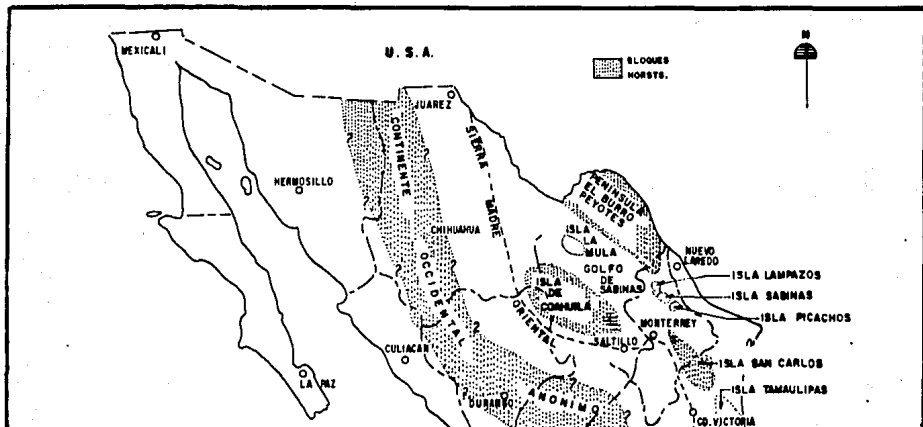
Mario Estela Cruz  
Nochebueno

1991



AREAS PALEOCONTINENTALES MAYORES DEL JURASICO TARDIO EN EL NOROESTE DE MEXICO LA SIERRA MADRE ORIENTAL ES UN ASPECTO MAS JOVEN DESARROLLADO DURANTE LA OROGENIA LARAMIDE DEL TERCARIO TEMPRANO HUMPHREY(1949) GONZALEZ (1976) LOPEZ RAMOS 1980, PADILLA y SANCHEZ, 1986.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
FIGURA 3.2	
Maria Estela Cruz Nochebuena	1991



AREAS PALEOCONTINENTALES MAYORES DEL JURASICO TARDIO EN EL NOROESTE DE MEXICO LA SIERRA MADRE ORIENTAL ES UN ASPECTO MAS JOVEN DESARROLLADO DURANTE LA OROGENIA LARAMIDE DEL TERCARIO TEMPRANO HUMPHREY(1949) GONZALEZ (1976) LOPEZ RAMOS 1980, PADILLA y SANCHEZ, 1986.

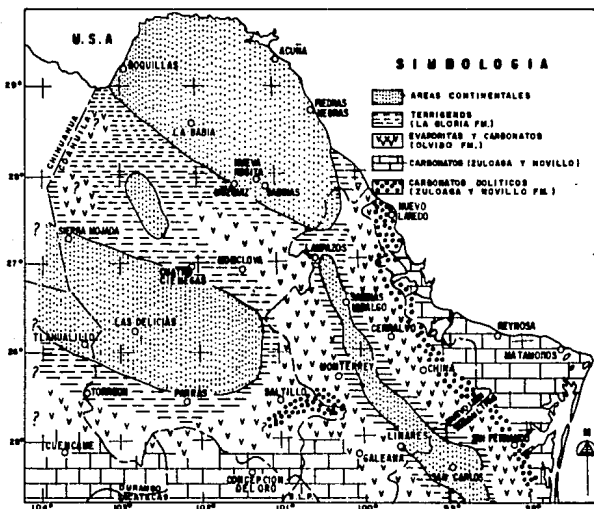
UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

FIGURA 3.2

Maria Estela Cruz  
Nochebuena

1991



OXFORDIANO TARDIO - KIMMERIDGIANO TEMPRANO PALEO GEOGRAFIA DEL NORESTE DE MEXICO.  
 (TOMADO DE PADILLA y SANCHEZ, 1986)

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b>FIGURA 3.3</b>	
Maria Estela Cruz Nochebueno	1991

areniscas, sedimentos más arcillosos fueron depositados en la parte del Golfo de Sabinas y el Archipiélago de Tamaulipas (Fig. 3.4).

Durante el Cretácico los mares continuaron su avance sobre las tierras. La Península El Burro-Peyotes y las islas de El Burro y La Mula estaban todavía emergiendo.

Del Hauteriviano al Aptiano temprano la Península emergente El Burro-Peyotes y la Isla de Coahuila continuaron influyendo en la sedimentación. Durante el Aptiano Tardío el área fue completamente cubierta por mares profundos.

En el Albiano Temprano y Cenomaniano Tardío, el desarrollo de arrecifes fue disminuido y concentrado en límites de la subemergida Isla de Coahuila. El resto del noreste de México fue cubierto por carbonatos de aguas someras del Golfo de Sabinas.

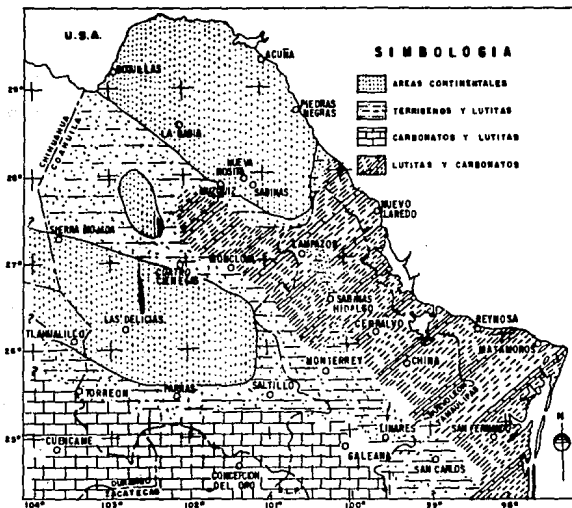
Para el Turoniano el área completa fue cubierta por aguas marinas pero el desarrollo de los espesores característicos de las secuencias de carbonatos decreció marcadamente. En general una secuencia más arcillosa con menores incrementos de carbonatos fue depositada en el noreste de esta área cubriendo casi completamente al Estado de Coahuila (López Ramos, 1980).

Durante el Coniaciano al Santoniano los modelos sedimentarios tuvieron cambios leves. La mayor parte del noreste de esta área fue cubierta por aguas someras, carbonatos y lutitas. La parte sur fue cubierta por areniscas y lutitas, al este se depositó una secuencia de delgadas capas de carbonatos y lutitas con horizontes de bentonita.

Para el Cretácico Tardío, Campaniano al Maestrichtiano, el área completa fue cubierta por sedimentos clásticos y terrígenos originados por corrientes fluviales del oeste, los cuales permitieron el desarrollo de extensos depósitos de carbón en la Cuenca de Sabinas.

La Cuenca de Parras fue rellena a medias por la lutita Parras durante el Campaniano y completamente llenada por el Grupo Difunta durante el Maestrichtiano Tardío (Padilla y Sánchez, 1978, 1982).

En el Terciario la secuencia del Mesozoico depositada en el noreste de México dejó una delgada capa de areniscas y lutitas. La Cuenca de Burgos fue formada después de La Laramide. Esta cuenca fue comenzada a rellenarse con sedimentos terrígenos y clásticos de los Grupos Midway y Wilcox (Paleoceno-Eoceno Temprano) depositados en un sistema complejo de barras y deltas. Este complejo barra-deltaico depositado al este a través de toda la Era Cenozoica, favoreció el desarrollo de fallas de extensión. (Fig. 3.5).



KIMMERIDGIANO TARDIO-TITONIANO PALEOGRAFIA DEL NORESTE DE MEXICO.  
(TOMADO DE PADILLA Y SANCHEZ, 1986)

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

FIGURA 3.4

María Estela Cruz  
Nochebuena

1991

### 3.2. Distribución de Elementos Tectónicos. (Padilla y Sánchez 1986).

Para explicar la estructura y evolución del noreste de México desde el principio del Mesozoico se ha dividido de acuerdo a tipos de estructuras en dos grupos mayores, uno sobre estructuras de antiguas áreas continentales y otro de estructuras desarrolladas sobre antiguos basamentos (Fig. 3.5).

#### A. Areas de Basamento Elevado (Horts).

Comprende las siguientes áreas: Península El Burro-Peyotes, La Mula, Monclova, Islas de Coahuila y el Archipiélago de Tamaulipas, el cual está formado por las islas de Lampazos, Sabinas, Picachos y San Carlos. Estas áreas fueron cubiertas por aguas marinas en diferentes etapas durante el Mesozoico.

##### 1) Península El Burro-Peyotes.

Esta Península fue progresivamente cubierta por mares cretácicos y completamente sumergida en el Maestrichtiano. Es considerada por Humphrey (1956) como la parte noroccidental de la denominada Península de Tamaulipas.

##### 2) Isla La Mula.

El basamento alto fue primeramente considerado por Kellum (1936) como el límite occidental del Golfo de Sabinas y como una parte de la llamada Península de Coahuila. Esta Isla emergió en el Jurásico Tardío y fue cubierta por aguas marinas durante el Hauteriviano (Alfonso, 1976).

##### 3) Isla Monclova.

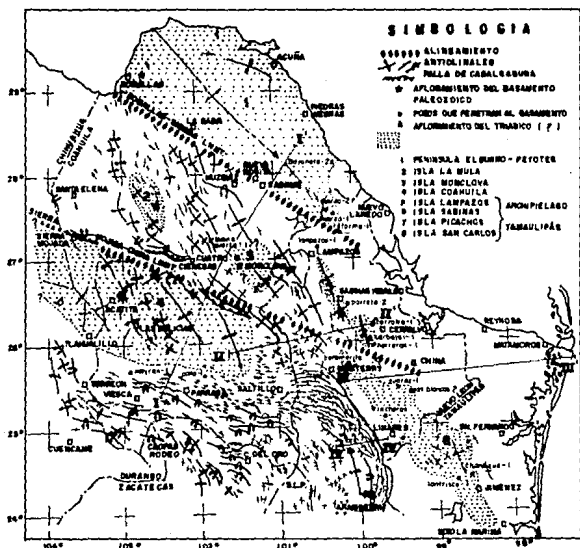
De acuerdo con los siguientes autores (Márquez, 1976; Gonzalez, 1976; Alfonso, 1976) esta isla emergió desde el Berriasiano hasta el principio del Hauteriviano cuando fue cubierta por la Caliza Padilla.

##### 4) Isla Coahuila.

Estudios de Márquez (1976) han mostrado que esta área emergió desde el Jurásico Tardío y que fue una isla por lo menos desde el principio del Cretácico (Berriasiano) pero posiblemente también durante el Jurásico Tardío hasta que fue finalmente cubierta por las aguas marinas durante el Aptiano Tardío.

##### 5) Archipiélago de Tamaulipas.

Este archipiélago fue primeramente descrito como un elemento Paleogeográfico por Alvarez (1958) y considerado por Humphrey (1956) formando parte de una masa continental continua durante el Jurásico Tardío el cual limitaba la parte occidental del antiguo Golfo de México. El nombró a esta como Península de Tamaulipas, mientras que otros autores la llamaron Plataforma de Tamaulipas (Lopez Ramos, 1980) así como Arco de Tamaulipas (Murray, 1959).



MAPA ESTRUCTURAL DEL NORESTE DE MEXICO MOSTRANDO LA LOCALIZACION DE LAS AREAS CONTINENTALES DEL JURASICO TARDIO (TOMADO DE PADILLA, Y SANCHEZ, 1986)

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

FIGURA 3.5

María Estela Cruz  
Nochebuena

1991



Las aguas marinas cubrieron este archipiélago durante el Jurásico Tardío (Aguayo, 1978) y continuó la subsidencia a través del Cretácico hasta que fue deformada y levantada por la Orogenia Laramide.

#### **B. Areas de Basamento Hundido.**

Comprende las siguientes áreas con diferentes tipos de plegamientos El Golfo de Sabinas, La Sierra Madre Oriental y La Cuenca de Parras. Todas estas áreas están formadas por rocas sedimentarias que fueron plegadas durante la Orogenia Laramide (Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano).

##### **1) Golfo de Sabinas.**

Esta región del noreste de México fue definida por Humphrey (1956) como Golfo de Sabinas. El Golfo de Sabinas está limitado al norte por la Península El Burro-Peyotes, al este por el Archipiélago de Tamaulipas, al sur por las estribaciones de la Sierra Madre Oriental y la Isla de Coahuila y al oeste por el canal de Chihuahua. Su límite es desconocido debido a la presencia de rocas plutónicas del Terciario Medio y rocas volcánicas del Terciario Tardío-Cuaternario Temprano.

##### **2) Sierra Madre Oriental.**

Está limitada al este por el Archipiélago de Tamaulipas y al norte por la Cuenca de Parras, fue considerada por Humphrey (1956) como el Geosinclinal Mexicano.

##### **3) Cuenca Profunda de Parras.**

Está limitada al norte por la Península de Coahuila, al oeste, sur y sureste por los frentes de la Sierra Madre Oriental y al noreste por el Golfo de Sabinas. Las estructuras en esta cuenca han sido divididas por Weidie (1961) en tres zonas, a) Una área de deformación media al noreste, b) Una zona de gran deformación en el sureste y c) Una área de intensa deformación de los estratos en la porción occidental de la Cuenca. Las estructuras de esta cuenca son el resultado de los esfuerzos de la Laramide sobre los sedimentos deltáicos del Cretácico Superior del grupo Difunta.

#### **C. Alineamientos.**

En el noreste de México existen dos alineamientos que son las Boquillas-Sabinas y la Sierra Mojada-China son los más importantes debido a su extensión regional porque coinciden y definen los límites de las mayores áreas paleocontinentales.

##### **1) Alineamiento Boquillas-Sabinas.**

Coincide con la discontinuidad estructural entre los pliegues del Golfo de Sabinas y los pliegues de la Península el Burro-Peyotes, es también el límite sur del alineamiento de Texas propuesto por Muehlberger (1965-1980). Ha sido descrito por Tardy (1980) como el límite norte de lo que ha llamado "Desarrollo de la Cuenca de

Sabinas" y paralelo al Alineamiento Caltan. esta estructura ha sido también llamado el "Alineamiento Bahía" por Charleston (1981).

2) Sierra Mojada-Alineamiento de China.

Coincide aproximadamente con el límite norte de la Península de Coahuila y el extremo sur del Golfo de Sabinas, más o menos siguiendo los ejes de la Sierra Mojada, Sierra de San Marcos y Sierra de la Gavia, pasando cerca del extremo norte de la Sierra de Minas Viejas y finalmente a través de la depresión entre las Islas de Picachos y San Carlos cruzando el pueblo de China Nuevo León.

Ha sido mencionado antes por Charleston (1981) como la falla de "San Marcos" pero ignorando las formas de Sierra Mojada, La Madera y San Marcos las cuales son erróneamente interpretadas por él mismo como una falla inversa.

D. Llanura Costera del Golfo de México.

La Llanura Costera del Golfo de México es una provincia geológica que comprende dos sub-provincias denominadas del noreste de México las cuales son: Cuenca de Burgos y de la Región de Tampico y La Cuenca de Tampico-Tuxpan.

1) La Cuenca de Burgos es la continuación hacia el sur de la provincia geológica del Geosinclinal de la costa del Golfo de los estados de Texas y Luisiana en los Estados Unidos.

La deformación tectónica ha sido leve y principalmente de origen epeirogénico. Probablemente los movimientos de asentamiento del geosinclinal causaron en los sedimentos una serie de suaves plegamientos y zonas de fallas normales caídas al E, casi paralelos a las líneas de sedimentación.

En la región de Tampico, a lo largo de la Llanura Costera del Golfo de México que incluye parte de las cadenas frontales de la Sierra Madre Oriental, se extiende la Cuenca Sedimentaria Terciaria de Tampico-Tuxpan conocida también como la Región de Tampico. Al N su colindancia con la Cuenca de Burgos, en la latitud de la Sierra de San Carlos, es indefinida y transicional; al sur los sedimentos terminan contra el macizo ígneo premesozoico de Teziutlán, en el estado de Veracruz.

La Revolución Laramídica levantó y plegó durante el Eoceno los sedimentos del Geosinclinal Mexicano, dando origen a las estructuras de la Sierra Madre Oriental y a la vez, formó varias antefosas a lo largo del margen oriental de esa cadena, donde se acumularon grandes espesores de sedimentos de facies flysch durante el Eoceno. Posteriormente en el curso del Eoceno Superior, se depositaron gruesos sedimentos de tipo "molasse" que corresponden a la época de máximo levantamiento y actividad erosiva de la Sierra Madre Oriental.

El resto de los sedimentos terciarios de la Cuenca de Tampico-Tuxpan se depositaron en un mar semejante al actual Golfo de México que ha sido predominantemente regresivo hasta adquirir su línea de costa actual. Tuvieron lugar varios avances y retrocesos del mar y por lo menos una gran transgresión durante el Oligoceno, con depósitos de lutitas.

Finaliza Padilla y Sánchez (op. cit.) afirmando que el levantamiento del Geosinclinal Mexicano, al final del Mesozoico y principalmente del Cenozoico, dió origen a la formación de una serie de grandes cuencas de sedimentación a lo largo del frente oriental de la Sierra Madre Oriental y en el Golfo de México ancestral se depositaron durante el Cenozoico grandes espesores de sedimentos marinos. Estas cuencas terciarias constituyen actualmente la Llanura Costera del Golfo de México.

### 3.3.- Magmatismo Continental.

La actividad magmática más reciente en el área de estudio ha tenido su mayor manifestación entre el Oligoceno y el Pleistoceno, con predominio de rocas subsaturadas y emisiones basálticas (Demant y Robin, 1975).

Según los estudios de Camacho (1989), los primeros eventos ígneos se presentaron al finalizar la Orogenia Laramide como consecuencia de movimientos tafrogénicos ocurridos durante las últimas etapas de tal orogenia. De esta manera, los primeros emplazamientos de magmas empezarían a partir del Paleoceno-Eoceno.

#### Sierra de Tamaulipas.

El magmatismo en la región nor-oriental (Sierra de Tamaulipas) ha sido estudiado por Camacho (op. cit.). Este autor afirma que durante el Oligoceno se formaron cuerpos dómicos intrusivos de gabro y diques diabásicos, así como domos extrusivos de latita. En el Mioceno se emplazan domos intrusivos de gabro y dioritas, cuellos de diabasa, coladas basálticas y domos extrusivos de latita.

Las rocas del Plioceno forman cuellos y diques de diabasas y coladas basálticas y andesíticas. Por último, en el Pleistoceno se encuentran coladas basálticas y andesíticas.

Las estructuras de las rocas intermedias y ácidas sobresalen del terreno en forma más notoria que los que tienen las rocas básicas. Esto probablemente se debe a que tienen un origen común, salen por el mismo conducto o apófisis de éste y son el último producto en cada etapa de actividad ígnea.

Al diferenciarse la lava se volvió más viscosa y formó domos extrusivos como los que en la Sierra de Tamaulipas y San Carlos están sobre los domos básicos y muestran huellas de crecimiento

después de haber alcanzado la superficie del terreno. En el área de Villa Aldama, Tamaulipas, se formaron aparatos volcánicos compuestos sobre las coladas basálticas y andesíticas.

#### **Provincia Alcalina Oriental.**

Esta provincia está integrada por la Sierra de San Carlos constituida por un anticlinal dómico. La gran intrusión lacolítica de la Sierra de San Carlos corta sedimentos del Cretácico Superior y se puede considerar que está íntimamente relacionada en cuanto a edad con las intrusiones ígneas encontradas en la Sierra de Tamaulipas y con la región de San José de las Rusias, que posiblemente sean de edad Paleoceno y hayan sido influenciadas por las pulsaciones finales de la Revolución Laramide.

En la Sierra de San Carlos existen dos grupos que presentan constituyentes de la serie normal de rocas calcoalcalinas así como miembros de la serie alcalina.

1) Grupo Calcoalcalino.- Consiste de facies que van de gabro a diorita y de cuarzo-diorita a cuarzo-monzonita, formando porfidos de grano fino, con varios estados de alteración hidrotermal.

2) Grupo Alcalino.- Constituido por un grupo de intrusiones de sienita y monzonita alcalina en forma de diques, sills y plugs, la composición es predominantemente alcalina donde se observan piroxenos ricos en álcalis y anfíboles.

#### **Area de San José.**

La Sierra de San José está situada hacia el norte, al final del principal alineamiento de las montañas de San Carlos. Está compuesta por rocas alcalinas flanqueadas por cordilleras de caliza, cuya estructura probablemente sea un lacolito.

Esta área la integran cuatro grupos de rocas intrusivas que a continuación se describen:

1) Gabro de grano medio a grueso.- Cuerpo masivo emplazado generalmente en el pórfido de diorita.

2) Pórfido de diorita.- Varía en su composición desde una diorita básica-cuarzo diorita a cuarzo-monzonita, está alterado por soluciones hidrotermales, produciendo la mineralización y la deposición de minerales.

3) Complejo de rocas alcalinas.- Comprenden un alto rango de la Sierra de San José. En las laderas del Cerro Barril y el Cerro Carrizo, su composición varía de sienita alcalina, monzonita alcalina con pequeñas masas de sienita de nefelina y lamprófiros alcalinos.

- 4) Diques.- Varían en composición y son clasificados como lamprófiros alcalinos, los más comunes son de comptonita y tinguanito, en menor número de monchiquita y tipos intermedios de monzonita.

#### **Area de San Miguel.**

Constituída por una serie de intrusivos hipabisales que afloran alrededor del pueblo de San Miguel. Estos cuerpos intrusionan a las Formaciones San Felipe y Méndez, ambas del Cretácico Superior, su estructura consiste de un lacolito porfirico en el que se han identificado tres tipos de rocas intrusivas.

- 1) Lacolitos y sills de cuarzo-diorita y cuarzo-monzonita.
- 2) Un delgado sill de analcita foyaita de grano grueso a medio.
- 3) Rocas alcalinas formadas por pequeñas intrusiones de lamprófiros alcalinos similares a los que afloran en el área de San José.

Otro elemento tectónico importante debido a su proximidad con el área de este trabajo es la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) considerada como una estructura volcánica de rumbo general E-W que se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México.

Las características químicas que presenta el magma de la porción oriental de la FVT sugieren que provenga de fuentes diversas asociadas a procesos tectónicos distintos, atribuibles a un fracturamiento profundo con generación de magmas alcalinos y de tendencias toleíticas. Estas fracturas podrían haber sido heredadas de los fenómenos tectónicos asociados a la evolución del Golfo de México.

#### **3.4.- Evolución Post-Paleozoica.**

Numerosos modelos de placas tectónicas han sido propuestos para tratar de entender la evolución Post-Paleozoica del Golfo de México y Región del Caribe. La mayoría de los modelos han intentado explicar la evolución Post-Paleozoica por diferentes tipos de evidencias, tales como datos paleomagnéticos, eventos magmáticos y/o reconstrucciones paleogeográficas.

El modelo que a continuación se presenta (Padilla y Sánchez, op. cit.), está basado principalmente en evidencias geológicas y geofísicas las cuales han proporcionado los datos requeridos para definir las zonas de fallas continentales y áreas paleocontinentales que constituyen un apoyo en el estudio de la evolución del Golfo de México y región del Caribe.

**-Fallas mayores y discontinuidades de la corteza consideradas en este Modelo.**

Las discontinuidades profundas de la corteza en México están representadas en la superficie por grandes zonas de corte asociadas muy cercanamente con alineamientos y límites que separan las diferentes provincias geológicas. La mayor zona de fracturas considerada de norte a sur son la de Texas, Boquilla Sabinas y Sierra Mojada-China, La Mojave-Sonora, La falla de Tamaulipas-Oaxaca y la de Motagua-Polochic.

La Falla Tamaulipas-Oaxaca es nombrada y definida aquí como la zona de fractura a lo largo de la cual el bloque de Yucatán se apartó al sur-sureste de Norteamérica durante el Jurásico Tardío. Esta falla fue primeramente sugerida por (Robin, 1982) para explicar las diferencias en volcanismo entre la Faja Volcánica Trans Mexicana (Basalto-Andesita-Dacita) y el volcanismo alcalino e hiper alcalino de la Planicie Costera del Golfo (Fig.3.6) y también ha sido interpretado por Ramírez (1984) como la frontera entre la verdadera corteza continental y la hendidura de la corteza continental.

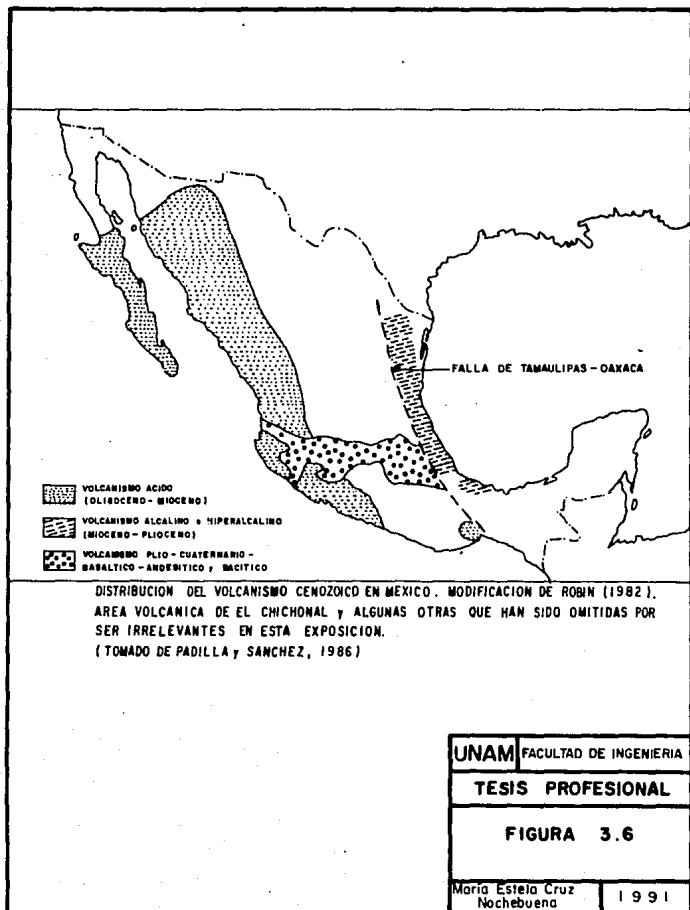
Evidencias adicionales sostienen que esta falla no es concluyente pero si sugieren grandemente la presencia de una discontinuidad mayor de la corteza que, coincide con los límites del extenso territorio del Mesozoico Temprano (Archipiélago de Tamaulipas, Plataforma de Valles San Luis Potosí etc.). La falla de Tamaulipas-Oaxaca propone una explicación amplia para el emplazamiento de las serpentinitas, y el basamento de la Sierra Madre Oriental costeano el Golfo de México (Ciudad Victoria y Areas de Concepción Pápalo), a lo largo de una zona de fractura mayor.

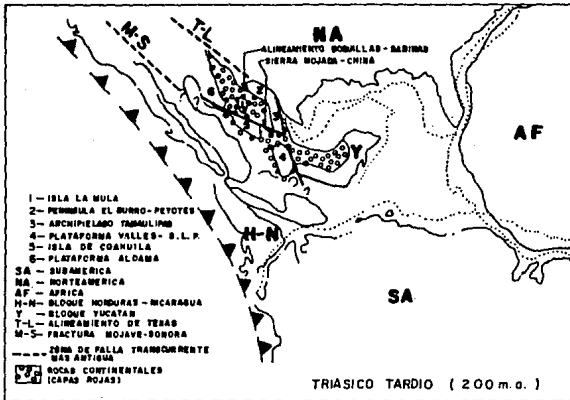
**-Reconstrucciones de Placas Tectonicas.**

Para explicar la evolución del Golfo de México y la región del Caribe se han considerado los aspectos geológicos mayores del noreste de México a partir de datos paleomagnéticos (Van der Voo y French 1974, Pindell y Dewey 1982).

Durante el Triásico Tardío la parte occidental de la Pangea fue expuesta a esfuerzos de tensión producidos por fracturamiento y plegamiento ampliamente distribuidos (Pindell y Dewey, 1982), lo cual facilitó el depósito de clásticos terrígenos en los bordes de la mayoría de los grábenes.

El bloque de Honduras-Nicaragua fue por este tiempo arrastrado al sur de México mientras que el bloque de Yucatán fue lanzado hacia Norteamérica a lo largo de la región de Texas-Luisiana (Fig.3.7).





(TOMADO DE PADILLA y SANCHEZ, 1986)

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
FIGURA 3.7	
María Estela Cruz Nochebuena	1991



Estas condiciones tectónicas exponen la escena para la actual apertura de la Cuenca del Golfo de México la que recibe el agua marina desde la cuenca del Proto Atlántico norte y del Océano Pacífico (Salvador y Green, 1980), durante el Caloviano cuando la Placa de Africa principió a apartarse de la Placa de Norteamérica a lo largo del extenso sistema Atlántico Medio (Klitgord, 1982), (Fig. 3.8).

El Bloque de Yucatán se apartó de Norteamérica a lo largo de la Falla Tamaulipas-Oaxaca, creando así la actual cresta aceánica existente en el Golfo de México. Causante aparentemente de la secuencia de sedimentos más jóvenes que muestran una anomalía de gravedad Bouger positiva de 250 miligales (Martin y Case, 1975).

Sobre esta corteza oceánica se depositó una secuencia de evaporitas durante el Calloviano Tardío en Texas, Luisiana, Bigsbee y Tabasco- Areas de Campeche, mientras que las evaporitas del noreste de México fueron depositados posteriormente durante el Oxfordiano mientras avanzaba el agua marina sobre el Golfo de Sabinas.

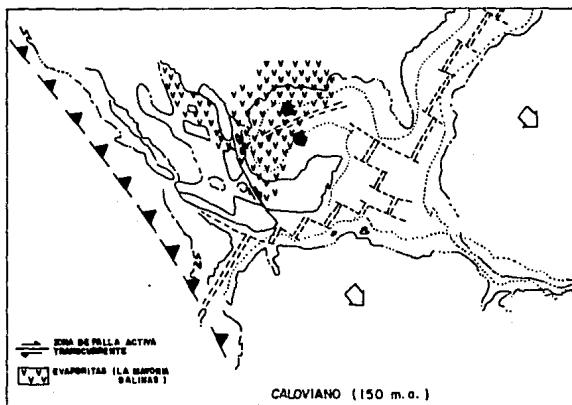
El Bloque de Honduras-Nicaragua continuó adherido al sur de México pero entre éste y Sudamérica un nuevo sistema principió a expandirse activamente (Pindell y Dewey, 1982). Es importante puntualizar que la falla de Tamaulipas-Oaxaca jugó un vital papel en este modelo porque proporciona una dirección lógica al movimiento para el bloque de Yucatán el cual de acuerdo a los resultados paleomagnéticos de Guerrero (1975) no ha sufrido rotaciones significativas desde el principio del Mesozoico.

Otros autores han movido el Bloque de Yucatán al sureste, a lo largo de la falla de Salina Cruz (Viniestra, 1971; Dillón y Veeder, 1973; Uchipi, 1973; Anderson y Schmidt, 1983), pero para hacer este movimiento tuvieron que girar Yucatán varios grados en el sentido de las manecillas del reloj.

Sin embargo la falla de Salina Cruz no está documentada ni reconocida a partir de mapas gravimétricos y datos geológicos. Por el Titoniano las placas de Africa y Sudamérica continuaron su separación de Norteamérica, el bloque de Honduras-Nicaragua continuó agregado a México y Yucatán alcanzó su presente posición.

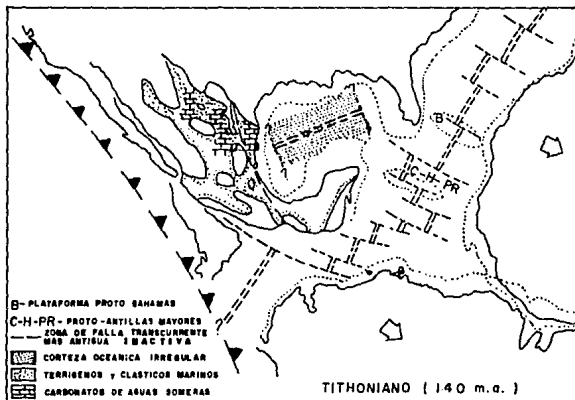
La falla de Tamaulipas-Oaxaca cesó su actividad como falla transcurrente y más probablemente principió actuar como el límite entre la corteza elevada fracturada al este y la corteza continental verdadera al oeste (Fig. 3.9).

La mayor parte de México estuvo bajo subsidencia y tuvo lugar una extensa transgresión facilitando el depósito de sedimentos de aguas someras con una predominancia de terrígenos y clásticos y un ligero aumento de carbonatos.



PALEORECONSTRUCCION EN 150 m. a.  
(TOMADO DE PADILLA y SANCHEZ, 1986)

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
FIGURA 3.8	
Mariá Estela Cruz Nochebuena	1991



PALEORECONSTRUCCION EN 140 Ma.  
 ( TOMADO DE PADILLA y SANCHEZ, 1986 )

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
------	------------------------

TESIS PROFESIONAL
-------------------

FIGURA 3.9
------------

María Estela Cruz Nochebuena
---------------------------------

1991
------

El área de las Bahamas en sus etapas iniciales estuvo probablemente asociada a una gran transformación la cual causó un levantamiento del basamento oceánico a la zona fótica con la depositación de carbonatos (Pindell y Dewey, 1982). Parece probable que las Antillas Mayores se desarrollaron bajo condiciones similares; Mattson y Pessagno, (1979) han propuesto un régimen de subducción en vez de una transformación.

El origen Jurásico de las Antillas Mayores y Cuba ha sido previamente expuesto y documentado por varios autores (Khudoley y Meyerhoff, 1971; Mattinson, 1973; Ladd, 1976; Mattson, 1979).

Durante el Cretácico Temprano el bloque Honduras-Nicaragua continuó adosado al sur de México mientras que continuó la separación de Norteamérica con respecto a la Pangea.

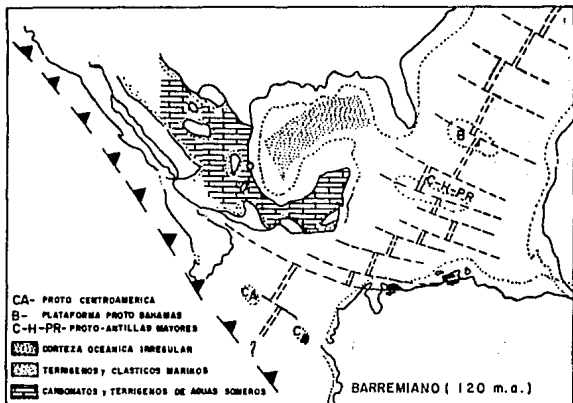
Sudamérica y Africa empezaron a separarse (Fig.3.10), por ese tiempo se depositó una extensa plataforma de carbonatos sobre México y grandes cinturones cercanos de arrecifes de rudistas fueron desarrollados alrededor y a lo largo de las áreas continentales.

El desarrollo de las Bahamas y las Antillas Mayores continuó y un arco de islas principió a desarrollarse en la región de América Central.




Por el Campaniano el bloque de Honduras-Nicaragua inició su movimiento al lado este con respecto a México a lo largo de la Gran Fractura o Trinchera de Acapulco-Guatemala propuesta por Anderson y Schmidt (1983), (Fig.3.11).

La mayoría del este de México fue cubierta por clásticos y terrígenos derivados del levantamiento regional en el oeste de México. Las Bahamas, Arco de Centro América y Antillas Mayores continuaron su desarrollo mientras que en las áreas de Caimán y Beatas nuevos sistemas principiaron a activarse causando la separación individual de bloques en Antillas Mayores y el principio de un arco en el área de las Antillas Menores.

La mayor parte de México emergió en el Terciario Temprano cuando principió una intensa deformación (Orogenia Laramide). Como Norteamérica continuó su desplazamiento al oeste México fue expuesto a un régimen de cizalla sinistral con componentes NE-SW que causaron movimientos recurrentes a lo largo de fallas normales antiguas (Alineamientos Boquillas-Sabinas y Sierra Mojada-China), pliegues en echelón en el Golfo de Sabinas y grandes empujes en la Sierra Madre Oriental en combinación con una separación regional al lado noreste (Fig.3.12). Bajo tales condiciones de ruptura, México fue estrechado y elongado de NW a SE, causando una migración y deformación en tiempo y espacio, siendo tal deformación más antigua al noreste y más joven al sureste. El bloque de Honduras-Nicaragua continuó su



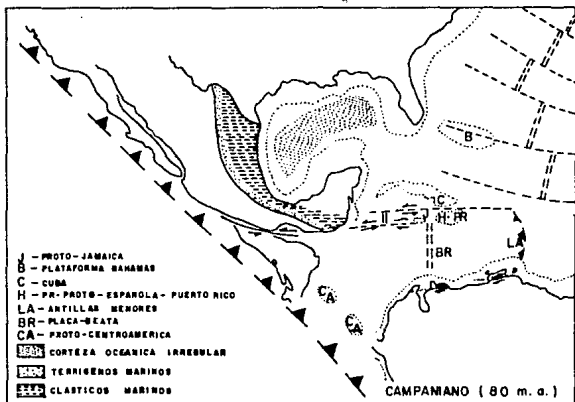
CA- PROTO CENTROAMERICA  
B- PLATAFORMA PROTO BAHAMAS  
C-H-PR- PROTO-ANTILLAS MAYORES

 CORTEZA OCEANICA IRREGULAR  
 TERREGENOS Y CLASTICOS MARINOS  
 CARBONATOS Y TERREGENOS DE AGUAS SOMEROS

BARREMIANO (120 m.a.)

PALEORECONSTRUCCION EN 120 Ma.  
(TOMADO DE PADILLA y SANCHEZ, 1986)

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
FIGURA 3.10	
María Estela Cruz Nochebuena	1991



PALEORECONSTRUCCION EN 80 M. a.  
( TOMADO DE PADILLA , SANCHEZ , 1986 )

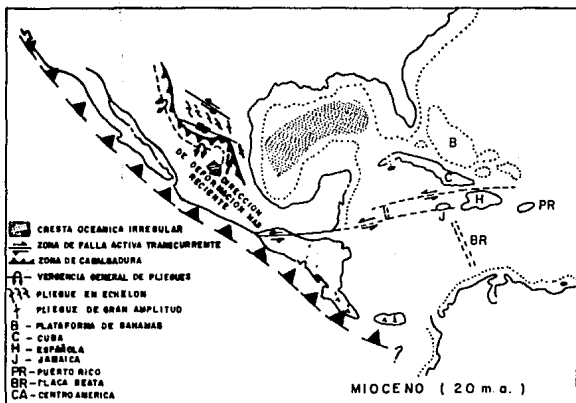
UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

FIGURA 3.11

Mario Estela Cruz  
Nochebuena

1991



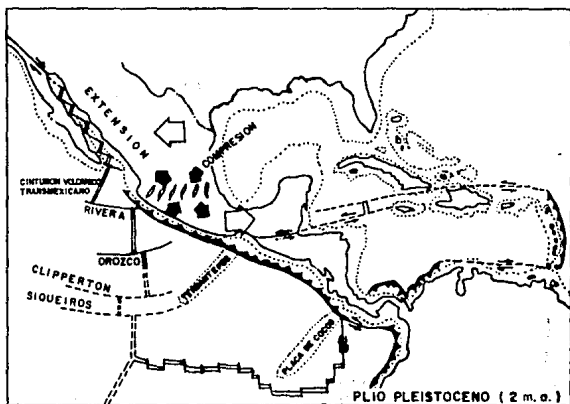
PALEORECONSTRUCCION EN 20 M.a.  
( TOMADO DE PADILLA y SANCHEZ, 1986 )

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
FIGURA 3.12	
Maria Estela Cruz Nochebuena	1991

desplazamiento con respecto al sur de México, Centro América continuó desarrollándose todavía y en las Antillas Mayores. La Española fue separada de Cuba (Wadge y Burke, 1983).

Durante el Plió-Pleistoceno la posición de las placas involucradas en este modelo fue aproximadamente la misma que hoy en día pero una intensa actividad volcánica estuvo presente a lo largo del Cinturón Volcánico Trans Mexicano (Fig.3.13). Este volcanismo está más probablemente relacionado a la subducción en asociación cercana con las condiciones de cizalla simple bajo la cual México estuvo sujeto por el movimiento al oeste de la Placa de Norteamérica respecto a las Placas del Caribe y Cocos.





PALEORECONSTRUCCION EN 2 M.a.  
(TOMADO DE PADILLA y SANCHEZ, 1986)

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
FIGURA 3.13	
Maria Estela Cruz Nochebuena	1991

#### **4.- METALOGENESIS REGIONAL.**

La superficie que comprende el noreste de México (Edos. de Nuevo León y Tamaulipas) incluye un número pequeño de yacimientos minerales metálicos y de no metálicos los cuales han sido explotados de pequeña a mediana escala.

La distribución regional de estos yacimientos se puede entender a partir de las asociaciones mineralógicas dominantes y sus respectivas clasificaciones metalogénicas, con el fin de delimitar zonas metálicas y tratar de comprender la evolución metalogénica de la región dentro del marco geológico y tectónico ya definido.

Con base en la interpretación de las 143 zonas mineralizadas y atendiendo a las asociaciones metálicas más frecuentes y su distribución con relación a estructuras regionales se proponen las siguientes regiones metalogénicas: (Figura 4.1)

##### **1.- Yacimientos distribuidos en los lineamientos estructurales de Boquillas-Sabinas y Sierra Mojada-China.**

###### **-Yacimientos Polimetálicos.**

La zona localizada en la porción norte del estado de Nuevo León consiste de fracturas rellenas de mineral y mantos mineralizados emplazados en rocas calcáreo-arcillosas; son de tipo hidrotermal de mediana temperatura. En la localidad de Lampazos, Nuevo León, estos yacimientos están asociados a rocas ígneas del tipo de los granitos que produjeron un metasomatismo de contacto entre la caliza y las rocas ígneas. La mineralización consiste de galena, esfalerita y pirita con una ganga de cuarzo, calcita y barita (Figura 4.9).

###### **-Yacimientos de Fósforo.**

Yacimientos distribuidos en Sabinas Hidalgo y Los Ramones, Nuevo León, los que se encuentran emplazados en calizas formando una estructura concrecionaria o en forma tabular relleno de fracturas. El mineral predominante es la colofanita.

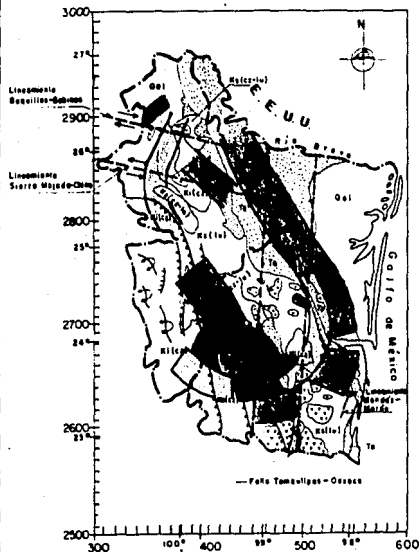
A nivel de estructuras regionales las concentraciones de fosfatos se ubican en el lineamiento sur de Sierra Mojada-China (Figura 4.6).

###### **-Zona de Hierro-Cobre.**

Se conoce una pequeña localidad en Lampazos, Nuevo León, cuya estructura consiste en una veta irregular, el tipo de yacimiento es metasomático de contacto emplazado en un cuerpo granitizado del tipo cuarzo-monzonita. La mineralización consiste principalmente de pirita, calcopirita y pirrotita.

ZONEAMIENTO REGIONAL DE LA MINERALIZACION  
EN EL NORESTE DE MEXICO.

457



ESC. APPRO. 1 : 1, 500, 000

SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Ool
- Tli
- Tte
- T(Li-az)
- K(Li)
- K(Ca-z-lu)
- K(Lca)
- J(Ca-z-y)
- P(E)
- Pa(Ga)

ESTRUCTURALES

- Faja Inversa.
- Faja Tamaulipas-Oaxaca.
- Faja Normal.
- Lineamientos.
- Anticlinal Recumbente.

MINERALIZACION

- Hierro-Titanio
- Hierro-Cobre
- Cobre
- Oro
- Pastora
- Asbesto
- Uranio
- Patmitónicos
- Talco
- Seric
- Fluorita
- Azufre

UNAM Facultad de Ingeniería

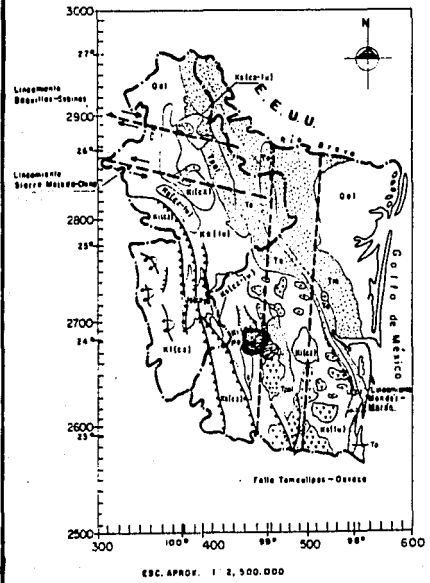
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 4.1

Maria Estela Cruz  
Nochebuena

1991

### DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS: FIERRO-TITANIO



#### SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Qol
- Til
- Tix
- Til-br-ar
- Ka (In)
- Ka (cc-lu)
- Kl (ca)
- Jc (ca-y)
- P (E)
- Pa (Gn)

#### ESTRUCTURALES

- Falla Inversa.
- Falla Toluques-Oaxaca
- Falla Normal.
- Liniamientos.
- Anticlinal Recumbente.

#### MINERALIZACION

- Fierro-Titanio
- Fierro-Cobre
- Cobre
- Oro
- Pastora
- Asbesto
- Uranio
- Plumatales
- Talca
- Berilo
- Ficaria
- Acufra

UNAM Facultad de Ingenieria

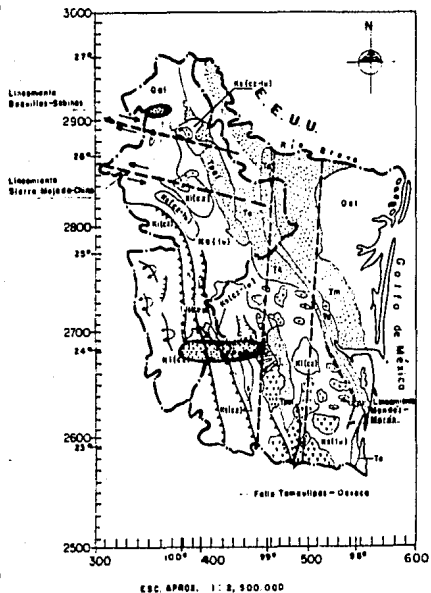
**TESIS PROFESIONAL**

**FIGURA 4.2**

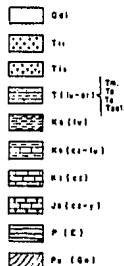
Maria Estela Cruz  
Nochebuena

1991

## DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS: FIERRO-COBRE



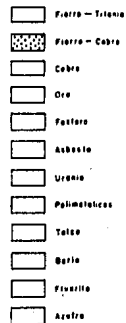
### SIMBOLOS GEOLOGICOS



### ESTRUCTURALES



### MINERALIZACION



UNAM Facultad de Ingeniería

TESIS PROFESIONAL

FIGURA 4.3

María Estela Cruz  
Nochebuena

1991

Con respecto a las estructuras regionales, el lineamiento Boquillas-Sabinas parece haber facilitado el emplazamiento de los intrusivos asociados a la mineralización. El yacimiento se ubica en el lineamiento norte antes citado. (Figura 4.3).

## **2.- Provincia Metalogénica de Ciudad Victoria.**

Es la principal zona mineralizada de la región, localizada en la porción suroccidental del estado de Tamaulipas y suroriental de Nuevo León. Se presenta como un semi-círculo de unos 200 Km de diámetro aproximadamente, dentro del cual se ubican con cierta preferencia, formando semicírculos, los yacimientos metálicos y no metálicos más importantes de la región.

Del interior a la periferia de dicha estructura se distribuyen en el siguiente orden: Fe-Ti, Fe-Cu, CaF<sub>2</sub>, talco-asbesto, Ba y metales base, (Figura 4.1), estos últimos ocupando la periferia de la provincia aquí propuesta. Esta diversidad de elementos manifiesta además una sobreposición cronológica de eventos magmáticos e hidrotermales, dentro de un área con características tectónicas particulares, donde confluyen la traza de la falla Tamaulipas-Oaxaca y emplazamientos magmáticos de variada composición que datan desde el Jurásico.

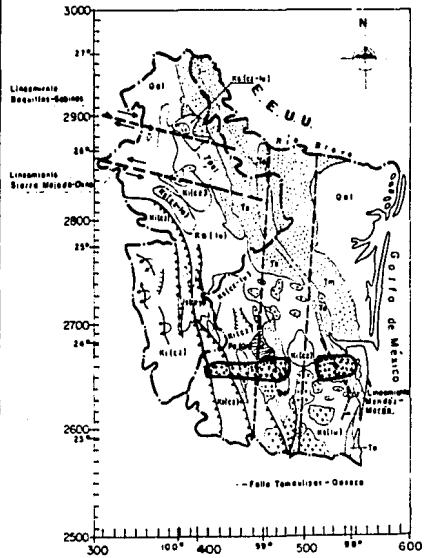
La distribución peculiar de las asociaciones metálicas de la Provincia Metalogénica de Ciudad Victoria, plantea la posibilidad de un zoneamiento periplutónico alrededor de una anomalía magmática que ha operado constantemente desde el Jurásico.

En la región coexisten rocas ultramáficas (J-K), rocas calcoalcalinas monzonítico-dioríticas (Ti), rocas alcalinas (sienitas) (Ts) y rocas volcánicas calcoalcalinas y alcalinas (Tm-Ts). Esta intensa actividad magmática es la responsable de los eventos hidrotermales asociados a las etapas finales de cada evento magmático particular.

Otro hecho importante que se detecta a partir de la distribución de elementos metálicos es su preferencia geográfica ante eventos magmáticos e hidrotermales sobrepuestos. Es decir, en una misma localidad aparecen coexistiendo yacimientos metasomáticos del Terciario, asociados a monzonitas intrusionando rocas calcáreas, con yacimientos debidos al hidrotermalismo de plutones ultramáficos jurásicos. Lo anterior refleja el efecto de la herencia metálica, seguramente controlado por el basamento de la región.

A continuación se describen las principales asociaciones metálicas presentes en la zona, referidas desde el centro hacia la periferia de la provincia metalogénica.

### DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS: COBRE



ESC. APROX. 1 : 2,500,000

#### SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Ool
- Tls
- Tls (or) Tls
- M (L)
- M (C)
- M (C)
- M (C)
- P (E)
- P (G)

#### ESTRUCTURALES

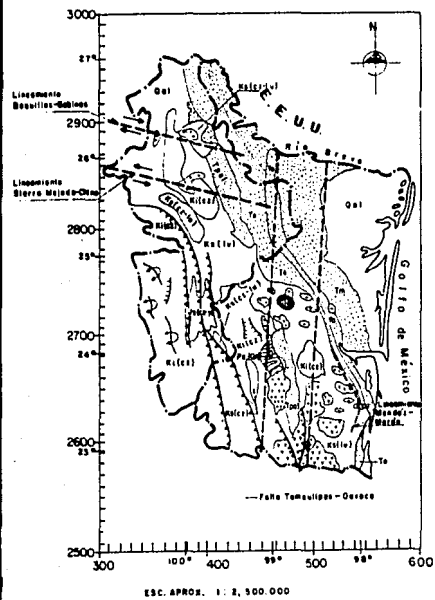
- Faja Inversa
- Faja Tonalitos-Oaxaca
- Faja Hermat.
- Lineamientos
- Anticlinal Recumbente

#### MINERALIZACION

- Hierro-Trieste
- Hierro-Cobre
- Cobre
- Oro
- Pastera
- Asbesto
- Uranio
- Patimolíticos
- Talca
- Barro
- Fluorita
- Azufre

UNAM	Facultad de Ingeniería
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b>FIGURA 4.4</b>	
Maria Estela Cruz Nochebuena	1991

## DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS: ORO



### SÍMBOLOS GEOLOGICOS

- Qal
- Tlx
- Txx
- T(lv-ar) Tm  
Tn  
Tc  
Tol.
- Ks(lw)
- Ks(cs-lw)
- Ks(cs)
- Jc(cs-y)
- P(C)
- Pa(Gn)

### ESTRUCTURALES

- Faja Inversa
- Faja Tamaulipas-Oaxaca
- Faja Normal
- Lineamientos
- Anticlinal Recumbente

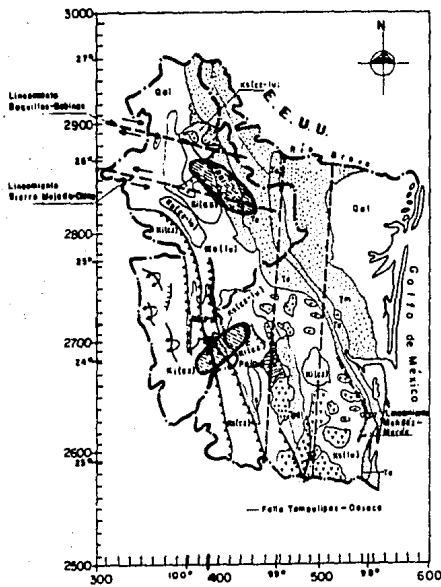
### MINERALIZACION

- Hierro-Titanio
- Hierro-Cobre
- Cobre
- Oro
- Pastera
- Asbesto
- Uranio
- Polimetálicos
- Talco
- Barita
- Fluorita
- Azufre

<b>UNAM</b>	Facultad de Ingeniería
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b>FIGURA 4.5</b>	
María Estela Cruz Nochebuena	1991



### DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS: FOSFORO



#### SÍMBOLOS GEOLOGICOS

- Gal
- Tli
- Tro
- T (lo-ar) / Tm / To / Tpe
- Ks (lo)
- M (ca-lo)
- M (ca)
- Jk (ca-y)
- P (C)
- Pa (G-I)

#### ESTRUCTURALES

- Falla Inagua
- Falla Tamaulipas-Oaxaca
- Falla Nermal
- Lineamientos
- Anticlinal Recumbente

#### MINERALIZACION

- Fierro - Titanio
- Fierro - Cobre
- Cobre
- Oro
- Fluoruro
- Albastro
- Uranio
- Palmatolitos
- Talco
- Borio
- Fluorita
- Azufre

UNAM	Facultad de Ingeniería
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b>FIGURA 4.6</b>	
Maria Estela Cruz Nochebuena	1991

#### -Zona de Fierro-Titanio.

Esta asociación se presenta en el centro de la provincia metalogénica, con yacimientos que afloran en el Cañón del Novillo y Ciudad Victoria. La mineralización consiste en hilillos y vetillas angostas de ilmenita emplazadas en una roca metamórfica clasificada como un gneis cuarzo feldespático. El origen de las concentraciones de ilmenita podría asociarse a la diferenciación de un magma que simultáneamente originó las nelsonitas y granófiros (gneis alaskítico) por cristalización de dos líquidos inmiscibles, uno rico en hierro-fósforo-titanio (nelsonita), y otro en sílice-álcalis (granofiro). El rutilo se formó por descomposición de la ilmenita durante el metamorfismo de facies de granulita que posteriormente afectó al Gneis Novillo. Los yacimientos de Fe-Ti coexisten en esta zona con cuerpos ultramáficos (J-K), con mineralización de asbesto (crisotilo), (Figura 4.2).

#### -Zona de Fierro-Cobre.

Formada por un grupo de yacimientos que se localizan al noroeste de la asociación Fe-Ti. Consiste de cuerpos tabulares emplazados en calizas con nódulos de pedernal en la localidades de Dr. Arroyo.

Los cuerpos mineralizados cercanos a Ciudad Victoria están emplazados en esquistos precámbricos. El origen de los yacimientos de Fe-Cu se atribuye a metasomatismo de contacto causado por intrusivos monzoníticos y dioríticos en rocas calcáreas y rocas metamórficas. Las mineralizaciones producidas consisten principalmente de limolita, hematita, calcopirita y nicolita. (Figura 4.3).

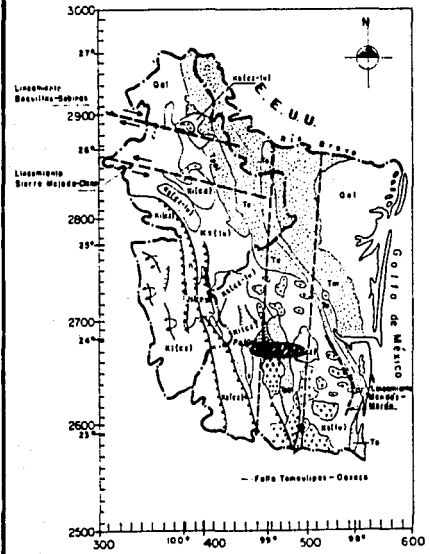
#### -Zona de Cobre.

La zona de cobre está formada por un grupo de localidades que se alinean con dirección E-W cortando diametralmente la provincia metalogénica. Se conocen tres zonas con mineralización importante que se ubican la primera al oeste, la segunda al centro y la tercera al este.

La primera zona comprende el área de Miquihuana con una mineralización de poco volumen consiste de vetillas angosta de calcopirita, acompañadas de carbonatos, emplazadas en rocas calcáreo-arcillosas; el tipo de yacimiento corresponde a hidrotermal de mediana temperatura.

La segunda está ubicada en la región de Ciudad Victoria, donde la mineralización consiste de malaquita emplazada en una roca conglomerática correspondiente a la Formación Huizachal. El mineral se presenta rellenando los planos de fracturamiento. El yacimiento se encuentra asociado a rocas ígneas del tipo

# DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS: ASBESTO



ESC. APROX. 1 : 2,500,000

### SÍMBOLOS GEOLOGICOS

- Oal
- Ttl
- Tta
- Tl (to-ar) Tm
- Ma (ta) To
- Ma (ca-to) Tol.
- Mi (ca)
- Ja (ca-z)
- P (C)
- Pa (Ga)

### ESTRUCTURALES

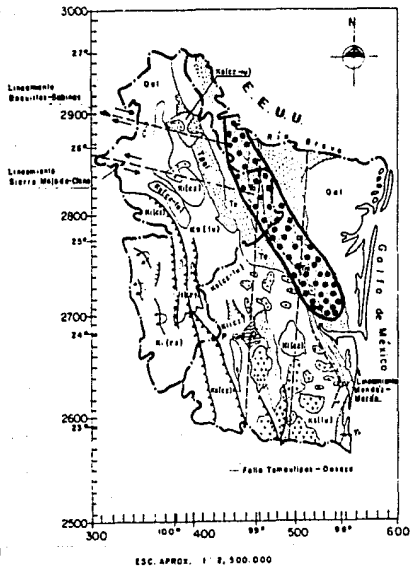
- Faja Inversa
- Faja Toluca-Corisco
- Faja Normal
- Lineamientos
- Anticlinal Recumbente

### MINERALIZACION

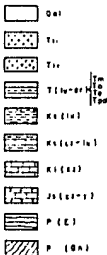
- Hierro-Titania
- Hierro-Cobre
- Cobre
- Oro
- Fósforo
- Asbesto
- Uranio
- Palmatónicas
- Telco
- Barita
- Fluorita
- Azufre

<b>UNAM</b>	Facultad de Ingeniería
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b>FIGURA 4.7</b>	
Maria Estela Cruz Nochebuena	1991

### DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS: URANIO



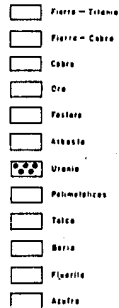
#### SIMBOLOS GEOLOGICOS



#### ESTRUCTURALES

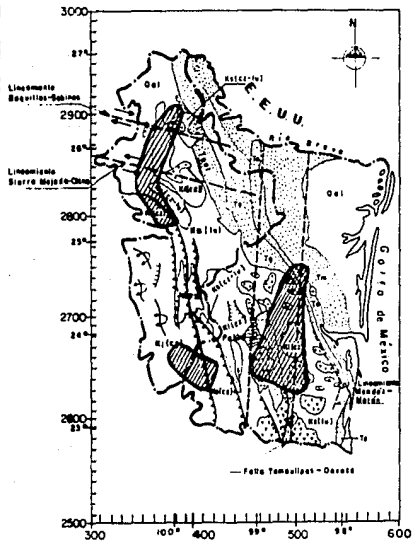


#### MINERALIZACION

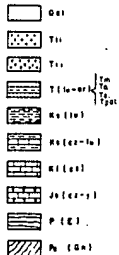


UNAM	Facultad de Ingeniería
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b>FIGURA 4.8</b>	
Maria Estela Cruz Nochebuena	1991

## DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS: POLIMETALICOS



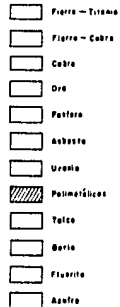
### SIMBOLOS GEOLOGICOS



### ESTRUCTURALES



### MINERALIZACION



UNAM Facultad de Ingeniería

TESIS PROFESIONAL

FIGURA 4.9

Maria Estela Cruz  
Nochebuena | 1991

ESC. APROX. 1 : 2,500,000

andesítico-basáltico por lo que se supone que el tipo de yacimiento también corresponde al hidrotermal de mediana temperatura, con alteración en la zona de oxidación.

La tercera zona está ubicada en la región de San José; Los yacimientos se presentan en forma de vetas irregulares emplazadas en un skarn de granate. La zona esta constituida por calizas de la Formación Tamaulipas Inferior que fue intrusionada y metamorfozada por una masa ígnea plutónica de composición calcoalcalina; el tipo de yacimiento corresponde al metasomático de contacto. (Figura 4.4).

#### -Yacimientos Polimetálicos.

Los yacimientos polimetálicos se distribuyen en la periferia de la Provincia Metalogénica de Ciudad Victoria, formando un semicírculo, más notorio al sur de la provincia. Entre las localidades que conforman estos agrupamientos destacan San Nicolas, Llera y Ciudad Victoria.

En la localidad de San Nicolás el yacimiento consiste de fracturas mineralizadas discontinuas, de origen hidrotermal de mediana temperatura emplazadas en calizas cretácicas. Las calizas están afectadas por intrusiones ígneas que forman un stock de cuarzo-diorita.

Lo mismo ocurre en la localidad de Llera en la cual las calizas están intrusionadas por conductos de derrames de basaltos del Terciario. por último en la localidad de Ciudad Victoria también están presentes afloramientos de rocas ígneas de tipo andesítico basáltico, la mineralización consiste de galena y esfalerita (Figura 4.9).

#### -Yacimientos de Asbesto.

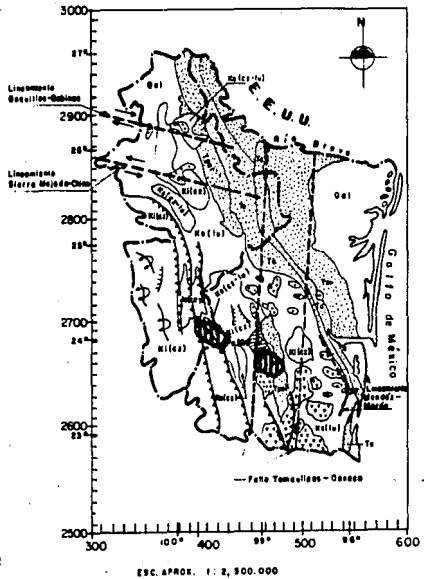
La zona de asbesto está distribuida en la región de Ciudad Victoria siendo de pequeña dimensión. Se caracteriza por ser un yacimiento de tipo hidrotermal de alta temperatura consistente en vetas de forma tabular emplazadas en un dique estrato, asociado a rocas ígneas del tipo ultrabásico (peridotita).

Junto con el asbesto se presentan otros minerales diseminados de manera irregular tales como cuarzo de forma acicular, acompañado de magnetita (Figura 4.7).

#### -Yacimientos de Talco.

Estos yacimientos forman un alineamiento con rumbo NW-SE que cortan diametralmente la provincia metalogénica. La zona de talco se presenta distribuida en la región de Aramberri, Nuevo León y Ciudad Victoria Tamaulipas. Los yacimientos se encuentran emplazados en rocas metamórficas, asociadas a rocas ígneas del tipo gabro. Se presenta en forma de cuerpos lenticulares y son de tipo hidrotermal de mediana temperatura.

### DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS: TALCO



#### SÍMBOLOS GEOLOGICOS

- Ool
- ▨ Tii
- ▩ Tio
- ▧ T (In-or)
- ▦ Mu (In)
- ▥ Ka (Ca-In)
- ▤ Ki (Ca)
- ▣ Ja (Ca-y)
- ▢ P (E)
- ▧ Po (Ca)

#### ESTRUCTURALES

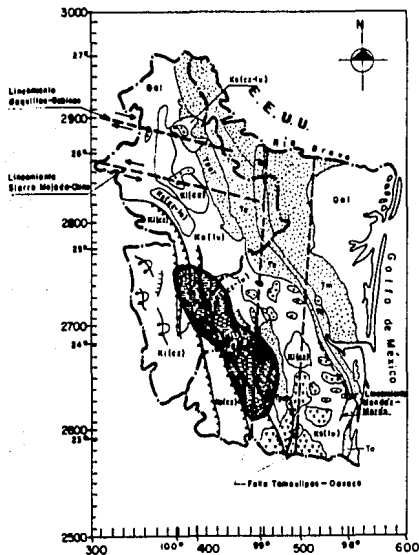
- ▤ Falla Inversa.
- ▥ Falla Tensional - Ocaso.
- ▦ Falla Normal.
- ▧ Lineamientos.
- ▨ Anticlinal Rezagante.

#### MINERALIZACION

- Hierro - Titanio
- ▨ Hierro - Cobre
- ▩ Cobre
- ▧ Oro
- ▦ Fosforo
- ▥ Atabaco
- ▤ Uranio
- ▣ Palmatólicas
- ▢ Talca
- ▧ Barro
- ▥ Fluorita
- ▤ Azufre

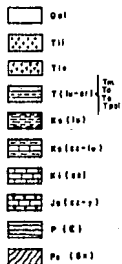
UNAM Facultad de Ingeniería  
**TESIS PROFESIONAL**  
**FIGURA 4.10**  
 María Estela Cruz  
 Nochebuena 1991

# DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS: BARIO



ESC. APROX. 1 : 2,500,000

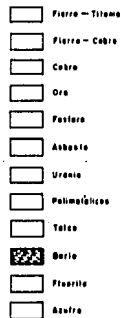
## SIMBOLOS GEOLOGICOS



## ESTRUCTURALES



## MINERALIZACION



UNAM Facultad de Ingeniería

TESIS PROFESIONAL

FIGURA 4.11

María Estela Cruz  
Nochebuena

1991



Junto con el talco aparecen otros minerales como la serpentina y el asbesto producto de la alteración de los gabros. (Figura 4.10).

**-Yacimientos de Fluorita.**

La mineralización de fluorita se encuentra en la región sur de la Provincia Metalogénica de Ciudad Victoria. La zona de fluorita está distribuida en la localidad de Jaumave, Tamaulipas en la porción sur del estado, formando yacimientos de tipo hidrotermal de mediana temperatura, en el que destaca el relleno de fracturas por fluorita.

La mineralización está emplazada en calizas de la Formación El Abra presentándose en vetas de fisura y como capas de sustitución. Económicamente dentro de la zona se le considera como mineral de ganga, de relleno de cavidad asociada a depósitos metálicos de reemplazamiento más importantes. (Figura 4.12).

**-Yacimientos de Fosforo.**

Se localizan en el semicírculo noroeste de la Provincia Metalogénica de Ciudad Victoria. Los yacimientos se distribuyen en las localidades de Zaragoza, Nuevo León e Hidalgo, Tamaulipas. Se encuentran emplazados en calizas, formando una estructura concrecionaria o en fracturas tabulares rellenas de colofanita (Figura 4.6).

**-Yacimientos de Oro.**

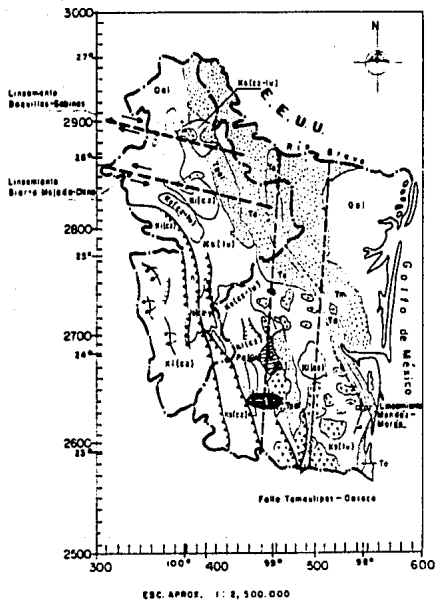
Se trata de una sola localidad ubicada a 70 Km al SE de Linares Nuevo León conocida como Mina San José, la que se sitúa en la Sierra de San Carlos o Sierra Chica dentro de la jurisdicción municipal de San Carlos. Los minerales presentes son: óxidos de hierro, carbonatos de cobre y diseminaciones de oro (hasta 13 g/t). Los cuerpos metalíferos son en general pequeños y distribuidos muy irregularmente en las calizas, a escala de estructuras regionales el yacimiento está relacionado con el margen oriental del sistema de fallas Tamaulipas-Oaxaca. (Figura 4.5).

**-Yacimientos de Tierras Raras.**

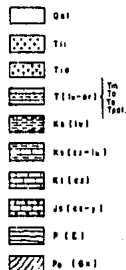
Complejos Peralcalinos en las Sierras de Tamaulipas y de San Carlos. (Rodríguez Arvizu, 1990).

Los yacimientos de Tierras Raras ocurren en los complejos peralcalinos de las Sierras de Tamaulipas y de San Carlos. Estos complejos están formados por rocas del tipo gabros, dioritas, cuarzo-dioritas, granitos, monzonitas y sienitas y rocas alcalinas constituidas por sienitas alcalinas, sienitas de nefelina y tianguaítas.

# DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS: FLUORITA



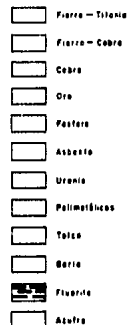
## SÍMBOLOS GEOLOGICOS



## ESTRUCTURALES



## MINERALIZACION



UNAM Facultad de Ingeniería

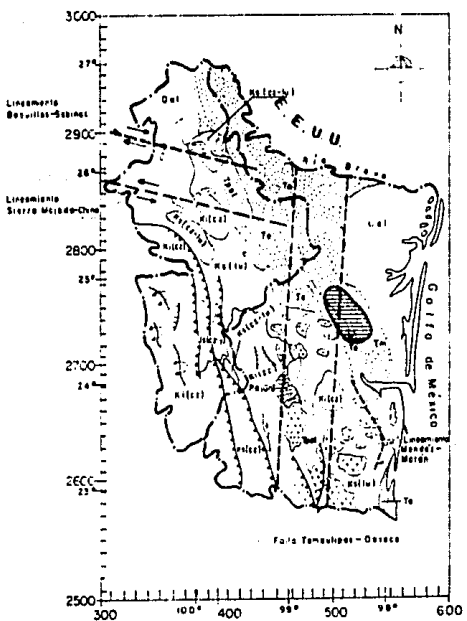
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 4.12

María Estela Cruz  
Nochebuena

1991

DISTRIBUCION DE ZONAS MINERALIZADAS:  
AZUFRE



ESC. APROX. 1 : 2,500,000

SÍMBOLOS GEOLOGICOS

- Oal
- Te
- Tie
- Tl (var.)
- Nistul
- Kilca (ul)
- Kilca
- Jalcay
- P I C I
- Pa. (Oal)

ESTRUCTURALES

- Falla Inversa
- Falla Tamalipas-Oaxaca
- Falla Normal
- Línea de los Bajos
- Anticlinal Recumbente

MINERALIZACION

- Hierro-Titanio
- Hierro-Cobre
- Cobre
- Oro
- Pastora
- Asbesto
- Uranio
- Polimetálicas
- Talco
- Sodio
- Fluorita
- Azufre

UNAM Facultad de Ingeniería  
**TESIS PROFESIONAL**  
**FIGURA 4.13**  
 María Estela Cruz Nachbuena 1991

Entre las rocas metamórficas asociadas se tienen gneis graníticos de biotita y biotita-granate.

En el complejo peralcalino del área de el Picacho, el origen de las T.R. se explica por la fusión parcial de peridotitas de espinela con volátiles libres acompañado de un rango de peridotita de granate.

Las T.R. se concentran principalmente en las vetas formadas por el depósito de soluciones hidrotermales (Querol S. F. s/f), debido a que el gran tamaño de los radios iónicos de las T.R. y otros elementos son concentrados en fluidos residuales (Figura 4.14).

### **3.- Yacimientos Hidrotermales asociados a zonas de cabalgamiento en la Sierra Madre Oriental.**

-Yacimientos Polimetálicos.

Están distribuidos en la localidad de Zaragoza (Nuevo León). La zona está afectada por una gran falla de cabalgadura con rumbo N-S que es paralela a la Sierra Madre Oriental.

La mineralización principal consiste de galena y esfalerita el yacimiento presenta minerales de alteración en donde destaca la dolomita. El yacimiento se ha clasificado como hidrotermal de mediana temperatura, emplazado en las debilidades estructurales del cabalgamiento referido. (Figura 4.9).

-Yacimientos de Barita.

La zona de barita presenta una distribución muy irregular constituida por cinco regiones localizadas en la porción centro y sur de los estados de Nuevo León y Tamaulipas, siendo la de mayor dimensión la que está situada en la localidad de Galeana, Nuevo León.

El tipo de yacimiento que caracteriza a estas zonas es el hidrotermal de mediana temperatura que consiste de vetas irregulares encajonadas en rocas calcáreo-arcillosas, las cuales en la región de Ciudad Victoria están asociadas a rocas volcánicas del tipo andesítico basáltico. (Figura 4.11).

### **4.- Concentraciones de uranio en areniscas del Terciario.**

La zona del uranio se localiza en la Cuenca de Burgos y comprende los yacimientos uraníferos de La Coma, Buenavista, El Chapote, Peñoles y Trancas en Nuevo León y Cruillas, Burgos y Díaz Ordaz en Tamaulipas.

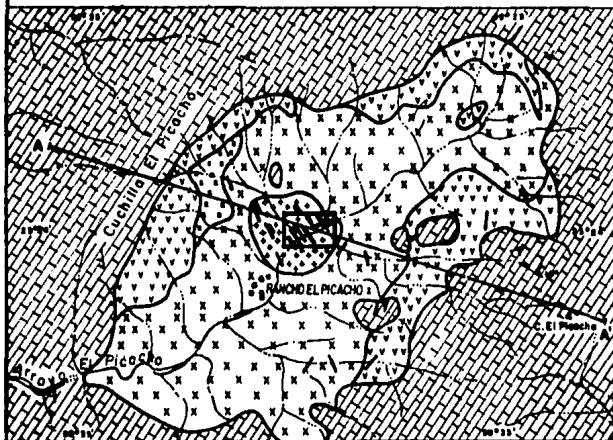
El tipo de yacimiento corresponde al sedimentario químico emplazado en areniscas de la Formación Frio No Marino. Su estructura consiste en lentes horizontales controlados litológicamente por las areniscas. (Figura 4.8).

#### **5.- Yacimiento de Azufre asociados a exhalaciones volcánicas.**








La zona de azufre está distribuida en las localidades de Jiménez y Villa de Burgos. La estructura de los yacimientos está presente como eflorescencias emplazadas en lutitas y areniscas muy alteradas, el origen de las manifestaciones de azufre es de tipo deutérico asociado a los fluidos post-magmáticos de los aparatos volcánicos presentes en la vecindad de las localidades.

En la localidad de Villa de Burgos el yacimiento está asociado a una roca ígnea constituida por un basalto de olivino. (Figura 4.13).

MAPA Y SECCION GEOLOGICA DEL AREA EL PICACHO, SIERRA DE TAMAULIPAS.  
(TOMADO DE ARVIZU RODRIGUEZ, 1990)



EXPLICACION

- |           |  |   |
|-----------|--|---|
| TERCIARIO |  | Diques radioactivos ricos en fosfatos con mineralización de tantalidos. |
|           |  | Diques traquíticos felíticos.   |
|           |  | Sienitas de nefelina, malnitas, juvitas o lillitas.                     |
|           |  | Sienitas con variaciones locales a monzonitas.                          |
|           |  | Dioritas.   |
|           |  | Gabres con variaciones a pirozonitas.                                   |
| CRETACICO |  | Calices Marmolizados hacia el contacto con las rocas igneas.            |



UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

FIGURA 4.14

María Estela Cruz  
Nochebuena

1991

## 5.- MODELO METALOGENICO.

La evolución mineralógica en el noreste de México involucra distintos procesos, los cuales se analizarán a través de un modelo metalogénico en el cual se representan los cambios ocurridos desde el basamento hasta las rocas del reciente.

Geológicamente la región se caracteriza por la proximidad del basamento precámbrico representado por el Gneis Novillo, el cual aflora en el Cañón del Novillo al poniente de Ciudad Victoria, Tamaulipas.

El Paleozoico está representado por el Esquisto Granjeno el que se encuentra aflorando en el Anticlinorio de Huizachal-Peregrina al NW de Ciudad Victoria; en la misma ciudad aflora una secuencia sedimentaria sin metamorfismo caracterizada por calizas, areniscas y lutitas, todas ellas del Paleozoico.

El Mesozoico está representado por una secuencia sedimentaria formada por rocas carbonatadas y terrígenas del Jurásico y Cretácico; estos sedimentos fueron deformados durante la Orogenia Laramide.

En algunos lugares estas rocas se encuentran intrusionadas por plutones graníticos emplazados durante el Terciario Medio, sobre todo en los ejes distensivos de las estructuras deformadas. Por otra parte, la presencia de cuerpos ultramáficos que cortan a las secuencias paleozoicas, se asocian a debilitamientos corticales mayores, emplazándose a lo largo de fallas de carácter continental. Si bien su edad aún no está determinada, su afinidad con los procesos de apertura del Golfo de México, sugieren un tiempo de emplazamiento Post-Jurásico y Pre-Terciario.

El Cenozoico en la región está marcado por depositación de sedimentos terrígenos del Terciario, consecuencia de la regresión de los mares en la zona oriental de la región. A la que siguió una actividad magmática en la que se incluyen intrusiones básicas Oligo-Miocénicas, intrusiones ácidas a intermedias miocénicas, magmatismo alcalino de esta misma edad, y finalmente, efusión de lavas basálticas y andesíticas del Plioceno-Pleistoceno.

Como es de esperarse tanto los emplazamientos plutónicos como volcánicos, presentan fases hidrotermales tardías a las cuales se asocian mineralizaciones que se discutirán posteriormente. Este marco geológico en donde se manifiesta tal gama de procesos se interpreta como una región en la que los intercambios en masa y energía son altos, característica de zonas con una historia tectónica activa, o bien donde se presenta un límite tectónico mayor.

Los límites tectónicos más importantes de la región son la falla

Tamaulipas-Oaxaca (propuesta por Padilla, 1986) que corresponde en realidad a una amplia franja de aproximadamente 38Km de ancho con rumbo N-S y que se extiende desde el norte del estado de Tamaulipas hasta los estados de Oaxaca y Chiapas, al sur de la República Mexicana.

Su principal manifestación es el alineamiento de cuerpos ultrabásicos cuya alteración hidrotermal ha producido los yacimientos de asbesto y talco característicos de la zona. También es interesante notar la abundancia de localidades mineralizadas a lo largo de esta estructura como por ejemplo se citan las siguientes concentraciones minerales.

Yacimiento	Elemento
Talco en el Cañón del Novillo	Talco
San Antonio	Asbesto
Las Cuijas 1	Titanio
Mina Montserrat	Plomo-Plata-Zinc
Los Remedios	Cobre
El Canario	Fierro
Las Lomas	Fluor
San Francisco	Bario
Cruillas	Uranio

Deberá recordarse que el sistema Tamaulipas-Oaxaca ha sido interpretado como una discontinuidad mayor de la corteza, asociada a la apertura del Golfo de México durante el Jurásico Superior y que sido reactivada magmáticamente desde el Terciario con la formación de la provincia volcánica alcalina, como por ejemplo La Sierra de San Carlos y la Sierra de San José.

Como es sabido el desarrollo de una provincia volcánica puede culminar con actividad hidrotermal en la que si la naturaleza del basamento lo permite, se remobilizan elementos de él, los que se depositan en estructuras favorables especialmente fallas y cavidades de ahí la conexión entre:

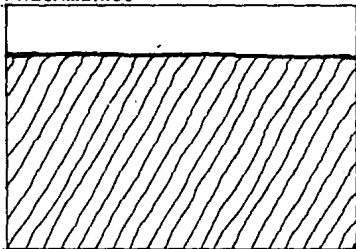
- 1) Apertura del Golfo de México
- 2) Reactivación Magmática-Volcanica
- 3) Desarrollo de la fase hidrotermal

La reconstrucción de los ambientes tectónicos, rasgos estructurales regionales, distribución del magmatismo y zonificación de elementos metálicos permiten proponer un modelo evolutivo tectónico- metalogénico que se describe a continuación.



# ESQUEMA EVOLUTIVO DE LA MINERALIZACION DEL NORESTE DE MEXICO

## PRECAMBRICO



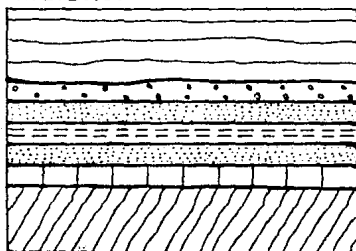
### S I M B O L O S



Gneis Novillo.

Representado por el Gneis Novillo, el cual aflora en el Cañón del Novillo al poniente de Ciudad Victoria, Tamaulipas.

## PALEOZOICO



### S I M B O L O S



Esquisto Granjero



Secuencia Sedimentaria No Metamorfizada.

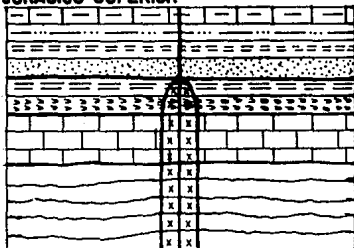


Gneis Novillo.





Representado por el Esquisto Granjeno y por una secuencia sedimentaria no metamorfizada.

# ESQUEMA EVOLUTIVO DE LA MINERALIZACION DEL NORESTE DE MEXICO

## JURASICO SUPERIOR

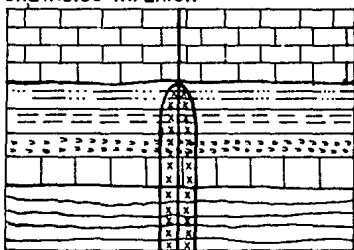


### S I M B O L O S





-  Formación La Casita.  
Lutitas, Limolitas,  
Areniscas Calcareas y  
Calizas Arcillosas.
-  Formación Olvido:  
Calizas, Yesos y  
Lutitas
-  Basamento
-  Intrusivo  
Ultramáfico

Depósitos de calizas, yesos, lutitas y limolitas de la Formación Olvido y lutitas, areniscas de la Formación La Casita.  
Para el Jurásico Superior se inicia la ruptura continental que dará origen al Golfo de México.  
Posible emplazamiento de cuerpos ultramáficos.

## CRETACICO INFERIOR



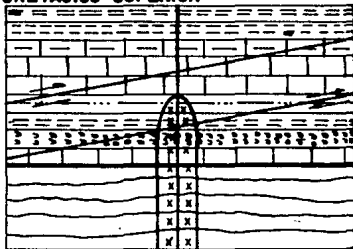
### S I M B O L O S

-  Calizas
-  Calizas más Terrigenas.
-  Basamento.
-  Intrusivo  
Ultramáfico

Transgresión marina, formación de calizas.  
Jurásico, calizas más terrigenas.  
Basamento.



## ESQUEMA EVOLUTIVO DE LA MINERALIZACION DEL NORESTE DE MEXICO

### CRETACICO SUPERIOR



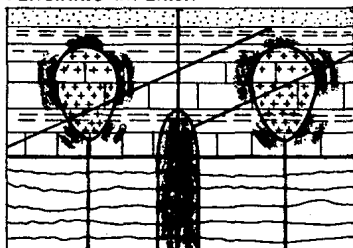
 Intrusivo Ultramáfico



### SIMBOLOS









	Calizas Arcillosas, Lutita Carbonosa y Lutitas.
	Calizas.
	Calizas más Terrigenas.
	Basamento.

Regresión del mar, depósitos detríticos de las Formaciones Agua Nueva, San Felipe y Méndez, continúa la actividad de la Falla Tamaulipas-Oaxaca. Ocasionalmente el desplazamiento del bloque Yucatan hacia el Sur contemporáneamente la secuencia sedimentaria es deformada intensamente produciéndose ca balgamientos y fracturamiento.

### TERCIARIO INFERIOR



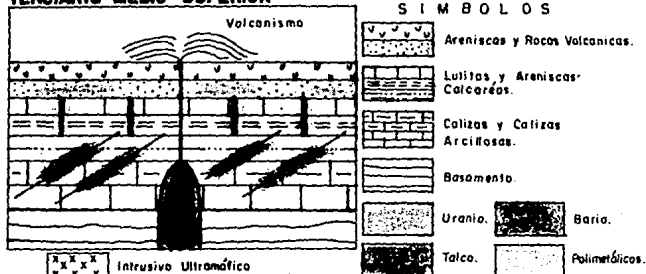
 Intrusivo Ultramáfico  Cuerpo Intrusivo

	Lutitas y Areniscas.
	Calizas Intercaladas con Lutitas.
	Calizas Intercaladas con Lutitas.
	Basamento.
	Hierro-Titanio.
	Hierro-Cobre.
	Cobre
	Asbesto

Emplazamiento de intrusiones graníticas, monzoníticas y dioríticas. Formación de yacimientos de Fe, Ti, Cu por metasomatismo de contacto. Alteración hidrotermal en cuerpos ultramáficos preexistentes y formación de talco y asbesto. En la superficie continúa la sedimentación detrítica.

## ESQUEMA EVOLUTIVO DE LA MINERALIZACION DEL NORESTE DE MEXICO

### TERCIARIO MEDIO-SUPERIOR



Sedimentación detrítica durante el Terciario Medio, con formación de concentraciones de uranio en las facies arenosas. Para el Terciario Superior se presenta intensa actividad volcánica e hidrotermal. El volcanismo está formado por andesitas y basaltos. La actividad hidrotermal produce concentraciones polimetálicas talco y bario.

## 6.- GEOLOGIA ECONOMICA.

### 6.1-Yacimientos de Plomo, Zinc, Plata.

Los yacimientos de plomo, zinc, plata en la región son de poco tonelaje, distribuyéndose en varios pequeños distritos mineros. Desde el punto de vista de su producción el más importante es el Distrito Minero de San Nicolás en Tamaulipas.

Descripción de Localidades.

#### Yacimientos de Orión y Padre Mier.

Las minas de Orión y Padre Mier pertenecientes al distrito minero de Dulces Nombres se localizan en Zaragoza, Nuevo León, a unos kilómetros al oeste de la línea de Tamaulipas y centro del estado de Nuevo León.

De acuerdo al estudio realizado por Solís Bury la mesa de Dulces Nombres está formada por caliza del Cretácico Inferior en la cual existen varias formaciones de dolomita que en ciertos distritos suelen localizar cuerpos de mineral.

Orión y Padre Mier se encuentran en un área de caliza blanca fosilífera las cuales han sido favorables para la depositación de plomo y zinc. Esta porción del distrito se localiza en el flanco oriental de un anticlinal cuyo rumbo es N30½W y los estratos buzan al este.

Las minas Orión y Padre Mier constituyen un sistema de vetas de Pb, Zn que han armado en la caliza antes descrita. Localmente las vetas toman varios nombres como Veta San Fernando y Veta Santa Encragia. El rumbo general es de N80½E con echado al sur de 85½ de intensidad.

#### Yacimiento San Antonio Iguana.

En 1954 Gustavo Schulze hizo un estudio sobre el mineral de la Iguana que está situado a unos 40Km al E-SE de Lampazos, Nuevo León que tuvo en otro tiempo considerable auge minero. La Sierra de La Iguana es poco abrupta, está constituida por calizas oscuras azuladas, con buena estratificación y de plegamientos suaves, algunas rocas ígneas como granodioritas, granitos, dioritas y aplitas se presentaron en masas irregulares, pero con tendencia a extenderse entre las capas de caliza en forma de dique-estratos.

Los yacimientos de plomo, zinc y plata, tuvieron su origen por metasomatismo de contacto entre la caliza y las rocas ígneas. La matriz está formada por cuarzo, calcita, barita y fluorita, además de silicatos típicos de esta clase de depósitos.

La mineralización se concentra claramente en la fajilla de la hornblendita anexa al contacto con la roca granítica penetrando solo en hilillos y ramales pequeños.

#### **Yacimientos de Montserrat.**

El estudio de estos yacimientos se llevo a cabo por Briones, Brizuela y Boronio en el año de 1974.

Se localizan a unos 15Km de la ciudad de Monterrey, Nuevo León sobre la carretera a Monte Morelos, Tamaulipas en la desviación al Club de Golf Valle Alto y sobre la Sierra Madre Oriental. El rancho más cercano es el de La Virgen situado a 1Km del Club y a 10Km al S45½W del Cerro de La Silla.

Los cuerpos minerales se ubican en la ladera NE de la Sierra Madre Oriental con una topografía muy abrupta con fuertes pendientes y profundos arroyos que bajan de las partes altas de la Sierra.

La estratigrafía está representada por tres formaciones que afloran en el área: Formación Indidura, Formación Cuesta del Cura y Formación Aurora.

La estructura de la zona está formada por anticlinales y sinclinales que forman los trenes típicos de la Sierra Madre Oriental. El fracturamiento de las rocas es muy intenso, el cual se ha observado que disminuye en las cercanías de los cuerpos mineralizados.

La exploración de los yacimientos ha sido realizada a través de socavones como el de Montserrat, desarrollado a lo largo de una falla alabeada con rumbo general E-W. Precisamente, esta estructura ha facilitado la formación de una veta de calcita con espesor desde 10cm hasta 3m.

Dentro de la estructura principal se han desarrollado diversas obras mineras como las siguientes:

#### **Mina La Victoria I**

Esta mina fué desarrollada a lo largo de un relleno de mineral entre capa y capa. La orientación general es hacia el S30½E, el echado de la estructura es hacia el SW con una inclinación promedio de 55½. Es notable la presencia de una falla con rumbo sensiblemente E-W y otro al final de la mina con rumbo N50½W que indico el fin de la mineralización.

Los minerales son óxidos de Pb, Zn y Ag con abundancia de óxido de hierro. Es notable también la humedad y la cantidad de arcilla de coloración ocre y rojiza que contiene.

La coloración del mineral es café rojizo y ocre presentándose los valores altos de Pb, Zn y Ag en forma de bandas delgadas localizadas por lo general en el centro de la veta y con ganga de óxidos de Fe con valores bajos de Pb y Zn lo que ha motivado que se extrajeran únicamente los valores altos (alrededor de 20 ó 25% de Zn y Pb mezclados) y dejando en las tablas de las obras de oxidación tan características del mineral.

#### **Mina La Victoria II**

Socavón desarrollado en un relleno de mineral entre capa y capa con orientación igual a la Victoria I pero con un espesor de 1m de la zona mineralizada.

Minerales oxidados de Pb, Zn y Ag con abundante oxidación de Fe.

#### **Mina San Patricio.**

Obra desarrollada en un relleno de fractura, minerales oxidados de Pb, Zn y Ag. Aparentemente este mineral es más rico en plomo y zinc, la mineralización se localiza también en tubos de disolución de caliza.

Al final de la obra existe otra obra con rumbo N40½W.

#### **Mina San Juan.**

Desarrollada a lo largo de una fractura rellena de óxido de Pb, Zn y Ag mineral muy arcilloso y húmedo. La última parte de la obra se localiza sobre un tubo de disolución de la caliza y relleno de mineral oxidado.

#### **Mina Soledad y Elvira.**

La obra está desarrollada a lo largo de un relleno de fractura con minerales oxidados de Pb, Zn y Ag los valores del mineral se encuentran en medio de esta oxidación; el echado de la fractura es hacia el norte con una inclinación de 57½. El final de esta obra está cortado por una falla con rumbo S80½E e inclinación de S80½W.

#### **Yacimiento Guadalupe.**

El cuerpo mineralizado de Guadalupe se localiza en el lomerío de Vallecillos, al oriente de la Sierra de Sabinas Lampazos y a 37Km al sureste de la población de Lampazos Nuevo León dentro del municipio de este mismo nombre, en la intersección que forman las coordenadas geográficas 26°54'20" de latitud y 100°13'55" de Longitud Oeste. (Arias, 1978).

Pisogeográficamente el área se localiza en las estribaciones de la porción noreste de la Sierra Madre Oriental, sobre el lomerío de Vallecillos que adopta burdamente las formas de un anticlinal abierto cuyo eje se orienta en dirección noreste-sureste.

En el área aflora únicamente la formación conocida como Creta Austin que presenta 3 miembros definidos. La parte inferior está constituida por calizas, la parte media presenta una alternancia de caliza y lutita, finalmente la parte superior esta formada por lutitas.

Las rocas ígneas expuestas son de origen intrusivo y existen como apófisis, diques y sills de composición andesítica y dacítica, encajonadas por la Creta Austin del Cretácico Superior. La mina Guadalupe está desarrollada a base de frentes y cruceros, sobre un nivel horizontal y en un subnivel de 110m, se localizaron 19 obras mineras y catas que tienen en conjunto un desarrollo adicional de 200m.

La explotación del yacimiento se ha realizado ocasionalmente en zonas de fracturamiento en la caliza y en el dique dacítico mineralizado, pero su desarrollo ha sido sobre un manto brechado y mineralizado, encajonado por calizas de la Formación Austin estando constituido esencialmente por fragmentos de caliza, lutita compacta y una roca ígnea, dentro de una matriz arcillosa.

Los minerales de mena en la zona del dique son sulfuros de plomo y zinc, como esfalerita, algo de marmatita y galena; en el manto los minerales oxidados correspondientes están en mayor proporción que los sulfuros. Los minerales de ganga son barita, calcita, trazas de fluorita, cuarzo, yeso y minerales arcillosos.

Los controles de la mineralización son esencialmente estratigráficos, litológicos y estructurales.

El control estratigráfico está determinado por la parte intermedia de la Formación Austin que está constituida por caliza y lutita muy favorable para contener mantos mineralizados, representando un control de la mineralización bien definido.

Empíricamente con base en la anterior se considera que dentro de este miembro puedan detectarse a mayor profundidad o lateralmente mantos mineralizados de iguales características al ya conocido.

Por su parte el control litológico queda marcado por la presencia de un dique principal de composición dacítica presentando en algunas porciones condiciones de brechamiento y fracturamiento que tienen un mayor contenido de plata y sulfuro de plomo y zinc. La mineralización no es homogénea en esta estructura y está controlada por la variación de su permeabilidad, sin embargo, se considera que éste dique representa el conducto principal de la mineralización.

Por último el control estructural está definido por las zonas de fracturamiento y de falla pre-existentes a la etapa de mineralización.



Los rumbos de tales estructuras son E-W y NW-E siendo estas direcciones las preferidas para la prospección de nuevos cuerpos o la continuidad de los mismos en la zona.

#### **Yacimiento La Reyna.**

El yacimiento de la Reyna se sitúa en la porción sur del Cerro de la Ventana, a 27Km al NW de Bustamante, Nuevo León; sus coordenadas geográficas son  $100^{\circ}44'$  de longitud oeste y  $26^{\circ}40'$  de latitud norte con una altitud de 850 m.s.n.m.

De acuerdo con el estudio de Arias y Flóres (1978), las rocas que afloran son calizas de color gris con pequeños nódulos de pederal negro, cuya estratificación tiene una actitud N-S  $75^{\circ}$ - $85^{\circ}$ E y que han quedado agrupados dentro de la Formación Aurora del Cretácico Inferior.

Las estructuras mineralizadas corresponden a dos vetas de incisión paralelas, cuyo espesor varía entre 0.10m a 1.00m, su actitud es N-S  $83^{\circ}$ E, con ligeros cambios debido a fracturamientos y fallamientos locales. Dichas vetas se ensanchan o estrangulan tanto longitudinalmente como a profundidad, llegando a formar bolsas de mineral de poco volumen sobre todo en zonas de cavernas de disolución y en las intersecciones con algunas fracturas E-W.

Estas vetas han sido exploradas en forma irregular desarrollando obras sobre mineral hasta una profundidad máxima de 75 a 80m en una longitud de 300m.

En la parte sur del lote, existe un crucero con rumbo S  $85^{\circ}$ E, de 85m con el cual se trató de cortar las vetas referidas, aprovechando los puntos topográficamente bajos del terreno, logrando interceptar la traza de las estructuras, casi en el frente de este crucero pero su potencia es de 1 ó 2cm.

La mineralización de la mena consiste de carbonato y silicato de zinc (smithsonita y hemimorfita), con contenidos de plata y plomo. Entre los minerales de ganga se tiene óxidos de fierro (hematita y limonita) calcita celular, trazas de malaquita y minerales arcillosos.

Los controles de la mineralización, son estructurales definidos por los planos de estratificación cuya posición es casi vertical, así como el fracturamiento norte-sur y oriente-poniente, que favoreció la formación de cavernas y tubos de disolución que facilitaron a su vez, la circulación y depósito de las soluciones mineralizantes.

El control de tipo estratigráfico lo constituye la propia Formación Aurora que representa la roca encajonante.

#### **Yacimientos del Area de Moctezuma.**

Estos yacimientos se localizan en el municipio de San Nicolás en la parte centro-norte del estado de Tamaulipas, encontrándose comprendida en un rectángulo de 3.6x2.2Km, con una superficie de 8.3Km entre los paralelos 24°45'40''-24°43'40'' de Latitud Norte y 98°52'40''-98°54'40'' de Longitud Oeste a una distancia aproximada de 110Km en línea recta al NNE de Ciudad Victoria, al sur de la Cuenca de Burgos y a 18Km en línea recta al NNE del poblado de San Carlos. (Cerrón y Palomares, 1980).

Los yacimientos quedan comprendidos dentro de la provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo de México, en la parte norte de la subprovincia Cuenca del Río Purificación. El relieve que localmente se presenta escarpado está determinado por el tipo de roca que en su mayor parte está formado por sedimentos calco-arcillosos, cuyas alturas fluctúan de 560 a 800 m.s.n.m.

El área de Moctezuma está ubicada en la provincia geológica del noreste de México, subprovincia de la Sierra de Tamaulipas, Sierras de San Carlos-Cruillas que se caracteriza por la presencia de rocas sedimentarias calcáreo-arcillosas de edad cretácica, entre las que se destacan las formaciones Tamaulipas Superior, San Felipe y Agua Nueva.

Afloramientos de rocas ígneas no fueron observados aunque es muy posible su presencia a profundidad; tampoco se observan rocas metamórficas.

Los depósitos minerales están constituidos por un conjunto de vetas y mantos de pequeña magnitud, emplazados principalmente en las calizas calco-arcillosas de la Formación San Felipe, y en mucha menor proporción en las calizas de la Formación Tamaulipas Superior.

La mineralización está compuesta por galena argentífera con valores muy regulares de zinc, una ganga con abundante calcita, algo de barita. La pirita y el cuarzo son muy raros, el mineral de zinc presente es la esfalerita y el de plata probablemente argentita; muy excepcionalmente se encuentran manchas de sulfato de cobre y óxidos de manganeso.

La mineralización está controlada por un conjunto de fracturas casi verticales discontinuas y subparalelas según el mismo rumbo, de tal manera que el cuerpo mineralizado es en general tabular con una gran irregularidad en el espesor.

En una de las obras mineras conocida como La Mina San Pedro las leyes medias son: plomo 1.67%, zinc 2.18%, plata 50.1gr/ton.

Las minas del área de Moctezuma del municipio de San Nicolás se caracterizan por tener depósitos minerales vetiformes, tratándose de un conjunto de fracturas mineralizadas discontinuas, subparalelas y muy irregulares que se alinean con un rumbo promedio de N75°W.

Entre los cuerpos explotables caben mencionar La Mina Cuatro Vetas, San Juan y Todos Santos.

#### **Yacimientos en el Ejido Rancho Nuevo.**

Constituidos por varios cuerpos minerales, entre ellos La Leona, La Flaca, Lindavista, El Carmen y San Pedro ubicados en el sector oriental de la Sierra de Gandora, dentro del ejido Rancho Nuevo, municipio de Guemez a 30Km en línea recta al N60 $\frac{1}{2}$ W de Ciudad Victoria.

El grupo de cuerpos minerales del municipio de Guemez está situado fisiográficamente en la Provincia de la Llanura Costera del Golfo de México en la zona montañosa del sur de la Subprovincia del Río Purificación formada por la Sierra de Tamaulipas, en donde el terreno es muy quebrado y predominan alturas mayores a 2500 m.s.n.m. y el clima es frío.

La geología está formada por rocas sedimentarias calcáreas de edad cretácica, en donde predominan las formaciones Tamaulipas Superior y San Felipe, unidades receptoras de la mineralización metálica en el área.

Entre los depósitos minerales mejor conocidos se encuentran:

#### **La Leona.**

Localizado a 350m en línea recta al éste del campamento general de Rancho Nuevo.

La mineralización existe en forma de bolsas, vetas y mantos de pequeña magnitud, la composición mineralógica es de óxido de plomo y zinc con valores de plata que probablemente se presenta en forma de cerargirita. También se presenta sulfato de cobre, todos en una ganga de calcita.

La roca encajonante es caliza perteneciente a la formación Tamaulipas Superior, que tiene una posición cercana a la horizontal en el área.

#### **La Flaca.**

Se encuentra más o menos a 500m al norte del campamento, con una altura de 2490 m.s.n.m. La mineralización ocurre en forma de veta muy irregular y remaleada que se orienta N-S con un ángulo de 87 $\frac{1}{2}$ .

El cuerpo es tabular y tiende a ensancharse localmente por reemplazamiento parcial de las capas de caliza.

La mineralización económica está compuesta por óxidos de plomo (cerusita) y plata (cerargirita) y óxidos de fierro como limolita. La ganga está formada por calcita, todos ellos alojados en las calizas de la Formación Tamaulipas Superior.

### **Lindavista.**

Se ubica al NW del campamento y tiene una altura de 2550 m.s.n.m. La forma del yacimiento es mantiforme, la roca encajonante está representada por la misma caliza de la formación Tamaulipas Superior. La composición mineralógica es de óxidos con valores de plata y plomo con presencia de galena y algo de limolita. La ley promedio es de Ag 475gr/ton, Pb 20% y zinc 24%.

### **Lolita.**

Se trata de una antigua mina ubicada a 400m y N25½W de la anterior a una altura de 2480 m.s.n.m. La forma del yacimiento es de una veta que está compuesta de óxidos plumbo-argentíferos teniendo como ganga calcita y limolita pero el cuerpo mineralizado tiene contorno irregular y aunque principalmente se haya controlado por una gran fractura del mismo rumbo de la veta, al parecer tiende a formar esporádicamente bolsas irregulares sobre la misma estructura, la roca encajonante está formada por calizas de la Formación Tamaulipas Superior, que presenta fracturas rellenas de calcita.

### **EL Carmen.**

Se trata de un pequeño prospecto ubicado a 300m al NW de la antigua mina Lolita a una altura de 2450m, la mineralización consiste de óxido de plomo argentífero, pudiéndose observar solamente en algunos puntos manchones de óxidos ferrosos.

Probablemente se trata de una fractura mineralizada que no prosperó.

### **San Pedro.**

Lote ubicado aproximadamente a 1.5Km en línea recta al SE del campamento general a una altitud de 1730 m.s.n.m. El yacimiento es un lente de mineral de potencia muy irregular que localmente tiende a formar clavos que contienen "Caballos" de caliza.

La composición de la mina es de óxidos plumbo-argentíferos y la roca encajonante está compuesta por caliza arcillosa de la Formación San Felipe que se muestra pizarrosa de color gris oscuro.

### **Yacimiento Los Castellanos.**

El lote minero Los Castellanos está ubicado dentro del municipio de San Nicolás, a 16Km en línea recta al N32½E del poblado de San Carlos y a 2.5Km al SE del Rancho El Palmar (Cerrón, 1980).

El área donde se encuentra el yacimiento pertenece a la parte occidental de la Sierra de Cruillas, la que está comprendida a su vez por la Subprovincia de Río Purificación de la Provincia

Llanura Costera del Golfo(Alvarez Jr.1949). Se caracteriza por una serie de lomeríos con pendientes suaves relacionados a estructuras ígneas, formando pliegues anticlinales y sinclinales orientados E-W con buzamientos muy suaves de(10½-20½). La mayor elevación cercana a este lote se halla a 5Km de distancia al sur y está formada por el cerro El Sacramento con 1053 m.s.n.m.

Litológicamente predominan las rocas sedimentarias de las Formaciones San Felipe y Agua Nueva de edad Cretácico Superior, constituidas por calizas arcillosas que se intercalan con lutitas y margas de color gris oscuro con capas medianas a gruesas que juntas llegan a tener 900m de espesor.

Los afloramientos de roca ígnea mas cercanos dentro del área corresponden a los cuerpos de tipo hipabisal que se localizan en el cerro El Sacramento 2Km al SW de la mina Los Castellanos, que tiene la composición de una fonolita. Los cuerpos plutónicos conocidos de mayor importancia en la región lo forman el stock de cuarzo-diorita a sienita de la Sierra de San Carlos que es el que probablemente se relaciona con el origen del depósito.

El depósito es de tipo veta muy irregular, tiene una longitud conocida de 55m un ancho promedio de 0.70m y una profundidad de 35m. Está controlada estructuralmente por una fractura de rumbo N13½W.

La composición mineralógica es principalmente galena-argentífera con algo de óxidos y carbonatos, la plata es en forma de argentita, algo de marmatita y la ganga está constituida por calcita y limonita, en menor cantidad cuarzo y hematita.

Del muestreo efectuado en la misma se obtuvieron las leyes promedios siguientes: plomo 1.9%, plata 45gr/ton, zinc 0.09%. Las reservas de este depósito no son grandes, se calcularon 735ton de mineral probable en la parte superior del socavón y 1830ton de mineral posible en la parte inferior.

#### **Anomalías Geoquímicas de Plomo-Zinc.**

Las áreas de interés se localizan en el municipio de Ciudad Victoria, Tamaulipas junto a la carretera Cd.Victoria-Jaumave como sigue: Área SP-7 en el Km 147 y Área SP-4 en el Km 149.

Estudiada por Hernandez(1975) las zonas presentan una fuerte oxidación dentro de brechas calcáreas, en las que se obtuvieron valores geoquímicos anómalos de plomo y zinc. Es necesario efectuar un estudio geofísico de orientación utilizando los métodos de polarización inducida y resistividad para tratar de determinar la presencia de sulfuros a profundidad.

#### **Distrito Minero de San Nicolás.**

Se localiza a 96.56Km al E de la Ciudad de Linares Nuevo León y a 241.39Km al SE de Monterrey capital del mismo estado.

Según un estudio realizado por Priego en 1973, debajo del aluvi6n que cubre la zona, se tienen desde la Sierra de San Carlos hasta el 6rea de San Nicol6s, lutitas y areniscas de edad jur6sica.

El Cret6cico est6 representado en el 6rea por tres tipos de calizas bien diferenciables: La parte baja est6 formada por 200m aproximadamente de capas gruesas de caliza gris, con un contenido aproximado de 94% de CaCO<sub>3</sub>; la porci6n media son unos 50m de capas delgadas de caliza con bandas de pedernal y la parte superior est6 constituida de areniscas, calizas impuras y lutitas con un espesor de 200m.

Las rocas anteriores est6n cortadas por cuerpos intrusivos de edad terciaria a los cuales se asocia la mineralizaci6n.

Esta consiste de vetas principalmente que atraviesan el distrito en un n6mero considerable. Las m6s importantes por su extensi6n y contenido metalifero son las vetas de Todos Santos, Moctezuma, Carruleña y La Desconocida.

El mineral principal es galena argentifera con poco carbonato de plomo y sulfato. Ocasionalmente se encuentra blenda con calcita, la ganga consiste de barita, calcita y a veces cuarzo.

La importancia de estas zonas se debe al hecho de que son las 6nicas en las inmediaciones de Ciudad Victoria en donde se conoce la presencia de rocas intrusivas, post-cret6cicas las que han producido mineralizaci6n de cobre, plomo y plata principalmente.

#### **Yacimiento La Encantada.**

Geogr6ficamente se encuentra en la parte sureste del estado de Tamaulipas en la zona minera de Llera, Tams. en coordenadas son 23°46' de latitud norte y 99°15' de longitud oeste.

Según estudio de Aguilar en 1977, la mina est6 situada en la parte oeste del anticlinal que forma la Sierra de Santa Clara, la cual tiene un rumbo NW6½SE aproximadamente, la topografía es muy accidentada por lo general teniendo desniveles de 400 a 500m.

La sierra est6 formada por rocas cret6cicas representada por las calizas de la Formaci6n Tamaulipas y hacia la parte este, rumbo al R6o Guayalejo con respecto a la mina se encuentran calizas con intercalaciones de lutitas pertenecientes a la Formaci6n Agua Nueva.

La geomorfología de estas rocas es bastante abrupta ya que en algunos lugares se aprecian acantilados y desfiladeros.

La estratigrafía est6 representada en la regi6n por rocas sedimentarias cuya edad es cret6cica de las Formaciones Tamaulipas, Agua Nueva, San Felipe y Mendez.

Sistema Terciario; está representado por derrames de basalto vesicular oscuro descansando sobre la Formación Méndez. Por último, el Cuaternario está representado por aluvión.

El yacimiento de La Encantada está formado por minerales de plomo y zinc principalmente, presentando cantidades subordinadas de cobre, plata y mercurio.

La mineralización que se aprecia es la siguiente:

Smithsonita.-Carbonato de Zinc de origen secundario formado por la acción de las aguas carbonatadas atacando el sulfuro de zinc.  
Zincita.-Óxido de Zinc de color rojo intenso formado por oxidación y acción de las aguas meteóricas.

Calamina.-Silicato de Zinc de color blanco que se encuentra asociado a la Smithsonita.

Cerusita.-Carbonato de Plomo de origen secundario formado por la acción de las aguas carbonatadas en el sulfuro de plomo.

Minio.-Óxido de plomo de origen secundario debido a la alteración de la galena.

Malaquita.-Carbonato de cobre que se ha observado aunque en poca proporción y es el resultado de la alteración de las aguas meteóricas al sulfuro de cobre.

La mineralización se encuentra alojada en forma de manto entre los planos de estratificación de las calizas pertenecientes a la Formación Tamaulipas, que son calizas de color gris claro con espesores variables de 0.3 a 0.5m. El manto tiene un buzamiento variable de 70 $\frac{1}{2}$ W a 50 $\frac{1}{2}$ W y se localiza en la parte oeste del anticlinal que forma el tren estructural con rumbo Norte-Sur denominado Sierra de Santa Clara.

#### Yacimientos de Alta Cumbre, Mina La Escondida.

La zona se encuentra localizada en la porción central del estado de Tamaulipas, en el municipio de Ciudad Victoria.

Las unidades litológicas que integran la columna estratigráfica de la localidad son de origen sedimentario de edad Cretácico Inferior, representadas por las Formaciones Tamaulipas Superior, Inferior y Otates (Morin, 1975).

Los yacimientos minerales del área de Alta Cumbre pueden dividirse en dos partes: La primera consiste principalmente de plomo, zinc y mercurio, se encuentra al sur del poblado del mismo nombre. La segunda se encuentra en las inmediaciones del poblado de Alta Cumbre como mineral de hierro.

Con respecto al control de la mineralización, no se sabe hasta que punto las características físico-químicas de la caliza Tamaulipas fuerón favorables para alojar la mineralización aunque cabe suponer que la combinación de las estructuras y reactividad de la roca receptiva la hayan controlado.

La forma en que se presentan los cuerpos minerales es por reemplazamiento de uno o varios estratos constituyendo "mantos" de dimensiones muy variables. La mineralización está controlada por fallas y fracturas así como por horizontes favorables en donde la forma de los principales cuerpos son de manera "tubiforme" en el sentido del rumbo de la estratificación con ramales en cavidades de disolución y fracturas.

La mineralización característica la constituyen productos de oxidación siendo la limolita muy abundante a la que se acompaña smithsonita, cerusita y cinabrio, gran parte de la mineralización se encuentra a lo largo de la estratificación formando cuerpos de reemplazamiento y rellenando fallas y cavidades de disolución.

Con respecto al tipo de yacimiento se le ha considerado como hidrotermal con mineralización de plomo, zinc y mercurio (sulfuros).

A 6Km al sur del poblado de Alta Cumbre se localiza otro cuerpo mineral conocido como La Encantada. El área de la mina está constituida por calizas cretácicas localmente muy plegadas formando una sucesión de pequeños anticlinales y sinclinales con abundancia de cavidades de disolución, la mineralización observada consiste principalmente en limolita asociada a carbonatos de plomo y zinc con sulfuros de mercurio. Como mineral de ganga se observa abundante calcita.

#### **Distrito Minero del Area de Llera**

Abarca una superficie aproximada de 20x40km en el municipio de Llera, Tamaulipas queda comprendido entre las coordenadas geográficas 23 $\frac{1}{2}$ 10' y 23 $\frac{1}{2}$ 30' de latitud norte y 99 $\frac{1}{2}$ 15' de longitud oeste en las últimas estribaciones de la Sierra Madre Oriental hacia el oriente. (Priego, 1973, Arvizu y Diaz, 1974).

Las rocas del Cretácico cubren la mayor parte de la región de Llera y comprende las siguientes formaciones: Tamaulipas, El Abra, Agua Nueva, San Felipe y Méndez. Se presentan también en esta zona grandes derrames de basalto.

Los yacimientos minerales del área de Llera pueden dividirse en dos grupos: El primero y más importante se encuentra hacia el poniente de la población del mismo nombre, en donde la mineralización consiste principalmente de plomo y zinc; y el segundo en las inmediaciones del Campo Maderero El Porvenir con fluorita y barita.

La principal zona mineralizada de plomo y zinc se localiza al surponiente de Llera de Canales al sur de la Sierra de la Maroma cuya continuación constituye la Sierra Prieta.

Las evidencias de mineralización están incluidas en un área rectangular como de 5Km de largo y 1Km de ancho. Entre las principales obras mineras del distrito se distinguen:



### **Mina Cerro Gordo.**

Se localiza a 5Km al poniente del Ejido Felipe Angeles el que se encuentra a 15Km al sur de Llera, utilizando la carretera N.85 a Ciudad Mante y pertenece al municipio de Llera.

Los cuerpos minerales siguen una veta de falla con rumbo general N-S, existiendo ramificaciones que siguen la estratificación de la caliza que es la roca encajonante y rellenando cavidades que forman grietas de tamaños variables.

La mayor o menor potencia de los cuerpos mineralizados están en relación con plegamientos que proporcionarán zonas favorables para el ensanchamiento de la mineralización.

A 250m aproximadamente de la bocamina Guadalupe y de la bocamina Cerro Gordo se encuentra un gran rebaje, en la que inicialmente se denominaron grietas 2, 3 y 4 en donde se aprecian carbonatos de plomo con leyes un poco menores de 30%. En el extremo profundo pueden observarse sulfuros primarios, principalmente piritita, galena y blenda.

Los cuerpos mineralizados que están entre los niveles de Cerro Gordo y Guadalupe se encuentran explotados casi totalmente. Pueden observarse áreas con concentraciones de zinc en los pozos mas profundos de las obras de Guadalupe, constituidas por smithsonita en forma bandeada y zonas con predominancia de carbonatos de plomo con abundante limolita, la razón de esta separación se ha explicado, se debe a la acción de arrastre de las aguas meteóricas en donde los carbonatos de plomo son removidos más facilmente.

### **Mina Guayalejo**

Se encuentra en el municipio de Llera como a 3Km al poniente de la población de La Encantada hacia la margen izquierda del Río Guayalejo.

Las rocas encajonantes son calizas cretácicas (Formación Tamaulipas) con un rumbo persistente norte-sur y buzamientos al poniente de más o menos 60°. La mineralización se presenta a lo largo de una veta de falla con rumbo N10½-20¼W con cuerpos que se ramifican ocupando trampas estratigráficas accesorias a la falla principal, proporcionadas por cavidades de disolución.

En el plano de falla se observa abundante calcita y leve coalinización. La mineralización principal consiste de carbonatos de plomo y zinc con abundantes óxidos de hierro y calcita.

El fracturamiento principal presenta inclinaciones al poniente, la mina se haya casi en la cima de la Sierra de Santa Clara.

### **Mina Guadalupe.**

Las obras mineras de Guadalupe se localizan como a 2Km.al poniente del Ejido de Sartenejos.

En el área afloran calizas del Cretácico que forman una serie de anticlinales y sinclinales que contienen ductos de disolución. La mineralización es de tipo de reemplazamiento hidrotermal. El control estratigráfico de la mineralización es difícil de apreciar debido a fuerte plegamiento y fallamiento que da lugar a cambios repentinos de actitud. La potencia de los cuerpos mineralizados como sucede en las otras áreas mineralizadas está controlada por zonas plegadas y espacios de caliza, favorables para el mayor o menor ensanchamiento de los cuerpos mineralizados.

La mineralización consiste de abundantes limolitas con carbonatos de plomo y zinc, la acción de las aguas meteóricas ha sido intensa, ya que puede notarse un avanzado estado de alteración a óxidos de fierro en donde los contenidos de plomo y zinc son más bien bajos.

### **Mina La Concepción.**

Esta mina está situada hacia el poniente de la Ranchería El Tonel, que se encuentra a 11Km.al SW de la Villa de Llera sobre la margen derecha del arroyo El Tonel.

Afloran calizas en estratos de 30 a 40cm, de actitud casi vertical y rumbo casi norte-sur. En las inmediaciones del área mineralizada, la caliza se encuentra muy plegada formando anticlinales y sinclinales, cuyos ejes tienden a seguir la dirección norte-sur.

La mineralización consiste de carbonatos de plomo y zinc con trazas de minerales de cobre, con abundante calcita como mineral de ganga. Esta adopta una actitud estratiforme siguiendo el rumbo de las capas de caliza.

### **Mina El Poder de Dios.**

Está como a 2Km al poniente del Ejido de Sartenejos. Esta mina se halla sobre la margen derecha del arroyo Sartenejos en el municipio de Llera. En las inmediaciones afloran calizas cretácicas estratificadas en bancos gruesos que forman numerosos pliegues.

Puede observarse reemplazamiento a lo largo de estratos y ramificaciones en forma de bolsas en donde la mineralización principal consiste de limolitas con carbonatos de plomo y zinc y abundante calcita.

### **Mina La Esperanza.**

Se encuentra hacia la margen izquierda del arroyo de Sartenejos, cuyo acceso es el mismo que conduce a la mina El Poder de Dios. El área de la mina está constituida por calizas cretácicas localmente muy plegadas, formando una sucesión de pequeños anticlinales y sinclinales que tienen cavidades de disolución.

Puede observarse que la mineralización sigue la estratificación siguiendo un rumbo de  $N45\frac{1}{2}W$  a  $N30\frac{1}{2}W$  con echados al poniente de más o menos  $50\frac{1}{2}$ .

Las leyes son bajas, según puede notarse debido a la abundancia de óxidos de hierro y calcita que acompañan a los carbonatos de plomo y zinc.

#### **Mina Flor de Nieve o Tulipán.**

Está situada al NE de la Ranchería El Tulipán y tiene acceso utilizando la carretera N.85 de Llera a Ciudad Mante.

En el área afloran calizas con intercalaciones delgadas de caliza arcillosa que se presentan muy plegadas y fracturadas. Las obras mineras se encuentran a ambos lados del arroyo de la mina que es afluente norte del arroyo Tulipán. Hacia la margen derecha hay un socavón como de 30m de longitud en donde se observan vetas de fisura cuya dirección es norte-sur, con abundante limolita y calcita las cuales se alojan también en los planos de estratificación.

La mineralización está constituida por carbonatos de plomo y zinc.

#### **Yacimiento Las Palomas.**

La mina Las Palomas se encuentra a 16Km aproximadamente al sur de la población de San José del Llano, Tamaulipas y a 40Km aproximadamente de Miquihuana, hacia el oriente del poblado La Cardona, Nuevo León.

Con base en un estudio efectuado por Priego (1975) la zona se localiza en las tierras bajas hacia el flanco oriental de la Sierra conocida como Cardona donde afloran principalmente calizas arenosas y calizas compactas en estratos de 10 a 20cm de color gris crema cuyo rumbo es casi norte-sur. Hacia el sur de la zona estas calizas sobreyacen a lutitas arenosas y areniscas de color rojo.

La porción mineralizada propiamente dicha se encuentra cubierta por caliche y suelos.

Regionalmente puede observarse que la estructura predominante la constituyen fallas y fracturas con orientación norte-sur, con variaciones a NE-SW.

La mineralización consiste principalmente de galena que se encuentra alojada a lo largo de la zona de fracturamiento principal con orientación casi norte-sur y echado prácticamente vertical en calizas.

Superficialmente no existen evidencias notables de mineralización, salvo algunas vetillas con calcita ligeramente manchadas de limolita.

Se observa también yeso en la zona de caliche y manchas de carbonatos de plomo.

De acuerdo a las características que presentan dichos yacimientos se puede pensar en un origen hidrotermal por la presencia de intrusivos que contribuyeron en el Terciario a grandes emanaciones hidrotermales de mediana a baja temperatura, que aprovechando las zonas débiles de las calizas produjeron la mineralización de sulfuros primarios. Estos se manifestaron en determinado momento en zonas favorables rellenando los huecos y cavidades de disolución o reemplazamiento parcialmente a la roca encajonante.

La mineralización se emplazó en forma de vetas, mantos y relleno de fracturas y se le asigna una edad del Mioceno-Plioceno.

#### **6.2- Yacimientos de Oro.**

##### **Yacimiento Aurífero-Ferrífero de San José.**

Localizado a 70Km al SE de Linares, N.L., el yacimiento de San José se sitúa en la Sierra de San Carlos o Sierra Chica dentro de la jurisdicción municipal de San Carlos. Los minerales identificados fueron: óxidos de hierro, carbonatos de cobre, diseminaciones de oro (hasta 13gr/t).

La mineralogía consiste de pirita, pequeñas cantidades de calcopirita, pirrotita, hematita y algo de limolita.

En los trabajos de exploración y explotación efectuados por González (1976) sólo sugieren que los cuerpos metalíferos son en general pequeños y distribuidos muy irregularmente en las calizas dándoles una edad del Eoceno-Oligoceno.

#### **6.3- Yacimientos de Hierro.**

##### **Yacimiento de Hierro de El Canario.**

Esta zona fué estudiada por Lee Moreno en 1971; se encuentra localizada en el municipio de Dr. Arroyo en el Estado de Nuevo León, muy cerca del límite con San Luis Potosí.

La mina produjo alrededor de 10,000 toneladas de hierro; el yacimiento consiste de una veta de limolita con cantidades menores de hematita y goethita. Este mineral es antiferromagnético

en forma esporádica se encuentran en el depósito fragmentos de barita, pequeñas zonas jasperizadas y ocasionalmente óxidos de cobre (minerales de zona de oxidación).

La veta tiene aproximadamente 15.0m de potencia con rumbo S30W y echado aproximadamente de 35½ al SE y se puede inferir su extensión a rumbo a lo largo de 600m. Está extensión se hace patente en la superficie mediante una faja de oxidación rojizo.

Está encajonada por una caliza gris clara con nódulos de pedernal que tiene un echado aparente hacia el SW (dirección opuesta a la de la veta).

A 300m al SE en el área la caliza se muestra coquinoso con múltiples macrofósiles que parecen ser braquiópodos y amonitas de tamaño pequeño (máximo 10cm de diámetro). La caliza tiene alto contenido de fierro hasta unos 10m de las orillas de la veta principal y hay ramificación de vetillas de limolita a través de la caliza en todas direcciones.

Se conoce también anomalías fosforíticas en la cubierta calcárea, formando mantos de espesor promedio de 2 metros tal es el caso de las concentraciones de P2O5 a 150 metros al poniente de la cima del cerro El Canario.

#### Yacimientos La Verde y Eureka.

El área se encuentra al noreste del poblado de La Cardona, Nuevo León muy próximo al límite con el estado de Tamaulipas y aproximadamente 15Km al sur del ejido San José del Llano, Tamaulipas.

Según los estudios de Priego de Wit (1971), la región consiste de calizas que forman sierras con orientación norte-sur poco plegadas, con echados suaves hacia el poniente. Aquí se encuentra una serie de fallas cuyo rumbo es más o menos paralelo y tiene una orientación N-NE, el cual es bastante persistente.

Las zonas conocidas como La Verde y Eureka tienen dos afloramientos que muestran abundantes óxidos de hierro principalmente limolita, con hematita, y poca magnetita. La mina La Verde ocupa un área de 20x30m aproximadamente formando un casquete oxidado muy deleznable de aspecto terroso, con abundante limolita y calcita.

Por su parte la mina La Eureka se encuentra en un casquete oxidado que cubre una zona aproximada de 50x40m. Sondeos someros han revelado abundante caliche y limolita así como evidencias de carbonatos de plomo.

En los alrededores de estas localidades no se observan intrusivos ni rocas volcánicas que permitan evidenciar un origen magmático claro.

La presencia de barita y de minerales de cobre asociados hacen pensar en la existencia de cierta actividad hidrotermal. No obstante, se piensa que la mineralización se derivó de un intrusivo que se encuentra aún oculto en la cercanía del cuerpo que emplazó en la caliza mediante un proceso de relleno de cavidades y reemplazamiento.

Este plutón pudo haber estado relacionado a los que se observan en la parte norte de la Sierra de Catorce y que posiblemente constituyan apofisis o cúpulas de un cuerpo de grandes dimensiones que se extiende hacia el sur mostrándose en los intrusivos de Charcas, Peñón Blanco, etc.

La mineralización original posiblemente consistió de hematita que fué transformada a limolita en la porción superficial por los agentes de intemperismo e hidratación. Es posible que a profundidad el mineral principal continúe aún en forma de hematita; se le asigna una edad del Eoceno-Oligoceno.

#### **6.4- Yacimientos de Titanio.**

##### **Yacimientos de Titanio en el Cañón del Novillo.**

En el Cañón del Novillo, municipio de Ciudad Victoria, Tamaulipas se han realizado estudios para localizar yacimientos de titanio desde 1956.

Entre ellos se mencionan los de Acosta del Campo C. (1956), Pesquera Velazquez (1966) y Priego de Wit (1971).

Los minerales de titanio presentes en el área del Cañón del Novillo consisten principalmente de ilmenita asociada con un poco de rutilo. La mineralización adopta la forma de bandas y lentes en la roca encajonante que es una roca metamórfica clasificada como gneis cuarzo feldespático.

Las manifestaciones de titanio se encuentran en una franja como de 5Km de largo, orientada NW-SE desde el parteaguas que forma el llamado Cordón de San Fernando hasta la margen izquierda del arroyo El Novillo; sin embargo, los afloramientos que son muy pocos se presentan como cuerpos lenticulares concordantes con la foliación del gneis y que no son persistentes pues se acufian y desaparecen a rumbo.

Se presentan también numerosas cintas y vetillas cuya potencia es de pocos centímetros. El rumbo regional de la foliación de la roca metamórfica es N30½W-60½SE con echado muy persistente de 50½ a 60½ al NE.

El tonelaje positivo estimado de TiO<sub>2</sub> no sobrepasa de 8000ton. con una ley media de 25%.

##### **Geología General.**

En el área del Novillo afloran rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas intrusivas. Las primeras constituidas por calizas y capas rojas del Mesozoico, las rocas metamórficas están formadas principalmente por gneis y las intrusivas están representadas por rocas ultrabásicas serpentinizadas, que cortaron la sección metamórfica.

Los depósitos de titanio existen en rocas metamórficas que originalmente constituyeron un grueso paquete de rocas sedimentarias clásticas formándose gneis cuarzo feldespático como producto de metamorfismo.

Hacia el poniente del área las rocas metamórficas consisten principalmente de esquistos, en donde se encuentra encajonada la intrusión ultrabásica que dio origen a las serpentinas.

### **-Gneis Cuarzo Feldespático.**

La roca en donde se encuentran alojados los minerales de titanio aflora en forma continua hacia la margen izquierda del arroyo del Novillo, a partir del Rancho El Novillo en dirección NW hasta el Cañón de la Libertad.

Dicha roca tiene una estructura gnéisica caracterizada por presentar bandeamientos de espesores variados principalmente de color blanco debido a la presencia de feldespatos (andesina, oligoclasa) y cuarzo. Las bandas oscuras y gris verdoso se deben a la ocurrencia de hornblenda, biotita, clorita y epidota. Contienen también abundante granate, que se encuentra en cristales muy bien desarrollados y constituyen bandeamientos muy notables, así como ilmenita, poca apatita y rutilo.

### **-Esquistos.**

Sobreyaciendo al gneis antes mencionado hacia el lado poniente, aflora una potente sección de esquistos. Son de color gris verdoso a negro, de grano fino constituidos por cuarzo, feldespatos, sericita, clorita. Contienen vetillas de cuarzo y en partes abundante material carbonoso.

La sección metamórfica representada por gneises y esquistos es la más antigua en el área del Novillo.

### **-Serpentina.**

La intrusión ultrabásica que dio origen a la serpentina está encajonada en los esquistos. Se piensa que como consecuencia del metamorfismo regional las rocas ultrabásicas fueron serpentinizadas en mayor o menor grado; asociada a la serpentina se encuentran minerales de asbesto, constituidos casi en su totalidad por crisotilo. Hay también hacia el Cañón de la Libertad algunas zonas con talco, magnetita y pirita.

### **Control de la Mineralización.**

La forma lenticular que en general adopta la mineralización de titanio y su distribución en una faja alargada en general concordante a la foliación de los gneises, sugieren que el control de la mineralización tiene relación directa con dicha foliación, es decir metamórfica.

### **Distribución.**

Las manifestaciones de mineral de titanio se presentan en una franja alargada con dirección NW-SE. Las primeras de la porción sur que se localizan hacia el oriente del Rancho El Novillo (Las



Palmas), para continuar en dirección N y NW donde existen varios cuerpos lenticulares, las últimas manifestaciones se encuentran como a 3Km al NW del Rancho El Novillo.

## **Yacimientos Minerales.**

### **1.- Las Palmas.**

Está situada a escasos 200m al NW del antiguo Rancho del Novillo. La mineralización que puede observarse merced a un corte de forma irregular que cubre una superficie aproximada de 25m<sup>2</sup>, por un cuerpo burdamente tabular que contiene numerosos hilos y lentes de ilmenita con algo de rutilo en el gneis cuarzo feldespático. En conjunto, la potencia de este cuerpo es de más o menos 2m variando la orientación general de las vetillas de N25½W a N65½W buzando hacia el NE.

El rumbo medio de la foliación de los gneis que lo limitan por ambos lados es N20½W con inclinación de 75½al NE. La mineralización consiste de ilmenita con algo de rutilo, acompañados de magnetita, hematita, pirita y calcopirita.

### **2.-Las Cuijas I.**

Se halla como a 1Km al norte del campamento El Novillo en la que se presentan 2 afloramientos con ilmenita está constituido por numerosos hilos de ilmenita orientados de N30½W a N60½W cuya potencia en conjunto es como de 1m armados en gneis con foliación de rumbo general N30½W y echado de 60½al NE. Los hilos de ilmenita se acufan rápidamente y desaparecen.

### **3.-Las Cuijas II.**

Está formado por un cuerpo lenticular con una potencia aproximada de 1m y como 5m de longitud encajonado en gneis. Dicho cuerpo consiste en un tajo donde el gneis presenta una foliación con rumbo general N70½W y echado de 60½al NE.

El contenido de TiO<sub>2</sub> en ambas partes es bajo (menos de 10%) y no se observó continuidad a rumbo.

### **4.-Los Maguelles.**

En la zona conocida como Los Maguelles se encontraron rodados de ilmenita bajo los cuales están presentes hilillos y vetillas angostas de este mineral encajonadas en el gneis ligeramente plegadas. Dos de ellas tienen como medio metro de espesor con una ley de TiO<sub>2</sub> de 16% y 3 más paralelas de 20cm de potencia tienen una ley de casi 30% de TiO<sub>2</sub>.

#### 5.-Cuchilla del Baile o Yerbanis.

En esta zona son abundantes los rodados de ilmenita que originalmente se encuentran armados en gneis cuarzo feldespático, cuyo rumbo es paralelo al de la foliación del mismo. El contenido de  $TiO_2$  de las vetas varía en general de 15% a 25%.

Hacia la parte NW de la zona se encuentra el único afloramiento conocido como Los Conejos, el que consiste en lentes e hilos de ilmenita que constituyen un cuerpo tabular con una potencia de 3m con rumbo casi E-W y echado de 45% al norte y una ley de 27.5% de  $TiO_2$ .

#### 6.-Encinal Blanco.

Como a 2Km de la zona de Las Cuijas se encuentra otro cuerpo también de forma tabular constituido por lentes de ilmenita incluidos en gneis cuarzo feldespático. Tienen un espesor de 2m y se encuentra concordante al bandeamiento de la roca metamórfica cuyo rumbo es de  $N50\frac{1}{2}-60\frac{1}{2}W$  con inclinaciones de 50% al NE cuya ley media es de 25% de  $TiO_2$ .

#### 7.-La Victoria.

Sobre la falda que mira al norte del Cordón San Fernando se localiza un cuerpo tabular similar a los descritos que tiene una potencia media de 1.20m cuya continuidad se desconoce por estar cubierto con suelo. Su rumbo medio es de  $N50\frac{1}{2}W$  e inclinación de 20% al NE.

#### 8.-El Ebano.

De los afloramientos observados, este es el más septentrional y de mayor potencia; se localiza al N de La Victoria aproximadamente a 1Km de distancia y casi en la parte baja de la falda que mira al N del cordón de San Fernando. Su potencia media es algo mayor de 2m y aflora sobre una distancia de 25m, tienen un rumbo de  $N25\frac{1}{2}W$  con echado de 30% al NE.

Los gneis que limitan por ambos lados a este cuerpo tienen un rumbo paralelo al de la estructura mineralizada.

#### 9.-Santa Teresa.

Situado en la ladera que mira al Cañón del Novillo; el lente de ilmenita tiene 1.20m de potencia angostándose y desapareciendo bajo la cubierta de suelo vegetal. La altitud en este lugar 1190 m.s.n.m. siendo el rumbo promedio de la foliación coincidente con el rumbo del lente de ilmenita, 0%W.

## **Génesis.**

Los yacimientos de Titanio estan asociados a rocas metamórficas originadas durante el Precámbrico.

Las rocas metamórficas consisten de gneis y esquistos que afloran en el Cañón del Novillo y son del tipo ortogneis formados inicialmente de un cuerpo gabroide-anortositico, con sus productos de diferenciación extrema, tales como los gneises alaskíticos (leucocráticos) y las nelsonitas.

Las nelsonitas son asociaciones de apatita y óxidos ferrotitaníferos íntimamente relacionados a terrenos precámbricos, granulíticos y anortositas del tipo masivo, las cuales resultan de la cristalización de un líquido inmiscible en coexistencia con otro de composición diorítica y generadas por diferenciación de un magma gabroide (Ortega-Gutiérrez, 1978).

Se supone, entonces, que la formación originalmente gabroide-anortositica del Gneis Novillo haya consolidado siguiendo un tren de diferenciación magmática el que, bajo condiciones particulares de composición química, presión y temperatura, simultáneamente originó las nelsonitas y granófiras (gneis alaskítico) por cristalización de dos líquidos inmiscibles, uno rico en hierro-fósforo-titanio (nelsonita) y otro en sílice-álcalis (granofiro). El rutilo se formó por descomposición de la ilmenita durante el metamorfismo de facies de granulita que posteriormente afectó al Gneis Novillo. A estas mineralizaciones se les asigna una edad del Eoceno-Oligoceno.

### **6.5- Yacimientos de Talco.**

Los yacimientos de talco se localizan en las proximidades de Ciudad Victoria, Tamaulipas y Aramberri, Nuevo León, en la Sierra Madre Oriental la cual presenta una topografía muy abrupta con grandes y fuertes pendientes. Los cuerpos mineralizados se localizan preferentemente en las partes altas de la Sierra siendo los accesos difíciles.

Los principales estudios de la región se deben a Alexandri y Schulze (1955), Veytia (1957) y Ortega (1976).

Geológicamente, en la región de Ciudad Victoria, hay dos áreas con posibilidades de talco las cuales han quedado señaladas con los nombres de Complejo Basal e Intrusivos. Ninguna de las otras rocas que ahí mismo se señalan son favorables para la formación de talco.

Las obras mineras desarrolladas para la explotación de talco son escasas y se ha trabajado en corta escala, mediante el sistema de cielo abierto. Dichas obras se encuentran dentro de los lotes San Ramón y Perseverancia.

Se estima que en la región de Ciudad Victoria se han explotado a la fecha unas 800 a 1000ton de mineral de talco y que existen reservas posibles de unas 60,000ton.

#### **1.-Yacimientos de Talco en Aramberri.**

La zona con mineral de talco, se localiza a 14Km en línea recta al poniente de Ciudad Victoria; está formada principalmente por rocas sedimentarias del Mesozoico y metamórficas del Paleozoico, así como por algunas rocas ígneas básicas del Jurásico Superior. La mineralogía consiste de asbesto, talco y serpentina.

Los yacimientos se hallan relacionados con una faja de rocas serpentinosas de unos 50m de potencia que aflora en la falda del cerro cuyo tope está constituido por calizas suavemente inclinadas; la serpentina está intercalada en una serie de esquistos cristalinos sobre todo de filitas muy plegadas que muestran un echado general fuerte al este.

Los yacimientos presentan buenas posibilidades en las rocas metamórficas del Mississippiano-Pérmico, es decir, semejantes a las rocas del complejo basal del área de la región de Ciudad Victoria e igualmente se hace hincapié que las rocas que yacen sobre las metamórficas no presentan ninguna posibilidad económica.

Las reservas se estiman en 25000ton.

#### **Génesis.**

Durante el Jurásico Superior las rocas metamórficas del Paleozoico (Mississippiano-Pérmico) fueron intrusionadas por cuerpos ígneos de carácter básico tales como el gabro que siguieron zonas de debilidad preexistentes.

Parte de estos cuerpos ígneos que contienen silicatos de magnesio se alteraron por procesos de metamorfismo para dar origen a minerales de talco, serpentina y asbesto.

El medio en que se desarrollaron los acontecimientos geológicos fue tal vez acompañado de metamorfismo regional en el que la alteración de los gabros fue simultánea y quizá, durante la deformación orogénica denominada Revolución Laramide; habiendo también esfuerzos considerables como lo demuestran las abundantes fallas de la región.

Como la serpentina se derivó de los gabros y el talco de la serpentina, es de esperarse que a profundidad existan mayores cantidades de talco, que a la fecha no han sido exploradas en ninguna de las localidades; la mineralización se le considera una edad del Mioceno-Plioceno.

#### **6.6.- Yacimientos de Barita.**

Se conocen mineralizaciones de barita en diversos puntos del noreste de México. Entre las localidades que presentan interés económico caben mencionar las siguientes:

#### **Yacimientos de Barita en Galeana, Nuevo León.**

Los yacimientos de barita en la región de Galeana ubicados en la porción sur occidental del estado de Nuevo León se localizan dentro de una área que puede limitarse por un cuadrilátero cuyos vértices son el Cerro de Potosí y los poblados de Rayones, Pablillo y Raíces.

Estas localidades han sido estudiadas por Lopez y Jimenez (1958), Briones y García (1976).

La zona se encuentra ubicada dentro de la provincia fisiográfica conocida como Sierra Madre Oriental por lo que su relieve topográfico en general es muy accidentado. Las formas positivas tienden a orientarse en su conjunto en dirección noroeste-sureste en forma de sierras, las cuales están cortadas por numerosas barrancas transversales y separadas entre sí por angostos valles longitudinales, pudiéndose apreciar, perfectamente el control estructural en la geomorfología de la región.

#### **Geología General.**

La zona queda ubicada en la Cordillera del Geosinclinal Mexicano, la cual se caracteriza por plegamientos recostados y en abanico, con algunas cobijaduras.

La intensa erosión ha dejado expuesta una gruesa sección de rocas de origen sedimentario marino, en la cual está representado parte del Jurásico Superior y el Cretácico desde su base hasta la parte superior de la Formación Méndez.

#### **Yacimientos Minerales.**

El mineral de barita en la región de Galeana se presenta en yacimientos de relleno de cavidades. Debido a las características estructurales y litológicas de las rocas en que se encuentran encajonadas, da por resultado que los yacimientos presenten formas particulares en cada una de las diferentes áreas de la región; el área se divide en zonas que presentan características semejantes tales como la Zona de San Lucas, Zona de la Barranca del Rio Pilón y la Zona de San Marcos y Santa Clara.

## **Zona de San Lucas**

### **Mina del Puerto Blanco.**

Está formada por dos pequeñas obras mineras, una es un rebaje en la ladera del cerro y tiene aproximadamente 6m de alto, 6m de ancho y 10 de fondo a partir del talud de unos 45°.

En este lugar se encuentran una serie de fracturas irregulares rellenas con calcita y barita en menor cantidad; los afloramientos están cubiertos por material de relleno, limo principalmente que hace el lugar muy peligroso por lo suelto y frágil del material; además los hilos mineralizados casi se pierden por angostos razón por la que dejaron de trabajar.

La segunda obra minera está arriba de la anterior unos 12m y consiste de un socavón de 10.5m de largo y 1.5m de ancho, tiene un crucero al sur de unos 6m. Este socavón está colado en sus primeros metros en material de relleno que cubre el talud del cerro y que es arcilla con bastante caliche.

El cuerpo mineralizado es el mismo que el anterior, fracturas irregulares rellenas de calcita y barita, en caliza gris clara recristalizada.

### **Mina La Memela.**

Como a 1Km al poniente de la mina del Puerto Blanco se encuentra otro afloramiento de calcita y barita a una altitud de 2000a.

Consiste de un rebaje en el talud del cerro con dimensiones aproximadas de 7m de alto, 10m de ancho y unos 4m de fondo. El cuerpo mineralizado consiste de una serie de fracturas irregulares rellenas con calcita y barita.

### **Mina El Salitre.**

Afloramiento de calcita y barita en la margen izquierda del arroyo El Salitre como 1Km al norte del Rincón; dentro de una fractura irregular con potencia máxima de 40cm rellena de calcita y barita, que arma en limolitas de la Formación La Caja.

### **Mina del Rosario.**

Se localiza en la margen izquierda del arroyo "El Hundido" en el Rincón de San Lucas, N.L. Un socavón de unos 12m siguiendo la veta de barita constituye la obra minera más importante de este lugar.

En la boca mina hay un afloramiento de barita bastante bien definida, consiste en una veta con un rumbo de S35°N, un echado de 31° al poniente y una potencia media de 1m.

La veta en el tope del socavón reduce su potencia a unos 60cm y se vuelve quebradiza y está muy mezclada con calcita lo que dificulta su extracción.

#### **Mina Puerto Piñón.**

Está formada por una zanja de 7m de largo, 1m de ancho y 4m de profundidad abierta en una falla con rumbo de N50½W y echado vertical. Su primer metro está colado en material de relleno calichoso y el resto en lutitas de color pardo amarillento y rojizo bien estratificadas, pero muy plegadas y falladas.

Las lutitas están fracturadas muy irregularmente dentro de las cuales aparecen rellenos de calcita y barita.

#### **Mina La Polita.**

Está formada por un tiro de 7m de profundidad con un frente de 10m de longitud y rumbo de S40½E que tiene en el tope un pocito de 2m. Desde la superficie hasta los 3m hay un conglomerado de calcita y caliche, continúa otro conglomerado de brecha formado por fragmentos angulosos de limolitas calcáreas y calcita con barita.

#### **Mina La Estacada.**

Dos catitas de unos 2m de profundidad están coladas en los afloramientos de material calichoso de relleno, con fragmentos de calcita y barita, la barita es quebradiza e irregular.

Las rocas encajonantes son lutitas con capas delgadas de caliza y precisamente en el contacto de éstas con una capa de caliza más gruesa se encuentra la mineralización.

#### **Zona de Barranca del Río Pilón.**

#### **Mina Santa Teresa.**

En la Sierra de la Víbora y en la margen izquierda del arroyo del Pilón en el municipio de Rayones, N.L., se encuentra una zona mineralizada con calcita y barita armadas en calizas cretácicas. Dentro de la zona se conocen varias obras mineras en forma de catas desarrolladas donde el fracturamiento es más intenso.

Generalmente las fracturas son concordantes con los estratos de caliza, alcanzando una potencia de 2m con un rumbo de N55½W y un echado casi vertical; la barita se presenta formando vetas y boleas dentro de la calcita.

Se notan algunas superficies de deslizamiento y algunas fracturas rellenas de arcilla, lo que hace suponer fracturamiento y movimiento posterior a la mineralización. Las calizas en este lugar están extraordinariamente plegadas, pasando de casi horizontales a verticales en muy poco trecho.

No se nota ningún metamorfismo que denunciara la presencia de un intrusivo; hay calizas con capas de pedernal (Cuesta del Cura) y estas no están epidotizadas en ninguna parte del área.

#### **Mina Mississippi.**

Sobre la margen izquierda del arroyo El Pilón y a corta distancia de la mina Santa Teresa se encuentra la obra minera consiste en un socavón, un rebaje y un pozo.

El cuerpo mineralizado es una falla de echado vertical en calizas cretácicas con varias fallas y fracturas secundarias rellenas con calcita y barita con una potencia de entre 30cm a poco más de 1m.

#### **Mina Turpan.**

Sobre la misma veta falla anterior y al norte de la mina Mississippi las características del cuerpo mineralizado son las mismas que las ya descritas la única diferencia notable es que el echado en esta mina es de más o menos 50° al poniente debido a que aquí los plegamientos y fracturas son mucho más abundantes y pronunciados.

#### **Mina de Palacio.**

En la Sierra del Aguila, cerca del Picacho del mismo nombre y en la margen derecha del Río Pilón hay un socavón de unos 6m de colado en el afloramiento de un sistema de fallas en calizas cretácicas y rellenas con calcita; las fracturas son muy irregulares tanto en potencia como en rumbo y echado por lo que es difícil seguir su continuación.

Es probable que estas fallas sean consecuencia de la falla principal que originó el arroyo pues en una longitud considerable, el arroyo es paralelo a estas fallas mineralizadas. Se notan un gran número de vetillas de arcilla o limolita y fragmentos de caliza reemplazados por calcita con barita.

#### **Mina de Las Palmas.**

En la Sierra del mismo nombre hay varias obras mineras coladas en vetillas de caliza y barita muy mezcladas. Las rocas que afloran son lutitas con capas delgadas de caliza correspondientes probablemente a la parte superior de la Formación La Caja.

Los desarrollos mineros consisten de zanjas de las cuales se ha extraído un material de color gris negro y pesado pero con aspecto de caliza. En algunos lugares se ha producido el fracturamiento y acarreo de estos materiales, siendo cementados con arcilla, caliza secundaria y yeso.



#### **Mina de La Loma.**

Es una brecha de falla bien definida con rumbo de N55½W, 85½al NE y una potencia de 2m.

Todo el material está fracturado y cementado con calcita y barita, pero hay muchos huecos sin rellenar lo que hace suponer que las soluciones mineralizadas ya fueron pocas y no alcanzarán a llenar los espacios vacíos; es probable que la barita sea menos abundante.

#### **Zona de San Marcos, La Guichi y Santa Clara.**

#### **Mina La Osa.**

Se localiza en la Loma de La Osa dentro del sistema de fallas en las areniscas de la Formación La Gloria del Jurásico Superior (Oxfordiano Superior). El rumbo de la falla es de N45½E y un echado de 64½al norte, su potencia varía de uno a tres metros.

La veta de barita ocupa la parte central de la falla y ocasionalmente se encuentran caballos de areniscas dentro de la barita, o brechas de falla tanto al alto como al bajo.

En forma paralela a esta veta se conoce otra con el nombre de El Oso. Se distingue de la anterior en las rocas encajonantes pues El Oso tiene las areniscas de La Gloria al alto y yeso de La Casita al bajo.

#### **Mina La Encantada.**

Veta de falla irregular cuya potencia varía de 0.30 a 0.80m. La barita de color rosado se presenta en vetillas irregulares y cementa la brecha que ocupa la mayor parte de la veta, forma bolsas mineralizadas de alguna importancia.

#### **Mina La Cobriza.**

Falla del tipo "Cuentas de Rosario" con rumbo al N55½E y echado de 50½al norte, con relieves muy marcados tanto al alto en que la roca encajonante es yeso, como al bajo que es areniscas.

La potencia de la veta varía de 3.00 a 0.30m en longitudes no mayores de 6m originando por esta causa una cadena de cuerpos de sección elipsoidal semejando cuentas de rosario.

La veta tiene una longitud de más o menos 50m pues en sus extremos la barita desaparece bruscamente, al parecer por canales de disolución.

#### **Mina La Lidia.**

Veta falla en areniscas y yeso, con mineralización muy irregular, pues la barita está muy mezclada con material de arenisca muy quebrado. Aunque los relieves de la falla son claros, la veta de

En esta zona se conoce una veta de barita encajonada en las formaciones Huizachal y Olvido. El rumbo de la veta es 40° al nor-oriente con espesores en superficie de 40 a 50cm y una longitud de 70m. En esta localidad conocida como Sta. Eduvigis se tiene evidencia de la misma veta diseminaciones del metal.

#### **Zona Las Animas.**

Las obras son superficiales en forma de zanjas y de socavones de corta longitud dentro de los que afloran tres vetas. La de mayor espesor tiene 60cm y las otras paralelas a esta 30 y 40cm. El rumbo es oriente-poniente y echado vertical; existen 100,000 toneladas de mineral.

#### **Yacimiento de Barita en San Pedro Tamaulipas.**

La mina San Pedro está ubicada en el Cerro la Florida, municipio de Gómez Farias, Tamaulipas (Cerrón G. 1979).

El área en cuestión se encuentra fisiográficamente comprendida en la provincia de la Sierra Madre Oriental, entre alturas superiores a los 1000m en donde el clima es templado.

#### **Depósitos Minerales.**

El depósito está formado por manifestaciones de barita, rodeada completamente por calizas cretácicas de la Formación El Abra; el mineral se presenta en gruesos bancos masivos color crema, tiene una forma lenticular mantiforme muy irregular, su origen es hidrotermal de relleno de cavidades y reemplazamiento, observándose con frecuencia bloqueo de calcita de 1 a 2m de diámetro o fragmentos englobados por la barita.

La mineralización es principalmente masiva, pero existen sectores en donde el material se presenta fracturado en cuyos intersticios existe material fino arcilloso limolítico; también existe una ganga de calcita en cristales de tamaño mediano, la roca encajonante es de tipo calcáreo.

El depósito de barita de la Mina San Pedro se puede considerar de interés económico; sus afloramientos permiten observar un 75% de pureza que en razón de sus dimensiones conocidas actualmente significa un volumen mínimo estimado de 22000 ton.

#### **Yacimientos del Area de Jaumave.**

El área se localiza a 35 km aproximadamente en línea recta al NE de Ciudad Mante Tamaulipas, en el municipio de Jaumave. Fisiográficamente se ubica en la porción este-central de la Sierra Madre Oriental (Boca, 1979; Villasana, 1980).

La roca encajonante se trata de una caliza color gris claro azuloso a crema, característicamente fosilífera de edad cretácica perteneciente a la Formación El Abra.

El mineral de mena lo constituye principalmente la barita y en ciertas áreas calcita óptica la que ocurre por lo general, acompañada de calcita como mineral de ganga, en cuanto a las alteraciones, cierta marmolización y silicificación se observa en algunas zonas del área.

Estructuralmente se trata de un anticlinal con su eje axial orientado NS y sus flancos buzando al E y al O a lo largo del cual, ocurre la depositación de barita en distintas zonas, favorables por fracturamiento EO en general de tipo normal y por un reemplazamiento de los estratos de caliza.

#### **Area de La Pantera.**

En ésta área se aprecia la forma y ocurrencia de la mineralización pues se trata de una bolsa rellena de mineral en un paleokarts tiene como roca encajonante la caliza El Abra; el material existente está constituido por carbonatos y sulfatos de bario, básicamente un cálculo conservador de la bolsa indica 10000 ton. de mineral in situ.

#### **Area de Huizachal Joya Verde.**

El área de Huizachal Joya Verde se encuentra en una estructura dómica que forma parte de gran plegamiento de la Sierra Madre Oriental conocido como Anticlinorio Huizachal Peregrina.

La parte central está constituida por capas rojas del Triásico y Jurásico que se encuentran descansando sobre rocas metavolcánicas y cortadas por cuerpos ígneos de tipo riolítico con tobas y andesitas con piroclásticos, éstas rocas presentan fuerte alteración hidrotermal. Un espesor importante de rocas sedimentarias del Jurásico y Cretácico se encuentra en las inmediaciones del área.

#### **Mina Joya Verde.**

Se localiza a 300m al N 45 $\frac{1}{2}$  W de la Ranchería Joya Verde. La mina se encuentra en una zona de falla con dirección NS echado casi vertical en areniscas de la Formación Huizachal próximo al contacto con rocas de tipo andesítico- basáltico.

Dicha falla se encuentra mineralizada con barita, abundante malaquita, costras de azurita y pequeños cristales de calcopirita.

#### **Area de Llera.**

El área de Llera se encuentra hacia el oriente de las estribaciones de la Sierra Madre Oriental cuyos orígenes relacionados con el plegamiento y fallamiento de sedimentos marinos depositados en el Geosinclinal Mexicano (Priego, 1973; Arvizu y Díaz, 1974).

En la región afloran fundamentalmente rocas sedimentarias de edad cretácica que pertenecen a las formaciones Tamaulipas, El Abra, Agua Nueva, San Felipe y Méndez. Hacia la parte oriental se presentan grandes derrames de basalto de edad terciaria. No se conoce la presencia de rocas intrusivas.

#### **Yacimientos Minerales.**

Se localizan aproximadamente a 6 km al NW del Campo Maderero El Porvenir; las rocas aflorantes son calizas fosilíferas muy fracturadas con cavidades de disolución de la Formación El Abra.

Regionalmente tienen fuerte fracturamiento con dirección EW casi vertical, las estructuras mineralizadas son muy locales y consisten de fracturas rellenas de calcita y barita.

#### **Génesis.**

El origen de estos yacimientos es por relleno de cavidades debido a procesos hidrotermales, no obstante la igualdad que tienen los depósitos minerales respecto a su génesis presentan diferencias importantes en cuanto a su forma a causa de las características estructurales y litológicas de las rocas en que se encuentran encajonadas, dando por resultado que los yacimientos presenten formas particulares en cada una de las diferentes áreas de las regiones estudiadas; se le considera una edad a la mineralización del Mioceno-Plioceno.

## 6.7.- Yacimientos de Fluorita.

### Area de Llera de Camargo.

El área ha sido estudiada por Priego en 1973. Las concentraciones de fluorita se encuentran en las inmediaciones del Campo Maderero El Porvenir, en el municipio de Jaumave, cerca de los límites con los municipios de Llera y Gómez Farías, Tamaulipas. La mineralización se localiza en la parte alta de la sierra cuya topografía es muy accidentada, formada en calizas de la Formación El Abra.

La caliza está compuesta por estratos gruesos de color gris claro de textura fina con horizontes en los que se aprecian restos de conchas. Contiene abundantes dolinas y ductos de disolución acompañados de fuerte fracturamiento; las principales fracturas son normales a los planos de estratificación.

La fluorita en la mina principal (El Suspiro) se presenta en un área fuertemente fracturada, con fracturas verticales, constituye una especie de chimenea de forma más o menos cilíndrica como de 10m de diámetro de la que se extrae actualmente este mineral hasta 30m de profundidad.

En el resto de los prospectos se ha observado que la mineralización está rellena de fracturas. Las obras mineras son de tipo "ratonero" superficiales en zonas fuertemente fracturadas.

La mineralización consiste de fluorita en una matriz arcillosa con alto contenido de óxidos de hierro. En la mina El Suspiro la fluorita contiene inclusiones de cristales muy pequeños de pirita, encontrándose incluida en una matriz arcillosa de color rojo.

### Génesis.

El origen de la mineralización se atribuye a la actividad hidrotermal de soluciones ácidas que reaccionan con materiales calcáreos preexistentes para finalmente precipitar cristales de fluorita en cavidades y fisuras.

No se observan vestigios de un cuerpo magmático al cual asociar la fuente de fluidos o del elemento económico. No obstante, éste debe existir a profundidad; dada la paragénesis reconocida, se le considera una edad a la mineralización del Mioceno-Plioceno.

## 6.8.- Yacimientos de Azufre.

Los yacimientos de azufre en el noreste de México se asocian preferentemente a domos salinos entre los que se mencionan:

### **Domo Salino de Jiménez.**

Estudiado por Ulloa(1951)el yacimiento se localiza a 2.5Km al oriente de Jiménez, Tamaulipas.

El yacimiento está constituido por abundantes cristales de yeso y algunos nódulos de material arcilloso blanco no identificado. El azufre se presenta como eflorescencias que cubren una faja con anchura máxima de 50cm, la roca huésped es una arenisca de grano fino y color amarillento, no existen datos para estimar origen y volumen del yacimiento pero dada la presencia de domos en ambientes de hidrocarburos es posible un origen biopigénético para tales manifestaciones donde el azufre provendría del metabolismo de bacterias que consumen sulfatos y precipitan como material de desecho al azufre.

### **Los Yacimientos de Azufre de El Corcovado, Tamaulipas.**

La Villa de Burgos está situada en la llanura que se extiende al norte de la Sierra de San Carlos, en el estado de Tamaulipas. El área está cubierta por la vegetación característica de los desiertos del noreste de México en la que resaltan notablemente una serie de pequeños cerros, más o menos cónicos, formados por rocas eruptivas. Los pocos accidentes topográficos son más bien el resultado de la erosión que de plegamientos.

El cerro del Corcovado, situado como a 10Km al oriente de Burgos es sensiblemente mayor que los demás y presenta una base muy amplia en relación con su altura, que alcanza unos 300m sobre el nivel del valle.

La exploración de la zona ha mostrado que hasta una profundidad de 2m a partir de la superficie, las paredes de las obras mineras están formadas por material de acarreo, abajo de las cuales hay una tierra arcillosa de color gris amarillento que posiblemente es el resultado de alteración de una lutita.

Aunque ya no pueden apreciarse trozos de material consolidado, en el terreno se observan algunas fisuras distinguibles por presentar una delgada capa de cristalitos de azufre.

Los afloramientos de concentraciones de azufre son escasos en la región. En el arroyo del Corcovado puede verse un afloramiento de arenisca amarillenta, de grano muy fino y en general debilmente consolidado pudiendo notarse una capa de 10 a 30cm de espesor.

En este lugar el rumbo de las capas es de N30½E con una inclinación de 40½al NW. En el mismo afloramiento puede verse un dique de 1.50m de espesor constituido por una roca efusiva, básica, en un estado muy avanzado de alteración.

Hacia el sur del pozo de El Corcovado, aproximadamente a 100m hay un cambio notable en el material de acarreo, pasando rápidamente de caliche a basalto de olivino que es el que constituye el

macizo volcánico de El Corcovado. Todo el material está suelto y por lo mismo no puede precisarse el contacto pero parece ser una dirección aproximada de oriente a poniente.

#### **Génesis.**

El origen de las manifestaciones de azufre descritas es de tipo deutérico, asociado a los fluidos post-magmáticos de los aparatos volcánicos vecinos. Es bien sabido que al finalizar la actividad volcánica se producen exhalaciones de gases ricos en  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $CO_2$  y vapor de agua, los cuales al entrar en contacto con la atmósfera favorecen la precipitación del elemento nativo.

El resultado es que se forman vetillas en las fisuras de las rocas y granulaciones en los puntos de salida. Cabe recordar también, que en la zona existen estructuras dómicas las cuales presentan posibilidades de azufre biogénico (Domo de Jiménez) y que el azufre localizado en el Corcovado podría derivarse de aquélla fuente, a través de procesos deutéricos y de disolución, se le asigna una edad a la mineralización del Mioceno-Plioceno.

#### **6.9.- Yacimientos de Níquel.**

El área comprendida entre los cañones de El Novillo y La Libertad en el municipio de Ciudad Victoria, ha sido explorada por Priego de Wit en 1972 con el objeto de encontrar evidencias de mineral de níquel.

Es conocida la presencia de rocas ultrabásicas en los cañones del Novillo y La Libertad; al oeste de Ciudad Victoria, Tamaulipas se desconocen a ciencia cierta posibilidades que estas rocas ofrecen desde el punto de vista de su contenido de níquel, cromo, cobalto y otros minerales asociados.

#### **Características Generales de las Rocas Ultrabásicas.**

La roca ultrabásica aflora de manera casi continua en forma de un cuerpo alargado que corre en sentido N-S desde la mina El Novillo hacia el norte por más de 2Km para desaparecer al sur del Arroyo El Coyote, afluente del de la Libertad. El ancho promedio de este cuerpo es de más o menos 200m.

Las rocas ultrabásicas se encuentran serpentinizadas con diversos grados de alteración hasta encontrarse serpentina pura, siendo de color negro y verde.

La región presenta una topografía abrupta, estando disecada por arroyos profundos. En el área del Cañón de la Libertad la serpentina presenta ocasionalmente minerales de asbesto, principalmente en su forma deslizada. Asociada a la serpentina existe talco en las localidades conocidas como El Padrino y El Coyote; además de asbesto y talco, los minerales asociados a las rocas ultrabásicas en esta región, observables a simple vista,

son micas y pequeños cristales de magnetita y pirita. Este último mineral se observó en forma abundante en algunas de las obras mineras del Novillo.

Las rocas ultrabásicas se encuentran afectadas por fallas que las limitan con los esquistos. Hacia el norte, en el área de Los Borregos el contacto con estos es siguiendo el rumbo general de la esquistosidad que en esta parte es de NW20½-30½SE.

Hay abundante fracturamiento y algunas fallas importantes que han servido para controlar el avenamiento principal.

Los esquistos encajonantes son de grano fino, color gris con abundantes vetillas de cuarzo. Hacia el lado poniente del área, cerca del contacto con las serpentinas, contienen abundante material carbonoso. El rumbo general de la esquistosidad es NW-SE.

#### **Génesis.**

El origen de los minerales de asbesto y talco se atribuye a la alteración de las rocas ultrabásicas, donde sus componentes piroxeníticos y olivino pasan fácilmente a los minerales citados. Uno de los materiales residuales de este proceso es la magnetita, la cual se forma a expensas del hierro de los piroxenos y olivino.

El mecanismo de serpentinización no se conoce con precisión para la zona ya que existen varios procesos que lo favorecen.

Uno podría ser por la acción hidrotermal de intrusivos, otros por el metamorfismo regional de la zona u otro, el paso gradual de ferromagnesianos a asbestos, toda vez que en estos últimos son más estables que los primeros.

Con respecto a posibles concentraciones de níquel, cromo y cobalto, si bien estos se encuentran como trazas en la mineralogía principal, no existen concentraciones primarias de estos elementos para que las haga de interés económico. Las mayores acumulaciones son por procesos de lixiviación y lateritización que no son intensos en el área; se le asigna una edad a la mineralización del Mioceno-Plioceno.

#### **6.10.- Yacimientos de Cobre.**

##### **Yacimiento Sierra Morena.**

El lote "Sierra Morena" se localiza aproximadamente N35½W y a unos 17Km del poblado de Bustamante dentro del municipio de Lampazos, Nuevo León (Bustillo, 1979). Las rocas que afloran en la zona son sedimentarias, ígneas de origen intrusivo y metamórficas de contacto. Las más ampliamente distribuidas son las sedimentarias representadas por una secuencia de calizas, areniscas y lutitas cuyas edades corresponden al Jurásico Superior, Cretácico Inferior y Superior, respectivamente las rocas ígneas forman los



cerros como el Cerro Boludo las cuales parecen corresponder a una serie de apófisis de un gran "Stock"; con textura holocristalina y porfídica y su clasificación corresponde a una cuarzo-monzonita de biotita y augita.

El intrusivo presenta facies que corresponden a zonas de cuarzo monzonitas de hornblenda y de granodiorita. Por su parte la zona metamórfica de contacto está formada por granitos y tactitas y se observa principalmente en las faldas de la sierra.

En el yacimiento se observa un fracturamiento normal de las rocas ígneas sin ninguna actitud predominante.

En las rocas ígneas se aparece cierta disminución pero la mineralización se observa en el cuerpo granitizado y consiste de pirita, algo de calcopirita, trazas de pirrotita y evidencias de molibdenita. Un muestreo general en las obras arroja los siguientes resultados Mo 0.03%, Cu 0.59%, Zn 0.5%, Fe 4.10%, Ni 0.002%, Sr 0.04%.

#### **Yacimientos del Area de Miquihuana.**

El área de Miquihuana fue estudiada por Priego de Wit en 1973. Se localiza en la porción suroccidental del estado de Tamaulipas en los alrededores de la Villa de Miquihuana, cabecera del Municipio del mismo nombre.

Las rocas que afloran consisten de esquistos precámbricos, muy semejantes a los del Cañón El Novillo y Peregrina; areniscas y conglomerados de la Formación Huizachal y una secuencia de rocas sedimentarias del Cretácico Inferior y Medio.

Esta última está representada por la Formación Taraises o su equivalente considerado como cuerpo margoso de Miquihuana; la Formación Tamaulipas del Cretácico Inferior y calizas de la Formación El Doctor que es equivalente a la Formación Cuesta del Cura. Así mismo, aparecen depósitos de fanglomerados y suelos.

#### **Estructura.**

Regionalmente la zona de Miquihuana se encuentra en el eje de un gran anticlinal orientado norte-sur, en donde afloran ventanas de esquistos precámbricos y capas rojas del Triásico de la Formación Huizachal que se localizan también hasta 15Km hacia el sur a lo largo de este eje en la región de Bustamante.

Las evidencias de mineralización de cobre en el área son pobres y aparecen en las proximidades del contacto clásticos rojos-calizas. La forma como ocurre la mineralización hacia la periferia del potrero que constituye esta zona nos sugiere que su origen debe provenir de la parte central. Los principales minerales son pequeños cristales de calcopirita en vetillas angostas acompañados de abundantes y vistosos carbonatos.

La mineralización puede observarse en las obras mineras de Ruth, La Azul, La Verde y Bety.

#### **Yacimientos de Cobre en el Area de Huizachal-Joya Verde.**

##### **Tiro al SW del Rancho Joya Verde (Priago de Wit, 1979).**

Se localiza como a 300m al SW del Rancho Joya Verde. De los remanentes de una antigua explotación se observa que se extrajeron carbonatos de cobre en donde la roca encajonante parece ser una andesita verde con plagioclasas alteradas y abundante clorita.

Superficialmente se observan areniscas y conglomerados de la Formación Huizachal.

##### **La Cobriza.**

Se localiza a 500m al NE del poblado de Huizachal. Consiste de un tajo alargado en roca conglomerática siguiendo el rumbo de la estratificación que coincide con los planos principales de fracturas que tienen un rumbo casi norte-sur y echado de 40° al poniente.

Rellenando los planos de fracturamiento se nota la presencia de malaquita. La roca se encuentra parcialmente silicificada con abundante caolín y poca hematita con limolita.

Como a 800m al norte de Huizachal se encuentra otro rebaje en un área de 20m<sup>2</sup> en una parte muy alterada y deleznable de la Formación Huizachal en la que se aprecian carbonatos de cobre con minerales arcillosos.

##### **Mina del Panteón.**

Se encuentra a unos 300m al sur de la Escuela de Huizachal, consiste de un tajo en un afloramiento de aglomerado silicificado muy caolinizado, formado por fragmentos de rocas silicificadas y feldespáticas alteradas, con clorita, sericita, limolita y arcillas. Esta roca está muy fracturada con malaquita, rellenando los principales sistemas de fracturas que tienen una orientación NE-SW.

##### **Distrito Minero de San José.**

El Distrito abarca una superficie de 12.5Km<sup>2</sup> y comprende una serie de cuerpos mineralizados de sulfuros de cobre y plata con algo de oxidación.

Los depósitos minerales tienen la forma de bolsas y lentes irregulares; la composición mineralógica de la mina en orden de importancia es formada por: calcopirita, bornita, malaquita, crisocola, brocantita, calcantita, azurita con minerales accesorios de: pirrotita, magnetita, limolita y especularita. La ganga está compuesta de abundante granate, pirita, cuarzo y calcita (Cerrón, 1980).

## **Yacimientos Minerales.**

### **Mina La Reyna.**

Se ubica en el sector noreste del distrito. Está formado por un SKARN de granate con costras y pegados de sulfuros de cobre como calcopirita y bornita acompañados de malaquita, brocantita, pirita, granate, cuarzo y limolita. Pero lo que era el cuerpo mineral propiamente ya fue extraído quedando solo la zona de SKARN estéril que está rodeada a su vez de la masa intrusiva cuarzo-monzonítica parcialmente alterada. El SKARN de granate siempre tiene diseminación piritosa oxidada o en proceso de oxidación.

### **Mina El Hormiguero.**

Ubicada a 400m al SW de la anterior, la bocamina está a una altura de 715 m.s.n.m. La mayor parte de la obra corta roca intrusiva cuarzo-monzonítica. Al parecer fue labrada con el fin de cortar los cuerpos de SKARN de granate. Los sectores de roca metamórfica presentan una persistente diseminación piritosa con algo de cobre que por efectos de la oxidación ferrosa impresionan pero sus valores son muy bajos, en la roca intrusiva adyacente al SKARN también se nota alguna diseminación de sulfuros.

### **Mina Santa Elena.**

Esta ubicada a 150m al poniente de la anterior, su bocamina esta a una altura de 733 m.s.n.m. La composición mineralógica en los sectores más mineralizados es de malaquita, crisocola, azurita, brocantita y probablemente calcopirita que no se observa claramente por la oxidación ferrosa que enmascara las manifestaciones en las que se nota pirita, especcularita, cuarzo y epidota; esta mineralización es muy irregular en su concentración. En esta mina se puede ver un remanente calcáreo muy marmorizado que no tiene nada de mineralización, en cambio la roca intrusiva adyacente al SKARN tiene siempre una diseminación muy escasa pero persistente de pirita, limolita y venas de cuarzo.

### **Mina Piedra Imán.**

Se ubica a 260m al SW de Santa Elena, su bocamina está a una altura de 780 m.s.n.m. Las manifestaciones de mineral consisten de: calcopirita, malaquita, brocantita, crisocola, acompañados de pirita, limolita, pirrotita, clorita, epidota y cuarzo.

### **Mina Los Remedios.**

Ubicada a 260m al SE de la anterior, tiene su bocamina a una altura de 760 m.s.n.m. Se encuentra una lente mineralizada formada en el contacto intrusivo- mármoles que tiene calcopirita, brocantita, pirita, pirrotita y limolita.

#### **Mina La Bretaña.**

Esta ubicada a 1400m al sur de la mina Los Remedios, su bocamina se encuentra a una altura de 860 m.s.n.m. Hay una fuerte cantidad de limonita que enmascara la presencia de algunos minerales de la mina en donde los componentes visibles son malaquita, azurita, brocantita, probablemente calcopirita, granate, pirita, especularita, calcita, cuarzo, limolita, hematita y algo de óxido de manganeso.

#### **Mina La Esperanza.**

Está situada a 400m al SE de la anterior, su bocamina se encuentra a 930 m.s.n.m. La mineralización es muy irregular y está compuesta por: calcopirita, brocantita, malaquita, crisocola, pirrotita, pirita, magnetita, limolita, granate y cuarzo, en la cuarzo-monzonita que rodea al cuerpo de SKARN también se nota una ligera diseminación piritosa.

#### **Mina La Homogénea.**

Esta ubicada a 600m al SE de la anterior, la bocamina se encuentra a una altura de 900 m.s.n.m. La calcopirita esta enmascarada por los óxidos ferrosos y sólo se observa brocantita, calcantita, pirita, pirrotita, algo de óxido de manganeso, granate, y cuarzo.

#### **Génesis.**

El origen de estos yacimientos ha sido por soluciones hidrotermales que dieron origen a la formación de vetas y por metasomatismo de contacto a partir de colgantes sedimentarios calcáreos de edad cretácica pertenecientes a la Formación Tamaulipas Inferior que fue intrusionada y metamorfizada por una masa ígnea plutónica de composición calcoalcalina que formó una estructura de tipo lacolítico.

Los depósitos se presentan en forma de bolsas y lentes de pequeña magnitud con diámetro promedio de 14x6m y 10m de profundidad; se le asigna una edad a la mineralización del Eoceno-Oligoceno.

#### **6.11.- Yacimientos Minerales y Anomalías de la Sierra de San Carlos-Cruillas, Municipio de San Carlos Tamaulipas.**

El área estudiada se localiza a 120Km en línea recta al norte de Ciudad Victoria, abarcando en su totalidad la Sierra de San Carlos Cruillas. Con una superficie de 3,000 Km<sup>2</sup> aproximadamente. (Morín, 1977).

Fisiográficamente se encuentran en la parte norte de la subprovincia denominada Cuenca del Río Purificación de la provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo.

Las rocas aflorantes en el área son del Cretácico Inferior al Reciente estando representados por sedimentos calcáreo-arcillosos de las Formaciones Tamaulipas Inferior, Otates, Tamaulipas Superior, Agua Nueva, San Felipe y Méndez; así como por rocas intrusivas y extrusivas.

Las rocas sedimentarias de la Sierra de San Carlos Cruillas fueron afectadas por los esfuerzos tangenciales de la Orogenia Laramide, así como por las intrusiones ígneas localizadas dentro de la misma.

Los yacimientos minerales en el área de San José son del tipo de metasomatismo de contacto ó pirometasomático estando en el contacto de la Formación Tamaulipas Inferior y el intrusivo sienítico y/o monzonítico de la Sierra Chiquita. En San Nicolás el área de interés se localiza en la parte centro oeste del estado de Tamaulipas, dentro de los paralelos 24 $\frac{1}{2}$ 30' y 24 $\frac{1}{2}$ 45' latitud norte y 99 $\frac{1}{2}$ 20' y 99 $\frac{1}{2}$ 40' de longitud oeste abarcando en su totalidad a la Sierra de San Carlos Cruillas.

El área está situada a 120Km al norte de Ciudad Victoria; tiene al sur La Cuenca de Burgos, al norte de Santander Jiménez y al oeste de Villagrán, todos ellos dentro del estado de Tamaulipas.

#### Geomorfología.

El relieve escarpado y abrupto de la Sierra de San Carlos alcanza de 600 a 2000 m.s.n.m., está relacionado con las características litológicas de las rocas que en su mayoría son cuerpos plutónicos y otras veces a escarpes de calizas masivas de la Formación Tamaulipas Inferior en las zonas de la Sierra Chiquita y el Cerro del Diente.

El relieve de la Sierra de Cruillas está controlado por una serie de plieques anticlinales y sinclinales de buzamiento suave con orientación E-O así como por su litología menos resistente a la erosión ya que está constituida por sedimentos calcáreo arcillosos.

#### Geología.

En el área afloran rocas sedimentarias calcáreo arcillosas, rocas ígneas y rocas metamórficas cuyas edades varían del Cretácico Inferior al Reciente. Comprende a las Formaciones Tamaulipas Inferior, Otates, Tamaulipas Superior, Agua Nueva, San Felipe y Méndez.

Las rocas ígneas intrusivas son del tipo sienitas y/o monzonitas encontrándose algunos diques de composición diorítica al N y NW del área.

Las rocas ígneas extrusivas se encuentran representadas por derrames de basaltos que al sur del área forman mesetas. En la Sierra de Cruillas se observaron algunos diques y derrames basálticos. Es probable que esta serie de cuerpos extrusivos corresponden a la etapa final de la actividad magmática que formó a la Sierra de San Carlos.

#### **Yacimientos Minerales.**

El área estudiada presenta mineralización de plomo-plata, cobre, zinc en diferentes áreas que son: San José, San Nicolás y Moctezuma, siendo ésta última en la actualidad la de mayor importancia, ya que se encuentra en explotación. Las obras mineras efectuadas en estas zonas han sido superficiales y un desarrollo relativamente pequeño.

#### **Mineralogía.**

Los depósitos de plomo, plata, cobre y zinc tienen una mineralogía constituida por argentita, galena, blenda, cuprita, malaquita, azurita, bornita y calcopirita que se encuentran en delgadas vetas, mantos, lentes y chimeneas en forma diseminada. Los minerales de ganga presentes son: pirita, granate, calcita y cuarzo.

#### **Forma y Estructura.**

De acuerdo al orden de importancia y tomando en cuenta el desarrollo y explotación de los minerales citados en el párrafo anterior; en el área de Moctezuma la mineralización de plomo-plata y zinc, se presenta en forma de mantos dentro de la caliza Tamaulipas Superior y en vetas rellenando cavidades con una orientación NW65½SE en las calizas arcillosas de las Formaciones San Felipe y Agua Nueva.

En el área de San Nicolás la mineralización se presenta en forma de vetas (relleno de fracturas) de orientación NW50½SE y un ancho de 0.80cm a 1.20m. Es posible que a profundidad se encuentra en forma de mantos, ya que ésta área reúne condiciones semejantes a la zona de Moctezuma.

En la zona del Palmar continua a la de San Nicolás se presenta en igual forma ya que parece ser la continuidad del fracturamiento paralelo mencionado anteriormente. Las obras mineras localizadas dentro del área en cuestión así como la de San Nicolás se encuentran en completo abandono.

En la zona de San José la mineralización de cobre se presenta en forma de vetas sensiblemente paralelas con rumbo SW50½NW. También se presenta en forma diseminada.

#### **Control de la Mineralización.**

La mineralización de plomo, plata y zinc en las áreas antes citadas se presenta rellenando fracturas en la caliza de las formaciones Agua Nueva y San Felipe y a profundidad en forma de mantos, aprovechando las características físico-químicas de las calizas de la Formación Tamaulipas Superior así como al intenso plegamiento y fracturamiento a que estuvieron sujetas las rocas cretácicas.

En la zona de San José el control de la mineralización está confinada a la roca ígnea intrusiva de composición monzonítica y de calizas recristalizadas y fuertemente fracturadas de la Formación Tamaulipas Inferior.

#### **Génesis.**

Con base en lo expuesto en los párrafos anteriores se puede deducir que en el área existen dos tipos de yacimientos: hidrotermales y pirometasomáticos.

La mineralización del área de San Nicolás, El Palmar y Moctezuma corresponden a yacimientos hidrotermales formando depósitos de relleno de cavidades representados por galena, blenda y argentita, se le asigna una edad a la mineralización del Mioceno-Plioceno.

La mineralización en el área de San José corresponde principalmente a yacimientos pirometasomáticos formados por efecto de la intrusión de un cuerpo de composición monzonítica sobre las calizas de la formación Tamaulipas Inferior la cual se transformó por efectos del mismo skarn y tactitas; éstos depósitos presentan formas de chimeneas, pequeñas vetas y en forma diseminada. La mineralización en esta área es de cobre y zinc principalmente.

#### **Geoquímica.**

Los estudios geoquímicos efectuados por Morin(1977), consisten en un muestreo regional de sedimentos de arroyo cubriendo aproximadamente 3000Km<sup>2</sup>. El total de muestras obtenidas ascendió a 870 las cuales fueron analizadas por cobre, zinc, plomo y plata por el método de absorción atómica.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la zona estudiada se delimitaron 7 zonas de interés las cuales a continuación se mencionan:

#### **Anomalía San Nicolás.**

Está anomalía reporta valores de plata de 7 ppm a 116 ppm, plomo de 275 ppm a 5000 ppm y zinc de 450 ppm a 3500 ppm; la anomalía se localiza en ambos flancos del anticlinal de Moctezuma.

El marco geológico comprende una caliza criptocristalina fuertemente fracturada, la cual se halla intrusionada por un cuerpo ígneo de composición monzonítica. Hacia el flanco NE del anticlinal antes citado se observó una zona fuertemente fracturada, tales estructuras presentan un rumbo general N50½W.

Sobre dichas fracturas hacia el centro de la anomalía se localizan algunas obras mineras, las cuales presentan escaso desarrollo y actualmente se hayan inoperantes. Estas obras fueron trabajadas por plomo, plata y zinc. La longitud de esta anomalía es de aproximadamente 13Km.

Es de interés mencionar que hacia el centro de la anomalía los valores reportados posiblemente provengan de las minas localizadas aguas arriba de los arroyos que drenan esta parte. Pero es factible que los valores fuera de la zona de contaminación tengan su origen en la serie de fracturas paralelas y radiales localizadas dentro de la anomalía en cuestión, posiblemente éstas hayan sido las estructuras favorables para el emplazamiento de fluidos mineralizantes que dieron origen a esta zona.

#### **Anomalía El Atrisco.**

Se localiza al NE de San Carlos sobre la Formación San Felipe, la cual se encuentra intrusionada por una serie de cuerpos ígneos posiblemente de composición monzonítica los cuales muestran un sistema radial de fracturamiento, en el cual se enmarca la zona en cuestión. Es factible que estas estructuras hayan sido los conductos favorables para el emplazamiento de fluidos mineralizantes. Los valores reportados para esta zona son para el zinc mayores de 240 ppm, plomo de 90 ppm a 500 ppm y plata mayores de 7.5 ppm. Cabe mencionar a esta zona como interesante, por el hecho de que no se observa obra minera alguna.

#### **Anomalía Cerro del Diente.**

Se localiza al sur de la Villa de San Carlos en el flanco sur del anticlinal del Diente; presenta una caliza intrusionada por un cuerpo ígneo de composición sienítica la cual presenta un cambio transicional a monzonita hacia los bordes. Se observa un sistema radial de fracturamiento provocado por dicho cuerpo ígneo, por lo que es factible haya sido el factor principal para dar paso a las soluciones mineralizantes. La extensión de esta anomalía es aproximadamente de 5Km<sup>2</sup>, con valores de plata mayores de 7.5 ppm.

#### **Anomalía El Jatero.**

Se localiza al norte de la Villa de San Carlos sobre las formaciones San Felipe y Méndez las cuales se encuentran intrusionadas por un cuerpo de composición monzonítica. La caliza presenta un grado medio de metamorfismo en las cercanías del contacto. El fracturamiento es de tipo radial como el caso



anterior, es factible que sea el factor que haya actuado como conductor de los fluidos mineralizantes que provocaron el origen de esta anomalía.

Los elementos analizados son plomo, zinc y plata, los cuales reportaron valores de 190 ppm, 10 ppm y 750 ppm, respectivamente; no hay obras mineras.

#### **Anomalía San José.**

Localizada en su mayoría dentro del campo minero de San José, el cual se encuentra en la actualidad en completo abandono. La zona anómala se encuentra dentro de un cuerpo intrusivo de composición sienítica el cual presenta un cambio transicional a monzonita y cuarzomonzonita. Dicho cuerpo está fuertemente fracturado con rumbos preferenciales N50½E. Dentro de estas fracturas se localizan algunas obras mineras que se trabajaron por cobre y zinc con valores de 375 ppm a 2250 ppm para cobre y 240 ppm a 800 ppm para zinc.

Es factible que tales valores hayan sido provocados por contaminación de las obras mineras localizadas aguas arriba del arroyo de San José.

#### **Anomalía Sierra Chiquita.**

Localizada al sur del campo minero San José dentro de un cuerpo intrusivo de composición sienítica fuertemente fracturado en el cual se encuentra la presente zona de interés. Es factible que tales estructuras hayan servido como canales para la migración de los fluidos mineralizantes que dieron origen a esta anomalía. Los valores reportados son 200 ppm a 1500 ppm para cobre y 240 ppm a 700 ppm para zinc. No se conocen obras mineras.

#### **Anomalía El Patao.**

Se localiza al poniente del campo minero de San Nicolás a lo largo de una fractura con rumbo N50½E. La estructura antes mencionada coincide a rumbo con el sistema principal de fracturamiento de la zona minera de San Nicolás, es posible que esta fractura sea la continuación de la misma por presentar un alineamiento homogéneo. Los valores reportados para esta zona son 150 ppm para plomo y mayores de 350 ppm para zinc al igual que la zona anterior no existen obras mineras.

## **6.12.-Yacimientos de Asbesto.**

Los yacimientos de asbesto se encuentran distribuidos en varias regiones del noreste de México; la principal acumulación se ubica en el distrito del Cañón del Novillo, en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental.

### **Descripción de Localidades.**

#### **Distrito Asbestífero del Cañón del Novillo.**

Los yacimientos asbestíferos del Cañón del Novillo han sido objeto de varios estudios de exploración con el fin de conocer su potencial. Entre los autores de estos estudios se encuentran: Sweet, Arthur en 1953, Schulze G. y F.H. Riordon en 1964, Calixto Ramirez R. en 1975 y Rocha Moreno en 1974, 1980.

En el Cañón del Novillo que es un "anfiteatro" natural formado por los arroyos de las Burras, El Calabozo, Las Latas, El Barbón y El Tigre ubicado a 23 Km al poniente de Ciudad Victoria, Tamaulipas, existe un cuerpo de serpentina de singular importancia. La roca presenta una coloración verde con distintas tonalidades; morfológicamente se le considera como un dique alargado de contorno irregular con más de 6Km de longitud y de amplitud variable; está orientada de NW a SE atravesando terrenos bastante accidentados.

Lo limitan en sus porciones orientales y occidentales rocas metamórficas (esquistos). Ocupa acorde a su delimitación una superficie de 2.75 Km<sup>2</sup> su potencia promedio se estima en más de 100m dando un volumen de roca de aproximadamente 275 millones de metros cúbicos.

Por el carácter y origen propio de la serpentina, dentro de ella se alojan en distintas proporciones, minerales metálicos y no metálicos, todos ellos de mucha importancia en la industria, incluyendo la misma roca, que por su alto contenido de magnesia se considera como mineral no metálico muy solicitado en los procesos de fundición de fierro y de la que en la actualidad se están explotando en el Cañón del Novillo.

Junto con la serpentina se han detectado indicios de oro y plata libres. La presencia de algunos de estos minerales en el yacimiento de El Novillo, confirman su origen magmático.

El asbesto es un mineral fibroso que se aloja y está íntimamente asociado a la roca serpentina que a su vez se origina por la descomposición de rocas peridotíticas. En el llamado Cordón del Calabozo la serpentina tiene dentro de su masa fibra de crisotilo en tamaños hasta de 3mm y cuyos volúmenes son muy considerables. Lo mismo ocurre en unas porciones del Cerro de La Zacatosa y tomando en cuenta su forma de presentación y coloración distinta

de los haces fibrosos dentro de la matriz, aunada a las circunstancias de que la serpentina en que se alojan no ofrece planos de fracturas visibles macroscopicamente y que ésta es muy irregular, tales depositos pueden ser de origen singenético es decir que por condiciones y circunstancias especiales se formó la fibra al mismo tiempo que se consolida la roca serpentina.

En el Cañón de El Novillo existen numerosas áreas y estructuras mineralizadas que contienen asbesto en formas tabular, lenticulares y como cuerpos irregulares que siguen direcciones preferenciales. Las manifestaciones superficiales de fibra ocurren tanto a lo largo de los contactos de serpentina con los colindantes (esquistos y peridotitas); así como dentro de la masa de la misma, la que en esta región y considerando la forma en que aflora a la superficie se considera estructuralmente como un dique-estrato.

Dentro de la serpentina y en forma irregular aparecen abundantes crestones de peridotita. En la porción norte (Yacimiento del Tigre) aparece el crestón de peridotita más importante del distrito. Está orientado de NW a SE y tiene una longitud aproximada de 400 m y una potencia media de 120 m .

En el mismo se observan claramente huellas o estrias de deslizamiento sobre todo en la porción oriental que está en contacto directo con esquistos sin que en estos se aprecien fenómenos especiales, tales como oxidación o signos de mineralización.

La forma que tiene es de un huso alargado su altura en relación con el nivel de la barranca que lo cruza es de escasos 200 m.

La característica más importante que ofrece este crestón es que al lado oeste y casi paralelamente al reliz del contacto con las serpentinas, aflora un muy importante cuerpo mineralizado de asbesto cuyo contenido medio de crisotilo (fibra cruzada) es del 10%.

Su potencia media es de 1.60m y su longitud de más de 500m. Tanto por su contenido de fibra, clase, calidad y longitud y que rumbo al norte aumenta, llegando en algunos casos a encontrarse fibra hasta de 26mm de largo se estima es la más importante del distrito.

Se ha visto que esta estructura en la superficie es constante, tanto a rumbo como en potencia y se ha comprobado por medio de obras mineras su persistencia a la profundidad.

La mineralización de asbesto se encuentra estrechamente ligada en masas de magnetita, observándose una estrecha relación entre ambos minerales. Más aún, las variaciones magnéticas en el interior de las obras mineras se utilizan como guía en la exploración de los yacimientos.

Otros minerales que se observan con frecuencia son disseminaciones de calcopirita, nicolita y minerales de cromo y plata. Dentro de las fracturas de los cuerpos mineralizados se han encontrado asbestos con abundante cuarzo de forma acicular, de colores blanco y verde claro, constituyendo haces compactos, acompañados de abundante magnetita.

### Génesis

El grupo de la serpentina es un silicato de magnesio hidratado cuya composición promedio es  $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ . Esta fórmula condensada lleva inherente varias condiciones para su formación, una de ellas, que se deriva de soluciones acuosas.

Desde el punto de vista textural la serpentina de los yacimientos del noreste de México se presenta en sus variedades fibra larga (mayor de 6mm), en posición normal a las superficies de fracturas en las que se aloja, presentándose también la variante "cruzada" (fibras cortas en distintas direcciones), y la fibra "deslizada", la cual tiene dimensiones intermedias (4.6m) asociada preferentemente a sistemas dinámicos activos (fallas).

Las características anteriores, junto con las observaciones de tamaño, forma y estructura de los yacimientos hacen pensar en dos mecanismos de mineralización. El primero por la alteración directa (en un sistema hidratado) de cuerpos peridotíticos en los que a los silicatos de magnesio pasan a silicatos hidratados; y el segundo, asociado a un régimen tectónico con actividad hidrotermal.

Parece ser que los dos tipos de mecanismos han contribuido a la formación de las extensas áreas mineralizadas del Cañón del Novillo.

Los argumentos que conducen a las afirmaciones anteriores son ante todo estructurales. Obsérvese por ejemplo que en la zona norte del distrito aparecen fallas sub-horizontales dentro de los cuerpos mineralizados que los han desplazado hostensiblemente.

El único intrusivo en la vecindad es precisamente peridotítico el cual podría ser el causante de tal disposición. Además, se ha visto la mayoría de las fracturas desarrolladas sobre la mineralización de asbesto son de tipo echelón, como consecuencia, las fibras aparecen fracturadas y el material que las contiene es poco compacto y deleznable. Por su parte, la peridotita adquiere un aspecto oxidado y adherido a ella aparecen cristales, en ocasiones bordeando el cuerpo.

En la porción sur del yacimiento (Cerro de la Zacatosa) los procesos tectónicos parecen ser los causantes de la mineralización. En esta región se localizan los depósitos más importantes de fibra deslizada, caracterizada esta última por presentarse en la misma dirección de los planos de deslizamiento.

El resultado es una fibra alargada, hasta de 6 cm de longitud y con una orientación preferencial N-S, dirección que coincide con la de las fallas regionales de la zona. La simultaneidad entre el evento tectónico y el efecto hidrotermal se observa por la aparición de cristales de cuarzo en vetillas conteniendo dentro de ellos, fibras de crisotilo íntimamente intercrecidos.

A lo anterior debe agregarse también la presencia de magnetita como inclusión entre las fibras de serpentina, derivados ambos del proceso hidrotermal.

La segunda hipótesis sobre el origen de la serpentina es por alteración directa en un medio hidratado, de las peridotitas intrusadas en la región. La reacción en cuestión es bastante conocida:

[ peridotita  $H_2O$  Serpentina  $SiO_2$  ]  $Fe_3O_4$  (Barker Igneous Petrology)

La hidratación de la peridotita produce serpentina más cuarzo, quedando un remanente de óxidos de Fe y Mg según sea la composición de la peridotita original. Vale la pena mencionar que en esta reacción se presenta un cambio volumétrico muy importante entre los reactivos y los productos, encontrándose que estos últimos tienen un 30% de mayor volumen que los minerales originales o preexistentes.

La consecuencia inmediata de este hecho es que a medida que ocurre la transformación de ferromagnesianos a ferromagnesianos hidratados, estos últimos producen el efecto de presión cristalina cuya resultante es el fracturamiento intenso de la roca e inclusive de la misma serpentina. Es decir, la sola presencia de fracturamiento y resquebrajamiento de una zona serpentinizada no es argumento suficiente para considerar efectos tectónicos intensos.

Para ilustrar lo anterior, con una alteración al 50% de un volumen unitario de peridotita se produce un incremento de volumen del 15% de esta última, que considerado como el efecto dinámico, equivaldría a un intrusivo de una masa cercana al 15% de la roca intrusionada.

Es bueno tener esto en mente en estudios tectónicos de áreas como la actual; a estas mineralizaciones se les asigna una edad del Eoceno-Oligoceno.

#### 6.13.-Yacimientos de Fosforita.

Depósitos Fosforíticos de Dulces Nombres, Nuevo León.

El pueblo de Dulces Nombres, Municipio de Zaragoza Nuevo León, está situado cerca del límite oriental del estado de Nuevo León.

Los depósitos fosforíticos de esa región se encuentran en pequeños cuerpos alojados en cavidades o fracturas de la caliza son en general de forma tabular pero pueden ser a veces irregulares, su forma está controlada por fracturas o cavidades previas a la depositación del material fosforítico (Tavera, 1953).

La caliza en que se encuentran los depósitos son de color gris claro intemperizando a gris azulado de estratificación gruesa siendo abundantes las capas de 2 a 3m de espesor; ocasionalmente pueden observarse niveles en que se presentan nódulos de pedernal de color gris mediano, en la parte inferior estratigráficamente la caliza parece cambiar de color presentándose a gris oscuro, en la parte superior hay una caliza de capas medianas.

El material fosforítico está formado principalmente por colofanita, el material extraído presenta un contenido medio de 80% de fosfato tricálcico a 95%, su contenido de flúor es menos de 0.75%, se trata de calizas del Cretácico Inferior probablemente de la caliza cupido correspondiendo las capas delgadas subyacentes probablemente a la Formación Taraises.

**Yacimientos de Fosforitas en el Municipio de Los Ramones Nuevo León.**

En las Sierras de Sabinas, Santa Clara y Capadero, en Minas Viejas y Llanura de Vallecillo, se han descubierto algunos depósitos de minerales de plomo (galena), zinc (esfalerita) y fierro (hematita y magnetita), además de estos depósitos de minerales metálicos se tienen los derivados de acumulaciones de guanos (Pérez y Wiggin, 1950).

Estos depósitos fosforíticos están constituidos por guanos secundarios que contienen como minerales económicamente importantes los siguientes:

- 1.-Colofanita aproximadamente un 80%
- 2.-Minerales derivados del anterior como dahlita y whitlockita

Son minerales de baja ley, el segundo grupo está representado por minerales que rellenan las fallas y fracturas abajo de los guanos secundarios y que presentan una estructura concrecionaria o bandeada estando compuestos casi totalmente por un material amorfo clasificado como colofanita y como mineral derivado la dahlita.

**Yacimiento de Fosforita en La Gruta La Guadalupana.**

Esta localidad se encuentra en el distrito minero La Guadalupana municipio de Hidalgo, Tamaulipas (Gonzalez, 1979).

### **Geología General.**

Las rocas que afloran en el área son calizas de la Formación Tamaulipas Inferior, cuyos estratos varían de 1 a más de 2m presentando formas cársticas principalmente grutas, las que han servido como receptáculo y almacén de los fosfatos.

El fracturamiento principal en el área norte es casi vertical a lo largo del cual se han formado las diferentes grutas del área.

### **Yacimientos Minerales.**

El mineral que predomina en el yacimiento es fosforita tricálcica con colores gris, blanco, presentándose bandeada y terrosa. La terrosa sobreyace a la bandeada.

El yacimiento tiene la forma irregular de la gruta en que se aloja un tanto alargado y cóncavo terminando hacia abajo en una fractura rellena de fosforita de unos 5cm de potencia.

la parte superior esta cubierta por una capa de carbonatos de calcio cuyo espesor medio es de 4m, subyaciendo a ésta se encuentra un horizonte de guano cuyo espesor varía de 0.50m a 1.0m y más abajo aparece la fosforita.

### **Yacimiento de Fosforita en El Mante, Tamaulipas.**

La fosforita se presenta como relleno en fracturas y huecos de disolución en la Formación El Abra constituida por una caliza cárstica gris azul densa en estratos gruesos hasta de 3m (Lee, 1971).

### **Génesis.**

El origen de estos yacimientos se debe a la existencia de guanos acumulados en antiguas cavernas formadas en calizas, el material fosforítico fue percolado por aguas meteoricas y redepositado a lo largo de cavidades y fracturas. Este mecanismo de depositación probablemente gobernado por ciclos anuales de precipitación pluvial.

Estos depósitos pueden ser considerados como epigenéticos debiendo su actual enriquecimiento a la formación de una serie de minerales secundarios derivados por solución y precipitación de los compuestos fosforíticos primarios del guano que llenó en parte o por completo las cavernas o grutas; se le asigna una edad a la mineralización del Eoceno-Oligoceno.

su potencia promedio se estima en más de 100m dando un volumen de roca de aproximadamente 275 millones de metros cúbicos.

### **6.14 Yacimientos de Uranio.**

En México la geología de los depósitos uraníferos conocidos es de 2 tipos esenciales, el primero en rocas ígneas especialmente extrusivas ácidas como las riolitas y las riocácitas, o en intrusivas de rocas félsicas en contacto con rocas sedimentarias como las calizas.

El otro tipo, es el que existe en rocas sedimentarias, especialmente en areniscas del Terciario Medio o Superior, pero también se presenta en calizas del Mesozoico. Con respecto a su origen primario, se ha demostrado que el uranio tiende a enriquecerse en los últimos miembros de la diferenciación magmática y que su enriquecimiento generalmente correlaciona bien la existencia de potasio y cuarzo depositados simultáneamente. Las rocas alcalinas y graníticas contienen un promedio de 2-4 ppm de uranio; pero las rocas felsíticas y especialmente las pegmatitas contienen más de 10 ppm de uranio y en algunos casos, en diques de bostonita, el uranio llega a 100 ppm.

Por otra parte, las rocas ultrabásicas son siempre pobres en uranio en todo el mundo; el uranio de origen hidrotermal ocurre en vetas de fracturas rellenas con material cálcico y ocasionalmente con cuarzo, el uranio también rellena huecos de todas clases. Las fracturas pueden ser micro o macrofracturas, cortas o largas, en ocasiones de más de 1 Km de longitud y ser muy someras o profundas, generalmente consisten de minerales secundarios derivados de la pechblenda.

Ahora bien, el grupo de yacimientos de uranio asociados a rocas sedimentarias se conoce como tipo Roll, estos depósitos se originan por lixiviación en frío, por el flujo de aguas subterráneas en areniscas y formación de gradientes químicos. El uranio inicialmente se aloja diseminado en los detritos de la arenisca; es disuelto por las aguas subterráneas y depositado en zonas de ambiente reductor.

Los principales depósitos hidrotermales estudiados en México fueron los depósitos de veta en los estados de: Chihuahua, Sonora, Durango y otros; y en rocas sedimentarias que se considera de origen secundario o arrastrados, fueron los depósitos de El Chapote, La Coma y Buenavista en el estado de Nuevo León, en donde el mineral uranífero ocurre en areniscas de la Formación Frío No Marino del Oligoceno.

Los yacimientos de uranio en el noreste de México se localizan en la Cuenca de Burgos, cuyo límite norte es el Río Bravo y afloran en ella, una sucesión de sedimentos en fajas paralelas que tienen edades que abarcan del Paleoceno al Reciente apareciendo las más jóvenes hacia el oriente y las más antiguas hacia el occidente.

Los sedimentos están representados por una alternancia de lutitas y areniscas asociados a deltas progradantes, así como por areniscas, lutitas arenosas, capas de ceniza volcánica y materia carbonosa, de carácter continental y lacustre.



### **Yacimientos Minerales.**

Comprende los yacimientos uraníferos de La Coma, Buenavista, El Chapote, Peñoles y Trancas en Nuevo León y Cruillas, Burgos y Días Ordaz en Tamaulipas; se alojan en la Formación Frío No Marino del Oligoceno, constituida por una faja continua de sedimentos arcillosos y arenas semiconsolidadas, debajo de un conglomerado de cantos calizos y de pedernal que se conoce como conglomerado Norma. En el área del yacimiento La Coma estas areniscas se presentan con un espesor promedio de 30m y es en él donde se encuentran los cuerpos uraníferos; este horizonte se encuentra cubierto por capas arcillosas y lutitas que alternan con material tobáceo, las que a su vez se encuentran cubiertas por el conglomerado Norma antes citado.

El espesor del horizonte uranífero varía entre 55 a 92 cm y buza prácticamente desde la superficie hasta poco más de 100 m de profundidad. Se ubica en la base de una formación arenosa (Frío No Marino), en contacto con lutitas finas posiblemente del Eoceno superior.

Este horizonte ha sido definido por exploración con barrenos a lo largo de una faja de 30 Km de largo por 2 a 3 Km de ancho, cubicándose 753, 143 Ton. de mineral con ley de 0.175% de U308. Por su parte en el yacimiento Buenavista se calcularon 785,000 Ton. de mineral con ley de 0.160% de U308.

Los yacimientos anteriores presentan las mismas especies mineralógicas de uranio principalmente Ianthinita y Cofinita, actuando como elemento reductor en la fijación del uranio, la presencia de fragmentos de materia orgánica.

La existencia de la mineralización de Cofinita indica una condición de mayor grado de equilibrio radiométrico y por ende de mayor antigüedad que la mineralización de uraninita que caracteriza a los horizontes más jóvenes del Oligoceno Medio y Superior, Mioceno Inferior y Plioceno en que se encuentran los vecinos yacimientos Texanos (Castillo Nieto, 1986).

### **Descripción de Localidades.**

#### **Buenavista.**

Este yacimiento forma parte de un alineamiento SW-SE que comprende otras tres anomalías: Buenavista I, II, y III. Las observaciones mineralógicas denotan la abundancia relativa de piritita y magnetita, así como el grado de corrosión de piritita.

#### **La Coma.**

Formada por un tajo de dirección N-S que se excavó en el extremo oeste del yacimiento. Descrito por Castillo Nieto (op. cit.) el nivel mineralizado oscuro (gris verdoso) y su paso al nivel beige que se haya encima no es transicional. Este límite que se sitúa alrededor de -35 m corresponde a un intervalo más arcilloso.

Inmediatamente encima de este límite se observan capas delgadas de yeso y algunas brechas arcillosas, por el contrario, son frecuentes los cristales de pirita en las fisuras verticales de la roca.

En las paredes del fondo del tajo no se distingue estructura sedimentológica alguna, a excepción de una brecha con fragmentos de arcilla verde y las radiactividades son muy bajas.

El único punto notable está situado en la pared este; se trata de un detritus transportado de un vegetal superior, con elementos carbonosos situado en el contacto con una roca calcárea. Es el único lugar en donde se nota una elevada radiactividad elevada.

Las zonas anómalas se distribuyen en 3 ó 4 lenticillas horizontales de algunos metros de extensión y aparentemente sin control litológico; además no presentan variaciones de color al nivel de dichas lenticillas. Las leyes de uranio obtenidas varían desde menos de 100 a cerca de 1000 ppm.

Las concentraciones de carbono son bajas o nulas, respecto a las de la pirita, ésta siempre se haya presente, en porcentajes bajos; por último se ha observado una concentración relativamente alta de selenio en el material carbonoso asociado al detritus vegetal, se han detectado leyes elevadas en los residuos secos de las plantas actuales del tipo Astragalus. A estos yacimientos se les asigna una edad del Terciario Superior.

### CONCLUSIONES.

En la región noreste de México, estados de Nuevo León y Tamaulipas, existen 143 localidades con mineralización de interés económico.

La distribución de estos yacimientos está controlada estructuralmente y se aloja en los límites tectónicos más importantes de la región. Estos son: 1) Alineamientos Boquillas-Sabinas (B-S) y Sierra Mojada-China (SM-CH), en la región noroeste del área estudiada; 2) Falla Tamaulipas-Oaxaca para la Provincia Metalogénica de Ciudad Victoria; 3) Cabalgamientos del borde oriental de la Sierra Madra Oriental; 4) Depósitos sedimentarios progradantes del Terciario.

Las asociaciones metálicas reconocidas para la región son: 1) Yacimientos polimetálicos de PbZnAg (AuCu) y P2O5 relacionados con los alineamientos B-S y Sm-Ch; 2) Complejo multimetálico al que se denominó Provincia Metalogénica de Ciudad Victoria, integrada por las siguientes asociaciones: Pb,Zn,Ag (Au,Cu); Fe,Ti; Cu; Asbesto,Talco y Fluorita. 3) Yacimientos de barita, polimetálicos, talco y fluorita en los cabalgamientos de la Sierra Madre Oriental; y 4) Concentraciones de uranio en areniscas del Terciario.

La principal zona de mineralización y que constituye una verdadera Provincia Metalogénica de Ciudad Victoria la cual se presenta como un semi-círculo en la porción suroccidental de Tamaulipas y suroriental de Nuevo León, alrededor del cual se distribuyen en forma más o menos concéntrica los siguientes tipos de yacimientos (del centro hacia la periferia): yacimientos metasomáticos de contacto de Fe, Fe,Cu y Fe-Ti; yacimientos hidrotermales de talco y asbesto; yacimientos mesotermiales polimetálicos de Pb,Zn,Ag (Au,Cu); yacimientos hidrotermales de fluorita; y por último, yacimientos de barita sobrepuestos al anterior.

Se reconocen tres épocas metalogénicas: Terciario Inferior con formación de yacimientos metasomáticos en monzonitas, e hidrotermales en rocas ultramáficas pre-existentes, Terciario Medio con formación de concentraciones de uranio tipo Roll y Terciario Superior con la depositación de yacimientos hidrotermales.

### RECOMENDACIONES.

Se recomienda realizar estudios más intensos de prospección minera en los límites tectónicos expuestos en este trabajo, con el fin de obtener información, que permita la explotación de más minerales en el noreste de México.

**BIBLIOGRAFIA.**

ARANDA G. Y QUINTERO L. 1985. Relaciones Estructurales entre El Anticlinorio de Parras y el Anticlinorio de Arteaga (Sierra Madre Oriental), En la región de Agua Nueva, Coahuila. Inst. Geología UNAM Revista Vol. 6 N. 1, p. 21-36.

ACOSTA DEL CAMPO C. 1956. Reconocimiento Geológico Preliminar de los Afloramientos de Ilmenita en la zona Gneísica del Cerro San Fernando Cañones de Peregrina y del Novillo. Ficha N. 280005 CRMNR, Inédito.

AGUILAR GARCIA MIGUEL, 1977. Mina La Encantada, Municipio de Llera, Tamaulipas. Ficha N. 280017 CRMNR, Inédito.

ALEXANDRI R.R. 1955. Los Yacimientos de Talco de Ciudad Victoria Tamaulipas y Aramberri, Nuevo León. Ficha N. 280014 CRMNR, Inédito.

ARVIZU L.F. 1974, Exploración Geológica Minera de Detalle y Semidetalle en las principales localidades mineralizadas del Area de Llera, Tamaulipas. Ficha N. 280019 CRMNR, Inédito.

ARIAS GUTIERREZ M.A. 1978. Reconocimiento Geológico Minero del Lote Guadalupe, Municipio de Lampazos, Nuevo León. Ficha N. 1900011 CRMNR, Inédito.

ARIAS GUTIERREZ M.A. Y FLORES BARRANCO R. 1979. Estudio Geológico Minero del Lote La Reyna, Municipio Mina, Nuevo León. Ficha N. 1900012 CRMNR, Inédito.

BRIONES Y GARCIA A., BRIZUELA VENEGAS L. Y BORGONIO G. JOSE, 1974. Reconocimiento Geológico Preliminar, Fondos Mineros Montserrat, Valle Alto y Primera Ampliación Montserrat Valle Alto. Monterrey, Nuevo León. Ficha N. 190009 CRMNR, Inédito.

BRIONES Y GARCIA A. 1976. Visita de Reconocimiento a las Minas de Barita de la zona de Galeana, Nuevo León. Ficha N. 190013 CRMNR, Inédito.

BRIZUELA VENEGAS L.E. IBARRA GARDUÑO, 1972. Informe visita Preliminar Yacimientos de Barita en Galeana, Nuevo León. Ficha N. 190014 CRMNR, Inédito.

BUSTILLO SAYNEZ G. 1979. Visita al Fundo Minero Sierra Morena Municipio de Lampazos, Nuevo León. Ficha N. 190017 CRMNR, Inédito.

CAMACHO ANGULO F. 1990. Proyecto Barra del Tordo Estado de Tamaulipas CFE, Inédito.

CARRILLO BRAVO J. 1959. Notas sobre el Paleozoico de la Región de Ciudad Victoria, Tamaulipas.  
Asoc. Méx. de Geólogos Petróleros Vol. XI N. 11-12

CARRILLO BRAVO J. 1961. Geología del Anticlinorio Huizachal-Peregrina al NW de Ciudad Victoria, Tamaulipas  
Vol. XIII N. 1 y 2.

CASTILLO NIETO, 1986. Informe sobre Yacimientos de Uranio.  
Inédito.

CERRON RAUL, 1979. Yacimientos de Barita en el Lote San Pedro Municipio de Gomez Farias, Tamaulipas.  
Ficha N. 280043 CRMNR, Inédito.

CERRON RAUL, 1979. Fundos Mineros en el Ejido Rancho Nuevo Municipio de Guemez, Tamaulipas.  
Ficha N. 280042 CRMNR, Inédito.

CERRON RAUL, 1980. Estudio Geológico Minero de las Sierras de San Carlos-Cruillas. Estado de Tamaulipas.  
Ficha N. 280046 CRMNR, Inédito.

CERRON RAUL Y PALOMARES LEOPOLDO, 1980. Estudio Geológico Minero del Area de Moctezuma, Municipio de San Nicolas, Tamaulipas.  
Ficha N. 280045 CRMNR, Inédito.

CERRON RAUL, 1980. Estudio Geológico Minero de la Mina Los Castellanos, Municipio de San Nicolas, Tamaulipas.  
Ficha N. 280044 CRMNR, Inédito.

DE CSERNA ZOLTAN, 1956. Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México entre Torreón y Monterrey, XX Congreso Geológico Internacional 81 p.

GONZALES R. J. S/F. El Fe de San José Tamaulipas.  
Ficha N. 280023 CRMNR, Inédito.

GONZALEZ P. E. Y TORRES R. V. 1988. Evolución Tectónica de la porción Centro-Occidental de México y su relación con los yacimientos minerales asociados.  
Geof. Int. Vol. 27-4 pp 543-581.

GUTIERREZ MORENO ISMAEL, 1986. Carta Metalogenética del Estado de Sinaloa, Tesis Profesional. Fac. de Ing. UNAM

H. P. ISRAEL, 1975. Estudio de Orientación con Polarización Inducida sobre Anomalías Geoquímicas de Plomo y Zinc localizadas en el Km 147 y 149 de la carretera Ciudad Victoria-Jaumave, Tamaulipas.  
Ficha N. 280021 CRMNR, Inédito.

INEGI, Síntesis Geográfica de Nuevo León, 1-159 pags.

JIMENEZ LOPEZ L.S. 1958. Notas sobre parte del Trabajo desarrollado en el área de Galeana, Nuevo León para el Inventario de Barita y Fluorita del Norte de la República.  
Ficha N. 190006 CRMNR, Inédito.

LEE MORENO J.L. 1971. Informe sobre la visita al yacimiento de Fierro de El Canario, Municipio Dr. Arroyo, Nuevo León.  
Ficha N. 190008 CRMNR, Inédito.

LOPEZ AVILA J. 1958. Notas sobre el trabajo desarrollado en el área de Galeana Nuevo León para el inventario de Barita y Fluorita del Norte de la República.  
Ficha N. 190006 CRMNR Inédito.

MORIN MARTINEZ JUAN, 1975. Informe Bosquejo Geológico y Depósitos Minerales del Area Alta Cumbre, Municipio de Ciudad Victoria, Tamaulipas.  
Ficha N. 280041 CRMNR, Inédito.

MORIN MARTINEZ JUAN, 1977. Levantamiento Geológico y Geoquímico de la Sierra de San Carlos-Cruillas, Municipio de San Carlos, Tamaulipas.  
Ficha N. 280016 CRMNR, Inédito.

NUÑEZ M.A. Y TORRES R.V. 1984. Metalogénia Regional en la porción Suroccidental de México, Tesis Profesional Fac. de Ing. UNAM

ORTEGA G. F. 1976. Cañones del Novillo y Peregrina.  
Ficha N. 280032 CRMNR, Inédito.

ORTEGA GUTIERREZ FERNANDO, 1978. El Gneis Novillo y Rocas Metamórficas asociadas en los Cañones del Novillo y de la Peregrina, Area de Ciudad Victoria, Tamaulipas.  
Inst.Geología UNAM, Revista, Vol 2 N. 1 p. 19-30.

PADILLA Y SANCHEZ R. J. 1978. Geología y Estratigrafía (Cretácico Superior) del Límite Suroeste del Estado de Nuevo León.  
Inst. Geología UNAM, Revista Vol. 2 N. 1 p. 37-44

PADILLA Y SANCHEZ R. 1978. Bosquejo Geológico-Estructural de la Sierra Madre Oriental en el área Linares-Galeana-San Roberto. Estado de Nuevo León.  
Inst. Geología UNAM, Revista, Vol. 2 N. 1 p. 45-54

PADILLA Y SANCHEZ R. 1985. Las Estructuras de la Curvatura de Monterrey Estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí.  
Inst. Geología UNAM, Revista Vol. 6 N.1 p. 1-20

PADILLA Y SANCHEZ R. J. 1986. Post-Paleozoic Tectonics of Northeast Mexico and its Role in The Evolution of The Gulf of Mexico.  
Geof. Int. Vol. 25-1 pp 157-206

PADILLA Y SANCHEZ R. MARTINEZ SERRANO R. TORRES RODRIGUEZ V. Y GONZALEZ P. E. ( en prensa). Carta Tectónica de México 1:2 000 000. INEGI-UNAM.

PAYAN RENE, 1979. Evaluación del Yacimiento de Fosforita en la Gruta La Guadalupana, Municipio de Hidalgo Tamaulipas. Ficha N. 280038 CRMNR, Inédito.

PEREZ MARTINEZ J.J. Y WIGGIN R.W. 1950. Los Depósitos de Fosforitas de Sabinas Hidalgo y Ayancual Estado de Nuevo León. Ficha N. 190003 CRMNR, Inédito.

PESQUERA VELAZQUEZ RUBEN, 1966. Yacimiento de Ilmenita en el Cañón del Novillo, Ciudad Victoria, Tamaulipas. Ficha N. 280008 CRMNR, Inédito.

P. H. RIORDON, 1964. El Depósito de Asbesto Crisotilo cerca de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Ficha N. 280034 CRMNR, Inédito.

PRIEGO DE WIT M.A. 1971. Informe de Reconocimiento Minas La Verde y Eureka. Ficha N. 280029 CRMNR, Inédito.

PRIEGO DE WIT M.A. 1971. Exploración por Titanio en el Cañón del Novillo, Municipio d Ciudad Victoria, Estado de Tamaulipas. Ficha N. 2800010 CRMNR, Inédito.

PRIEGO DE WIT M.A. 1972. Informe de la Exploración por Niquel en el área comprendida entre Los Cañones del Novillo y La Libertad Municipio de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Ficha N. 280009 CRMNR, Inédito.

PRIEGO DE WIT M.A. S/F. Estudio Geológico-Minero del área de Huizachal-Joya Verde, Tamaulipas. Ficha N. 2800011 CRMNR, Inédito.

PRIEGO DE WIT M.A. S/F. Informe de Reconocimiento Mina Las Palomas área de San Jose del Llano-La Cardona. Ficha N. 280012 CRMNR, Inédito.

PRIEGO DE WIT M.A. 1973. Geología y Yacimientos Minerales del Area de Llera, Tamaulipas. Ficha N. 280011 CRMNR, Inédito.

PRIEGO DE WIT M.A. 1973. Informe de Reconocimiento del Area de Miquihuana, Municipio de Miquihuana, Tamaulipas. Ficha N. 280011 CRMNR, Inédito.

PRIEGO DE WIT M.A. 1973. Recursos Minerales de la Sierra Madre Oriental en el Estado de Tamaulipas. Ficha N. 2800011 CRMNR, Inédito.

QUEZADAS FLORES A. 1961. Las Rocas del Basamento de la Cuenca de Tampico-Misantla. Vol. XIII N. 9 y 10.

RAIZ ERWIN, 1959. Landforms of México. Cambridge, Mass. Geographic Branch of Office of Naval Research.

RAMIREZ R. CALIXTO, 1975. Reconocimiento Geológico de las zonas metamórficas al poniente de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Ficha N. 280026 CRMNR, Inédito.

RAMIREZ RAMIREZ CALIXTO, 1978. Reinterpretación Tectónica del Esquisto Granjeno de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Inst. Geología UNAM, Revista Vol.2 N.1 p 31-36.

ROCHA MORENO VICTOR, 1980. El Asbesto Crisotilo en la roca Serpentina del Cañón del Novillo Ciudad Victoria, Tamaulipas. Ficha N. 280025 CRMNR, Inédito.

RODRIGUEZ ARVIZU L. I. 1990. Geología, Prospección y Aspectos Economicos de los Yacimientos Minerales de Tierras Raras. Tesis Profesional Fac. de Ing. UNAM pp. 63-77.

SCHULZE GUSTAVO 1954. Informe Preliminar sobre El Mineral de San Antonio Iguana al E-SE de Lampazos, Nuvo León. Ficha N. 190001 CRMNR, Inédito.

SCHULZE GUSTAVO S/F. Observaciones preliminares en los Yacimientos de asbesto de la Sierra Madre Oriental al oeste de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Ficha N. 280002 CRMNR, Inédito.

SCHULZE GUSTAVO S/F. Estudio preliminar de los yacimientos de Talco en la Vecindad de Ciudad Victoria, Tamaulipas y de la Población de Aramberri, Nuevo León. Ficha N. 280013 CRMNR, Inédito.

SOLIS BURY E. S/F. Informe sobre Las Minas Orion y Padre Mier Zaragoza, Nuevo León. Ficha N. 190002 CRMNR, Inédito.

SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA, 1956. Estratigrafía del Cenozoico y del Mesozoico entre Reynosa, Tamaulipas y México D. F.

SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA, 1956. Visita a las Localidades tipo de las Formaciones del Eoceno, Oligoceno y Mioceno de la Cuenca Sedimentaria de Tampico-Misantla, en la Llanura Costera del Golfo de México entre Poza Rica, Tampico y Ciudad Valles.

SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA, 1958. Estratigrafía del Mesozoico y Tectónica de la Sierra Madre Oriental entre Monterrey, Nuevo León y Torreón, Coahuila. Vol. 10 N. 1-2.



SWEET ARTHUR, 1953. Datos Referentes a Asbestos Mexicanos.  
Ficha N. 280004 CRMNR, Inédito.

TAVERA AMEZCUA E. 1953. Los Depósitos Fosforíticos de Dulces  
Nombres, Municipio de Zaragoza, Nuevo León.  
Ficha N. 190004 CRMNR, Inédito.

TORRES R. V., MARTINEZ SERRANO R., SILVA MORA L. 1988,  
Interpretación de las características Geoquímicas de la parte  
Oriental de la Faja Volcanica Trans-Mexicana.  
Geotermia Rev. Mex. Geoenergía Vol. 4 N. 3 pp. 139-193.

VAZQUEZ TORTOLEDO R. (1990). Carta Metalogénica del Estado de  
Zacatecas Tesis Profesional Fac. de Ing. UNAM 322 p.

VEYTIA B. M., 1957. Talco Región Ciudad Victoria Tamaulipas  
Ficha N. 280006 CRMNR, Inédito.

VILLASANA MARCO ALBERTO, 1980. Informe de la Visita Preliminar a  
los Fondos Mineros del Area de Jaumave, Tamaulipas.  
Ficha N. 280047 CRMNR, Inédito.

ULLOA A. SALVADOR. El Domo Salino de Jimenez, Tamaulipas  
Ficha N. 28003 CRMNR. Inédito.

**ANEXOS**

**I.- TABLAS DE LAS CARACTERISTICAS METALOGENICAS  
DE LAS LOCALIDADES MINERAS.**

CARTA METALOGENETICA DEL NORESTE DE MEXICO

No. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENA GEOGRAFICA DAS CAS. LONG. LATITUD	ELEV. ASOCIADA e.s.n.m. METALICA	MINERALES DE MENA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO
001 0201300030	MINA LA VERDE (LA CARDONA) NL	100.4300 28.4500	0 Hierro, Cobre	LIMONITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
002 0201300030	MINA LA EUREKA (LA CARDONA) NL	100.4300 28.4500	0 Hierro, Cobre	LIMONITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
003 04013000130	SOCAVON MONTSERRAT (MONTERREY) NL	100.1800 25.4200	0 Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	GALENA, ESFALERITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
004 07013000130	MINA MONSERRAT (MONTERREY) NL	100.1800 25.4200	0 Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	GALENA, ESFALERITA	Hidrotermal de mediana temperatura	arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
005 04013000130	MINA LA VICTORIA I (MONTERREY) NL	100.1800 25.4200	0 Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	GALENA, ESFALERITA	Hidrotermal de mediana temperatura	arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
006 04013000130	MINA LA VICTORIA II (MONTERREY) NL	100.1800 25.4200	0 Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	galena, esfalerita	Hidrotermal de mediana temperatura	arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
007 04013000130	MINA SAN PATRICIO (MONTERREY) NL	100.1800 25.4200	0 Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	GALENA, ESFALERITA	Hidrotermal de mediana temperatura	arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
008 07013000130	MINA SAN JUAN (MONTERREY) NL	100.1800 25.4200	0 Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	GALENA, ESFALERITA	Hidrotermal de mediana temperatura	ARCO MAGMATICO CONTINENTAL EMPLAZADO EN ROCAS CALCAREAS
009 07013000130	MINA SOLEDAD Y ELVIRA (MONTERREY) NL	100.1800 25.4200	0 Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	GALENA, ESFALERITA	Hidrotermal de mediana temperatura	arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
010 08035000130	LA VIOLETA No.2 (ARANDIERA) NL	99.4800 24.0500	0 Fluor	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	arco magmático continental emplazado en rocas Volcano-sedimentarias
011 07013480130	MINA GUADALUPE (LAMPAZOS) NL	100.1355 26.5420	0 Plomo, Zinc, Plata, (Oro, Cobre)	ESFALERITA, MARMATITA, GALENA	Hidrotermal de mediana temperatura	arco magmático continental emplazado en rocas calcareas

CARTA METALOGENETICA DEL NORESTE DE MEXICO

No. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENA DAS LONG.	GEODRAF I CAS. LATITUD	ELEV. ASOCIACI ON M.S.N.M. EN METALICA	MINERALES DE MENA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO
012 02035040200	SIERRA MORENA (LAMPAZOS) NL	100.0500	20.5700	0 FE(Mgn) COBRE	PIRITA CALCOPIRITA PYRROTITA	METASOMATICOS DE CONTACTO FERRIFERO-CUPRIFERO	ARCO MAGMATICO CONTINENTAL EMPLAZADO EN SECUENCIAS VOLCANO-SED.
013 07035040110	SAN ANTONIO IGUAMA(LA VERDE) (LAMPAZOS) NL	100.0500	20.5700	1000 Plomo, Zinc, Plata, (Oro, Cobre)	GALENA,BOU LANGERITA, ESFALERITA ,PIRITA	Metasomático de polimetálico	arco magmático continental emplazado en secuencias volcano-sediment.
014 07013000130	LA REYNA (DE MINA) NL	100.4400	20.4000	850 Plomo, Zinc, Plata, (Oro, Cobre)	SMITHSONIT A,HEMIMORF ITA,GALENA	Hidrotermal de mediana temperatura	arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
015 02013000200	EL CAHARRO (DR. ARROYO) NL	100.1200	24.0100	2000 Hierro	LIMONITA, HEMATITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
016 07013000130	MINA DE PADRE MIER (ZARAGOZA) NL	99.3500	23.4800	2100 Plomo, Zinc, Plata, (Oro, Cobre)	ESFALERITA , GALENA	Hidrotermal de mediana temperatura	arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
017 07013000130	MINA DE ORION (ZARAGOZA) NL	99.3500	23.4800	2100 Plomo, Zinc, Plata, (Oro, Cobre)	ESFALERITA , GALENA	Hidrotermal de mediana temperatura	arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
018 08007400130	EL LUCERO (GALEANA) NL	100.0700	25.4800	0 Bario	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	yacimientos emplazados en rocas volcánicas continentales
019 08013000130	LAS ANIMAS (GALEANA) NL	100.0700	25.4800	0 Bario	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
020 08013000130	ZONA LA COBRIZA,LOTE SANTA EDWIGES (GALEANA) NL	100.0700	25.4800	0 Bario	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	ARCO MAGMATICO CONTINENTAL EMPLAZADO EN ROCAS CALCAREAS
021 08013000130	ZONA LA COBRIZA MINA DE LA COBRIZA (GALEANA) NL	100.0700	25.4800	0 Bario	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	ARCO MAGMATICO CONTINENTAL EMPLAZADO EN ROCAS CALCAREAS

CARTA METALOGENETICA DEL NORESTE DE MEXICO

No. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENA GEOGRAFICA		ELEV. ASOCIADA m.s.n.m. ON	MINERALES DE MENA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO
		DAS LONG.	CAS. LATITUD				
022	0800748C130 LAS FLORES (GALEANA) ML	100.0700	25.4800	0	Bario BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Yacimientos emplazados en rocas volcanicas continentales
023	0801300C130 SAN FRANCISCO (GALEANA) ML	100.0700	25.4800	0	Bario BARITA, ALGO DE HEMATITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
024	0801300C130 ZONA DE SAN LUCAS MINA DEL PUERTO BLANCO (GALEANA) ML	100.0030	24.4930	0	Bario BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
025	0801300C130 ZONA DE SAN LUCAS MINA EL SALITRE (GALEANA) ML	100.0030	24.4930	0	Bario BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
026	0801300C130 ZONA DE SAN LUCAS MINA EL ROSARIO (GALEANA) ML	100.0030	24.4930	0	Bario BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
027	0801300C130 ZONA DE SAN LUCAS MINA LA MEMELA (GALEANA) ML	100.0030	24.4930	2000	Bario BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
028	0801300C130 ZONA DE SAN LUCAS CATAS DE SAN PABLO (GALEANA) ML	100.0030	24.4930	0	Bario BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
029	0801300C130 ZONA DE SAN LUCAS CATA DE LA CHOCITA (GALEANA) ML	100.0030	24.4930	1890	Bario BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
030	0801300C130 ZONA DE SAN LUCAS MINA PUERTO PINON No.1(GALEANA) ML	100.0030	24.4930	0	Bario BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
031	0801300C130 ZONA DE SAN LUCAS MINA LA POLITA(GALEANA) ML	100.0030	24.4930	0	Bario BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
032	0801300C130 ZONA DE SAN LUCAS MINA LA ESTACADA (GALEANA) ML	100.0030	24.4930	0	Bario BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
033	0801300C130 ZONA DE BARRANCA DEL RIO PILON MINA STA.TERESA (GALEANA) ML	100.0030	24.4930	0	Bario BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas

CARTA METALOGENETICA DEL NORESTE DE MEXICO

No. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENA GEOGRAFICA		ELEV. ASOCIADA CAS. m.s.n.m. ON METALICA	MINERALES DE MENA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO
		DAS LONG.	LATITUD				
034 08D1300C130	ZONA DE BARRANCA DEL RIO PILON MINA STA. TERESA 2 (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
035 08D1300C130	ZONA DE BARRANCA DEL RIO PILON MINA MISSISSIPPI (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
036 08D1300C130	ZONA DE BARRANCA DEL RIO PILON MINA TLOAPAN (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
037 08D1300C130	ZONA DE BARRANCA DEL RIO PILON MINA DE PALACIOS (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
038 08D1300C130	ZONA DE BARRANCA DEL RIO PILON MINA DE LA LOMA (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
039 08D1300C130	ZONA DE BARRANCA DEL RIO PILON MINA DE LAS PALM (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
040 08D1300C130	ZONA DE BARRANCA DEL RIO PILON MINA LA PALMA II (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
041 08D1300C130	ZONA DE BARRANCA DEL RIO PILON MINA LA FORTUNA (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
042 08D1300C130	ZONA DE SAN MARCOS, LA QUICHI Y STA. CLARA, LA OSA (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
043 08D1300C130	ZONA DE SAN MARCOS, LA QUICHI Y STA. CLARA, M. OSO (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
044 08D1300C130	ZONA DE SAN MARCOS, MINA LA ENCHANTADA I (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
045 08D1300C130	ZONA DE SAN MARCOS MINA LA ENCHANTADA II (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
046 08D1300C130	ZONA DE SAN MARCOS MINA LA COBERTIZA (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas

CARTA METALOGENETICA DEL NORESTE DE MEXICO

No. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENA GEOGRAFICA		ELEV. ASOCIADA CAS. m.s.n.m. OM	ASOCIACION METALICA	MINERALES DE MENA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO
		CAS. LONG.	CAS. LATITUD					
047	08D1300C130 ZONA DE SAN MARCOS MINA LA LIDIA (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	Barlo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
048	08D1300C130 ZONA DE SAN MARCOS MINA EL CAPULIN (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	Barlo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
049	08D1300C130 ZONA DE SAN MARCOS MINA SANTA EDVIGES (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	Barlo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
050	08D1300C130 ZONA DE SAN MARCOS MINA SAN FRANCISCO (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	Barlo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
051	08D1300C130 ZONA DE SAN MARCOS, MINA NAVIDAD No. 2 (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	BARLO	BARITA	HIROTERMAL DE MEDIANA TEMPERATURA	ARCO MAGMATICO CONTINENTAL EMPLAZADO EN ROCAS CALCAREAS
052	08D1300C130 ZONA DE SAN MARCOS MINA EL CARMEN N.1 (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	Barlo	BARITA, PIR OLUSITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
053	08D1300C130 ZONA DE SAN LUCAS MINA EL CARMEN N.2 (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	Barlo	BARITA, PIR OLUSITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
054	08D1300C130 ZONA DE SAN MARCOS MINA MI BUENA SUERTE (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	Barlo	BARITA, PIR OLUSITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
055	08D1300C130 ZONA DE SAN MARCOS MINA LA GUICHI N.1 (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	Barlo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
056	08D1300C130 ZONA DE SAN MARCOS MINA LA GUICHI N.2 (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	Barlo	BARITA, PIR OLUSITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
057	08D1300C130 ZONA DE SAN MARCOS MINA LA GUADALUPE (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	Barlo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
058	08D1300C130 ZONA DE SAN MARCOS MINA LA ESPERANZA (GALEANA) NL	100.0030	24.4930	0	Barlo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
059	02E1300C020 DEPOSITOS DE FOSFORITAS MINA HERMINIA-MERCEDES (SABINAS HIDALGO) NL	100.1400	26.3200	500	Fosforo	COLOFAHITA , DAHLITAN ITLOOKITA	Sedimentario quimico	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas



CARTA METALOGENETICA DEL NERESTE DE MEXICO

No. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENAS GEOGRAFICAS LONG. LATITUD	ELEV. CAS. m.s.n.m. OM	ASOCIACION METALICA	MINERALES DE MENA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO
060 02E13000020	FOSFORITAS MINA EL CHIAPOTE Y LA CASUALIDAD (LOS RAMONES) NL	99.4400 25.4200	500	Fosforo	COLOFANITA, DAHLITA, HILLOKITA	SEDIMENTARIO QUIMICO	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
061 02E13000020	DEPOSITOS FOSFORITICOS DE DULCES NOMBRES (ZARAGOZA) NL	99.3900 24.0100	2300	Fosforo	COLOFANITA	Sedimentario quimico	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
062 07D13000130	AREA DE MOCTEZUMA MINA SAN PEDRO (SAN NICOLAS), TAMS	99.5440 24.4340	800	Plomo, Zinc, Plata, (Oro, Cobre)	GALENA, ARGENTITA, ESFALERITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
063 07D13000130	AREA DE MOCTEZUMA GRUPO CUATRO VETAS (SAN NICOLAS), TAMS	99.5440 24.4340	800	Plomo, Zinc, Plata, (Oro, Cobre)	GALENA, ARGENTITA, ESFALERITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
064 03A13000130	AREA DE MIQUIHUANA (MIQUIHUANA), TAMS	99.5000 23.3000	1480	Cobre	CALCOPYRIT	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
065 07C1324C130	MINA FLOR DE NIEVE O TULIPAN (LLERA), TAMS	99.0000 23.1000	250	Plomo, Zinc	CERUSITA, WITHERSONITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
066 07C1324C130	MINA EL PODER DE DIOS (LLERA), TAMS	99.0000 23.1000	400	Plomo, Zinc	CERUSITA, WITHERSONITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
067 07C1324C130	MINA LA ESPERANZA (LLERA), TAMS	99.0000 23.1000	400	Plomo, Zinc	CERUSITA, WITHERSONITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
068 07C1324C130	MINA CERRO GORDO Y GUADALUPE (LLERA) TAMS	99.0000 23.1000	400	Plomo, Zinc	CERUSITA, WITHERSONITA, PIRITA, GALENA, BLEENDA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
069 07C1324C130	MINA GUADALUPE (LLERA) TAMS	99.0000 23.1000	400	Plomo, Zinc	CERUSITA, WITHERSONITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
070 07C1324C130	MINA QUAYALEJO O LA ENCADADA (LLERA) TAMS	99.0000 23.1000	450	Plomo, Zinc	CERUSITA, WITHERSONITA, HEMATITA, MAGNETITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
071 07C1324C130	MINA LA CONCEPCION (LLERA), TAMS	99.0000 23.1000	400	Plomo, Zinc	CERUSITA, WITHERSONITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas

CARTA METALOGENETICA DEL NORESTE DE MEXICO

NO. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENA DAS LONG.	GEOGRAFI CAS. LATITUD	ELEV. ASOCIACI ON M. S. N. M. METALICA	MINERALES DE MENA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO
072 08D1300C130	AREA JALMAVE-TAMULIPAS LA PANTERA (JALMAVE), TAMS	99.1500	23.3000	0 Barlo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
073 07C1300C050	ANOMALIAS GEOQUIMICAS DE PLOMO Y ZINC (CD. VICTORIA), TAMS	99.1100	23.3600	0 Plomo, Zinc	CERUSITA, A — MOLOSITA, S MITHSONITA	Plomo Zinc	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
074 07C1300C140	ALTA CLAMBE PARTE PRIMERA (CD. VICTORIA), TAMS	99.1100	23.3600	0 Plomo, Zinc	GALENA, ESF ALERITA	Hidrotermal de baja temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
075 07C1300C140	MINA LA ESCONDIDA (CD. VICTORIA), TAMS	99.1100	23.3600	0 Plomo, Zinc	CERUSITA, S MITHSONITA CINABRIO	Hidrotermal de baja temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
076 07C0748C130	MINA LA SUFRIDA ANTES SANTA INMUNDA (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1445	23.3915	0 Plomo, Zinc	CERUSITA, S MITHSONITA LIMONITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental. Ambiente sub-volcanico y/o hidrotermal
077 03D0748C130	OBRAS MINERAS B) A 1Km AL NE DE HUIZACHAL (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1445	23.3915	0 Barlo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental. Ambiente sub-volcanico y/o hidrotermal
078 08D0748C130	OBRAS MINERAS A 500M AL SE DE HUIZACHAL (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1445	23.3915	0 Barlo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental. Ambiente sub-volcanico y/o hidrotermal
079 03A0748C130	MINA LA COBRIZA (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1445	23.3915	0 Cobre	MALAQUITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental. Ambiente sub-volcanico y/o hidrotermal
080 08D0748C130	MINA JOYA VERDE (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1445	23.3915	0 Barlo	BARITA, MAL AZULITA, AZU RITA, CALCIO PIRITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental. Ambiente sub-volcanico y/o hidrotermal
081 03A0748C130	TIRO AL SUR DEL RANCHO JOYA VERDE (CIUDAD VICTORIA) TAMS	99.1445	23.3915	0 Cobre	MALAQUITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental. Ambiente sub-volcanico y/o hidrotermal
082 03A0748C130	MINA DEL PANTEON (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1445	23.3915	0 Cobre	MALAQUITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental. Ambiente sub-volcanico y/o hidrotermal

CARTA METALOGENETICA DEL NORESTE DE MEXICO

No. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENA DAS	GEODRAFI CAS.	ELEV. ASOCIACI ON	MINERALES DE MENA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO
		LONG.	LATITUD	m.s.n.m. DN	METALICA		
083 02035080030	NIQUEL ENTRE LOS CASONES DEL MOVILLO Y LIBERTAD (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1800	23.4300		0 Niquel ALCOPIRITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arcos magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
084 02035080030	LOS MAGUEYES (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1500	23.4500		0 Titanio ILMENITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arcos magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
085 02035080030	LAS CUIJAS I (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1500	23.4500		0 Hierro, Titanio (Vanadio YPOCA ) APATITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arcos magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
086 02035080030	CUCHILLA DEL BAILE O YEBANIS-LOS CONEJOS (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1500	23.4500		0 Hierro, Titanio (Vanadio )	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arcos magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
087 02035080030	LAS CUIJAS II (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1500	23.4500		0 Hierro, Titanio (Vanadio )	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arcos magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
088 02035080030	ENCINAL BLANCO (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1500	23.4500		0 Hierro, Titanio (Vanadio )	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arcos magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
089 02035080030	LAS PALMAS (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1500	23.4500		0 Hierro, Titanio (Vanadio ) METITA, HEM ATITA, PI-R ITA, CALCOPIRITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arcos magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
090 02035080030	SANTA TERESA (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1500	23.4500		1190 Hierro, Titanio (Vanadio )	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arcos magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
091 02035080030	LA VICTORIA (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1500	23.4500		1270 Hierro, Titanio (Vanadio )	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arcos magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
092 02035080030	EL EBANO (CIUDAD VICTORIA), TAMS	99.1500	23.4500		990 Hierro, Titanio (Vanadio )	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arcos magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias

CARTA METALOGENETICA DEL NORESTE DE MEXICO

No. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENA GEOGRAFICA DAS CAS. LONG. LATITUD	ELEV. ASOCIACION m.s.n.m. ON METALICA	MINERALES DE MENA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO
093 08D1300C130	PROSPECTO EL CARMEN (JALMAYE), TAMS	99.0000 23.1000	0 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
094 08C1300C130	PROSPECTO EL PORVENIR (JALMAYE), TAMS	99.0000 23.1000	0 Fluor	FLUORITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
095 08C1300C130	MINA EL SUSPIRO (JALMAYE) TAMS	99.0000 23.1000	0 Fluor	FLUORITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
096 08C1300C130	PROSPECTO LAS LOMAS (JALMAYE) TAMS	99.0000 23.1000	0 Fluor	FLUORITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
097 08D1300C130	SAN PEDRO (GOMEZ FARIAS), TAMS	99.0800 23.0300	1300 Barilo	BARITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
098 07A1300C130	MINA LAS PALOMAS (MIQUILHANA), TAMS	99.5700 23.3000	800 Plomo	GALENA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
099 07C1300C130	MINA LA VERDE (MIQUILHANA), TAMS	99.5700 23.3000	1500 Plomo, Zinc	HEMATITA, W AGNETITA, G ALENA, ESFA LERITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
100 07C1300C130	MINA LA EUREKA (MIQUILHANA), TAMS	99.5700 23.3000	1500 Plomo, Zinc	HEMATITA, W AGNETITA, G ALENA, ESFA LERITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
101 07C1300C140	MINA LA ENCHANTADA (LLERA), TAMS	99.1500 23.4800	450 Plomo, Zinc	SMITHSONIT A, ZINCITA, CALAMINA, C ERUSITA, MI NIO, MALAQU ITA	Hidrotermal de baja temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas
102 07D1348C130	MINA LOS CASTELLANOS (SAN NICOLAS), TAMS	98.5240 24.4500	1053 Plomo, Zinc, Plata, (Oro, Cobre)	GALENA ARGENTIFER ACON ALGO DE OXIDOS Y CARBONATO S. LA PLATA EN FORMA DE ARGENTITA Y ALGO DE MARMOTI-TA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmatico continental emplazado en rocas calcareas

CARTA METALOGENETICA DEL NORESTE DE MEXICO

No. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENA GEOGRAFICA		ELEV. ASOCIADA CAS. e.s.n.m. ON	MINERALES DE MEXA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO
		DAS LONG.	CAS. LATITUD				
103 03A3504C030	MINA LA HOMOGENEA (SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	900 Cobre	BROCAJITA CALCANTIT A,PIRITA,P IRROTITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
104 03A3504C030	MINA LA ESPERANZA (SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	930 Cobre	CALCOPIRIT A,BROCAJITA, MALAGUI TA,CRISO LA,MAGNETI TA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
105 03A3504C030	MINA LA BRETAÑA (SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	860 Cobre	MALAGUI, AZURITA,BR OCANTITA,C ALCOPIRITA PIRITA,ES PECULARITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
108 03A3504C030	MINA LOS REMEDIOS (SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	780 Cobre	CALCOPIRIT A,BROCAJITA, PIRITA, PIROTIT A	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
107 03A3504C030	MINA LA PIEDRA BLANCA (SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	780 Cobre	CALCOPIRIT A,MALAGUI- TA,BROCAJITA, CRISO- COLA,PIRIT A,PIROTIT A	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
106 03A3504C030	MINA CARON DE SANTA ELENA (SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	700 Cobre	CALCOPIRIT A,MALAGUI- TA,MAGNETI TA,PIRITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
109 03A3504C030	MINA SANTA ELENA No.2 (SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	760 Cobre	CALCOPIRIT A,BORNITA (cuprífero)	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
110 03A3504C030	MINA SANTA ELENA No.5(SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	750 Cobre	CALCOPIRIT A,CRISO- LA,PIRITA (cuprífero)	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias
111 03A3504C030	MINA SANTA ELENA No.4 (SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	733 Cobre	MALAGUI, CRISO- AZURITA,BR OCANTITA,C ALCOPIRITA PIRITA,ES PECULARITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas volcanosedimentarias

CARTA METALOGENÉTICA DEL NORESTE DE MÉXICO

No. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENA GEOGRAFICA		ELEV. ASOCIADA CAS. m.s.n.m. ON METALICA	MINERALES DE MENA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENÉTICO
		LONG.	LATITUD				
112 03A3504C030	MINA EL HORNIGUERO (SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	715	Cobre CALCOPIRIT A,BORNITA, PIRITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas volcánicas/ígneas
113 03A3504C030	MINA LA REYNA (SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	0	Cobre CALCOPIRIT A,BORNITA, MALAQUITA, BROCAJITA PIRITA	Metasomático de contacto, ferrífero (cuprífero)	Arco magmático continental emplazado en rocas volcánicas/ígneas
114 03D1300C130	EL FIERRO DE SAN JOSE TAMALIPAS (SAN JOSE),TAMS	98.0300	23.3400	0	Hierro, Cobre PIRITA,CAL COPIRITA,P PROLITA,H EMATITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
115 10E3508C130	TALCO YACIMIENTOS EN EL CAMINO DE CABALLERO (CIUDAD VICTORIA),TAMS	99.1800	23.4100	0	Talco	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmático continental emplazado en rocas volcánicas/ígneas
116 10E3508C130	TALCO YACIMIENTOS CAMINO DE PEREGRINA (CIUDAD VICTORIA),TAMS	99.1800	23.4100	0	Talco	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmático continental emplazado en rocas volcánicas/ígneas
117 10E3508C130	TALCO YACIMIENTOS EN EL CAMINO DEL NOVILLO (CIUDAD VICTORIA),TAMS	99.1800	23.4100	0	Talco	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmático continental emplazado en rocas volcánicas/ígneas
118 10E3508C130	YACIMIENTOS DE TALCO EN ARAMBERRI (ARAMBERRI),TAMS	99.1800	23.4100	0	Talco	Hidrotermal de mediana temperatura	Arco magmático continental emplazado en rocas volcánicas/ígneas
119 11A0100C130	EL DOMO SALINO DE JIMENEZ (JIMENEZ),TAMS	98.2600	24.1400	0	Azufre	Hidrotermal de mediana temperatura	Plataforma carbonatada, Sedimentos de gran espesor no volcánicos
120 11A0148C130	LOS YACIMIENTOS DE AZUFRE DE EL CORDONADO (VILLA DE BURGOS),TAMS	98.4800	24.5700	0	Azufre	Hidrotermal de mediana temperatura	Plataforma carbonatada, Sedimentos de gran espesor no volcánicos
121 02E1300C020	FUNDO MINERO LA GUADALUPANA GRUTA LA GACHUPINA (HICALGO),TAMS	99.3000	24.0700	0	Fosforo FOSFORITA TRICALCICA	Sedimentario químico	Arco magmático continental emplazado en rocas calcareas
122 05E3508C120	Pertenencia SAN ANTONIO (CO, VICTORIA),TAMS	99.1800	23.4100	700	Asbesto CRISOTILO	Hidrotermal de alta temperatura	Arco magmático continental emplazado en rocas volcánicas/ígneas

CARTA METALOGENETICA DEL NORESTE DE MEXICO

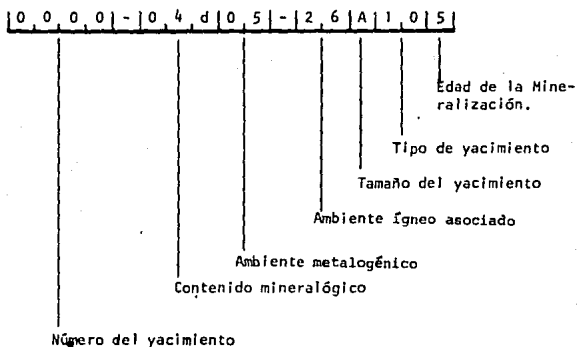
No. C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENA GEOGRAFICA CAS. W.S.N.M. LONG. LATITUD	ELEV. ASOCIACION CAS. M.S.N.M. OM METALICA	MINERALES DE MENA	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO	
123 05E3508C120	PERTENENCIA TIO (CD. VICTORIA), TAMS	99.1800 23.4100	700	Asbesto	CRISOTILO	Hidrotermal de alta temperatura	Arcos magmatico continental emplazado en rocas volcancosedimentarias
124 05E3508C120	LA PERSEVERANCIA (CD. VICTORIA), TAMS	99.1800 23.4100	700	Asbesto	CRISOTILO	Hidrotermal de alta temperatura	Arcos magmatico continental emplazado en rocas volcancosedimentarias
125 05E3508C120	PERTENENCIA SARITA (CD. VICTORIA), TAMS	99.1800 23.4100	700	Asbesto	CRISOTILO	Hidrotermal de alta temperatura	Arcos magmatico continental emplazado en rocas volcancosedimentarias
125 07D1300C130	LA LEONA (QUEMEZ), TAMS	99.0000 23.5000	2500	Plomo, Zinc, Plata, (Oro, Cobre)	MINIO, ZINC ITA, CERAGI RITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arcos magmatico continental emplazado en rocas calcareas
127 04D1300C130	LA FLACA (QUEMEZ), TAMS	99.0000 23.5000	2450	Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	CERUSITA, C ERARGIRITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arcos magmatico continental emplazado en rocas calcareas
128 04D1300C130	LINDAVISTA (QUEMEZ), TAMS	99.0000 23.5000	2550	Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	CERUSITA, G ALENA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arcos magmatico continental emplazado en rocas calcareas
129 04D1300C130	LOLITA (QUEMEZ), TAMS	99.0000 23.5000	2480	Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	CERUSITA, C ERARGIRIT A	Hidrotermal de mediana temperatura	Arcos magmatico continental emplazado en rocas calcareas
130 04D1300C130	EL CARMEN (QUEMEZ), TAMS	99.0000 23.5000	2450	Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	CERUSITA, C ERARGIRITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arcos magmatico continental emplazado en rocas calcareas
131 04D1300C130	SAN PEDRO (QUEMEZ), TAMS	99.0000 23.5000	1730	Plata, Plomo, Zinc, (Oro, Cobre)	CERUSITA, C ERARGIRITA	Hidrotermal de mediana temperatura	Arcos magmatico continental emplazado en rocas calcareas

No.	CODIGO	NOMBRE DEL YACIMIENTO (MUNICIPIO) ESTADO	COORDENADAS LONGITUD	COORDENADAS LATITUD	ELEV. M. S. N. M.	ASOCIACION METALICA	MINERALES DE META	TIPO DE YACIMIENTO	AMBIENTE METALOGENETICO
132	09a370080206	Peñoles (N.L.)	99.0200	25.3480		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera
133	09a370080206	Trancas (N.L.)	99.0200	25.3480		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera.
134	09a370080206	Presita (N.L.)	99.0200	25.3650		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera.
135	09a370080206	La Coma (N.L.)	99.0500	25.4500		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera
136	09a370080206	Buenavista (N.L.)	99.0300	25.5700		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera.
137	09a370080206	Santa Fe (N.L.)	98.4000	25.5500		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera
138	09a370080206	Dos Estados (N.L.)	98.4000	25.5500		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera
139	09a370080206	El Chapote (N.L.)	98.5500	25.4800		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera
140	09a370080206	Diana (N.L.)	98.5500	25.4000		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera
141	09a370080206	Cruillas (Zam.)	98.3400	24.4600		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera
142	09a370080206	Burgos-Hendrix (Zam.)	98.4000	24.5700		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera
143	09a370080206	Diaz Ordaz (Zam.)	98.3800	26.1300		Uranio	Iantinita Cofinita	Sedimentario Quimico	Recubrimiento de plataforma incluyendo planicie costera.



## II.- SIMBOLOGIA Y LEYENDA METALOGENICA.

CLAVE GENERAL:



El símbolo del ejemplo representa:

- Yacimiento No. 0000
- Contenido mineralógico: Ag, Pb, Zn, (Au,Cu)
- Ambiente metalogénico: Dominio arco insular-mar marginal
- Ambiente ígneo asociado: Volcánico marino intermedio a ácido
- Tamaño: Mayor a 1,000,000 de toneladas de mineral de Pb, Zn
- Tipo de yacimiento: Volcánico-sedimentario
- Edad de la mineralización: Jurásico-Cretácico inferior.

## I.- CONTENIDO MINERALOGICO: Símbolo interior coloreado.

C O L O R	a = ○	b = ◻	c = ◇	d = ◊	e = ◈
1.- Bermellón	W	Sn	Be	Nb, Ta	Li
2.- Rojo ladrillo.	Fe	Ti	FeTi (v)	Fe (Mgn)Cu	P
3.- Naranja	Cu	Mo	CuMo	CuZn (Ag)	CuAu Ag
4.- Amarillo	Au	AuCu	AuAg	AgPbZn (AuCu)	AgCo
5.- Verde	Cr	Ni	Co	CuNi (Co)	Asbesto
6.- Azul verde.	Ca	Na	K	Mg	B
7.- Azul	Pb	Zn	PbZn	PbZnAg (AuCu)	-
8.- Púrpura	Hg	Sb	F	Ba	Sr
9.- Café claro	U	V	UV	Th	Uth
10.- Café oscuro.	Mn	Al	Gpo. Cianita.	Pirofilita.	Talco
11.- Negro	s	FeS	Tierras raras.	Diamante	Grafito

## - NOMENCLATURA MINERALOGICA DE LOS YACIMIENTOS MAPEADOS.

Letras verticales: elementos nativos y óxidos. Au, Mn, Fe

Letras verticales subrayadas: sulfuros. Pb, Zn, Ag




















Letras verticales subrayadas con puntos: silicatos. Mn...

Letras cursivas: sulfatos *YESO*

Letras cursivas subrayadas: carbonatos y fosfatos *AS*

Letras cursivas subrayadas con guiones: Haluros y fluoruros. *Na.F*

## 11.- AMBIENTE METALOGENICO: Barras alrededor del núcleo.

NOMENCLATURA MODIFICADA (1984)	EQUIVALENTE CARTA 1975
01  Plataforma carbonatada. Sedimentos de gran espesor no volcánicos.	01  Secuencia miogeosinclinal. Sedimentos de gran espesor no volcánicos.
03  No hay equivalente	03  Rocas de recubrimiento de cuencas subsecuentes.
05  Dominio arco insular-mar marginal	05  Secuencia eugeosinclinal. Sedimentos de gran espesor y rocas volcánicas intercaladas.
07  Arco magnético continental (ambiente sub-volcánico y/o Hidrotermal).	07  Rocas volcánicas de origen continental y esencialmente no deformadas.
13  Arco magnético continental emplazado en rocas calcáreas.	13  No hay equivalente.
15  No hay equivalente.	15  Secuencia metamórfica de gran espesor, carácter original oscuro.
17  No hay equivalente.	17  Secuencia de rocas felsíticas volcánicas intercaladas con rocas sedimentarias terrestres y marinas.
35  Arco magnético continental emplazado en secuencias volcano-sedimentarias en ocasiones metamorfozadas.	35  Secuencia volcano-sedimentaria de edad Arcaico y ambiente tectónico incierto.
37  Rocas de recubrimiento de plataforma incluyendo planicies costeras.	37  Rocas de recubrimiento de plataforma incluyendo planicies costeras.
57  Zona de expansión oceánica.	57  No hay equivalente.
71  Arco magnético continental emplazado en rocas sedimentarias tipo-"flysch".	71  No hay equivalente.

## III.- AMBIENTE IGNEO EN/O ASOCIADO CON: Barras alrededor del núcleo.

<u>NOMENCLATURA MODIFICADA (1984)</u>	<u>EQUIVALENTE CARTA 1975</u>
02 ○ Rocas alcalinas	02 ○ Rocas alcalinas
04 ○ Igneo intrusivo ácido (granito, granodiorita, cuarzomonzonita, tonalita, etc.)	04 ○ Rocas felsíticas, granito a diorita-cuarcífera.
06 ○ Igneo intrusivo básico (gabro, diabasa, etc.)	06 ○ Rocas gabroicas, -- inclusive diabasa.
08 ○ Rocas ultrabásicas y secuencias ofiolíticas (peridotitas, noritas, harzburgitas, etc.)	08 ○ Rocas ultramáficas.
24 ○ Volcánico continental ácido-- (riolitas)	24 ○ No hay equivalente.
26 ○ Volcánico marino intermedio ácido	26 ○ No hay equivalente.
28 ○ No hay equivalente	28 ○ Rocas alcalino máficas
46 ○ Igneo intrusivo intermedio-- (diorita, monzonita, anortosita).	46 ○ Diorita
48 ○ Volcánico continental intermedio (andesitas, etc.)	48 ○ No hay equivalente.
68 ○ No hay equivalente	68 ○ Anortosita.

## IV. TAMAÑO RELATIVO DEL YACIMIENTO:

## CATEGORIAS DE TAMAÑO DE LOS DEPOSITOS MINERALES.

































(Toneladas métricas de metal o mineral contenido a menos que se especifique otra cosa).

	Grande = A	Mediano = B	Pequeño = C
Aluminio (bauxita)	1,000,000,000	1,000,000	
Antimonio	50,000	5,000	
Asbesto	10,000,000	100,000	
Azufre	10,000,000	100,000	
Barita (BaSO <sub>4</sub> )	5,000,000	50,000	
Berilio (BeO)	1,000	10	
Boro	10,000,000	100,000	
Cobalto	20,000	1,000	
Cobre	1,000,000	50,000	
Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,000,000	10,000	
Estaño	100,000	5,000	
Estroncio (sales)	1,000,000	10,000	
Hierro (mena)	100,000,000	5,000,000	
Fluorita (CaF <sub>2</sub> )	5,000,000	50,000	
Fosfatos (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	200,000,000	200,000	
Grafito	1,000,000	10,000	
Grupo del Platino	500	25	
Litio (Li <sub>2</sub> O)	100,000	10,000	
Magnesio (MgCO <sub>3</sub> )	10,000,000	100,000	
Manganeso (Tons. de 40% de Mn)	10,000,000	100,000	
Mercurio (frascos)	500,000	10,000	
Molibdeno	200,000	5,000	
Níquel	500,000	25,000	
Nobio-Tántalo (R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	100,000	1,000	
Oro	500	25	
Pirita(FeS <sub>2</sub> )	20,000,000	200,000	
Plata	10,000	500	
Plomo	1,000,000	50,000	
Potasio (K <sub>2</sub> O)	10,000,000	1,000,000	
Sodio (sales)	10,000,000	1,000,000	
Sulfuros	10,000,000	100,000	
Talco	10,000,000	1,000,000	
Thorio	10,000	1,000	
Tierras raras (RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,000,000	1,000	
Titanio (TiO <sub>2</sub> )	10,000,000	1,000,000	
Tungsteno	10,000	500	
Uranio	10,000	100	
Vanadio	10,000	500	
Yeso-anhidrita	100,000,000	5,000,000	
Zinc	1,000,000	50,000	

V.- TIPO DE YACIMIENTO: Sectores octogonales sombreados en el anillo exterior.









NOMENCLATURA MODIFICADA (1984)

EQUIVALENTE CARTA 1975.

01	 Yacimientos pegmatíticos y de concentración magmática.	01	 Depósitos pegmatíticos (Bermellón).
02	 Yacimientos sedimentarios químicos.	02	 Sedimentos químicos que no sean evaporíticos. (Rojo ladrillo).
03	 Yacimientos metamórficos de contacto ferrífero-(cupríferos)	03	 Depósitos en "skarn" o greinsen (de contacto). (Anaranjado).
04	 Depósitos de placeres	04	 Depósitos de placeres. (Amarillo).
05	 No existe este "tipo" de yacimiento.	05	 Macizos mineralizados, troncos, chimeneas y otras formas irregulares (Verde).
06	 Evaporitas	06	 Evaporitas. (Azul verde).
07	 No existe este "tipo" de yacimiento.	07	 Vetas y zonas de cizallamiento.
08	 Depósitos más o menos concordantes en rocas ígneas.	08	 Depósitos más o menos concordantes en rocas ígneas. (Púrpura).
09	 Lateritas.	09	 Lateritas. (Café oscuro).
10	 Yacimientos volcano-sedimentarios.	10	 Depósitos diseminados más o menos estratificados pero diferentes de placeres. (Café oscuro).
11	 Yacimientos metamórficos de contacto, polimetálicos	11	 Depósitos de reemplazamiento. (Negro).
12	 Yacimientos hidrotermales de mediana temperatura.	12	 No hay equivalente.
13	 Yacimientos hidrotermales de mediana temperatura.	13	 No hay equivalente.
14	 Yacimientos hidrotermales de baja temperatura.	14	 No hay equivalente.
15	 Yacimientos paleo-kársticos	15	 No hay equivalente.
16	 Pórfidos de cobre, molibdeno y oro.	16	 No hay equivalente.

VI. EDAD DE LA MINERALIZACION: Barras alrededor del anillo exterior

NOHENCLATURA MODIFICADA (1984)

- 1  Precámbrico
- 2  Cámbrico-Devónico medio
- 3  Devónico superior-Triásico inferior
- 4  Triásico medio-Triásico superior.
- 5  Jurásico-Cretácico inferior.
- 6  Cretácico superior- Eoceno
- 7  Oligoceno-Mioceno
- 8  Plioceno-Reciente

EQUIVALENTE CARTA 1975

- 1  Precámbrico
- 2  Cámbrico-Devónico medio.
- 3  Devónico superior  
Triásico inferior.
- 4  Triásico medio-Jurásico.
- 5  Cretácico (excepto el superior).
- 6  Cretácico superior, Eoceno.
- 7  Oligoceno-Plioceno.
- 8  Post-Terciario.



