



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**" CARTA METALOGENETICA DEL
ESTADO DE ZACATECAS "**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO**

P R E S E N T A :

RAFAEL VAZQUEZ TORTOLEDO

DIRECTOR DE TESIS

ING. VICENTE TORRES RODRIGUEZ

MEXICO, D. F.

1990





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.

I N D I C E

RESUMEN	Página
I. GENERALIDADES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivo	3
1.3. Antecedentes	4
1.4. Método de Trabajo	9
II. GEOGRAFIA	11
11.1. Localización y Extensión del Estado	11
11.2. Vías de Comunicación	11
11.3. Clima y Vegetación	14
11.4. Hidrografía	16
11.5. Geomorfología	17
11.6. Orografía	18
11.7. Fisiografía	19
11.8. Datos Socioculturales	20
III. GEOLOGIA	22
111.1. Estratigrafía	23
A) Basamento	23
B) Sistema Triásico	28
C) Sistema Jurásico	32
D) Sistema Cretácico	38
E) Sistema Terciario	55
F) Sistema Cuaternario	59

	Página
G) Rocas Igneas	59
H) Rocas Metamórficas	66
III.2. Evolución Tectónica	69
1. Tectónica de México	69
2. Evolución Tectónica de la Región del - Estado de Zacatecas	77
IV. METALOGENIA REGIONAL	87
IV.1. Configuración de Zonas Metálicas	88
1.1. Ambiente Metalogénico	89
A) Arco Magmático Submarino	89
B) Ambiente de Arco Magmático Continental - Emplazado en Rocas Calcáreas	95
C) Ambiente de Arco Magmático Continental - - (A, biente Sub-Volcánico y/o Hidrotermal) .	103
1.2. Tipos de Yacimientos	112
A) Yacimientos Hidrotermales de Baja Temperatura	112
B) Yacimientos Hidrotermales de Mediana Temperatura	114
C) Yacimientos Hidrotermales de Alta Temperatura	122
D) Yacimientos Metasomáticos de Contacto	124
E) Yacimientos Volcano-Sedimentarios	129
1.3. Provincias Metálicas	131
A) Asociaciones Pb, Zn, Ag (Au, Cu) y Au, Ag (Pb, - Zn, Cu)	131
B) Zona Ferrífero-Cuprífera	173
C) Yacimientos de Estaño	175
D) Yacimientos de Hg, Sb, (Mn)	178

	Página
E) Yacimientos de Bismuto	185
F) Yacimientos de Fluorita	185
G) Yacimientos de Fosforita	190
H) Yacimientos de Wollastonita	196
IV.2. Evolución de la Metalogénia Regional: Discusión	201
IV.3. Ejemplo de Yacimientos Tipo en el Estado - de Zacatecas	219
A) Yacimiento de Real de Angeles	219
B) Yacimiento de Fresnillo	226
C) Yacimiento de Concepción del Oro	231
D) Yacimiento de La Colorada	235
V. PERSPECTIVAS DE EXPLORACION REGIONAL	242
VI. CONCLUSIONES	263
BIBLIOGRAFIA	265
APENDICE	272
1. Indice Alfabético de Localidades Mineras	272
2. Simbología y Leyenda Metalogenética	278
3. Tablas de las Características Metalogenéticas de las Localidades Mineras	285
4. CARTA METALOGENETICA DEL ESTADO DE ZACATECAS (Incluida fuera del Texto).	

R e s u m e n

El enfoque dado al presente trabajo va encaminado a mostrar en una forma general la geología del estado de Zacatecas, los eventos dinámicos que lo moldearon al grado que lo conocemos en la actualidad, así como el presentar un análisis metalogenético regional basado en el estudio de un considerable número de yacimientos minerales, los cuales son el resultado de dichos eventos.

Las unidades litoestratigráficas están representadas en su basamento por los esquistos Caopas y Zacatecas. La secuencia sedimentaria casi aflora en su totalidad desde el Paleozoico al Reciente en la porción norte del estado (Provincias Fisiográficas de la Mesa Central y Sierra Madre Oriental), - por el contrario en la región occidental de Zacatecas la estratigraffia está conformada por rocas Volcánicas del Terciario Medio. Con respecto a las rocas ígneas intrusivas éstos se hubican en diferentes localidades.

Los acontecimientos más significativos en la historia tectónica de esta porción de México, dan inicio con la colición de la paleoplaca del Pacífico en contra de cratón de -- Norteamérica durante el Paleozoico Tardío. Para el Triásico Superior se origina un arco volcánico submarino el cual adopta una posición semiparalela a la margen del Pacífico. Simultáneamente a este evento da principio la apertura del Golfo_

de México que provocó una transgresión marina que favoreció la formación de la Cuenca Mesozoica del Centro de México y su columna sedimentaria de más de 500 m. de espesor. La evolución del arco magmático se mantuvo hasta el Cretácico Superior, tiempo en el que fue acrecionado contra el continente llegando a su climax con la orogenia Laramide. Durante el Eoceno-Oligoceno se manifiesta el regreso del arco hacia el oeste, a este proceso se asocia la construcción de la Sierra Madre Occidental con un vulcanismo continental de naturaleza ignimbrítica.

El origen y distribución de los yacimientos minerales en la región, se asocian a la actividad subvolcánica del arco magmático y su migración. 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 estos yacimientos para Zacatecas se muestra de W-E con la franja de Sn; la franja de Pb,Zn,Ag; la -- franja de Hg,Sb,Mn; por último la franja de CaF_2 .

Se han reconocido tres épocas principales de mineralización; Triásico Superior, Cretácico Inferior-Medio y Terciario Medio; siendo este último período el más importante en el proceso de formación de yacimientos minerales.

1. GENERALIDADES

I. GENERALIDADES

I.1. Introducción

Al hablar del Estado de Zacatecas, viene a la memoria su participación dentro de la evolución histórica del país, tanto en los grandes acontecimientos sociales como también en la vida económica de México.

Por tradición, a Zacatecas se le considera un Estado netamente minero. Si se hace una breve semblanza es probable que los indígenas de la región donde habría de fundarse la Ciudad de Zacatecas ya conocieran algunos de los futuros yacimientos, pero no existen indicios de que los - - explotaran. Hacia 1540 el Capitán Juan de Tolosa por órdenes del Virrey explora el Cerro de la Bufa y descubre las vetas auro-argentíferas junto a lo que es actualmente la Ciudad de Zacatecas. La primera mina, fue bautizada con el nombre de San Bernabé produciendo plata con pequeñas -- cantidades de oro. Llegó a ser tal la riqueza que algunas minas tuvieron la mitad de plata de manera que de un quintal de tierra salían dos arrobas de plata.

Primeramente se explotaron las ricas zonas de oxidación que hicieron célebre a las minas por su asombrosa bonanza, al profundizarse cambiaron su naturaleza aumentando las menas de plomo, zinc y hierro.

Estos descubrimientos fueron tan alentadores que la -
búsqueda de nuevos yacimientos por todo el Estado fue ince
sante, de ahí que se lograran localizar importantes zonas_
mineralizadas como lo son Fresnillo, San Martín, Chalchi--
huites, Concepción del Oro, y otras.

Lo que en el pasado fue relativamente fácil localizar
un nuevo yacimiento, actualmente no lo es, debido a que --
gran parte de el Estado ha sido explorado, denunciado y ex
plotado. En los yacimientos que quedan sin serlo, el gra-
do de dificultad es mayor ya que las posibles zonas minera_
lizadas no son fácilmente detectables, pero afortunadamen-
te se cuenta en la actualidad con técnicas como la geofísi_
ca, geoquímica, geomorfología, que en complemento con los -
métodos geológicos ayudan a la prospección y localización_
de nuevos yacimientos minerales.

Por lo tanto, es por demás recalcar la importancia de
la minería en la economía del país; es una de las fuentes_
que genera mayores divisas para México, de ahí la importan_
cia de contar con reservas mineras que le permitan planear
de manera más realista la serie de cambios que se observan
día a día en el mundo y como consecuencia afectan al país.

1.2. Objetivo

Zacatecas resulta ser uno de los Estados de mayor importancia dentro de la minería nacional, por esta razón se cuenta con la existencia de una gran información geológico-minera de donde se ha obtenido el material para la elaboración del presente trabajo. Se ha consultado una serie de informes de exploración e investigación que se han venido elaborando desde el siglo pasado; se ha dado mayor importancia a los trabajos más recientes. En dichos informes vienen descritos aproximadamente cerca de 400 localidades mineras, lo que habla de la relevancia en esta actividad económica de importancia en Zacatecas.

Uno de los objetivos de este trabajo es el de definir los mecanismos de formación de los distintos yacimientos minerales; con el empleo de los diferentes parámetros sobre las características locales de las distintas zonas mineralizadas, éstas se ubican en el contexto metalogenético regional, y se definen los lineamientos tectónicos a los que están asociados.

Todo esto para concluir con la elaboración de la Carta Metalogenética del Estado de Zacatecas como un trabajo parcial en busca de unificar la información que se tiene sobre los recursos mineros de México.

I.3. Antecedentes

Como anteriormente se mencionó, existe un buen número de trabajos de exploración e investigación pero con el inconveniente que en su gran mayoría son de dimensiones locales; por lo tanto los estudios metalogenéticos regionales en México son muy pocos. Los de mayor relevancia pertenecen a los últimos 10 años, a continuación se mencionan en orden cronológico los de mayor importancia.

González R. Jenaro (1946) quien realizó un trabajo -- para todo el Estado con el título: La Industria Minera en el Estado de Zacatecas.

Alemán González S. (1975) que elaboró un trabajo donde define en forma general los diferentes distritos del -- Estado de Zacatecas y especificó las características geológicas y genéticas de cada distrito.

P. Salas Guillermo (1975) como Director del Consejo - de Recursos Minerales, elaboró la primera Carta Metalogenética de México a escala 1: 2'000,000; basándose en las normas del Subcomité de Norteamérica para la elaboración de - la Carta Metalogenética del Mundo. En este trabajo Salas propone que existe una relación entre las provincias fisiográficas y geológicas con la Carta Metalogenética de México, aspecto que posteriormente será refutado por González y Torres (1988).

Smith D.M. (1974) apoyado en trabajos previos realizados por Dewey (1970), Guild (1972) y Gilluly (1973) elabora un estudio metalogenético de la parte norte de México y define algunas provincias metalogenéticas. Propone que la parte norte de México, con base en la tectónica y metalogénia se puede dividir en tres zonas. La primera, localizada en los bordes de la Plataforma Continental, asociada a complejos ofiolíticos, aflorantes en la porción Oeste-Central de Baja California. La segunda, ligada a la presencia de rocas intrusivas y extrusivas calcoalcalinas ubicadas en la zona cordillerana, que genera provincias metalogenéticas monometálicas representadas por vetas de oro y plata. La tercera, caracterizada por sedimentos producto de la Plataforma Continental los cuales fueron deformados, con asociaciones de depósitos de plata, cobre, mercurio, estaño y tungsteno.

Delgado A.L. (1977) con base en el modelo andino trata de explicar la metalogenia de México. Con apoyo en la evolución tectónica del país, lo divide en dos zonas, la norte, que se generó desde el Jurásico al plioceno, y la zona sur que abarca del Eoceno-Oligoceno hasta el reciente.

Clark F.K., Foster C.T. y Damon O. (1979) retomaron las ideas ya manejadas sobre un modelo metalogenético para el norte de México en el cual atribuían la mineralización

a la migración de un foco magmático desarrollado en el Cretácico y Terciario Temprano definiendo franjas paralelas a la zona de subducción y amplían sus estudios hacia la mayor parte de la República Mexicana.

Campa M.F. y Coney P. (1982) afirman la existencia de un control del basamento en relación a la distribución de los yacimientos minerales, con apoyo en la superposición - que efectuaron con la Carta Metalogenética de la República Mexicana elaborada por Salas G.P. (1975) y el mapa de terrenos estratotectónicos diseñado por ambos autores.

Coney P.J. (1983) interpreta la tectónica de México y sus alrededores basado en un modelo concebido mediante el análisis de terrenos estratotectónicos, conjuntos tectónicos y la tectónica de placas. La conclusión que aporta es que solamente en el noreste de México, en parte de Sonora y Chihuahua, se encuentra un basamento precámbrico autóctono del cratón de América del Norte.

Cuevas, Pérez E. (1983) presenta un trabajo sobre la evolución estratigráfica del Estado de Zacatecas, donde da una mayor importancia a la geología Mesozoica.

Núñez M.A. y Torres R.V. (1984) presentaron un trabajo como tema de tesis profesional en el cual trataron la porción sur-occidental de México. Definen el marco tectó-

nico y proponen cuatro épocas metalogenéticas. La primera época Triásico-Jurásico, se caracteriza por la formación - de yacimientos volcano-sedimentarios de cobre. La segunda época abarca del Jurásico-Cretácico Inferior, con yacimientos volcano-sedimentarios polimetálicos. La tercera va -- del Cretácico Superior-Terciario Inferior representada por metasomátismo de contacto y la última etapa Oligoceno Mio-ceno, con depósitos hidrotermales.

González Partida E. (1985) realizó un estudio metalo-genético de la parte Centro-Occidental de México, como te-ma de Tesis de Doctorado. Analizando 700 zonas mineras, - que cubriendo un área de 233,000 Km². Se estableció una - secuencia de eventos caracterizados por fenómenos de acre-ción, plegamientos y metamorfismo regional, que se manifestaron desde el Jurásico Superior, así como una intensa - - actividad plutónica y volcánica que caracterizó al Cretácico Superior-Terciario Inferior y que en términos generales, esta serie de cambios dinámicos de la corteza en la porción occidental de México, fueron los causantes de la formación de los cinturones metalogenéticos que se ubican paralela-mente a la costa del Pacífico.

Gutiérrez Moreno I. (1986) prosigue con el tema de -- los autores anteriores; el título de su trabajo es: Análi-sis Metalogenético del Estado de Sinaloa. Establece que - la distribución regional de los yacimientos minerales está

controlada por una franja aurífero-argentífera, la cual se encuentra traslapada con tres zonas metálicas de menor importancia que son las de metales base, la cuprífero-ferrífero y la cuprífera; afirma también que la evolución tectónica de los yacimientos metálicos en la región comprendendos épocas de mineralización, la primera del Cretácico Superior al Eoceno Medio, genera pórfidos de cobre y depósitos metasomáticos de contacto y la segunda del Eoceno Tardío al Oligoceno con el emplazamiento en vetas hidrotermales.

Servais M., Cuevas P.E. y Walter Vortisch (1987) proponen una interpretación tectónica desde Sinaloa hasta San Luis Potosí; plantean un modelo de evolución geológica y - definen los siguientes puntos: a) La presencia de una - - cuenca intraarco entre los llamados Arco Alisitos y Arco - Sinaloa; b) Que estos dos arcos Alisitos y Sinaloa fueron en su origen un solo arco volcánico aquí denominado como - Arco Cedros; c) Que la roca verde de Fresnillo y Zacatecas interpretado como parte de la corteza oceánica en una - posición aloctona corresponde a un vulcanismo marino; - - d) Que el resto de la Cuenca Mesozoica del Centro de México en subsidencia continua, es influenciada por la tectónica del borde activo en el occidente.

1.4. Método de Trabajo

La elaboración del presente trabajo se desarrolló en diferentes etapas, las cuales se enumerarán según el orden en que fueron realizadas.

1. Recopilación bibliográfica y cartografía de información geológico-minera del Estado de Zacatecas, - así como todo tipo de información geológico-minera de los Estados vecinos o a su vez que tuvieron afinidad con el tema.
2. Organización de la información empleando el código de nomenclatura metalogenética del subcomité - norteamericano modificado por Nuñez y Torres - - (1984).
3. Apoyado en una serie de trabajos previos de cartografía sobre el Estado de Zacatecas, realizados - por diferentes autores, se elaboró un plano geológico base escala 1: 500,000.
4. Visita a algunos distritos mineros del Estado, -- principalmente de la zona Centro-Sur. Esto con - el fin de corroborar la información obtenida de - trabajos previos y al mismo tiempo enriquecerlo - con nueva información para complementar la ya - - existente.

5. Con un paquete de computación (Lotus 1,2,3) se -- archivó en una unidad de disco blando, todo lo relacionado con la información geológico-minero de de las diferentes localidades, con el fin de poder - manipular los distintos parámetros y seleccionar los datos de mayor interés que definan la distribución en tiempo y espacio de las zonas mineralizadas y la afinidad que existe entre los yacimientos a nivel local y regional.
6. Elaboración de la Carta Metalogenética del Estado de Zacatecas, con el plano geológico como base.
7. Configuración de las diferentes zonas metálicas e interpretación de las mismas.
8. Elaboración del texto, complementado con ilustraciones y fotos de campo.

II. GEOGRAFIA

II. GEOGRAFIA

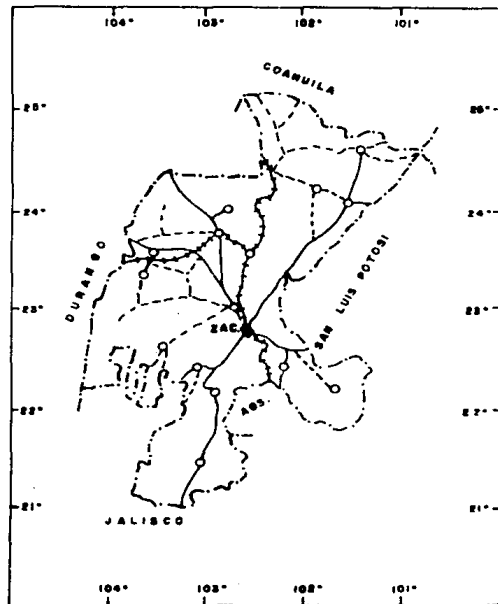
II.1. Localización y Extensión del Estado

El Estado de Zacatecas se localiza en la porción central de la República Mexicana con tendencia en dirección -norte. Sus coordenadas geográficas se encuentran situadas entre los paralelos $21^{\circ}09'$ y $25^{\circ}09'$ de latitud norte y los meridianos $100^{\circ}47'$ y $104^{\circ}10'$ de longitud al oeste del Meridiano de Greenwich. Colinda con cinco Estados de la siguiente manera: Al norte con el Estado de Coahuila, al --sur con el Estado de Aguascalientes, al suroeste con el Estado de Jalisco y parte de Nayarit, al oeste y noroeste --con Durango y al este con San Luis Potosí. (Fig. 2.1).

La extensión total del Estado es de 73,252 kilómetros cuadrados; su forma es irregular y tiene una longitud de -1,740 kilómetros lineales.

II.2. Vías de Comunicación

Debido a su posición geográfica, además de estar en -rumbo del vecino país del norte y si se tiene en cuenta la enorme importancia de las relaciones económicas y políticas que históricamente se han mantenido y se siguen manteniendo con los Estados Unidos, explica el porqué la región figura entre las primeras que contaron con buenos ferrocarriles y carreteras troncales las cuales principian desde el



SIMBOLOGIA

- Límite estatal
- Carretera federal
- - - - - Carretera estatal
- + + + + + Ferrocarril
- ◊ Capital del estado
- Ciudad importante

0 50 100 Km

UNAM

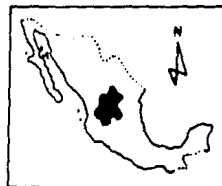
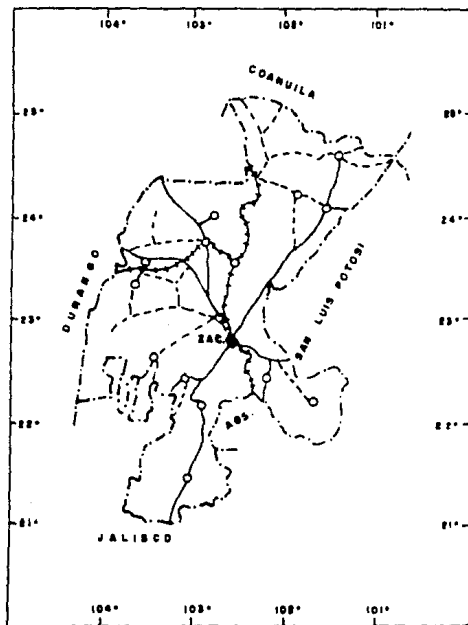
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 2.1

PLANO DE LOCALIZACION
Y VIAS DE ACCESO

Rafael Velázquez Terralado

NOV. 1980.



SIMBOLOGIA

- Límite estatal
- Carretera federal
- - - Carretera estatal
- + + + + Ferrocarril
- ◆ Capital del estado
- Ciudad importante

0 50 100 Km

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL
FIGURA 2.1 PLANO DE LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO	
Refael Vázquez Torrealba	NOV. 1980.

centro del país y terminan en puntos fronterizos. Además de que últimamente se han construido nuevas líneas trasversales que unen al Atlántico con el Pacífico.

La red de carreteras en Zacatecas tiene una longitud de 9,148 kilómetros, de los cuales están pavimentados - - 1,934 kilómetros, revestidos 6,895 kilómetros y de terracería 819 kilómetros. Las carreteras de mayor importancia y que cruzan el territorio zacatecano son: la carretera Panamericana N°. 45 México-Cd. Juárez, con una longitud de 300 kilómetros; la carretera Federal N°. 54 Saltillo-Guadalajara, cruza el Estado de norte a sur, además de conectar puntos claves dentro de Zacatecas; la carretera Federal N°. 49 que enlaza a los distritos de la Blanca, Guadalupe, Zacatecas, Fresnillo y Nieves; y la red de caminos vecinales que comunican a numerosos poblados agrícolas con las carreteras principales y secundarias.

Las vías férreas en el Estado alcanzan una longitud de 658 kilómetros; la ruta importante es la de México-Cd. Juárez; es de las primeras que se establecieron en el país y comunica a todos los municipios de la región media, de norte a sur; tiene ramales importantes como el de Cañitas de Felipe Pescador que comunica con Durango y cruza varios distritos mineros.

El transporte aéreo cubre un servicio regular por las

compañías nacionales, principalmente el de la capital del Estado, pero Zacatecas no es un punto de importancia en la ruta.

Otros medios de comunicación que cubren una amplia red, son el telégrafo y correos que prestan servicios a la mayoría de las poblaciones. Es amplia la red telefónica; en tanto que la televisión, a través de varias repetidoras llega a la mayoría de los hogares.

II.3. Clima y Vegetación

Localizado en la parte central de México así como su elevación promedio (2,175 msnm) Zacatecas puede ubicarse dentro del cinturón de las altas presiones atmosféricas, en donde prevalecen corrientes de aire ascendente que motivan una escasez de precipitación pluvial; el clima se considera como semiárido. La precipitación media anual es de unos 400 mm, y temperaturas entre 16 y 18°C. Los promedios en la variación de la temperatura van de 12°C en el mes de enero hasta 36°C en julio.

La estación de lluvia se presenta en verano principalmente en los meses de junio a septiembre; los aguaceros son torrenciales y de poca duración; en invierno se alcanzan temperaturas bajo cero; se presentan heladas y en ocasiones fuertes nevadas.

Con base en lo anteriormente descrito y de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada, la zona queda dentro del Grupo "BSKW", lo que significa: BS-Clima estepario o semidesértico, K-Templado con verano cálido, W"-Dos estaciones de lluvias separadas por dos estaciones secas.

El hablar de la vegetación en la actualidad no se limita a describirla como una parte del paisaje la cual es consecuencia de las condiciones climáticas y de altitud; la aparición de nuevas ciencias han traído como consecuencia el estudio de los vegetales por medio de la geoquímica. Análisis efectuados a determinadas plantas revelan la relación que muestran éstas con determinadas zonas anómalas y llegan a utilizarse como guías dentro de la exploración geoquímica.

Una observación general de las formas vegetales muestra un mosaico con características semejantes; predominan en la zona los matorrales, arbustos y cactáceas perteneciente a la familia de las xerófilas que son plantas que necesitan un mínimo de agua para subsistir. Los vegetales más abundantes son los siguientes: (ver Fotografía 2.1).

1. Encino	6. Lechuguilla	11. Gobernadora
2. Mezquite	7. Uña de gato	12. Cardones
3. Pino	8. Biznaga	13. Guayale
4. Yerbaniz	9. Palo blanco	14. Ocotillo
5. Laurel	10. Nopal	



Fotografía 2.1. Aspecto de algunas de las formas vegetales existentes en el estado de Zacatecas.

II.4. Hidrografía

Derivada de la escasez de lluvias en la mayoría del Estado, la zona de estudio presenta un aspecto general ca racterizado por sierras y llanuras, sin observarse corrien tes contínuas importantes. El drenaje predominante es de tipo dendrítico de corrientes intermitentes que bajan de las partes montañosas y desaparecen en las llanuras sin labrar cauces de consideración.

La red hidrográfica principal la conforman los ríos: Río Juchipila, Tributario del Río Grande de Santiago, que desemboca en el Océano Pacífico; Ríos Aguanaval, Tlalte-- nango, Valparaíso, San Pedro, Apulco, Tenayuca y Jerez. -

A su vez existen algunas lagunas de agua salada, así como manantiales de aguas termales principalmente en los municipios de Fresnillo, Ojo Caliente, Sain Alto y Chalchihuites.

11.5. Geomorfología

El ciclo geomorfológico comienza con los primeros movimientos orogénicos de fines del Cretácico y principios del Terciario; da como origen formas construccionales, las cuales al ser atacadas por agentes erosivos comienzan a -- dar rasgos al relieve de formas destruccionales. Dichas formas se pueden dividir en tres tipos: 1) Formas erosionales, como valles y cañones; 2) Formas residuales como picos; 3) Formas depositacionales, como abanicos aluviales y planicies de inundación. Con base en lo anterior, se pueden diferenciar tres unidades geomorgológicas principales:

- a) Las partes topográficas altas representadas por las sierras, constituidas por rocas sedimentarias con edades que van del Terciario Superior hasta el Cretácico Superior producto de la Orogenia Laramide.
- b) Las partes topográficas altas, formadas por rocas de metamorfismo de contacto afectadas por cuerpos intrusivos principalmente en la zona norte del Es

tado (Concepción del Oro), así como en otras localidades más.

- c) Las zonas topográficamente bajas que forman los valles comunmente cubiertos por rellenos aluviales.

11.6. Orografía

Con relación a la orografía el Estado de Zacatecas -- muestra un contraste muy notorio. Mientras por una parte presenta zonas montañosas de gran elevación, por otra se observan amplios valles que separan a las grandes sierras, en las cuales sus ejes orográficos siguen una orientación casi Este-Oeste de tal manera que coincide casi exactamente con los ejes estructurales.

Las zonas montañosas más relevantes en el Estado -- están en los distritos de Pinos, Chalchihuites, Mazapil, - Sombrerete, Concepción del Oro, Zacatecas, Monte Escobedo, Jiménez del Teúl, Valparaiso, San Juan de Ahorcados, Nochistlán, Palomas, Veta Grande, Sierra Hermosa y Morones; -- sobresalen por su altitud los cerros: (Fotografía 2.2).

Sierra La Sorpresa	3,125 M.S.N.M.
Sierra De La Gallina	3,100 M.S.N.M.
Sierra Prieta	2,700 M.S.N.M.

Sierra De Zuloaga	2,700 M.S.N.M.
Sierra De Enfrente	2,550 M.S.N.M.
Sierra De Sombreretillo	2,420 M.S.N.M.



Fotografía 2.2. Ejemplo del marcado contraste entre los amplios valles y el conjunto de sierras alineados que forman gran parte del paisaje zacatecano.

II.7. Fisiografía

Basado en la carta de las provincias fisiográficas de Raisz (1964), modificada por la Facultad de Ingeniería - - (U.N.A.M., 1977-1978) Zacatecas se localiza en tres diferentes provincias. Al Norte y Noreste de la provincia de la Sierra Madre Oriental (Subprovincia de las Sierras Transversales); dentro de la provincia fisiográfica de la Sierr-

rra Madre Occidental, y dentro de la provincia de la Mesa Central, en la cual se ubica la mayor parte del Estado. -- (Fig. 2.2).

II.8. Datos Socioculturales

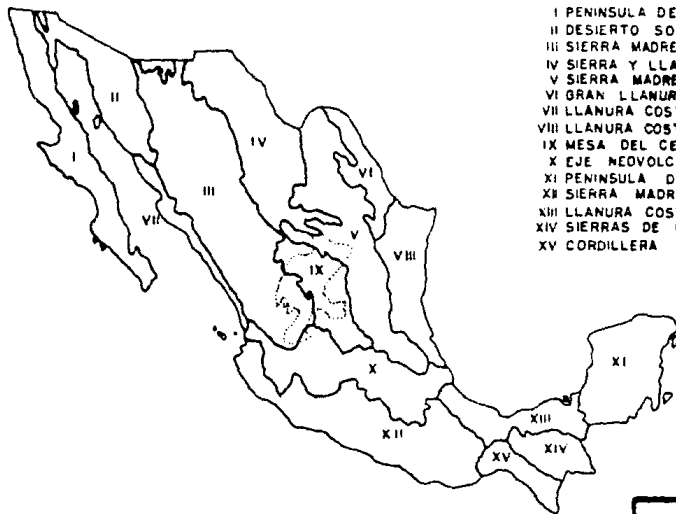
Con fuente en el X Censo General de Población y Vivienda de la S.P.P. (1980) Zacatecas cuenta con 1'136,830 habitantes de los cuales 300,963 es la población económicamente activa; de ellos 148,474 se dedican a la agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca; 39,493 a la industria manufacturera, extractiva, electricidad, gas, agua y construcción. Finalmente, al sector de servicios, comercio y transporte 56,689.

El analfabetismo es un problema que va disminuyendo ya que actualmente sólo el 7% de la población lo presenta. El español es la lengua dominante en la región, ya que los dialectos el número de personas que lo practican no rebasa los 4,000. Las religiones más conocidas son la Católica, Evangélica e Israelita.

Los centros de población más importantes son: Zacatecas, Fresnillo, Sombrerete, Jerez, Concepción del Oro, Ojo Caliente, Guadalupe, Juan Aldama y Nochistlán.

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

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



0 100 200 300 Km

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 2.2

Rafael Vázquez Tortolado

Nov 11/89

De acuerdo con la D.G.O.T.N.

III. GEOLOGIA

III. GEOLOGIA

Uno de los aspectos del presente trabajo, lo constituye la conformación de la geología general del estado de Zacatecas; es evidente que es imposible entender los fenómenos metalogénicos, si no se cuenta con bases geológicas bien fundamentadas.

La geología a nivel regional es muy variada; se observan de un sector a otro diversos cambios en las condiciones estructurales y petrológicas, producto de la intensa actividad dinámica de la tierra, causada principalmente por lo orogenia del final del Cretácico y principios del Terciario, así como el vulcanismo del Oligoceno-Mioceno.

El estado de Zacatecas está comprendido en la provincia geológica de la Mesa Central. En esta región existen afloramientos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Las ígneas son del tipo extrusivo, intrusivo y piroclásticas y se encuentran aflorando principalmente en el centro y SW del estado y en menor frecuencia en la región norte; las sedimentarias se encuentran ampliamente distribuidas y cubren una extensión de aproximadamente 2,500 Km². Finalmente, formando la base de la columna estratigráfica se tienen las rocas metamórficas, las cuales en la zona norte del estado existen afloramientos típicos de rocas metavolcánicas, mientras que en la porción central se caracterizan por ser de naturaleza metasedimentaria.

III.1. ESTRATIGRAFIA

III.1. Estratigrafía

Se establecerá de una manera general la estratigrafía del estado de Zacatecas y se precisará la distribución regional de las rocas de acuerdo a su edad.

En general, la secuencia estratigráfica hacia el norte -- del estado comprende desde el Paleozoico hasta el Reciente; en la parte central predominan las formaciones del Cretácico Superior y en menor proporción se observan rocas del Triásico Superior, Jurásico Superior, Cretácico Inferior y del Terciario; -- por último en la porción Suroeste correspondiente a la Sierra Madre Occidental. predomina casi en su totalidad el paquete de rocas ígneas extrusivas del Terciario.

A) Basamento

Definir con exactitud el basamento es un tema con algunas interrogantes. Una de las razones principales es lo restringido de las localidades donde afloran las rocas del supuesto -- Paleozoico Zacatecano, además de la falta de algunas formaciones intermedias que dificultan tener un orden cronoestratigráfico más completo sobre los diferentes paquetes de rocas que debieron depositarse.

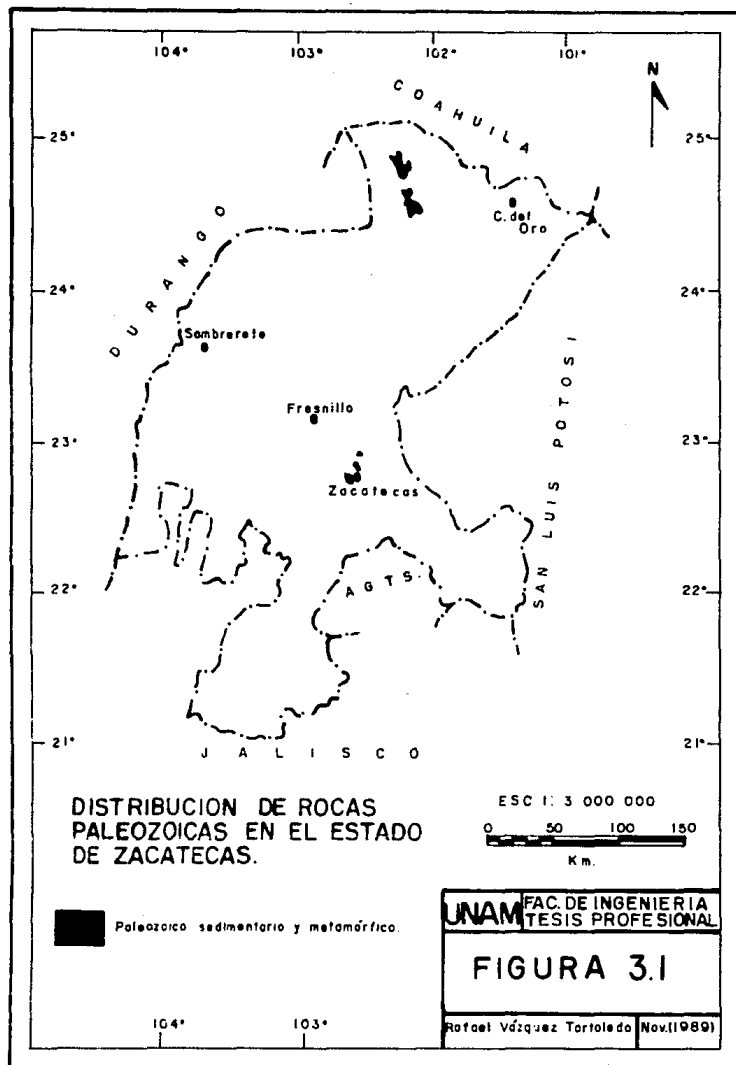
Dentro de la cuenca del centro de México los dos afloramientos de rocas que tentativamente se han asignado al Paleo--

zoico se encuentran, uno en la región de Caopas, ubicada en el norte del estado de Zacatecas, donde afloran metarriolitas y - esquistos que algunos autores los sitúan dentro del Paleozoico Superior. El otro se encuentra en las cercanías de la ciudad de Zacatecas integrado por una secuencia arcillo-arenosa de -- tipo Flysch afectada por metamorfismo de bajo grado. (Figura - 3.1).

1. Esquistos Caopas

Mencionados por De Cserna (1956), y formalmente propuesto por Rogers et al. (1961), para designar una roca esquistosa que subyace a la Caliza Zuloaga en las proximidades del rancho - - Caopas, en la parte oeste de la sierra de San Julián en el - - noroeste del estado de Zacatecas. La roca se muestra en ciertos afloramientos intensamente deformada; al intemperismo - - adquiere un color pardo oscuro o amarillento además de estar - bastante silicificada, contiene cuarzo en abundancia en forma de cristales o vetillas y se observan fenocristales triturados por cataclasis.

El estudio petrográfico la define como una metarriolita - con fuerte alteración hidrotermal y dinamometamorfismo, representado por la paragénesis: sericita, clorita, cuarzo y feldespatos.



El contacto inferior no fue definido y el superior se establece con la Formación Rodeo; la unidad presenta un espesor mínimo de 500 metros. Rogers et al. (1961) con base en observaciones de campo asigna una edad Pérmica. Córdoba (1965) por su grado de metamorfismo sugiere una edad del Precámbrico. -- Fries (1965) atribuye una edad del Triásico Superior basado en el análisis radiométrico en cristales de zircón. El Esquisto Caopas se correlaciona con el Esquisto Zacatecas.

2. Esquisto Zacatecas

Burckhardt y Scalia (1906) describen una secuencia de rocas metamórficas de origen sedimentario de posible edad Paleozoica. Está constituida por capas de esquistos sericíticos, distinguiéndose dos series; la primera denominada inferior de color negro con nódulos de cuarzo, y la otra, superior, de colores rojizos o verdosos. Estas son las rocas más antiguas que se conocen en el área y se les encuentra cerca de la ciudad de Zacatecas en los cerros del Gil, Magistral y Calicante al norte, Calavera y Valenciana al oriente y la Pimienta al sur y poniente.

3. Formación Rodeo

A las rocas metamórficas que afloran en la sierra San Julián, Teyra y al NW de Caopas, Rogers et al. (1961) proponen, el nombre de Esquistos Rodeo. Se trata de una secuencia de rocas metavolcánicas que varían de filitas a esquistos de colora

ción violeta, gris verdoso, gris olivo y gris plateado. Su parte superior está cubierta por un conglomerado compuesto -- por cantos de pedernal y rocas metamórficas subredondeadas y subangulosas, deformados con una orientación preferencial en sus ejes.

Córdoba (1965) con base en su posición estratigráfica le asigna una edad Paleozoico Inferior. Por su parte, Rogers, et al. (1961) le atribuyen una posible edad Pérmica.

La Formación Rodeo es correlacionada con la Formación Pánuco de la región de Peñón Blanco, Zac., la cual está constituida de metaflysh, filitas, filitas conglomeráticas y calizas, además se considera Penecontemporánea al Esquisto Caopas.

4. Formación Taray

Diego Córdoba (1964) describe un paquete de rocas metamórficas compuestas por filitas, filitas sericíticas, sobre las cuales descansa una secuencia de filitas claras y dos unidades de grauvacas.

Su edad no se ha definido con exactitud, pero con base en relaciones estratigráficas, Rogers (1961) le atribuye una edad Paleozoica Superior, mientras que Córdoba (1965) la establece en el Paleozoico Inferior. Por otra parte, Fries (1965) analizó por métodos radiométricos cristales de circon y la --

ubica en el Triásico Superior.

B) Sistema Triásico

Como anteriormente se expuso, existen dudas sobre la edad de algunos horizontes estratigráficos, debido a que las pruebas que se tienen no son determinantes para precisar su ubicación estratigráfica. Por ejemplo, López R. (1985) señala que las rocas de las formaciones Rodeo y Taray se les asignan edades paleozoicas por su posición estratigráfica, mientras que con base en dataciones radiométricas presentan edades triásicas. No obstante, la estratigrafía regional indica que durante el Triásico Inferior existió una etapa de no depósito o erosión que impidió definir la parte inferior de este período.

De acuerdo a las evidencias geológicas conocidas, se presentan dos facies evolutivas: una de origen continental que no reviste mayor problema para explicar su formación, y otra de facies marina de donde existen datos valiosos, pero aislados y aún por confirmarse (Cuevas P., 1983).

Los afloramientos más típicos del Triásico Superior se ubican al W de la ciudad de Zacatecas en el arroyo de la Pimienta y está representado por rocas metasedimentarias formadas por pizarras, filitas, cuarcitas, lavas almohadilladas y diques que cortan la secuencia; la unidad presenta deformación inter-

media con fósiles de edad Cárnico y Nórico (Sirenites sp. y Juvanites) (Burckhardt, 1905). Estas unidades se pueden correlacionar con rocas similares presentes en Pastoria, Cuauhtémoc y Villa Hidalgo, localizadas al SE de la ciudad de Zacatecas. (Figura 3.2).

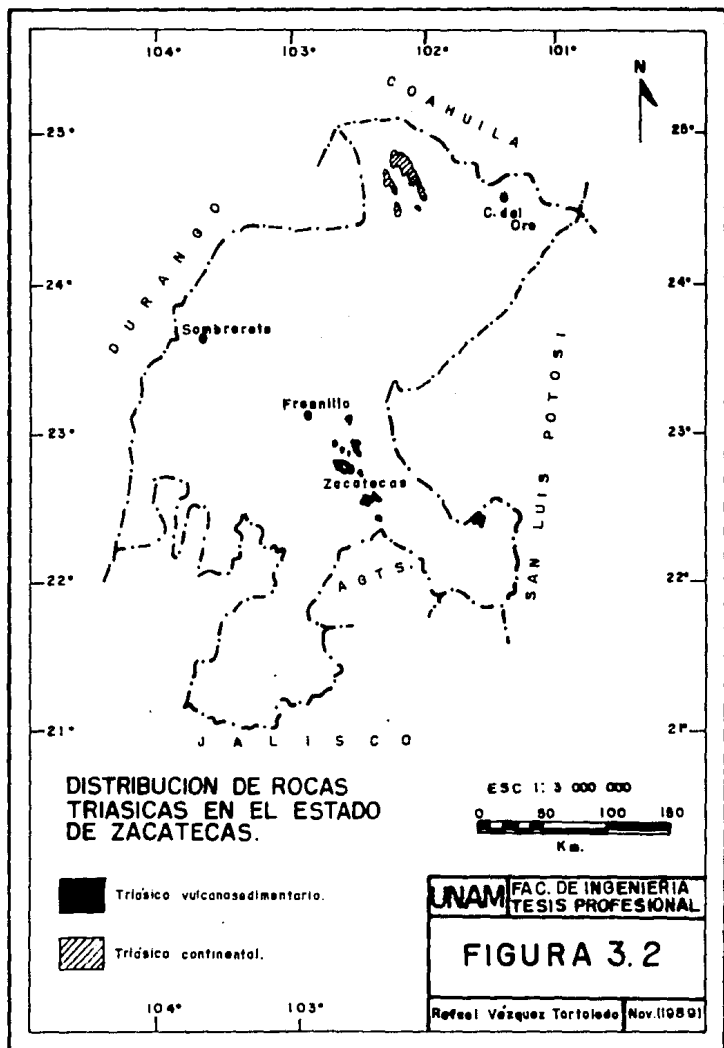
1. Formación Nazas

A la unidad aflorante en las cercanías de Villa Juárez, Durango, Pantoja A. (1963) la definió como Formación Nazas. Esta formación consiste de una secuencia piroclástica y volcánica de tobas, tobas arenosas, lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados rojos de carácter continental. El espesor de los diferentes afloramientos presenta un promedio de 500 m.

Los afloramientos típicos de esta formación se localizan en el flanco occidental de la sierra San Julián. Teyra y Ramírez así como en la sierra de Candelaria, al este de la sierra de Teyra.

Con respecto a su posición estratigráfica, esta unidad sobreyace a la Formación Rodeo, mientras que su contacto superior se define en forma burda con la Caliza Zuloaga.

Su edad se ha establecido por medio de métodos radiométricos de muestras obtenidas en la zona de Villa de Juárez; se utilizó el método de Larsen o Plomo-alfa, se obtuvo una --



edad de 212 m.a. Esta unidad se puede correlacionar con la -
Formación Huizachal que aflora en el área de Valles, S.L.P.

2. Formación Zacatecas

Burckhardt et al, 1905, denominó como Formación Zacatecas a una secuencia sedimentaria marina que aflora en varios sectores de la margen oriental de la Cuenca del Centro de México, en la porción central de la misma y cerca de las ciudades de Zacatecas y Guanajuato.

Los afloramientos más característicos se encuentran en el arroyo de La Calavera o Pimienta y cerro del Encinillo. -- En estas áreas fueron encontrados Cefalópodos y Bivalvos pertenecientes al Cárnico (Triásico Superior).

La litología del Triásico Superior marino de Zacatecas consta de una secuencia de rocas sedimentarias con intercalaciones de rocas volcánicas. La unidad está formada por filitas que en ocasiones varían a pizarras de color verde, gris o morado, esquistos arcillo-carbonosos de color gris y cuarcitas. En general los depósitos corresponden a una alternancia de lutitas y areniscas de tipo flysch, metaconglomerados con fragmentos de cuarcita, esquistos y posiblemente rocas metavolcánicas; asimismo, existen calizas de color gris oscuro y rocas volcánicas en forma de derrames de lavas submarinas y tobas de composición andesítica y basáltica. Estas rocas volcá

nicas se les conoce como "rocas verdes" y fueron inicialmente descritas por Burckhardt y Scalia (1906). Esta secuencia se relaciona a un arco volcanosedimentario submarino, situado al poniente de la región (Carrillo Bravo, 1982).

Además de la localidad típica antes mencionada la Formación Zacatecas aflora en forma de ventanas en la región de -- Trinidad en la porción oriental del área del Estribo y San -- Francisco, así como en el cerro El Blanco, El Trejo y cerca -- del rancho El Encinito, estos dos últimos en el Estado de San Luis Potosí.

C) Sistema Jurásico

En la Cuenca Mesozoica del Centro de México no se ha detectado la presencia de rocas marinas del Jurásico Inferior, sin embargo, se han reportado sedimentos marinos con fauna al oeste de Río Verde y dentro de la cuenca, en la Sierra de -- Catorce (datos no confirmados). [Carrillo Bravo, op. cit.].

1. Jurásico Medio (Formación La Joya)

Se caracteriza por el depósito de sedimentos arcillo-arenosos rojos de tipo continental. Se considera a la formación La Joya del Jurásico Medio por la presencia de moluscos encontrados por Carrillo B. (1961) en la base de la formación. Su litología está integrada por un conglomerado de rocas volcáni

cas básicas y residuos de la Formación Huizachal, así como lutitas, areniscas y areniscas arcillosas de color rojo.

En Zacatecas, la localidad más representativa se localiza en la región de Peñón Blanco, pero los afloramientos más típicos se ubican en la Sierra de Catorce, S.L.P.

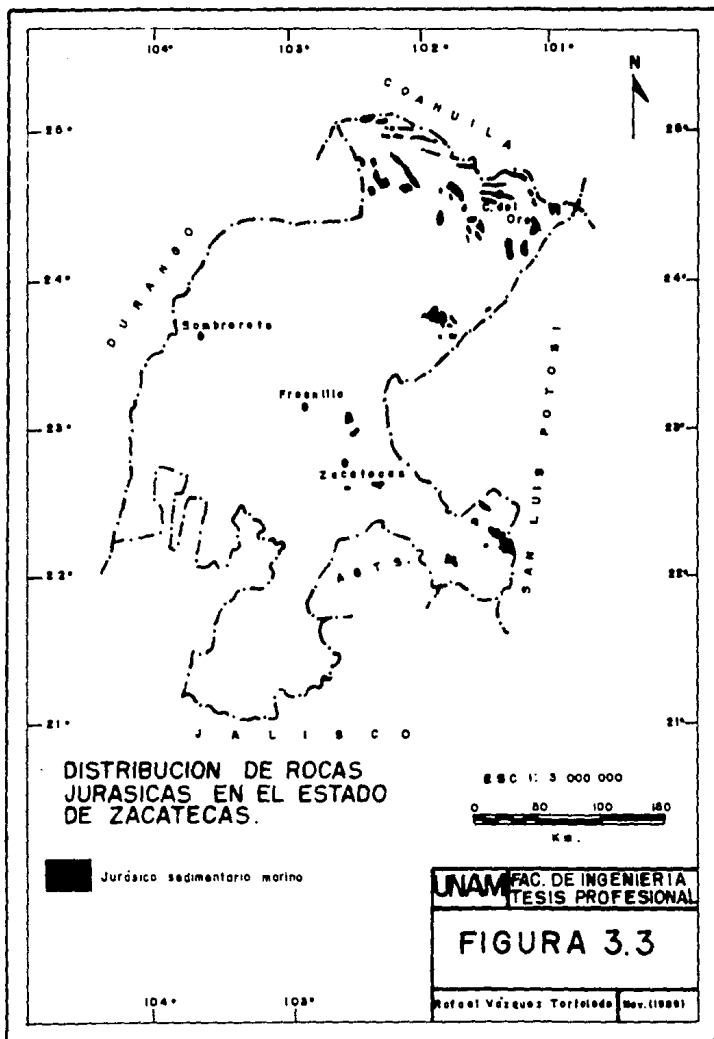
Jurásico Tardío

Durante el Jurásico Tardío da inicio un proceso de transgresión marina y con ello principia la sedimentación en aguas someras, representada por calizas biogénicas, calizas clásticas y dolomías de la Formación Zuloaga de edad Oxfordiano. -- Hacia finales del Jurásico Tardío (Kimeridgiano-Titoniano) la profundidad de la cuenca se incrementa, lo que favorece el depósito de un paquete formado por calizas arcillosas y lutitas pertenecientes a la Formación La Caja. (Figura 3.3).

2. Formación Zuloaga

Descrita inicialmente por Burchardt (1906) en la Sierra de Simón, en las proximidades de Mazapil, refiriéndose a una caliza de Nerineas. Imlay (1938) la define formalmente al designar como localidad tipo a la sierra de Sombreretillo a 4.5 kilómetros al NE de Melchor Ocampo, Zacatecas.

La Formación Zuloaga está constituida por una caliza - gris oscura masiva, con intercalaciones de dolomia gris-pardo,



calizas grises con estratificación media, con alternancia de lutitas y limolitas calcáreas compactas, laminares; los fósiles principales son Nerineas, Trigonía y Radiolarios (Martínez R., 1978).

Una de las características distintivas de esta formación es que por lo general ocupa la cima de las principales elevaciones de estructuras anticlinales, conformando pendientes -- abruptas, lo que contrasta notablemente con formaciones subyacentes. En las proximidades de la ciudad de Zacatecas, en la Sierra La Tinaja, la Formación Zuloaga cubre discordantemente a los lechos rojos de la Formación La Joya. El espesor en -- las cercanías de Concepción del Oro, medido por Rogers y Colaboradores (1957) fue de 400 metros. Con base en su posición estratigráfica y presencia de fósiles se le ha considerado de edad Oxfordiano Superior (Argoviano) hasta el Kimmeridgiano -- Inferior.

En la Sierra de Parras se le correlaciona con la Formación La Gloria, depositada alrededor del margen de la Península de Coahuila, con el Yeso Minas Viejas que es el equivalente lateral del miembro inferior de la Caliza Zuloaga, así -- como con los yesos de la Formación Olvido que se asocia a la parte superior de la misma (Martínez R. op. cit.).

3. Formación La Caja

Descrita originalmente por Burchardt (1906 y 1930) después de haber visitado y estudiado numerosas localidades de la porción centro y norte de México, Imlay (1938) la define formalmente al asignarle su localidad tipo en la vereda del Quemado, en el flanco sur de la sierra de La Caja, al norte de Mazapil, Zac.

La formación se compone de una serie de estratos que varían de limolitas calcáreas a margas y calizas, de estratificación de delgada a media, con estructura laminar, algunas capas de pedernal negro y capas fosfóricas.

De acuerdo a la variedad de espesores y de sus diferentes unidades litológicas, Rogers (1957) sugiere que los sedimentos se despositaron en una superficie caracterizada por una serie de abanicos y depresiones suaves.

Asimismo, Rogers (op. cit.) estudia esta formación en el área de Concepción del Oro y la divide en cuatro miembros con el fin de determinar el contenido de fosfato. El primer miembro "A" es la más antigua de la formación y probablemente se depositó hacia fines del Oxfordiano Superior y Kimmeridgiano Inferior; estas capas consisten de limolitas, limolitas con pedernal y caliza negra; su espesor varía de 10 a 45 metros. El miembro "B" se considera del Kimmeridgiano Medio-Su

perior y consiste de calizas arcillosas de color grisáceo, en capas de espesor delgado a mediano, con restos de amonites y pelecípodos; su espesor varía de 20 a 65 metros. El miembro "C" contiene la mayor proporción de fosfatos; está formada por pedernal con fosforita y pedernales calcáreos fosfatados. El espesor de esta unidad varía de 1.5 a 20 metros y su edad asignada es del Portlandiano; el miembro "D" se le atribuye una edad Portlandiano Superior al Titoniano y se sitúa en la parte superior de la Formación La Caja conformando la siguiente litología, limolita calcárea de color gris con lentes de pedernal; su espesor varía de 15 a 40 metros.

La Formación La Caja se ha identificado en varias localidades muy distantes entre sí, por lo que probablemente se encuentre en gran parte de la porción central del Geosinclinal Mexicano. Se caracteriza por su presencia en estrechas fajas alrededor de los núcleos de los anticlinales, así como por formar puertos de erosión. Imlay (1938) midió una sección de esta formación en la sierra de Sombreretillo; (Martínez R. - op. cit.) la reconoció al sur de Melchor Ocampo, en el flanco meridional del anticlinal de Zuloaga.

Por su posición estratigráfica y de acuerdo a los fósiles reconocidos, se le ha asignado una edad que va del Oxfordiano al Titoniano. Además se le correlaciona con la Formación La Casita, con su equivalente de facies costeras de la Formación Trancas y la Formación Toma de la Cuenca Tampico-Misantla -

entre otras.

4. Formación Chilitos

De Cserna (1976) propone esta unidad la cual se ubica en el arroyo Chilitos aproximadamente a cuatro kilómetros al sur de Fresnillo, definiéndola como lavas almohadillas y lahares de posible edad Triásico Superior.

Estudios posteriores realizados por Cuevas Pérez (1985) la redefinen estableciendo que se trata de una unidad litoestratigráfica formada por lavas, lavas almohadilladas, lutitas silíceas; estas últimas con algún contenido tobáceo. Una de las causas determinantes para reconsiderar la edad fue su contenido faunístico, observándose amonites característicos del Portlandiano al Berriasiano.

Esta unidad aflora en el área de Francisco I. Madero - - (Los Gringos); también se conoce en la región de Fresnillo y hay evidencias de su existencia por confirmar en la zona de - - Pastoría.

D) Sistema Cretácico

El hundimiento lento y tranquilo de la naciente cuenca del centro de México, se inició durante el Jurásico Tardío y favoreció la sedimentación marina de calizas de plataforma -- que continuó durante el Neocomiano. Independientemente, du--

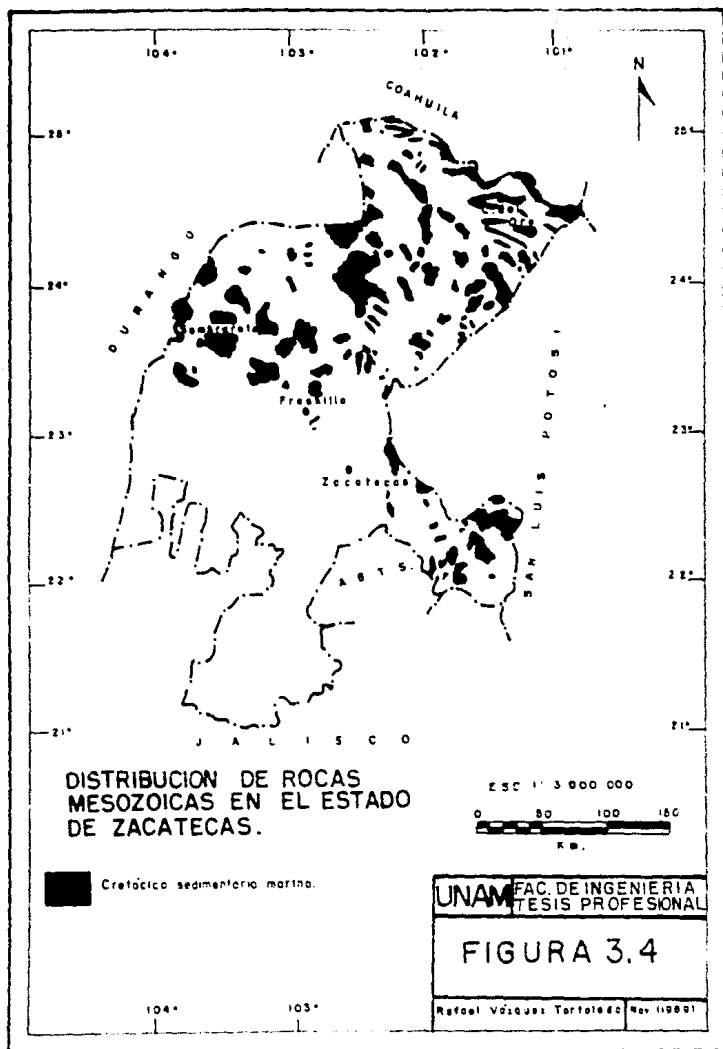
durante el Valanginiano se inició el aporte de terrígenos sobre otra cuenca; posteriormente, estos sedimentos paulatinamente se tornaron más carbonáticos. Las dos cuencas se unificaron durante el Albiano y Cenomaniano. (Figuera 3.4).

En el Cretácico Medio aconteció una etapa orogénica que culminó a finales del Cretácico e inicios del Terciario, conocida como Orogenia Laramide.

Durante el Turoniano la sedimentación de terrígenos fue mayor, pero también se depositaron sedimentos de carácter marginal.

Cretácico Inferior

Como anteriormente se esbozó, durante el Neocomiano, Aptiano y Albiano-Cenomaniano, en la cuenca mesozoica del centro de México persistió la subsidencia, lo que provocó el depósito de una sección carbonatada que alterna con algunos paquetes arcillosos de más de 900 metros de espesor. Hacia la región de Fresnillo el Neocomiano cambia a facies arcillo-arenosa de tipo turbidítico asociado a rocas volcanoclásticas y lavas almohadilladas de composición basalto-andesítica; con base en la litología anterior se tiene la evidencia de la proximidad a esta zona del arco volcánico y la influencia que tuvo durante el Cretácico Inferior en el occidente de México (Carrillo Bravo, 1982).



Las formaciones representativas del Cretácico Inferior - son: Fresnillo, Taraises, Cupido, Peña, Aurora y Cuesta del - Cura.

1. Formación Fresnillo (Informal) PEMEX
Formación Valdecañas, De Cserna (1976)

Exploraciones realizadas por PEMEX en el área de Fresnillo en el cauce del arroyo Prieto o del Paleo, reportaron un paquete de sedimentos formados por una alternancia de areniscas y lutitas de color verde, las cuales presentan un leve metamorfismo. Hacia la parte media del afloramiento se observan calizas arcillo-arenosas que alternan con lutitas y areniscas; la estratificación varía de delgada a mediana y se estima un espesor de 200 metros aunque no se ha detectado ninguno de sus contactos.

Casi contemporáneo a este reporte de PEMEX, De Cserna -- (1971) describe una estructura almohadillada de derrames básicos submarinos lo que indicaría un ambiente de arco de islas, definido en 1976 como Formación Valdecañas de 700 metros de espesor. Dicha formación presenta una secuencia de grauvacas grises con estratificación delgada e intercalaciones de lutitas verdes.

Con base en las amonitas recolectadas en el área, Cantú - Chapa (1985) identificó algunas especies de Distoloceras - -

(Mexicanoceras y Taraisites sp.) de edad Aptiano-Neocomiano.

2. Formación Taraises

Imlay (1936) define formalmente como Formación Taraises a una secuencia calcárea y calcáreo-arcillosa de edad Valanginiana estudiada en el cañón de Taraises, en la parte occidental de la Sierra de Parras. Se presenta en su parte basal -- como una caliza de estratificación delgada a media de color gris azulado, intercalada con lutitas en horizontes delgados; hacia su contacto superior la caliza aumenta su espesor gradualmente volviéndose casi por completo masiva, manifestando franjas con nódulos de pedernal.

La fauna presente consiste de foraminíferos del tipo del Olcostephanus sp., Bochianites sp. y Distoloceras sp. Apoyados en la litología y en su fauna se le ha inferido un ambiente de depósito de facies extralitorales de mares someros y -- circulación restringida; la evidencia puede ser la presencia de pirita. Posiblemente, se presentaron cambios en la elevación del terreno o en el clima puesto que se observan capas de material clástico.

La Formación Taraises está ampliamente distribuida en la Cuenca Mesozoica del Centro de México; aflora en las Sierras de Rocamontes, El Mezquite, Las Tapias y El Pedregoso. Su espesor promedio varía de 150 a 180 metros. Su contacto infe--

rior está bien definido con la Formación La Caja, mientras el superior es concordante y transicional con la Caliza Cupido.

Es correlacionable con la Formación Navarrete de la cuenca de Chihuahua, la Formación Barril Viejo y La Mula del norte de Coahuila y la Formación Carbonera del norte de Durango. De acuerdo a sus relaciones estratigráficas y contenido faunístico se le ha considerado dentro de los pisos Berriasiano-Hauteriviano.

3. Formación Cupido

Definida formalmente por Imaly (1937), cuya localidad tipo se localiza al norte de una de las paredes del cañón del Mimbres, en la porción central de la Sierra de Parras; la unidad consiste en una secuencia calcárea de estratos delgados a gruesos de color gris y con algunas concreciones de pirita.

La litología consiste de una caliza gris, su textura es fina y sus estratos varían de gruesos a masivos; presenta bandas y nódulos de pedernal, así como pirita diseminada y concreciones de hematita; además, son notables, las líneas estiolíticas en los estratos. La formación es muy homogénea, pero localmente muestra algunas capas delgadas de lutitas y limolitas calcáreas.

Al establecer los parámetros sedimentológicos de esta -- formación se infiere que su ambiente de depósito fue normal - en condiciones infranerfíticas con circulación restringida, en un sistema reductor, lo que provocó la formación de pirita.

La Formación Cupido sobreyace a la Formación Taraises y subyace a la Formación Peña, ambos contactos están bien definidos. A nivel regional sus espesores son muy variables. Es correlacionable con las Formaciones Tamaulipas Superior, Las Vigas y Parritas del occidente de la Sierra de Parras, así -- como con la parte baja de la Formación El Abra de la cuenca - Tampico-Misantla.

La presencia de fósiles no es definitiva para definir su edad; sin embargo, con apoyo en las relaciones estratigráficas se le ha considerado de edad Hauteriviano Superior-Aptiano Inferior.

4. Formación La Peña

Definida por Imlay (1936) en el flanco septentrional de la Sierra de Taraises, a 4.8 kilómetros hacia el sur del estado de Coahuila.

Imlay (op. cit.) determinó en la Formación La Peña los - miembros inferior y superior, El primero lo describe como una caliza gris de estratificación media a gruesa, con nódulos de

pedernal y concreciones de pirita, además de presentar algunas intercalaciones de lutitas. La parte superior está formada por calizas arcillosas de estratificación delgada con intercalaciones de lutitas. Estudios paleontológicos de amonites y microfósiles, sitúan a esta formación como del Aptiano Superior (Cantú Chapa, 1962; Contreras y M., 1977).

Su distribución es amplia en la porción NE de México; en ocasiones es una formación indicativa debido a su marcado contraste con las formaciones que la sobreyacen y subyacen.

La litología de la Formación La Peña está constituida de calizas, limolitas y margas. Las calizas son de estratificación media color gris a gris oscuro; las limolitas son calcáreas de color rosado y forman cuerpos de 10 a 30 cm; las margas por su parte son de color rosado, en estratos delgados de 10 a 20 cm. de espesor y presentan bandas y lentes de pedernal negro interestratificado de 5 a 10 cm. de espesor.

El ambiente de depósito posiblemente se llevó a cabo en aguas someras, con gran aporte de terrígenos provenientes de zonas positivas afectadas por los movimientos verticales durante el Aptiano.

La Formación La Peña se le correlaciona con las formaciones: Cuchillo en el valle del río Conchos, Chih., Tamaulipas Superior de la cuenca Tampico-Mi^zantla, Las Uvas de Acatita y con el horizonte Otates.

Esta unidad es subyacida por la Formación Cuesta del Cura en forma concordante y subyace a la Formación Cupido en contacto concordante y transicional. Su posición estratigráfica ha sido determinante para definir su edad. Los datos aportados por Rogers et al. (1957) con relación a su contenido faunístico indican una edad Aptiano y principios del Albiano.

5. Formación Aurora

Burrows (1910), describe un paquete de rocas sedimentarias formado por calizas compactas de color gris, que al - - intemperismo adquieren un color gris amarillo, cuya estratificación varía de mediana a gruesa y alterna con horizontes de calizas finamente laminares de color gris oscuro, presenta - algunas bandas de pedernal. Estas rocas fueron definidas - - como Formación Aurora con su localidad tipo en la Sierra de - la Aldea, a lo largo del cauce del Río Conchos, al NE de Chihuahua. La formación se caracteriza además por presentar en su parte superior estratos gruesos de caliza conglomerática. Dentro del estado de Zacatecas, los afloramientos más conocidos se localizan en los distritos de La Blanca, Villa de Cos y en las proximidades de Noria de Angeles.

La Formación Aurora suprayace en forma transicional a la Formación La Peña, e infrayace de la misma manera a la Formación Indidura. Asimismo se correlaciona en edad y sedimentología con las Formaciones Cuesta del Cura y Tamaulipas Supe-

rior. La edad de la Formación Aurora fue establecida por - - Imlay (1936) y Rogers (1957) como del Albiano Medio, con base en la indentificación de amonitas de los géneros *Hystero*ceras, *Mortoniceras*, *Turrillites* y *Ancyloceras* *Zacatecanum*.

Su ambiente de depósito se realizó en condiciones marinas someras que permitieron la formación de ambientes arrecifales, presentándose la depositación de sedimento micrítico con abundante fauna pelágica, (Escamilla H., 1986).

6. Formación Cuesta del Cura

Imlay (1936) describió esta formación como una secuencia de calizas arcillosas de estratificación delgada, ondulante - de forma irregular. Su localidad tipo se establece a 6.5 kilómetros al W de la población de Parras, Coah., en la Cuesta del Cura.

Litológicamente esta formación se define como una secuencia de calizas arcillosas de estratificación delgada a media; presenta intercalaciones de capas delgadas de lutitas así como nódulos y bandas de pedernal.

Los estudios petrogenéticos realizados en esta formación proporcionan las bases para inferir el ambiente de depósito, - el cual revela que al finalizar la sedimentación de las Formaciones Cupido y La Peña, predominaron, en un lapso relativamente

te corto, condiciones marinas someras que permitieron la formación de ambientes marinos arrecifales de plataforma, bajo la influencia de una rápida subsidencia durante el Cretácico Medio.

Esta Formación suprayace en forma transicional a las Formaciones La Peña y Cupido, e infrayace de la misma manera a la Formación Indidura. Su espesor es variable ya que mientras en la Sierra de San Jerónimo alcanza como máximo 350 m, en la Sierra Sombreretillo y La Cañada del Aire presenta 120 y 220 metros respectivamente (Rogers et al, 1961).

Su edad fue establecida por Burckhardt (1930), Imlay (1936) y Rogers (1957) con base en la descripción de Amonitas de los géneros Oxytrophidoceras, Hystoceras, Mortonicerias, Ancyloceras, siendo dichas especies características de los pisos Albino-Cenomaniano Inferior.

La Formación Cuesta del Cura es correlacionable con las Formaciones Aurora y Tamaulipas Superior.

Cretácico Superior

El Cretácico Superior se distingue por estar formado por una secuencia de sedimentos arcillo-arenosos en su base, característicos de la Formación Indidura así como por una alternancia de material arcillo-arenoso de tipo flysch en su cima que

representa a la Formación Caracol. Se estima que este paquete tiene un espesor promedio algo mayor de los 1 000 metros, el cual ha sido interpretado como el final de la depositación marina en el área. Los sedimentos de tipo flysch proporcionan la evidencia de los primeros movimientos orogénicos en la región (Carrillo B., 1982).

7. Formación Indidura

Kelly en el año de 1936 describe esta unidad litoestratigráfica en el área de Delicias, Coah., en el flanco oriental del Cerro de la Indidura y la define como una secuencia de lutitas y caliza fracturada que cubren la Formación Aurora.

Por otra parte Imlay (1936-1938) ratifica esta definición apoyado en trabajos realizados en la Sierra de Parras y en la parte norte de Zacatecas, donde la Formación Indidura cubre a la Formación Cuesta del Cura y subyace a la Formación Caracol.

Su distribución es bastante amplia en esta región del país; morfológicamente se le puede indentificar en pequeños lomeríos o en las partes más bajas de las sierras. Se estima un espesor promedio de 200 m.

La Formación Indidura presenta un marcado cambio de litofacies, por lo cual se le ha dividido en dos miembros: El In-

ferior con un espesor aproximado de 40 metros, formado por calizas arcillosas de estratificación delgada, presenta un aspecto lajeado, probablemente por el contenido de arcillas. Este miembro se caracteriza por la presencia de delgados horizontes de lutitas de color rojizo casi en el contacto con la Formación Cuesta del Cura.

Con relación al Miembro Superior está constituido por lutitas carbonosas en capas delgadas muy fracturadas. Es notorio el aumento de sedimentos terrígenos a medida que se pasa a la Formación Caracol.

El proceso de formación del paquete litoestatigráfico -- descrito hace suponer su depósito en una cuenca abierta que se profundizaba hacia el occidente. La similitud de la Formación Indidura con la Cuesta del Cura sugiere que prevalecieron en este tiempo condiciones semejantes de profundidad, mientras -- que en la parte oriente de la cuenca la sedimentación de terrígenos presenta un incremento gradual; esto sugiere que el depósito se llevó a cabo en las proximidades a la zona de talúd.

Kelley (1936) determinó una edad Albino Superior-Turoniano Inferior apoyado tanto en su contenido faunístico (*Inoceramus* sp. e *Inoceramus Labiatus*) como también en su posición -- estratigráfica. Pero Tardy (1974), al realizar trabajos en la Sierra de San Julián detectó fauna del tipo *Rotolipora Apeninica* y *Rotolipora Cushomani* y modificó su edad, como del Cenoma-

niano Inferior-Turoniano Superior.

La Formación Indidura se correlaciona en edad y características litológicas con las Formaciones Soyatal, Agua Nueva.- A su vez es contemporánea con la parte superior de la caliza - El Abra y de la Formación Tamabra.

8. Formación Caracol

Esta formación fue definida por Imlay (1937). Su localidad tipo se encuentra en el arroyo del Caracol, en la Sierra - del Angel, en el extremo oriental de la Sierra de Parras, - - Coah., donde el autor describe una secuencia de 780 metros, -- formados por tobas desvitrificadas, lutitas y calizas que - - sobreyacen concordantemente a la Formación Indidura.

Se presenta ampliamente distribuida en la región, está - expuesta en los valles sinclinales que separan a las sierras;- un ejemplo característico se tiene en el gran valle que divide a las sierras de Sombreretillo y Zuloaga donde alcanza un espesor de 100 y 200 metros, mientras que en el flanco septentri-
onal de la Sierra de La Caja se obtuvo un espesor aproximado de 1 050 metros.

La unidad consiste en una secuencia terrígena de arenis-
cas de estratificación delgada a media intercalada con limoli-
tas, lutitas y lutitas calcáreas; en menor proporción se iden-

tifican calizas arcillosas, margas y conglomerados.

Estratigráficamente la Formación Caracol descansa en forma concordante y transicional con la Formación Indidura; este contacto se define claramente por el cambio de litología entre las areniscas de la Formación Caracol y las calizas de la Indidura. La lutita Parras le sobreyace en forma concordante y -- transicional; se observan claramente sus límites los cuales se definen donde desaparecen las areniscas.

La abundancia de terrígenos y sus características texturales son los indicios que hacen suponer que se trata de una secuencia de tipo flysch, lo que es indicativo de que en la -- zona imperaba un período de inestabilidad tectónica. Este fenómeno se relaciona con el inicio de la Orogenia Laramide -- (Tardy, 1974).

La edad de la Formación Caracol fue establecida en base a su contenido faunístico por Imlay (1937), Ulloa, S. (1952), Rogers (1957) y Wollbrechtshausen (1968) y la sitúan entre los pisos Coniaciano, Santoniano, Campaniano y Maestrichtiano.

En trabajos realizados posteriormente por alumnos de la Facultad de Ingeniería, (1976: Prospecto La Mancha), se colectaron fósiles del género *Inoceramus Labiatus*, *Inoceramus Opa--lensis* e *Inoceramus Hercynicus*, que se tomaron como índice -- para determinar esta formación dentro de los pisos Turoniano - Superior-Santoniano.

bien definido en donde se hacen más patentes las areniscas de la formación subyacente. Con lo que respecta a su límite superior, éste se presenta en forma discordante, cubierto por sedimentos recientes.

Con base en las características litológicas se infiere - que la Formación Parras se depositó en una cuenca de aguas someras y circulación restringida; en un ambiente reductor, con un aporte de material en forma de lodos calcáreos y contribución de terrígenos provenientes de áreas positivas, las cuales se vieron afectadas por los primeros movimientos tectónicos -- producto de la etapa precoz de la Orogenia Laramide.

Debido a la casi total ausencia de fósiles existen ciertas dudas para asignar con exactitud su edad. Rogers (1957) - apoyado en la posición estratigráfica de la formación, le otorga una edad del Santoniano; sin embargo, es frecuente ver que a la Lutita Parras se le da un rango mayor en tiempo que va -- del Santoniano al Maestrichtiano.

Por otra parte, la Formación Parras es correlacionada -- con la Formación Caracol, San Felipe y con la Austin del NE de México.

E) Sistema Terciario

Afectado por la Orogenia Laramide de finales del Cretácico y principios del Terciario, el altiplano sufrió un levantamiento lo que originó una intensa erosión que provocó una secuencia de depósitos continentales. Por otra parte se tiene casi contemporánea a estos eventos la presencia de una gran actividad ígnea, representada por una gran gama de rocas ígneas intrusivas y extrusivas. Dos eventos magmáticos adicionales sucedieron durante el Eoceno-Oligoceno y el último en el Mioceno-Plioceno, así se marcó un acontecimiento geológico de gran relevancia en la formación, evolución y mineralización de la región.

1. Formación Ahuichila

Descrita por primera vez por Kellum (1932), posteriormente estudiada por Imlay (1938), y ratificada por Rogers et al, (1961), la Formación Ahuichila fue definida en el poblado del mismo nombre, muy próxima al punto donde convergen los estados de Durango, Coahuila y Zacatecas.

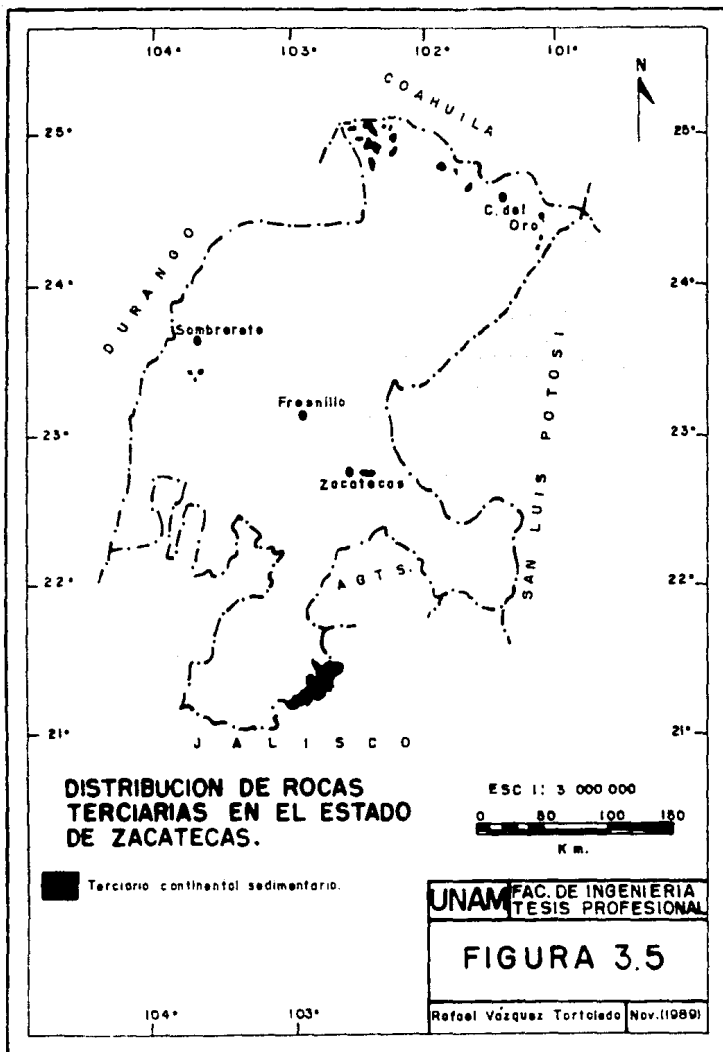
Los principales afloramientos se encuentran en las localidades conocidas como El Pasaje, y al SE de Cuencamé. Estructuráficamente sobreyace a las rocas mesozoicas plegadas, mientras que su contacto superior se establece con rocas volcánicas Terciarias, aunque en la mayoría de los casos éste se presenta como una superficie de erosión.

En la localidad tipo se distinguen dos miembros; la inferior constituido por material tobáceo y arenoso interestratificado, deleznable que va migrando hacia su parte superior con un cambio en el que presenta delgadas capas de yeso, así como un angosto horizonte de material carbonoso con la presencia de vegetales fósiles. Mientras que para el miembro superior su composición es de un conglomerado compacto, fuertemente cementado, formado por guijarros de caliza, arenisca, pedernal y clastos de rocas volcánicas.

Su distribución es amplia en la parte norte del Estado, se tienen muy buenos afloramientos cercanos a la región de Mazapil, donde según Rogers y colaboradores (1961) alcanza un espesor de 200 m. (Figura 3.5).

De Cserna (1956) define a la Formación Ahuichila como un depósito de tipo Molasse. Posteriormente, Tardy y otros (1975-1976), con base a estudios estratigráficos, sugieren que dicha formación ha sido afectada por fenómenos tectónicos, dada la presencia de pliegues y los cambios de inclinación de algunas capas.

Su edad no se ha establecido exactamente ya que no existe la presencia de fósiles. Sin embargo, con base en su posición estratigráfica se le considera del Eoceno al Mioceno Temprano; se correlaciona con el Conglomerado Rojo de Zacatecas, Guanajuato y Santa María del Oro, Dgo.



2. Conglomerado del Terciario Inferior

Este nombre fue asignado a un delgado espesor de 10 metros de un conglomerado, que fue estudiado por alumnos del IPN (1986) para la elaboración de su trabajo de Tesis de Licenciatura. Su localidad fue definida en el cerro Los Fierros, - al NE de Cañitas de Felipe Pescador sobre una área de 100 m².- Dicho conglomerado suprayace en forma discordante a la Formación Zacatecas y subyace de la misma manera a derrames ignimbríficos.

Esta unidad litológica la forma un conglomerado muy compacto, constituido por fragmentos bien clasificados cuyo origen proviene de radiolaritas y calizas. Su edad se ha asignado en función de su posición estratigráfica y queda comprendida entre el Paleoceno Tardío-Eoceno.

Es correlacionable con la Formación Ahuichila y el Morro del noreste y centro de México. Su génesis se relaciona a sedimentos postorogénicos (molasa) derivados de rocas sedimentarias silíceas y calcáreas.

3. Conglomerado Rojo de Zacatecas

Se localiza en el borde del cerro de la Bufa, muestra una tendencia en dirección sur. Los clastos de rocas que lo forman posiblemente provienen de las rocas marinas deformadas, ubicadas al W de Zacatecas; los fragmentos de color verde deri

van de las andesitas que subyacen al mismo conglomerado. Sobre yacen a estas rocas algunos cuerpos riolíticos como los que -- afloran en el lado sur del cerro de la Bufa. (Figura 3,5).

Su edad determinada por su posición estratigráfica se le ha asignado del Eoceno al Oligoceno. Se correlaciona con la - Formación Ahuichila y el Conglomerado Rojo de Guanajuato.

F) Sistema Cuaternario

En términos generales se puede definir a este sistema -- como el horizonte formado por rellenos y suelos producto de la erosión de las rocas preexistentes en la región que dan origen a un material clástico no consolidado formado por gravas, - - arenas, limos y depósitos lacustres constituidos de arcillas y arenas. También debe considerarse la aportación de material - tobáceo de tipo basáltico, producto del vulcanismo cuaternario.

Todos estos materiales se encuentran cubriendo las grandes depresiones intermontanas, los extensos valles sinclinales, así como los pisos de los numerosos cañones dentro de las cordilleras.

G) Rocas Igneas

Se han identificado una gran variedad de rocas igneas, - de diferentes edades, composiciones y orígenes; sin embargo, - la mayor frecuencia se tiene en la porción S y SW del mismo. -

Es por demás manifestar la importancia de estas rocas y su distribución en el área, puesto que se les asocia a un sinnúmero de yacimientos minerales generados a través de la actividad -- volcánica o plutónica.

Las rocas ígneas extrusivas se presentan en forma de brechas, tobas, derrames riolíticos, ignimbritas, andesitas y - - derrames basálticos, que morfológicamente se observan en grandes afloramientos y en mesetas de bordes escarpados, las cuales cubren discordantemente las rocas cretácicas. La edad estimada de esta secuencia volcánica se establece dentro del - - Terciario (Eoceno-Mioceno). Para los basaltos alcalinos que cubren las ignimbritas miocénicas en el área de Durango y Zacatecas, asociados con la formación de los bolsones se le atribuye una edad Plioceno-Cuaternario.

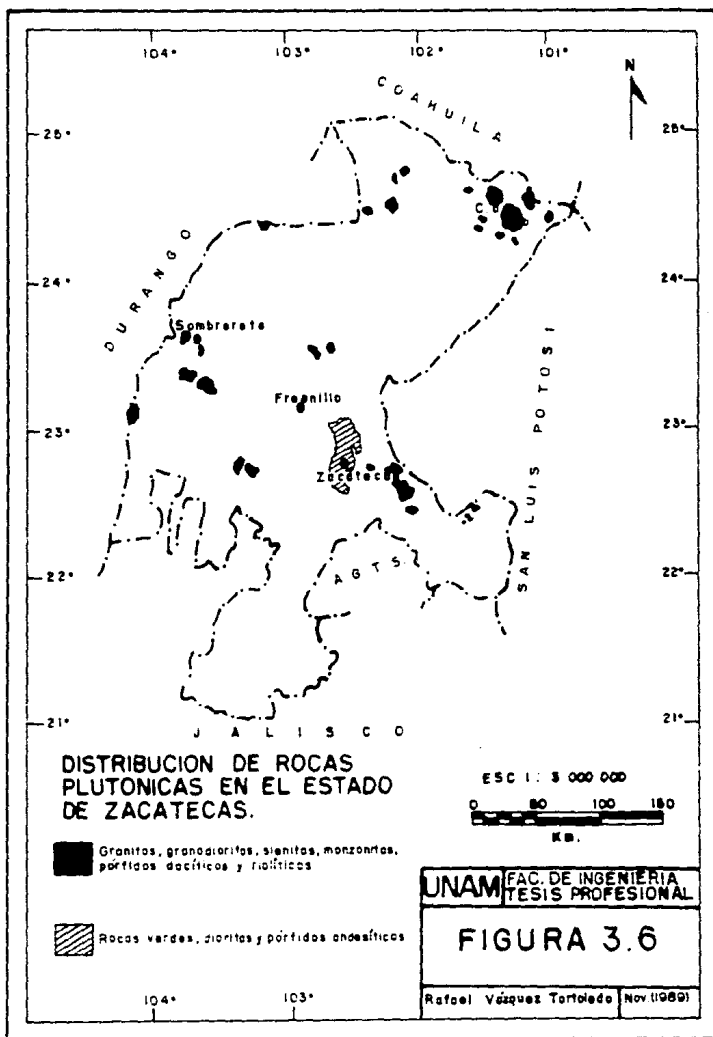
Dentro del Estado es poco común observar la presencia de rocas ígneas extrusivas más antiguas; no obstante, existen los afloramientos de rocas metavolcánicas de la Formación Rodeo de edad Paleozoica Tardío-Triásico Temprano. Por otra parte, en la región de Zacatecas, Zac., se manifiestan las rocas volcánicas representadas por lavas almohadilladas intercaladas con -- sedimentos triásicos y se repite el mismo evento para el Neocómicano en la zona de Fresnillo.

Los cuerpos ígneos intrusivos más comunes son granitos, - granodioritas, dioritas, cuarzomonzonitas, sienitas, riolitas -

y andesitas hipabisales, se hacen presentes en forma de apófisis, diques, diquestratos y troncos de diferentes dimensiones; estos cuerpos están distribuidos en toda la Mesa Central, - - pero más abundantes y de mayor magnitud frente a la Sierra -- Madre Occidental. (Figura 3.6).

En la porción del estado de Zacatecas que ocupa parte de la provincia de la Sierra Madre Occidental, se presenta el -- dominio de los grandes paquetes de rocas extrusivas del Terciario y algunos cuerpos intrusivos de supuesta edad Paleoceno-Eoceno. Es común observar brechas, tobas, ignimbritas, - coladas riolíticas, andesíticas y basálticas. Con relación a los cuerpos intrusivos varían de monzonitas, dioritas y diabasas, en forma de troncos, cuellos volcánicos, apófisis, etc.

Por otra parte, en la Sierra Madre Oriental, al norte -- del Estado predominan rocas de origen intrusivo, producto de la ruptura cortical de la Revolución Laramide a fines del Cretácico y principios del Terciario. Este evento provocó la -- formación de grandes intrusiones en forma de batolitos, troncos, chineneas, mantos, diques y diquestratos, localizados en la porción central del Geosinclinal Mexicano. En esta región según Rogers (1961) se presenta una sección delgada de sedimentos jurásicos y cretácicos que favoreció el emplazamiento de dichos cuerpos, los cuales se alojaron en los núcleos de - los anticlinales y los planos de fallas y fracturas para generar una extensa mineralización. Como ejemplo de estos even--



tos se tiene la intrusión de pórfidos andesíticos al N y NE - de Melchor Ocampo, emplazados en la Formación Caracol sobre una área de 13 Km²; el área de Teyra donde la roca dominante es una sienita de hornblenda que forma el Pico de Teyra, y la Sierra de Concepción del Oro, cuyas rocas intrusivas se alojaron en el núcleo de los anticlinales, de la Formación Zuloaga. (Ver Fotografía 3-1).

Las rocas ígneas extrusivas de la Sierra Madre Oriental, en la porción que pertenece a Zacatecas, están representadas principalmente por una formación riolítica cuyos afloramientos se localizan en la parte N de Concepción del Oro, donde coronan los casquetes de los cerros o en forma de lomeríos. En el área de Teyra en su parte SW aflora una serie de derrames de basaltos que cubren una amplia zona.

La edad de esta actividad volcánica en la región es posterior al emplazamiento de los cuerpos intrusivos; coinciden más bien con el vulcanismo del Mioceno que dio origen a la Sierra Madre Occidental. (Figura 3.7).

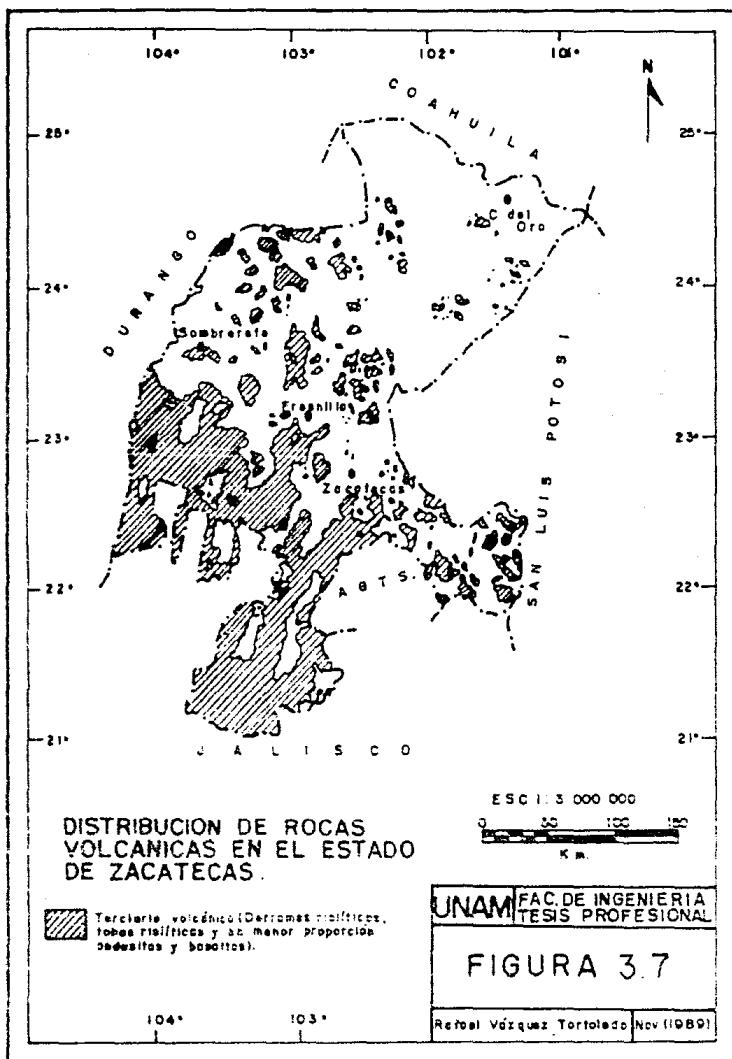
En la provincia de la Mesa Central existen rocas extrusivas e intrusivas de diferentes composiciones, formas y edades. Las rocas extrusivas se presentan en forma de tobas, brechas, ignimbritas, andesitas, emisiones riolíticas y basálticas, -- siendo su posible edad Oligoceno-Mioceno. (Ver Fotografía 3-2).



Fotografía 3.1. Arrinal. --
Afloramiento de un cuerpo -
cuarcimonzonítico en la re-
gión de Pastoria, al sureste
del estado.



Fotografía 3.2. Sahajol. --
Andesitas expuestas en área
de Francisco I. Madero, 15
km al NW de la ciudad de --
Zacatecas.



Las rocas ígneas intrusivas de la provincia son muy diversas, tanto en composición y distribución (además de estar muy relacionadas a fenómenos de mineralización) presentándose granitos, granodioritas, cuarzomonzonitas, andesitas y riolitas hipabisales.

Las localidades más comunes donde se tiene la presencia de rocas ígneas intrusivas dentro de la provincia de la Mesa Central son las siguientes: La Blanca, Ojocaliente, Sombrerete, Chalchihuites, Pinos, Guadalupe, Fresnillo, Zacatecas, -- Nieves, Villa de Cos, Pico de Teyra y Cuauhtémoc.

H) Rocas Metamórficas

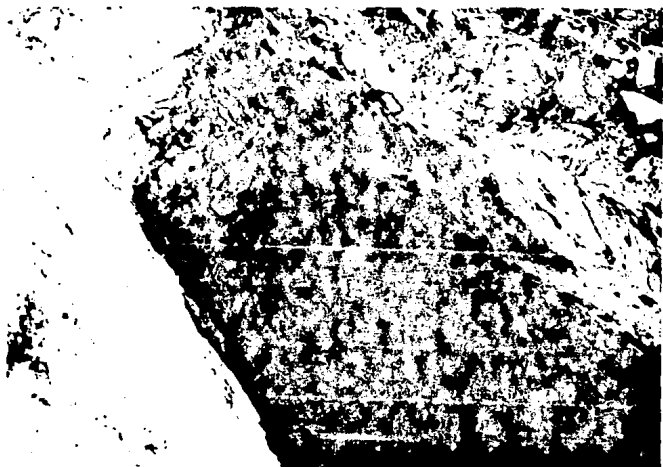
En general las rocas metamórficas no alcanzan un nivel significativo dentro de la geología regional del estado de -- Zacatecas. Se presentan dos tipos de metamorfismo, el primero de origen regional el cual afectó a la secuencia de rocas Paleozoicas (?) y Triásicas, las cuales fueron tratadas al -- principio del capítulo, siendo éstas el Esquisto Caopas, el -- Esquisto Zacatecas, la Formación Rodeo y la Formación Taray. -- Fernández L. (1982) realizó estudios detallados sobre estos -- metasedimentos sugiriendo que estas rocas fueron afectadas -- por dos períodos de deformaciones, durante el Jurásico Temprano y el Cretácico Tardío. Dataciones por potasio-argón en la moscovita de las filitas, revelan edades de 74.8 ± 1.5 y -- 73.2 ± 1.5 millones de años para el segundo episodio de meta-

morfismo. En términos generales todas estas rocas se han clasificado dentro de las facies de esquistos verdes. (Fotogra--
fía 3.3).

El segundo tipo de metamorfismo corresponde al de contacto encontrándose obviamente en las aureolas de metamorfismo - de las numerosas intrusiones que se observan en el altiplano. Dichas aureolas presentan en términos generales composición - de tactita de granate, hornfels calcáreo y caliza recristali-
zada y marmorizada. Como ejemplo, se tiene al oriente de la ciudad de Zacatecas, al N del municipio de La Blanca en el --
cerro de las Tetillas depósitos de Kollastonita y rocas cor--
neanas, como una consecuencia del emplazamiento del granito - de San José en las calizas de la Formación Cuesta del Cura --
(Vázquez T, 1987). (Ver Fotografía 3.4).



Fotografía 3.3. Horizontes de esquistos en la zona de Pastoria, como un ejemplo de metamorfismo regional.



Fotografía 3.4. Ejemplo de metamorfismo de contacto entre las calizas Cuesta del Cura y el granito San José, en el cerro de las Tetillas. Se observa parte de la mineralización de Wollastonita.

III.2. EVOLUCION TECTONICA

III.2. Evolución Tectónica

En el presente subcapítulo se interpretará de una manera general, la secuencia de eventos sobre la evolución tectónica de México. Además, se realizará una reconstrucción tectónica de la provincia fisiográfica de la Mesa Central y sus alrededores.

III.2.1. Tectónica de México

Una serie de teorías e hipótesis se han generado con relación a la evolución tectónica de México. Coney, P. - (1983) propone un mapa tectono-estratigráfico preliminar -- donde ilustra la distribución de los terrenos más importantes que conforman el basamento de México. En principio, se ñala que en la parte NW (Sonora y Chihuahua) existen vestigios del Cratón de Norteamérica, representado por un basamento precámbrico autóctono. A la región E de México Coney (op. cit.) propone como terreno Sierra Madre, en el cual -- ubica el estado de Zacatecas y sugiere que esta amplia región está formada por una porción del basamento Precámbrico con una cubierta paleozoica.

La colisión que sufrió América del Norte, América del Sur y África durante el Paleozoico Tardío, provocó que el este y sureste de México se incorporara al cratón de América del Norte y sus efectos quedaron de manifiesto en la formación del cinturón orogénico Oachita-Marathon y su prolon-

gación en México (Graham et. al. 1975).

Para el Triásico Superior debido a la influencia de -- una zona de "rift" se inicia la separación de América del Norte, América del Sur y Africa. Desde el sur de México -- hasta el noroeste de California se genera una falla trans-- forme la cual se le asocia a un alargamiento consecuencia -- del "rift". Dicha falla presentaba un movimiento izquierdo, a esta estructura se le conoce con el nombre de "Megashear" Mojave-Sonora y su origen y evolución aún no se entienden -- con claridad. (Anderson y Silver, 1979).

Sobre la margen del Pacífico se originan arcos magmáti-- cos los cuales en la porción norte de América se presenta-- ron de tipo submarino, mientras que en la parte sur fueron -- de tipo continental. Estos arcos continentales conformaron depósitos volcano-sedimentarios de edad Jurásico.

Los acontecimientos más importantes a nivel regional -- en México durante el Jurásico son: la apertura del Golfo de México, producida por un alargamiento intra-continental se-- guido por un lapso corto de formación de corteza oceánica, -- (Dickinson y Coney, 1980), cuyo efecto se manifiesta en el -- desplazamiento de la península de Yucatán la cual se encon-- traba muy próxima al sur de Texas. Como consecuencia de -- este fenómeno se originó la invasión de los mares Jurásicos sobre el norte y noreste de México, delineándose así el -- patrón paleogeográfico y de sedimentación típicos del Meso-

zoico. La apertura del Golfo de México finalizó antes del Jurásico Tardío, casi contemporáneo a este hecho concluyó - el desplazamiento de la discontinuidad Sonora-Monterrey - - (Anderson y Silver, 1979).

Para el naciente Cretácico se depositaron sedimentos - en un ambiente de mar abierto, tanto en la Cuenca Mesozoica del Centro de México con el Golfo de México.

Durante el Cretácico Medio se presenta una transgre--- sión generalizada en toda la cuenca, dando lugar a que los_ mares cubrieran los elementos positivos alcanzando parte de la porción occidental de México. Seguido de este aconteci- miento ocurre una etapa de tranquilidad en México lo que -- propició la depositación de sedimentos de plataforma de las principales formaciones de este período (Aurora, Cuesta del Cura, Sierra Madre, etc.) Rangin y Córdoba, (1976).

El Cretácico Superior se inicia con cambios en el pro- ceso de sedimentación en gran parte de México. La zona - - occidente sufre un levantamiento el cual está asociado a -- fenómenos de volcanismo y plutonismo que favorecen un aporte de material detrítico hacia la región oriente. Estos levan- tamientos se generalizaron paulatinamente causando una reti_ rada gradual de los mares hacia el oriente, formándose de - esta manera deltas progradantes y líneas de costa migrantes, depositándose durante este lapso en la cuenca las formacio- nes características del Cretácico Superior. (Indidura, - -

Caracol, Parras, Difunta, etc.).

La aparición de los depósitos de tipo flysch marcaron el inicio de las primeras manifestaciones orogénicas de finales del Cretácico, siendo el acontecimiento más importante el de la Orogenia Laramide (Coney, 1978). Este evento tuvo un efecto masivo en toda la región produciendo cambios de la polaridad en la sedimentación en México y América del Sur, manifiesto en las secuencias flysch y depósitos continentales. Se piensa que la Orogenia Laramide se inició con la compresión de los arcos submarinos en contra de las márgenes continentales pasivas, seguido por un cambio en la polaridad de la subducción, formándose una fosa sobre el lado suroeste del arco durante el período orogénico (Coney, 1978).

La geofísica ha demostrado el movimiento relativo de los fondos oceánicos entre la placa de Farallón y América del Norte. (Coney, 1978) sugiere que la placa de América del Norte tuvo un movimiento absoluto hacia el suroeste. La combinación del movimiento de las placas y la acreción de los arcos submarinos originó una fase compresiva muy intensa durante este período.

La serie de deformaciones causadas por la Orogenia Laramide trajo como consecuencia el comienzo de la construcción de la Sierra Madre Oriental y el período máximo de plegamientos de la Mesa Central.

Durante este período orogénico se presentó un desplazamiento del arco magmático en dirección este y noreste. En el caso de México el desplazamiento se originó en la costa del Pacífico finalizando cerca de la costa del Golfo de México, siendo a finales del Eoceno cuando culminó su avance -- regresando al oeste. Coney y Reynolds (1977) intentan dar una explicación a la migración del arco magmático en México, sugiriendo que la convergencia de las placas controló la posición de la zona de generación del magma a una profundidad constante en la placa descendente en función del arco formado en la zona de subducción. Cuando la velocidad de convergencia aumenta y la Orogenia Laramide se hace presente, el ángulo entre las placas se incrementa desplazándose la generación de magma a profundidad en dirección oriental dentro del continente. La regresión de la zona de generación de magma hacia el poniente se llevó a cabo hace 40 m.a., causado por la disminución en la convergencia de las placas propiciando una disminución del ángulo de incidencia.

Se estima que el anterior proceso tuvo su fin durante el Eoceno Tardío, deteniendo su avance hacia el oriente y regresando hacia el poniente, para construir durante el Oligoceno-Mioceno, la Sierra Madre Oriental (Damon, 1981).

La influencia de la Orogenia Laramide se piensa que -- llegó a su culminación al presentarse un cambio brusco en el movimiento absoluto de la placa del Pacífico de Norte a --

Noreste a finales del Eoceno, motivado además por una reducción resultante del movimiento relativo entre la placa Farallón y la placa de Norteamérica (Coney, 1978).

A la finalización del Eoceno se observan cambios en la morfología de la región. Dichas transformaciones fueron modelando las formas de los continentes hasta el grado que se conocen actualmente. Durante el Oligoceno el evento principal es un cambio en el régimen de las placas en el Caribe -- (Dickinson y Coney, 1980). El principal evento fue el desplazamiento hacia el Este de una porción que formaría a América Central; tal movimiento fue provocado por el sistema de fallas Motagua Polochic con respecto a Chiapas, debido a que este bloque se localizaba al Sur de Acapulco trasladándolo de este sitio a la posición que ocupa actualmente.

El Oligoceno se caracteriza por la iniciación de una gran actividad volcánica en México. Demant y Robin (1975) consideran que esta actividad está relacionada a una típica zona de "rift" atrás de un arco andesítico por reacción de la corteza a los movimientos de subducción, presentándose un vulcanismo de tipo compresivo y uno de tipo distensivo. De tal forma se tiene el desarrollo de un vulcanismo andesítico oligocénico emplazado a todo lo largo de la costa del Pacífico el cual constituye el piso de las Ignimbritas de la Sierra Madre Occidental.

Durante el Oligoceno Tardío continúan las transformaciones a nivel regional. En este período ocurrió el contacto entre la Falla de Mendocino con las Costas de California, la cual posteriormente facilitaría la creación de la Falla de San Andrés y se iniciaría la apertura del Golfo de California.

La placa de Farallón se fragmenta en tres bloques dando origen a las placas de Cocos, Nazca y Juan de Fuca. La subducción de la placa de Cocos bajo el continente es relacionada con el origen del Eje Neovolcánico (Mooser, 1975); en este período aparecen las primeras emisiones calco-alcálicas en la zona del Valle de México y Pachuca. Además se observa una distribución en el vulcanismo andesítico, el cual ya no es exclusivo de la costa del Pacífico, empezando a tomar una dirección Este-Oeste continuando a través del Eje Tras-Mexicano, lo que indica un cambio en la dirección de los esfuerzos tectónicos durante el Oligoceno Tardío. Contemporáneamente a este evento se producen las primeras emisiones ignimbríticas de la Sierra Madre Occidental y el desplazamiento progresivo hacia el este de intrusiones batolíticas (Anderson y Silver L., 1973).

Durante el Mioceno se presenta una actividad volcánica intensa sobre todo México, desarrollándose los grandes paquetes ignimbríticos que van a recubrir los relieves preexistentes de la provincia occidental. Este fenómeno se interpreta

como típico de una zona de "rift" atrás de un arco andesítico por reacción de la corteza continental.

En el plio-cuaternario los acontecimientos iniciados a finales del Oligoceno se hacen manifiestos. La placa Farallón se desmembra dando origen a las tres placas antes mencionadas. Se localiza la dorsal oceánica a la entrada del hoy Golfo de Cortés prolongándose al norte por un sistema de fallas y zonas de expansión. La Baja California se adhiere a la placa del Pacífico proyectándose hacia el NW (Larsen R. L. 1972).

Para concluir, es difícil definir el comportamiento y los diferentes cambios que ha sufrido la corteza terrestre, la cual se mantiene en una continua transformación desde su origen.

Una serie de autores han realizado trabajos encaminados a dar una explicación de la evolución tectónica de México. Sin embargo, existen grandes dudas sobre el tema, muchas evidencias han desaparecido y otras no se explican con claridad. Por otra parte, muchos eventos se presentan actualmente como vulcanismo, subducción, expansión oceánica, fallamientos, etc., cuyo estudio ayudará a ratificar o modificar las teorías planteadas con el fin de entender y aprovechar el conocimiento de todos los eventos sucedidos en el pasado.

III.2.2. Evolución Tectónica de la Región del Estado de Zacatecas.

De acuerdo a la distribución de terrenos estratotectónicos propuesta por Coney (1983), el estado de Zacatecas que daría ubicado dentro del Terreno Sierra Madre. Dicho autor menciona que los cinturones que constituyen su basamento - debieron estar expuestos a fuertes tensiones; por tanto, tectónicamente no es posible definir con claridad la secuencia de eventos sucedidos en este terreno. Por tal motivo Coney define a la región como una porción del basamento precámbrico con una cubierta paleozoica, siendo tal vez un alóctono - proveniente del terreno Chihuahua, donde los escasos afloramientos paleozoicos son considerados como una prolongación - del cinturón Ouachita (Denison et al. 1971; Ramírez R. 1978).

Se ha establecido que durante el Paleozoico los mares cubrían casi en su totalidad a México bordeando a dos grandes geosinclinales por oriente y poniente dentro de los cuales los depósitos sedimentarios alcanzaron espesores de - hasta 5 000 m, (Carrillo Bravo, 1971). La región estuvo - sujeta a varios eventos tectónicos desde el final del Paleozoico afectando a la gran columna sedimentaria, siendo esta razón una de las posibles causas por la cual su aspecto original fue borrado durante el levantamiento del Triásico Inferior. (López Ramos, 1985).

Lo errático y pequeño de los afloramientos de rocas paleozoicas no han permitido realizar una reconstrucción paleogeográfica del área; dentro de la Cuenca del Centro de México los dos afloramientos de rocas que tentativamente se han asignado al Paleozoico se localizan uno en la cercanía de la ciudad de Zacatecas, formado por una secuencia arcillo-arenosa de tipo flysch metamorfozada, y el otro, en la región de Caopas al norte del Estado constituido por metarriolitas y esquistos.

La tectogenia permotriásica dio origen a un sistema de fosas y pilares tectónicos sujetos a sedimentación continental. Para el Triásico Superior se desarrolló una transgresión marina que marcó el inicio de la formación de la Cuenca Mesozoica del Centro de México en la que para este tiempo la sedimentación alterna con la actividad volcánica formándose paralelamente el desarrollo de una facies continental. (Figura 3.2.1.a).

La sección sedimentaria marina de la cuenca la constituye la Formación Zacatecas formada por depósitos terrígenos, silíceos, intercalados con rocas volcánicas, que en la porción media oriental de la cuenca es de facies nerítica profunda, con una sección de más de 2000 m, de lutitas y areniscas; hacia su parte oriental los sedimentos cambian a facies costeras (Figura 3.2.1.b). En la parte occidental de la cuenca en las proximidades de la Cd. de Zacatecas se expone

una sección marina volcano-sedimentaria, integrada por más de 250 m de lutitas y areniscas, intercaladas con lavas almohadillas de tipo andesítico, poniéndose de manifiesto la presencia de un arco volcánico activo al poniente de la región (Carrillo Bravo, 1971). (Figura 3.2.1.c).

Las facies continentales durante el Triásico-Jurásico se caracterizan por el depósito de lutitas arenosas, areniscas, conglomerados rojos y algunas capas verdes con lavas estratificadas pertenecientes a la Formación Nazas en el norte de México (Pantoja Alor, 1963) y Huizachal en el este (Carrillo Bravo, 1971).

El espesor de los lechos rojos es variable y en algunos lugares están ausentes, aunque se han llegado a medir secciones hasta de 2000 m.

Como resumen de esta primera etapa mesozoica se establecen dos facies de depósito, una marina y una continental, ambas alternando con rocas volcánicas, dentro de un marco tectónico constituido por un sistema de fosas y grábenes asociado a una zona de subducción hacia el poniente en el estado de Sinaloa, dando origen a una cuenca postarco en el área de Fresnillo, Zac. y Zacatecas, Zac. (Cuevas Pérez, 1983).

Para el Jurásico Inferior no se ha reportado la presencia de rocas marinas. Sin embargo, durante el Jurásico Medio la región se encontraba emergida depositándose sedimentos

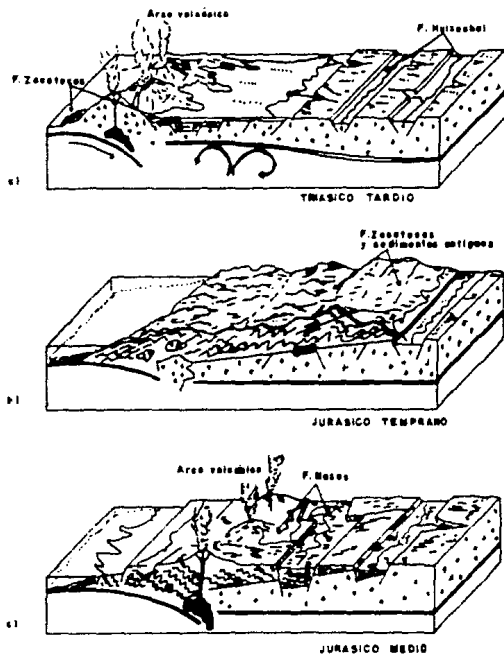


Fig. 3.2.1. a). Para el Triásico Tardío se inicia un proceso de subducción que rige las condiciones de sedimentación. Material terrígeno, silíceo y rocas volcánicas se depositaron en el talud y cuenca adyacente a un arco volcánico activo. b) Etapa de mayor inestabilidad tectónica, ocurriendo la deformación de los sedimentos más antiguos. c). Debido a la subducción se origina un arco volcánico continental.

arcillo-arenosos rojos de tipo continental. Carrillo Bravo, - (1971).

En el transcurso del Jurásico Medio-Jurásico Tardío se presenta una nueva subsidencia de la cuenca (Figura 3.2.2.a), iniciándose así una trasgresión generalizada originándose -- una serie de fosas sujetas a sedimentación de terrígenos, calizas biogénicas, calizas clásticas y dolomías, principalmente de la Formación Zuloaga, la cual se asentó sobre un Paleo relieve muy irregular en un ambiente de aguas someras (Carrillo Bravo, op. cit.). En el Kimeridgiano-Titoniano se vio incrementada la profundidad del mar favoreciendo el depósito - de una sección de calizas arcillosas y lutitas de la Formación La Caja. El depósito de las dos anteriores formaciones marca el inicio de la segunda etapa de sedimentación en la - Cuenca Mesozoica del Centro de México, principiando en el -- Oxfordiano para culminar hasta el Cenomaniano.

Anderson y Silver (1974), sugieren que la transgresión generalizada está relacionada a dos fenómenos geológicos - - principales. El primero bajo la influencia tectónica del -- sistema transicional de fallas continentales conocido como - el Megashear Mojave-Sonora; y el segundo, asociado a la apertura del Golfo de México que facilitó la entrada del mar - - hacia el poniente. La subsidencia continuó durante el Neocomiano registrándose un aumento de terrígenos en la sedimentación calcárea.

En el Albiano-Cenomaniano se registran eventos geológicos que muestran la culminación de una etapa de sedimentación eminentemente calcárea en una cuenca de lento hundimiento y el inicio del relleno por material terrígeno, en una litología aún calcárea (Figura 3.2.2.b). Hacia el occidente de la cuenca en la región de Fresnillo se presenta un cambio a facies arcillo-arenosas de tipo turbídico, relacionado a rocas volcánicas de composición básica, lo anterior viene a ser reflejo de la presencia del arco volcánico que actuó desde el Cretácico Inferior en el poniente (De Cserna, 1976).

La inestabilidad en este tiempo comienza a manifestarse debido a la generación de un nuevo proceso de subducción con polaridad oeste, haciéndose patente en la periodicidad de sedimentación de la Formación Cuesta del Cura la cual se extiende en toda la cuenca y la Formación Indidura cuya sedimentación se efectuó en un mar de menor profundidad, entendiéndose esto como el principio de la regresión de los mares hacia el oriente como consecuencia de los primeros movimientos ascendentes del continente, causado por las pulsaciones orogénicas prelaramidicas (Carrillo Bravo, 1971).

El Cretácico Tardío se caracteriza por una sedimentación arcillo-arenosa iniciada con el depósito de la Formación Indidura. Continúa durante el Turoniano con el dominio de las areniscas turbidíticas con un pobre contenido calcáreo de la Formación Caracol depositada en aguas someras de alta

energía, como una respuesta a la cada vez más cercana presencia del arco insular (Carrillo Bravo, op. cit.). (Figura - - 3.2.2.c).

Todos los cambios acontecidos tanto en la paleogeografía como en el ambiente de depósito en la Cuenca Mesozoica - del Centro de México sirvieron como preámbulo a la gran - - revolución del Cretácico Tardío y Terciario Temprano (Orogenia Laramide), que como se mencionó en el subcapítulo anterior fue de carácter masivo en toda la cordillera peripacífica. En el caso de México se ve caracterizada por la colisión del arco insular con el cratón, así como la generación de una zona de subducción cuyos efectos principales se observan en el desplazamiento sufrido por la actual Mesa Central en dirección oriente y norte (Figura 3.2.3.a); esto provocó un encogimiento horizontal de aproximadamente 50 km, donde los paquetes litológicos se vieron sujetos a esfuerzos compresivos que plegaron las rocas del Cretácico Tardío poniéndolos en contacto con sedimentos del Triásico Superior de la Formación Zacatecas (Coney y Reynolds, 1977).

Acompañando a esta serie de deformaciones se presenta un magmatismo plutónico dando origen a cuerpos intrusivos -- (Figura 3.2.3.b). Como ejemplo se tienen el tronco granodiorítico de Concepción del Oro y el Tronco de Teyra de 75 m.a. (Anderson y Silver, 1973).

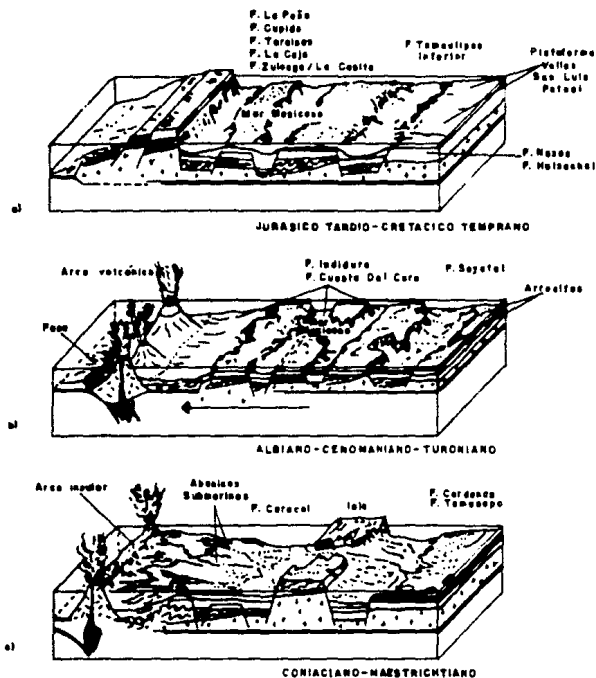


Fig. 3.2.2. a) De inicio una transpresión generalizada, formándose una serie de cuencas sujetas a sedimentación terrígena. b) Se inicia un nuevo proceso de subducción con polaridad hacia el W, asociado a este evento se origina un arco insular. c) Principio una regresión que se manifiesta por la deposición de sedimentos tipo flysch con polaridad hacia el E.

La subducción de la corteza oceánica en contra del -- continente en una posición casi paralela dio origen a una ac ti vi dad volcánica calcoalcalina la cual migró en dirección - E, durante el Terciario Inferior. Para el Oligoceno la inten sidad del ángulo de la placa fue mayor regresando de esta ma ne ra el arco hacia el oeste. Como respuesta a esta serie de acontecimientos la corteza continental sufrió una serie de - fragmentaciones dando origen a un conjunto de fosas y pila-- res tectónicas, siendo la zona de debilidad de estas estruc-- turas el conducto para la emisión del gran paquete ignimbrí-- tico que cubrió las rocas preexistentes ya deformadas (Robin_ y Demant, 1974). (Figura 3.2.3.c).

Las modificaciones principales acontecidas durante el_ Pleistoceno se ven ligadas a los procesos de erosión y denu-- dación de las rocas preexistentes, removiendo esta cubierta_ sedimentaria parcial o totalmente cuyo material ha servido - para rellenar los valles sinclinales herencia de la Orogenia Laramide. Al mismo tiempo se tiene la presencia de derrames de basalto de edad reciente, los cuales se presentan aislada_ mente cuyo origen está relacionado a un fracturamiento corti_ cal a profundidad.

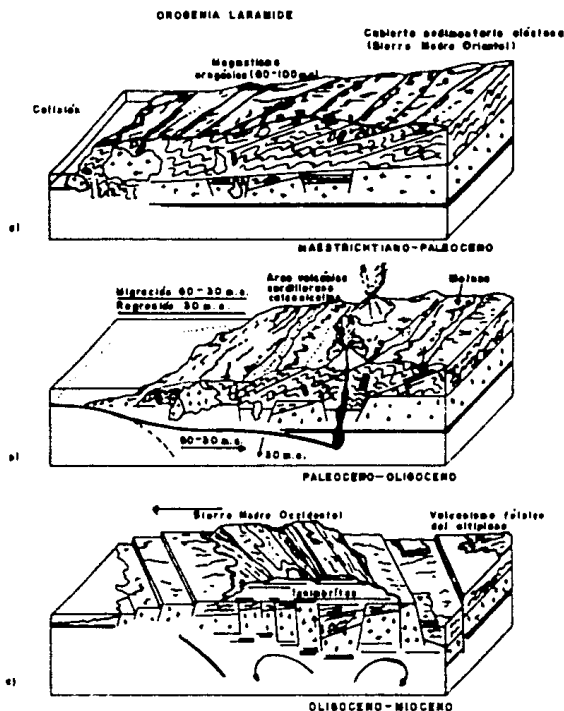


Fig. 3.23. a) Desarrollo del evento Laramide. Colisión del arco insular con el cratón y la formación de una zona de subducción con rumbo E. b) c). Migración del arco volcánico hacia el E. durante el Terciario Temprano, y su regreso hacia el W. a causa de la mayor inclinación del ángulo de subducción, como respuesta a la colisión del continente con la dorsal, originándose una serie de fosas y pilares tectónicos, magmatismo félsico y emisiones ignimbritas formadoras de la Sierra Madre Occidental.

IV. METALOGENIA REGIONAL

IV. METALOGENIA REGIONAL

Introducción

La génesis y evolución de los diversos depósitos minerales de la región está ligada directamente a la influencia de los diferentes arcos magmáticos, los cuales iniciaron su actividad desde Pérmio-Triásico. Es posible explicar de una manera coherente la migración de estas geoestructuras por los efectos de las placas tectónicas. Se estima que el primer arco se estableció paralelo a la costa del Pacífico, siendo este lapso en que depósitos terrígenos, siliceos y de rocas volcánicas de la Formación Zacatecas se asentaron en la cuenca adyacente al arco volcánico submarino (De Cserna, 1970). Para el Jurásico-Cretácico Inferior, este arco presenta un avance en dirección oriente intensificándose su magmatismo. Para el Cretácico Superior los materiales anteriores constituyen un sustrato continental sobre el que continúa la evolución del arco, pero ahora con un magmatismo continental calcoalcalino. El Terciario se caracteriza por un avance del magmatismo hacia el Este y su rápido regreso hacia el Occidente como consecuencia en el cambio del ángulo de subducción Coney y Reynolds (1977).

La actividad del arco magmático bien sea marino o continental se le considera la causa principal de los depósitos minerales metálicos. Esta afirmación se apoya en la posición de dichos arcos y de las provincias metalogénicas, -

las cuales forman largas franjas de rumbo NNW, siguiendo la misma dirección de la Costa del Pacífico (Clark et al., - - 1981).

IV.1. Configuración de Zonas Metálicas

La basta información existente sobre la actividad geológico-minera en el estado de Zacatecas ha aportado los - - datos suficientes para la elaboración del presente trabajo. Se han analizado alrededor de 400 informes sobre localidades mineras de los cuales 265 se consideraron como los fondos que cumplieran con las características necesarias para -- realizar la configuración metalogénica del área.

Los parámetros empleados en la clasificación de los de pósitos minerales fueron: coordenadas geográficas, elementos metálicos, leyes y tonelajes, rocas encajonantes, es--- tructuras mineralizadas, tipos de yacimientos, época metalogénica, ambiente metalogénico y fuente del informe. Las -- anteriores características aportan los datos necesarios - - para determinar la distribución de los yacimientos minerales dentro de la zona estudiada así como sus relaciones de afinidad y asociaciones.

Existen asociaciones bien definidas en la región las_ cuales vienen a complementar la información ya obtenida en_ trabajos previos sobre la distribución de las diferentes --

provincias metalogénicas de México. Entre las asociaciones más representativas del estado de Zacatecas se tienen: Pb, Zn, Ag(Au, Cu); Au, Ag(Pb, Zn, Cu); Fe-Cu; Sb, Hg, (Mn); - - Sn; Bi; CaF_2 ; P_2O_5 ; Wollastonita; Caolín; Barita, entre otros minerales no-metálicos.

IV.1.1. Ambiente Metalogénico

El dominio del arco magmático y su evolución, constituye el elemento tectónico sobre el cual se basa el modelo de distribución regional de los diversos tipos de yacimientos minerales. Se han observado tres diferentes ambientes metalogénicos, los cuales en orden cronológico se presentan de la siguiente manera: arco magmático submarino; arco magmático continental emplazado en rocas calcáreas y arco magmático continental (ambiente sub-volcánico y/o hidrotermal).

A. Arco Mágmatíco Submarino

En el presente trabajo sólo se han reconocido dos yacimientos emplazados en este ambiente (Fig. 4.1) que representan apenas 0.75% de los depósitos analizados. Esta cantidad puede parecer despreciable debido a que aparentemente no existe mayor información que apoye la existencia de dicho ambiente. Sin embargo, existen evidencias de secuencias volcano-sedimentarias del Triásico Tardío que depositaron sedimentos terrígenos y rocas volcánicas en una cuenca adyacente al arco volcánico activo, el cual se instaló en -

una posición paralela a la actual Costa del Pacífico.

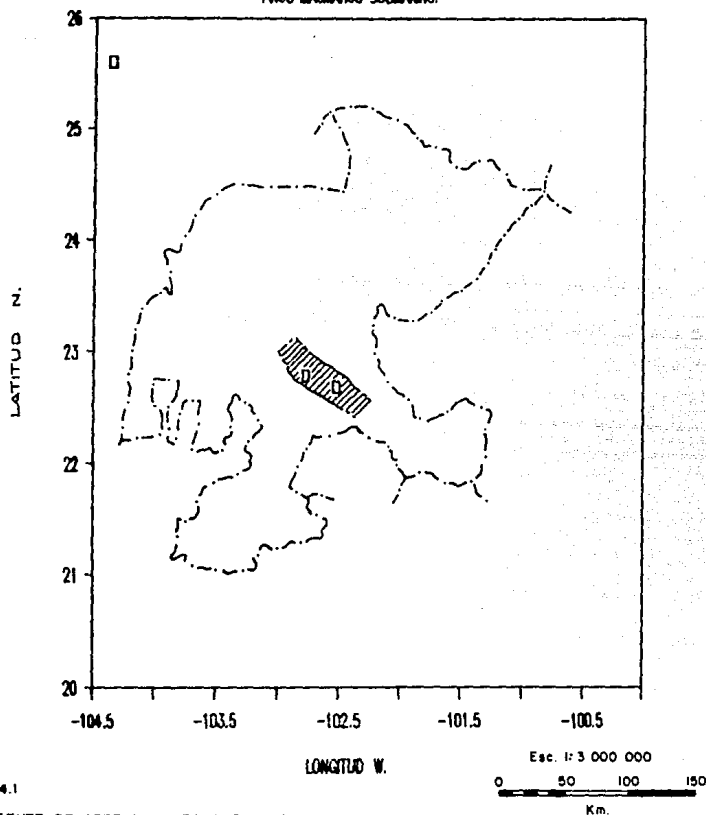
La localidad más representativa de esta secuencia se encuentra al poniente de la ciudad de Zacatecas. El afloramiento de estas rocas se limita a la Sierra de Zacatecas -- con una extensión aproximada de 30 km de longitud por 12 de ancho; a esta secuencia se le conoce comúnmente con el nombre de "Roca Verde" como ya se indicó esta secuencia está constituida por rocas sedimentarias marinas metamorfoseadas hasta el grado de esquistos verdes y lavas sub-marinas interstratificadas, cuya composición original se derivó principalmente de una alternancia de lutitas y arenisacas de tipo "flysch", conglomerados, calizas, tobas y lavas submarinas almohadilladas (Burckhardt y Scalia, op. cit.).

La litología de esta secuencia hace suponer que las rocas volcánicas y sedimentarias triásicas se depositaron en un ambiente de pos-arco submarino observado no sólo en esta región, sino también en algunos sectores de los estados de Guanajuato, Michoacán, México y en la parte central del estado de Guerrero (Campa, et. al., 1974).

La secuencia vulcano-sedimentaria se depositó en un ambiente de pos-arco asociado a un arco volcánico activo el cual se extendía a lo largo de las costas del Pacífico Mexicano. Posteriormente estos depósitos se trasladaron en dirección oriente en forma de un alóctono bajo la influencia de la zona de subducción en hundimiento por debajo del

AMBIENTE METALOGENICO.

ARCO MAGMATICO SUBMARINO.



continente con rumbo oriente De Cserna, op. cit., (Fig. - - 4.2).

Estudios realizados en años recientes ponen de mani-
fiesto la importancia que puede tener la investigación sobre
este tipo de ambientes volcano-sedimentarios, dado que en -
estas secuencias se alojan depósitos minerales de sulfuros_
masivos. Hay que tomar en consideración que a estos yaci-
mientos se les considera como una de las principales menas_
en el mundo de plomo, zinc y plata.

La secuencia descrita por Schulze S. Carlos (1985) en_
el yacimiento de Real de Angeles, Zac. evidencia una fuente
volcánica de los sedimentos que se edificaron en una cuenca
deltáica durante el Jurásico Superior. Esta acumulación de
sedimentos mezclados con materia orgánica propició la preci-
pitación de sulfuros de Fe, Zn, Pb y Ag. Una vez sepultada
la secuencia, los sedimentos sufrieron cambios significati-
vos tanto físicos como químicos, debido a que la cuenca se_
comportaba en forma dinámica existiendo un intercambio de -
energía y materiales. Este mecanismo de removilización se_
considera el causante principal del origen de los cuerpos -
mineralizados tales como stockwork, rellenos de brechas y -
planos de debilidad.

Un caso similar de mineralización por removilización -
se presenta en la región de Fresnillo. Sulfuros de Cu, Pb,
In y Fe se depositaron en un medio marino de tipo euxínico_

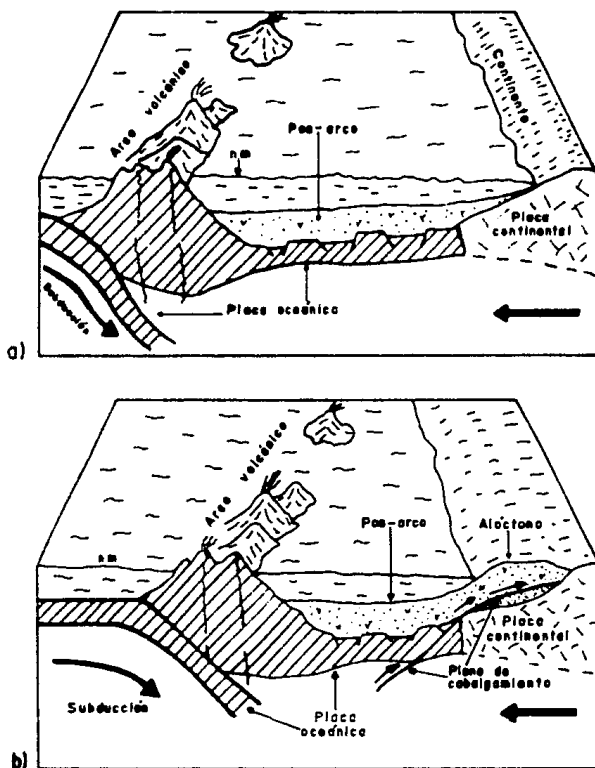


Fig. 4.2. Diagramas hipotéticos generalizados: a) Muestra las relaciones entre un arco volcánico del Tridisco Superior y un margen continental estable a la altura de México. b) Muestra la posición de los depósitos sedimentarios del Tridisco Superior durante el Jurásico Medio. Después de una deformación orogénica y el emplazamiento del alóctono, el cual fue desplazado del occidente hacia el oriente durante el Jurásico Inferior. (De Coornaert, 1970).

durante el Cretácico Inferior-Medio. Las preconcentracio--
nes estratiformes de sulfuros biogénicos en un horizonte in
ferior de grauvacas, sufrieron una removilización causada -
por una importante anomalía térmica generada por un cuerpo_
cuarzomonzonítico. Esta disposición favoreció la creación_
de una celda convectiva que disolvió los sulfuros disemina-
dos precipitándolos en zonas de enfriamiento(González P.E.,
1983).

Los efectos geológicos y los resultados isotópicos con
firman que el azufre de los mantos del yacimiento de Fresni
llo es de origen marino, que en forma de sulfatos reducidos
por acción bacteriana fueron capaces de fijar metales - - -
(Pb, Zn y Ag) en sedimentos que se depositaron en el Cretá-
cico Inferior-Medio.

El modelo propuesto por González P.E., (op. cit.) sobre_
el proceso de removilización, señala que los mantos y disc-
minaciones son indicios de una mineralización probablemente
más importante en su origen. La mayor parte de este mate-
rial fue disuelto a partir de la formación de una celda con
vectiva, para que posteriormente la mineralización se rede-
positara en un sistema de filones.

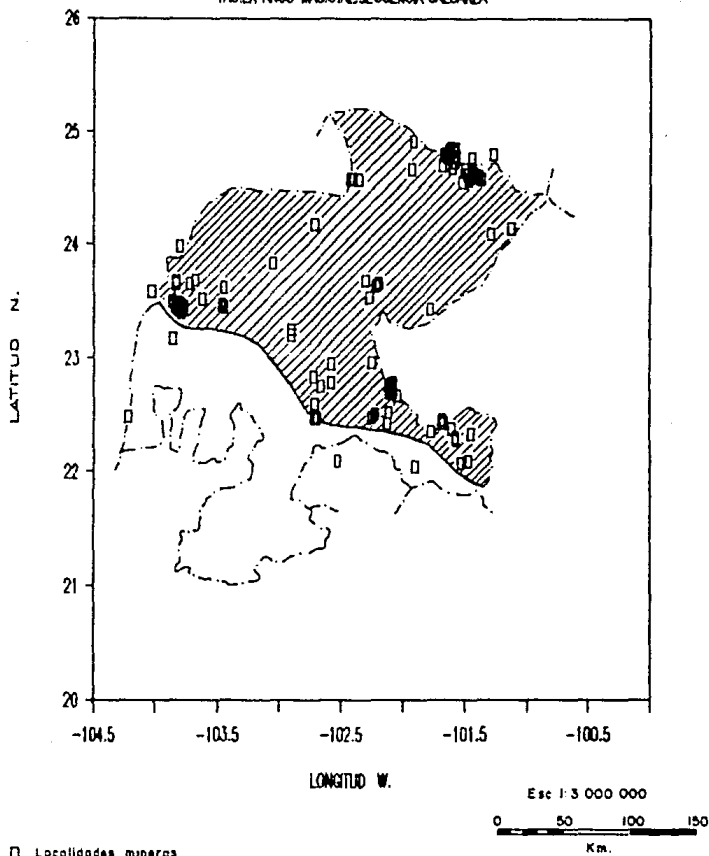
B. Ambiente de Arco Magmático Continental Emplazado en Rocas Calcáreas.

Los datos obtenidos de las localidades mineras revelan que en el área de estudio existen 133 minas donde la mineralización está alojada en rocas calcáreas, lo cual indica -- que del total de los depósitos analizados, el 50% se aso--- cian a estas litologías (Fig. 4.3 y Tabla 4.1).

También se ha observado que el contenido mineral que -- arma en secuencias calcáreas es muy variado e importante -- económicamente, donde las asociaciones más abundantes y re-- presentativas son las de Pb, Zn, Ag(Au, Cu) y Au, Ag(Pb, -- Zn, Cu). Algunos yacimientos con este tipo de mineraliza-- ción son: San José, El Alicante, Animas, Santo Niño, Zinc - West, Los Gringos, Chalchihuites, Sta. Rita, Fco. I. Madero, Unidad Tocayos, entre otras. De igual manera se tienen --- otros depósitos minerales en menor proporción pero no dejan de tener cierta importancia, tal es el caso de los yacimien-- tos de Fe-Cu en las minas Los Negros, La Discordia, La Espe-- ranza, El Sol y La Luna y la Piedra Iman. Por igual, es po-- sible considerar los depósitos de antimonio en los lotes -- El Espejo, San Marcelino, Cerro Blanco, Benito Juárez, El - Tanager y los yacimientos de manganeso en las minas La Espe-- ranza, El Columpio y Manganita. La mineralización de mercu rio existente en la mina Seis de Enero. Los depósitos de - fluorita en las minas: La Morenita, La Blanca, La Bequilla, -- Las Cuspillas, La Fluorita. Igualmente la fosforita se tie

AMBIENTE METALOGENICO.

YAC. EN ARCO MAG. CTAL. SECUENCIA CALCAREA



V.T.R. 1980

FIG. 4.3

TABLA 4.1.

YACIMIENTOS EN AMBIENTE DE ARCO MAGMATICO CONTINENTAL, EMPLAZADOS EN ROCAS CALCAREAS.

NUM.	C O D I B O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
213	04d1300C147	San Jose	24.15	-101.13
62	04d1304B117	Noche Buena	24.80	-101.28
239	02a1300C147	Mesa Las Auroras	24.10	-101.30
44	04d1304C117	Arrollo de la Esperanza	24.58	-101.37
66	04d1304C117	El Alicante	24.60	-101.40
46	03a1304B117	Aranzazu	24.60	-101.42
45	04c1304C117	La Paloma	24.60	-101.42
102	03a1304C037	Los Negros	24.60	-101.42
100	03a1304C137	Las Conchas	24.60	-101.42
106	03a1304C137	Cabrestante	24.60	-101.42
119	04d1304C137	El Zafiro	24.60	-101.42
101	03a1304C037	La Discordia	24.60	-101.42
99	03a1304C037	La Esperanza	24.60	-101.42
118	03a1304C137	Maria Guadalupe	24.62	-101.43
146	08b1304C147	San Marcelino	22.33	-101.45
103	03a1304C037	El Sol y La Luna	24.60	-101.45
48	04d1304C137	Animas	24.62	-101.45
1	04d1304B117	San Marcos	24.65	-101.45
47	04d1304C137	Zinc West	24.77	-101.45
211	04d1304C147	El Mapache	22.10	-101.47
125	07c1304C137	Cerro Gordo	24.57	-101.47
49	04d1304C137	Salaverna	24.62	-101.48
50	04d1304C137	Santiago	24.62	-101.48
210	04d1304C127	Tayahua	24.67	-101.50
141	08b1304C147	Cerro Blanco	24.56	-101.52
140	04d1304C147	Las Amarillas	22.08	-101.53
42	04c1348C137	Asturiana	22.28	-101.57
147	08b1304C147	El Espejo	22.30	-101.57
156	04d1304C137	La Almagrera	24.78	-101.57
208	04c1304C117	Cerro de Oro	24.73	-101.58
133	04d1304C127	Sta Maria	24.83	-101.58
163	04d1304C137	El Nacimiento	24.85	-101.58
127	08b1300C147	Benito Juarez	22.38	-101.60
129	04d1304C127	La Blanca	24.68	-101.60
155	04d1304C137	Eureka II	24.78	-101.62
162	04d1304C137	La Esperanza	24.80	-101.62
209	04c1304C117	El Nevado	24.82	-101.62
153	04d1304C117	Naranjero	24.82	-101.62
154	04c1304C117	Zacatecas II	24.83	-101.62
168	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-101.62
157	04d1304C137	Sta Rosa	24.85	-101.62
165	04d1304C137	Quebradillas	24.80	-101.63
124	04d1304C137	El Cajón	24.80	-101.63
158	04d1304C137	Carolina	24.80	-101.63
114	04d1304C137	Caballo Prieto	24.83	-101.63
161	04d1304C137	Santo Niño	24.78	-101.65
166	04d1304C137	La Durasmilla	24.78	-101.65
105	04c1304C137	Tiro Azul	24.78	-101.65
160	04d1304C137	El Regalo	24.80	-101.65

TABLA 4.1.

YACIMIENTOS EN AMBIENTE DE ARCO MAGMATICO CONTINENTAL, EMPLAZADOS EN ROCAS CALCAREAS.

159	04d1304C137	Candelaria	24.80	-101.65
207	04d1304C137	La Esperanza	22.43	-101.67
174	04d1304C127	La Esperanza	22.43	-101.67
169	04c1304C117	San Fco. del Puerto.	24.80	-101.67
34	04c1304C137	La Trinidad	22.45	-101.68
216	04d1304C147	Agrupamiento La Negra	24.70	-101.68
259	08c1304C117	La Morenita	22.35	-101.77
142	08b1304C147	Cerro La Cardoncita	23.43	-101.78
241	06a1304C117	La Campana	22.05	-101.90
218	04d1304C147	El Trébol	24.92	-101.92
64	04c1304C117	La Esmeralda	24.67	-101.93
229	04d1304C117	Bilbao	22.67	-102.05
252	08c1324C147	La Blanca	22.72	-102.08
255	08c1300C117	Estrellita	22.78	-102.08
232	02e1324C147	El Sacrificio	22.70	-102.10
231	04d1304C137	San Jose	22.70	-102.10
233	06a1304C117	La Titila	22.75	-102.10
177	04d1304C137	San Dario	22.77	-102.10
262	02e1324C147	La Fosforita	22.52	-102.12
237	06a1304C117	Guanajuatillo	22.70	-102.12
257	08c1300C117	La Boquilla	22.73	-102.12
234	04d1304C117	Real del Monte.	22.75	-102.12
69	04d1300C147	Vetas Prietas	22.42	-102.13
116	10a1324C147	La Colorada	23.65	-102.20
115	10a1324C147	La Esperanza	23.63	-102.22
228	04d1348C137	Milagros	22.50	-102.23
222	04d1304C147	San Felipe	22.48	-102.25
254	08c1300C117	Las Guapillas	22.97	-102.25
258	08c1324C117	La Nueva Rosita	22.97	-102.25
256	08c1300C117	La Fluorita	22.97	-102.25
226	10a1324C147	El Columpio	23.53	-102.27
128	10a1324C147	Manganita	23.68	-102.30
227	04d1304C117	La Favorita	24.57	-102.35
53	02a1304C037	La Piedra Iman	24.58	-102.40
235	02e1324C147	Sta Rosa	24.58	-102.42
110	07d1324C137	San Jose Castellano	22.10	-102.53
219	04d1348B117	Unificación El Cobre	22.78	-102.58
58	07d1300C027	San Francisco	22.95	-102.58
190	04d1304C137	Los Gringos	22.75	-102.67
221	04d1304C147	Estrella de Plata	22.47	-102.70
91	04d1304C137	Tuna	22.47	-102.72
25	04d1304C137	Fco I Madero	22.60	-102.72
52	08b1304C147	El Tanger	24.18	-102.72
		Belem	22.63	-102.73
144	08b1304C147	Loma de Xocconxtle	23.20	-102.90
225	04d1324C137	La Plomosa	23.25	-102.90
75	08a1300C147	Seis de Enero	23.83	-103.05
196	04d1304C117	Fatima	23.43	-103.43
29	04d1304C137	Unidad Tocayos	23.62	-103.45
194	04d1304C117	San Juan	23.47	-103.47
206	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-103.62

TABLA 4.1.

YACIMIENTOS EN AMBIENTE DE ARCO MAGMÁTICO CONTINENTAL, EMPLAZADOS EN ROCAS CALCÁREAS.

143	08b1304C147	La Mojada	23.52	-103.63
5	04d1304C117	Tajo de Ibarra	23.68	-103.68
260	08c1300C147	El Frio	23.65	-103.73
185	04d1304C117	Sta Rita	23.42	-103.78
184	04d1304C147	Remedios	23.43	-103.78
182	04d1304C147	Jarillas	23.43	-103.78
94	04d1304C117	Los Cordones	23.43	-103.78
217	04d1304C147	Sta Eufrasia	23.45	-103.78
139	04d1304C137	Restauradora	23.40	-103.80
135	04d1304C127	El Fenix	23.40	-103.80
93	04d1304C137	San Esteban	23.43	-103.80
204	04d1304C147	Celina	23.45	-103.80
126	04c1304C137	Los Pintos	23.45	-103.80
4	04d1304C117	El Conjuró	23.47	-103.80
173	04d1346C137	San Antonio del Con-	23.47	-103.80
192	04d1304C147	La Conchita	23.47	-103.82
189	04d1304C147	Tepozan	23.48	-103.82
186	04d1304C137	La Española	23.98	-103.82
203	04d1304C147	Purísima	23.42	-103.83
197	04d1304C117	a)Refugio	23.42	-103.83
201	04d1304C117	Perseverancia	23.45	-103.83
195	04d1304C117	El Consuelo	23.47	-103.83
138	04d1304C127	Sta Rita	23.48	-103.83
171	04d1304C137	San Nicolas	23.45	-103.85
202	04d1304C117	Zaragoza	23.47	-103.85
98	04d1304C117	La Nueva India	23.47	-103.85
181	04d1304C137	Chalchihuites	23.48	-103.85
132	04d1348C137	Dos de Marzo	23.65	-103.85
172	04d1304C117	El Pilar	23.67	-103.85
131	04d1304C127	Ampliacion del Refugio	24.80	-103.85
183	04c1324C147	La Luz	23.17	-103.87
205	07d1304C117	La Esmeralda	23.50	-103.88
130	04d1304C137	Dulces Nombres	23.58	-104.03
51	08b1304C147	Cerro Pelon Chico	22.48	-104.22

nen en las minas Mesa, Las Auroras, El Sacrificio y La Fosforita. Finalmente, yacimientos de wollastonita se tiene en los fundos mineros La Campana, La Titila y Guanajuatillo.

Los informes geológicos mineros sobre estos yacimientos coinciden en señalar que el proceso de emplazamiento de la mineralización se asocia a dos fenómenos distintos. El primero de ellos se relaciona a la intrusión de cuerpos plutónicos, principalmente de tipo granítico, granodiorítico y diorítico, los cuales se presentan en forma de troncos y lacolitos de diferentes dimensiones. Estos se encuentran distribuidos en gran parte de la Mesa Central, afectando a secuencias calcáreas preexistentes lo que generó yacimientos de origen metasomático del tipo polimetálico, ferrífero-cuprífero, aurífero y no metálicos. La segunda fuente generadora de la mineralización emplazada en rocas calcáreas se relaciona con flujos hidrotermales de origen magmático cuyas soluciones mineralizadas son producto de la lixiviación de los minerales de las rocas que atraviesan en su ascenso, los que transporta y deposita en las rocas más superficiales.

En el párrafo anterior se hizo referencia a la relación existente entre las secuencias de rocas calcáreas y la mineralización, quedando sólo por definir el origen y evolución de dicho ambiente.

Como ya se indicó la parte central de México es una -- gran cuenca sedimentaria marina con un volumen de 700 000 - km^3 de sedimentos acumulados desde el Triásico Tardío hasta el Cretácico Superior, de ahí que tome el nombre de Cuenca Mesozoica del Centro de México y que algunos autores han -- dado en denominarle "Mar Mexicano". Cabe señalar que la región ocupada por el estado de Zacatecas se sitúa casi en el centro de ese rasgo paleogeográfico.

En el inciso 4.1.1.A ya se hizo referencia a la presencia del primer arco magmático activo emplazado durante el - Triásico Tardío y su influencia sobre la cuenca. Este fenómeno se acompaña durante el Jurásico Inferior de plegamien--tos que originan un metamorfismo regional con fallamientos, anatexis y basculamientos. Esta secuencia de eventos dejó_listo el paleorrelieve para que en el Oxfordiano diera ini--cio la segunda etapa de sedimentación en la cuenca.

Durante el Jurásico Medio la región se encontraba emergida, como consecuencia del empuje, hacia el oriente, de -- los sedimentos triásicos que fueron plegados. Para finales de este período se presenta un nuevo hundimiento en la cuenca que da lugar a la invasión de los mares sobre la región; tal acontecimiento se asocia a la apertura del Golfo de Mé--xico (Viniegra, 1971). El proceso de sedimentación se ini--cia con depósitos de calizas biogénicas, calizas clásticas_y dolomías de la Formación Zuloaga de edad Oxfordiano, la - cual se asentó sobre un relieve muy irregular.

Durante el Kimerigiano-Titoniano la profundidad de los mares aumenta y con ello se presenta la sedimentación de -- una sección de calizas arcillosas con pedernal y lutitas de la Formación La Caja.

Para el Cretácico Inferior el hundimiento de la cuenca se mantiene y al mismo tiempo continúa el dominio de la sedimentación calcárea principalmente en la parte central de la fosa. Hacia el oeste, en la región de Fresnillo, para el Valanginiano, la sedimentación se presenta con el predominio de terrígenos de facies arcillo-arenosas de tipo turbidítico, asociado a rocas volcanoclásticas y lavas almohadilladas, esto es indicativo de la proximidad del arco volcánico activo situado al poniente de México.

La finalización de la depositación marina en el área se presenta durante el Cretácico Superior, cuyas formaciones representativas son Indidura con sedimentación arcillo-arenosa y Caracol con depósitos arcillo-arenosos de tipo flysch. La fuente de aporte de estos sedimentos se sitúa al oeste de la cuenca y su carácter turbidítico indican su origen sinorogénico y son los primeros indicios orogénicos de la Revolución Laramide de finales del Cretácico y principios del Terciario.

Con el fin de la sedimentación marina, llega a su culminación un largo proceso de depósitos mesozoicos caracterizados por un ambiente principalmente calcáreo; alternan con

algunos horizontes arcillo-arenosos, cuyo tiempo de duración se remonta de fines del Triásico hasta el Cretácico Medio. Es el momento en que la sedimentación se hace predominantemente de terrígenos, provenientes del occidente donde estaba establecido el arco magmático submarino, se marca el inicio de un nuevo tipo de actividad magmática, esta vez emplazada en un ambiente continental. Se generan así las condiciones para la formación de un arco magmático en rocas calcáreas donde se emplazaría posteriormente la mineralización (Fig. 4.4).

C. Ambiente de Arco Mágmatíco Continental (Ambiente Sub-Volcánico y/o Hidrotermal)

De la información analizada se han definido 128 yacimientos minerales clasificados dentro de este ambiente, que del total de los lotes mineros analizados en el estado cubre el 48%. Los elementos químicos presentes son muy variados; predominan los de tipo metálico, las asociaciones más comunes al igual que en el ambiente metalogénico anterior las constituyen el grupo de elementos como Pb, Zn, Ag(Au, Cu) y Au, Ag(Pb, Zn, Cu). Las localidades más importantes son: Pinos, Real de Angeles, Sta. Rita, El Zancarrón, La Tabasqueña, San José, Veta Grande, El Bote, Fresnillo, Sta. Rosa, Los Lugo, El Dorado, Mezquital del Oro, San Martín, La Colorada, Talyoltita, entre otras. Depósitos minerales con valores de manganeso se tienen en La Abundancia, Mi Prieta y Peñasco Amarillo. Yacimientos minerales con valo-

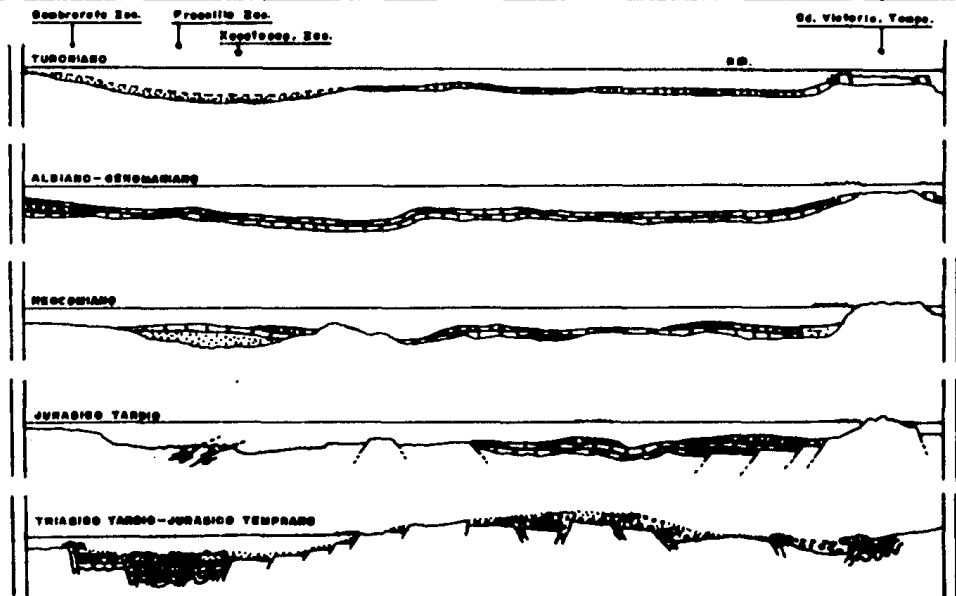


Fig. 4.4. Secciones reconstruidas sin escala a lo largo del paralelo 24° N, representando la evolución geológica del Mesozoico de los Estados de Zacatecas y San Luis Potosí.

(Cuervo-Peres, E., 1983)

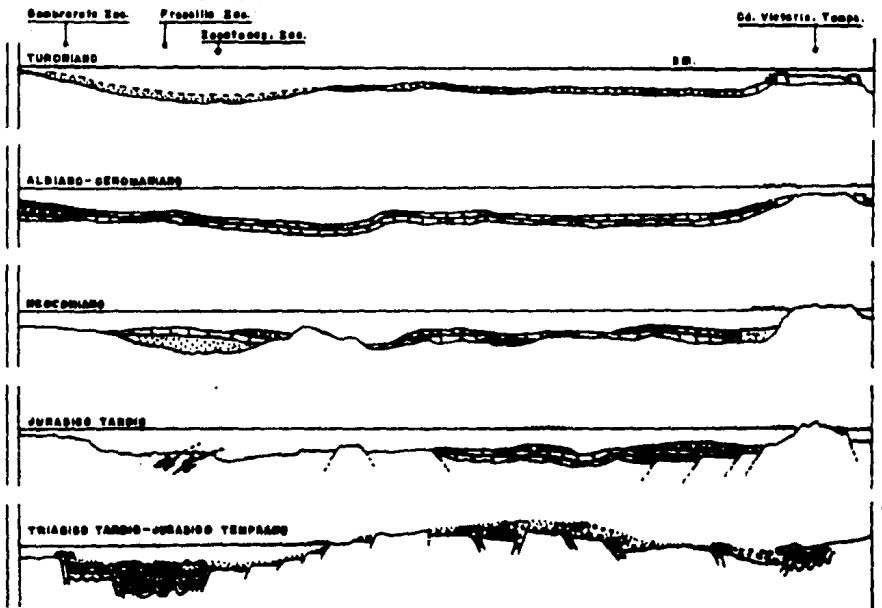


Fig. 4.4. Secciones reconstruidas en sección a lo largo del paralelo 24° N. representando la evolución geológica del Mesozoico de los Estados de Zacatecas y San Luis Potosí.

(Cuevas-Peres, E., 1983)

res de mercurio están representados en La Esperanza, San Alfredo, Crucita, La Luz, Tepeyac, Las Maravillas, El Mineral de Mercurio, El Triunfo, y El Carrizal del General. Menas de estaño se tienen en las minas: Hornitos, La Fe 1,2,3, El León, Juan Aldama, La Colación, El Voladero, Buena Suerte, Cerro de las Gallinas. Estructuras con valores de bismuto existen en los prospectos El S.A.M., La Buena Estrella, El Zarco. Depósitos con mineralización de fluor se manifiestan en las minas San Antonio, El Ochote, Chemita I, Ricardo I, Tenayuca, San Nicolás, Los Gallos, Santo Niño y El Tiro, entre otras. La fosforita se reconoce en las minas: Palmira, Cerro de Tetillas, El Zambrano y San Antonio. Depósitos de caolín se encuentran en las minas La Abundancia, El Naranjo, San José de Ranchos (Tabla 4-2).

En la distribución de los yacimientos se puede inferir una dirección preferente con rumbo general NW-SE que coincide con el patrón estructural de la región. La configuración de la principal franja mineralizada de esta zona está controlada por dicho comportamiento (Fig. 4-5).

Damon (1964) en su reconstrucción clásica de la Revolución Laramide afirma la existencia de una intensa actividad magmática seguida de un período de calma, el cual duró hasta el Eoceno Tardío. Posteriormente se presentó un segundo evento magmático calcoalcalino que se desarrolló del Oligoceno Inferior al Mioceno Medio, seguido por un nuevo hiatus magmático.

TABLA 4.2.

YACIMIENTOS ASOCIADOS A ARCO MAGMATICO CONTINENTAL
(AMBIENTE SUB-VOLCANICO Y/O HIDROTHERMAL).

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
56	04c0704C117	La Fortuna	21.12	-101.30
111	08e0724C137	Sta Elena	22.00	-101.45
7	08a0724B147	La Esperanza	22.32	-101.50
193	04c0724C147	Veta Grande	22.30	-101.52
212	04d0704C147	Las Coloradas	22.40	-101.52
41	04d0748C137	Parroquia	22.77	-101.52
109	04c0724C137	Pinos	22.25	-101.58
149	07e0704C137	El S.A.M	24.83	-101.60
152	04d0704C137	Almaden	24.82	-101.62
150	04d0704C137	Torre Blanca	24.82	-101.62
164	04d0704C137	La Fortuna	24.82	-101.62
167	04d0704C137	Cabo Terrez	24.83	-101.62
151	04d0704C137	Huajuquena	24.83	-101.62
170	04d0704C137	Animas del Norte	24.80	-101.63
67	04c0748C137	La Celestina	24.83	-101.63
148	04d0704C137	Montserrat	24.83	-101.63
8	08a0748C147	San Alfredo	22.23	-101.90
265	04d0704A137	Real de Angeles	22.42	-101.90
113	03a0704C147	Cerro Pancho	22.52	-101.90
236	08d0724C117	Cerro San Miguel	22.58	-101.92
253	08c0704C147	San Antonio	22.72	-102.08
97	04d0748C147	El Socorro	22.60	-102.12
145	08b0704C147	Chepinque	23.63	-102.15
61	04d0700C137	a)Sat Rita	22.63	-102.20
73	04d0748C137	El Zancarron	22.63	-102.20
215	04d0700C147	El Sauz	22.87	-102.20
10	10a0724C147	La Abundancia	23.65	-102.20
230	04d0748C147	La Tabasquena	22.55	-102.22
134	04d0748C127	El Aguila	22.83	-102.25
33	04c0724C137	Aguinaldo	22.52	-102.33
60	08a0724C147	Crucita	23.15	-102.33
261	02e0724C147	Palaisa	22.62	-102.38
37	04a0724C147	El Compas	22.70	-102.48
224	04d0748C147	El Pabellon	22.80	-102.48
223	04d0748C147	La Victoria	22.80	-102.48
176	04d0748C137	La California	22.75	-102.50
240	10b0724C097	La Abundancia	22.75	-102.52
36	04d0748C137	San Jose	22.75	-102.52
38	07c0748C137	La Cantera	22.77	-102.52
214	04d0748C147	Providencia	22.82	-102.52
191	04d0748C147	La Camelia	22.78	-102.53
188	04c0746C137	San Acacio	22.82	-102.53
180	04d0724C147	San Vicente II	22.73	-102.55
71	04d0748C137	El Cigarrero	22.77	-102.55
39	07c0748C137	La Castellana	22.78	-102.55
32	04c0748C127	San Bernabé	22.80	-102.55
26	04d0748B137	Veta Grande	22.83	-102.55
40	04c0748C137	La Esperanza (El Rote)	22.83	-102.55
30	04d0748C127	Plocosa	22.90	-102.55

TABLA 4.2.

YACIMIENTOS ASOCIADOS A ARCO MAGMATICO CONTINENTAL
(AMBIENTE SUB-VOLCANICO Y/O HIDROTHERMAL).

187	04d0748C137	Buena Vista	22.90	-102.55
95	07c0748C147	La Grulla	22.78	-102.56
92	04d0704C137	Dolores	22.82	-102.56
27	04d0748C137	Rondanera	22.72	-102.57
220	04d0704C147	La Azteca	22.78	-102.57
25	04d0748C137	Nevada	22.78	-102.57
24	04d0748B137	El Bote	22.78	-102.58
76	04d0748C137	Valenciana	22.80	-102.58
43	04d0748C137	Purísima	22.80	-102.58
23	04d0724A137	Fresnillo	23.17	-102.58
248	08c0748C147	El Ochote	21.98	-102.80
238	02e0724C147	Cerro de Tetillas	23.65	-102.81
19	04d0724C137	Sta Rosa	21.58	-102.87
247	08c0724C147	San Nicolás	21.83	-102.88
263	02e0724C147	El Zambrano	23.90	-102.95
122	01b0724B127	Hornitos	22.23	-102.97
123	01b0724B127	La Fe 1,2,3	22.25	-102.97
20	08c0724C127	Chemita I	21.58	-103.00
18	08c0724C127	Ricardo I	21.67	-103.00
15	08c0724C127	Tenayuca	21.70	-103.00
14	08c0724C127	San Nicolás	21.80	-103.00
13	08c0724C127	Los Gallos	21.88	-103.00
81	04c0724C147	Santo Nino	23.70	-103.00
89	04d0724C147	Atocha	23.70	-103.00
86	04c0724C147	San Alejo	23.72	-103.00
85	04d0724C147	Pena Pena	23.68	-103.02
80	04c0724C147	La Encantada	23.72	-103.02
16	08c0724C127	La Galatea	21.67	-103.03
249	08c0724C147	La Providencia	21.67	-103.03
250	08c0724C147	Las Palomas	22.67	-103.03
87	04d0724C147	El Leon	23.72	-103.03
77	04c0724C147	La Soledad	23.75	-103.03
83	04c0724C147	Arcangeles	23.75	-103.03
57	04d0700C147	Sta Rita	23.95	-103.03
251	08c0724C147	Valenciana	21.68	-103.05
90	04c0724C147	Aguila Mexicana	23.73	-103.05
82	04c0724C147	El Carmen	23.73	-103.05
79	04c0724C147	Sacramento	23.73	-103.05
88	04c0724C147	San Carlos	23.75	-103.07
17	08c0724C127	El Huizachal	21.67	-103.08
242	08c0724C147	Zona de Huzache	22.67	-103.08
179	04d0724C137	La Reyna	23.47	-103.12
3	08a0724C147	La Luz	23.62	-103.12
2	08a0724C147	Tepeyac	23.62	-103.12
6	08a0724C147	Las Maravillas	23.32	-103.18
70	07e0724C147	La Buena Estrella	23.32	-103.18
264	02e0724C147	San Antonio	24.20	-103.23
54	08a0724C147	El Mineral de Mercurio	23.52	-103.25
9	01b0724C147	El Leon	24.25	-103.25
63	01b0724B127	Juan Aldama	24.17	-103.28
74	08e0724C147	Sta Leonor	24.22	-103.28

TABLA 4.2.

YACIMIENTOS ASOCIADOS A ARCO MAGMÁTICO CONTINENTAL
(AMBIENTE SUB-VOLCANICO Y/O HIDROTHERMAL).

22	04a0724C127	Los Lugo	21.17	-103.35
108	04c0724C137	El Dorado	21.23	-103.35
12	07e0724C137	El Zarco	22.70	-103.37
55	08a0724C147	El Triunfo	23.83	-103.37
21	04d0724C137	Distrito Mezquital del	21.22	-103.38
121	01b0724B127	La Colación	23.40	-103.40
59	01b0724A127	El Voladero	23.40	-103.40
68	01b0724C127	Buena Suerte	23.40	-103.40
112	10a0724C147	Mi Prieta	23.90	-103.40
107	04c0724C137	Sagrado Corazón de Jesús	21.17	-103.42
65	04d0748C137	San Felipe (El Bote)	22.78	-103.42
120	10b0724A127	El Naranjo	23.50	-103.52
104	04d0704C137	El Pobre	22.75	-103.58
175	04c0704C147	La Paloma	23.63	-103.67
78	04c0724C147	La Concepción	23.80	-103.67
31	08a0724C147	El Carrizal del General	23.42	-103.70
84	04c0724C147	San Martín	23.73	-103.72
72	04d0748A137	La Colorada	23.38	-103.77
178	04d0724C147	La Consentida	23.75	-103.78
243	10b0724C148	San José de Ranchos	23.47	-103.80
200	04d0704C147	El Barreno	23.48	-103.80
117	10a0724C147	Peñasco Amarillo	23.28	-103.82
199	04d0704C147	La Negra	23.92	-103.83
137	04d0704C127	Maritza	23.47	-103.85
136	04d0704C127	Talyoltita.	23.48	-103.85
198	04d0704C147	San Antonio	23.48	-103.85
245	08c0704C147	El Tiro	21.60	-103.93
35	01b0724B127	Cerro de las Gallinas	23.15	-104.12

AMBIENTE METALOGENICO.

YACEN AMBIENTE VOL. y/o HIDROTHERMAL

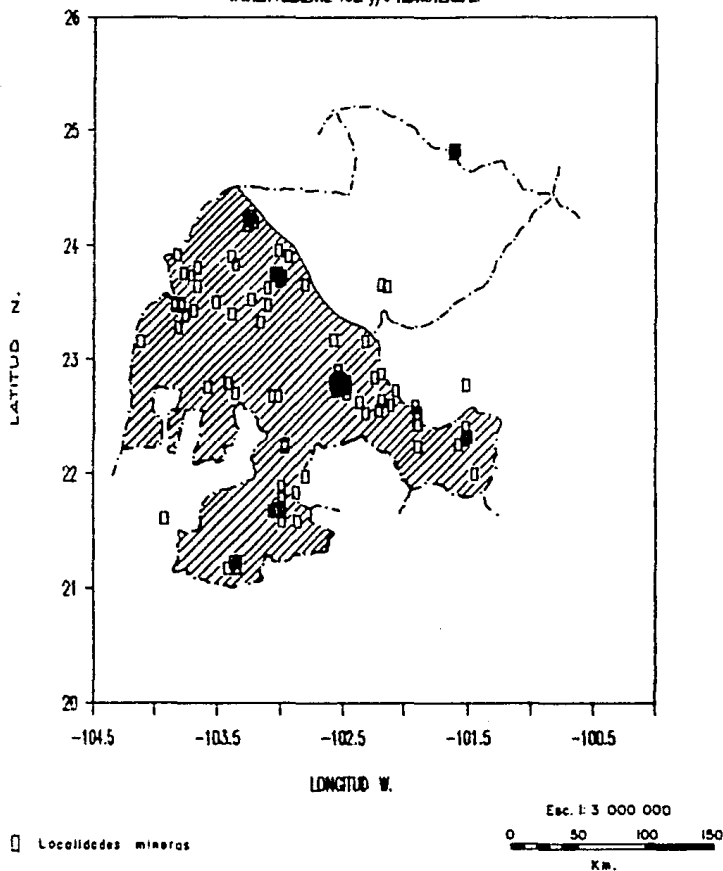


FIG. 4.5.

V. R. 1980

Durante la etapa de mayor inestabilidad del evento Laramídico se presentó un magmatismo plutónico que dio origen a grandes cuerpos intrusivos como el del Pico de Teyra de edad Cretácico Tardío (75 m.a.).

Por otro lado Coney y Reynolds (1977) explican la formación y migración del arco magmático. Señalan que el proceso de subducción generó un arco magmático calcoalcalino - que se desplazó en dirección E durante el Terciario Temprano (Fig. 4-6); el arco culminó su avance en el Oligoceno -- como respuesta del choque del continente con la dorsal. -- Este desequilibrio en la corteza granítica originó un evento de magmatismo félsico; fragmentándose la corteza granítica en una secuencia de fosas y pilares tectónicos. En esta etapa se generaron las emisiones ignimbríticas que cubrieron los depósitos sedimentarios mesozoicos y secuencias - - post-orogénicas.

El magmatismo y tectonismo asociados durante el proceso orogénico son aparentemente continuos en tiempo pero no en espacio. El paso del arco magmático sobre la región sele considera como el proceso generador de la mineralización asociada; además crea los canales por los cuales posteriormente ascenderían las soluciones mineralizantes.

Es obvio que en ese ambiente de arco magmático se manifestaron las condiciones metalogénicas que enmarcaron el -- emplazamiento de la mayoría de los depósitos minerales du--

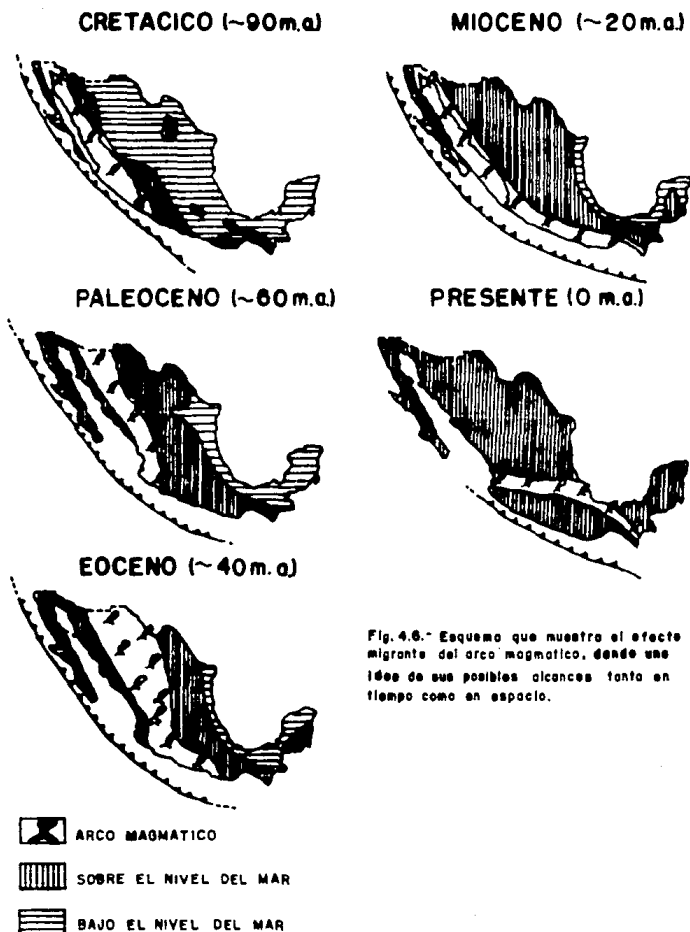


Fig. 4.6.- Esquema que muestra el efecto migrante del arco magmático, dando una idea de sus posibles alcances tanto en tiempo como en espacio.

rante el Oligoceno-Mioceno. Los yacimientos de este origen son los más importantes y representativos del estado de Zacatecas como los de Real de Angeles, Veta Grande, Fresnillo, El Bote, La Colorada, San Martín, Chalchihuites, entre - - otros.

IV.1.2. Tipos de Yacimientos

A. Yacimientos Hidrotermales de Baja Temperatura

Los yacimientos hidrotermales de baja temperatura clasificados en el estado de Zacatecas cubren el 37½ del total de las localidades estudiadas. Se encuentran distribuídos_ en casi toda el área, con una marcada preferencia en dirección NNW en una franja que atraviesa la parte central del - estado (Fig. 4-7).

La mineralización emplazada en filones se relaciona a_ la migración de soluciones acuosas, depositadas por fluidos magmáticos producto de un magma en vías de enfriamiento. -- Para este caso los yacimientos hidrotermales de baja temperatura se han originado a poca profundidad a temperatura y_ presión moderada que va de los 50 a 200°C. Los minerales - más comunes de estos yacimientos son oro y plata nativos, - cinabrio, estibinita, galena argentífera, esfalerita, marca_ sita, fluorita, fosforita, barita, caolín, bismuto, cuarzo, piritita y calcita.

YAC. HIDROTERMALES DE BAJA TEMPERATURA.

CLASIFICADOS DENTRO DEL EGO DE ZAI.

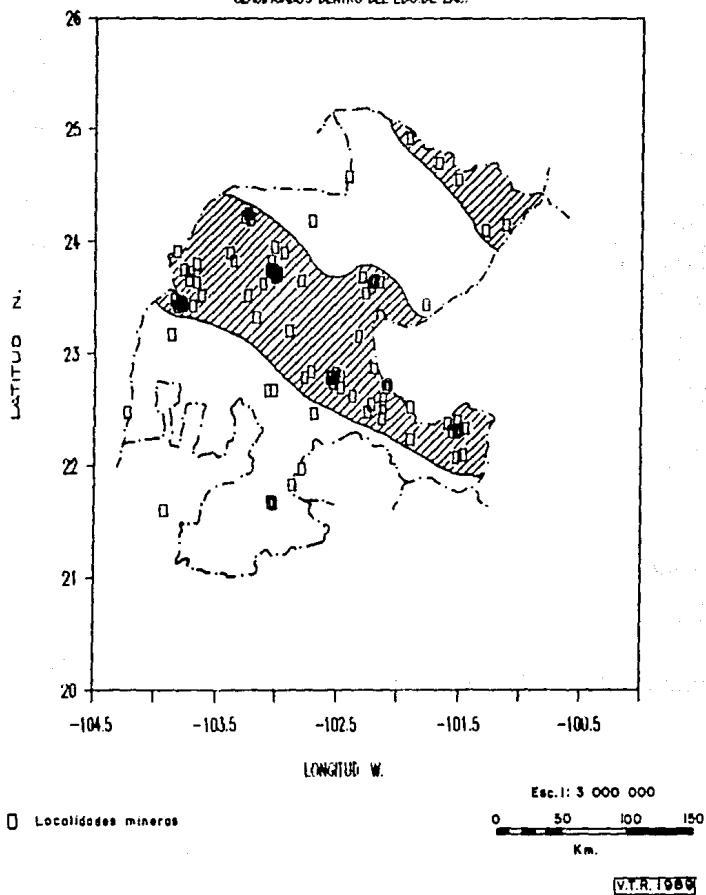


FIG 4. 7

Se ha observado que la mineralización está asociada a rocas ígneas tanto intrusivas como extrusivas y por lo - - menos la mitad se arman en secuencias calcáreas. Los depósitos minerales generados por soluciones hidrotermales de - - baja temperatura han dado origen a diferentes asociaciones mineralógicas de tipo metálicas y no metálicas; se tienen - como ejemplo las minas San José, El Espejo, La Blanca, Manganita, El Pabellón, Estrella de Plata, El Ochote, Cerro de Tetillas, Atocha, Seis de Enero, El Mineral de Mercurio y - San José de Ranchos, entre otras. (Tabla 4-3).

B. Yacimientos Hidrotermales de Mediana Temperatura

Se han reconocido 86 yacimientos de tipo hidrotermal - de mediana temperatura los cuales cubren el 32% de los lotes mineros estudiados. La distribución de estos depósitos sigue un patrón definido por la orientación preferente - - NW-SE, de una franja que atraviesa la parte central del estado en traslape con la franja de yacimientos de baja temperatura. También se observa un agrupamiento de lotes mineros en el cuadrante NE del área, los cuales corresponden al distrito minero de Concepción del Oro (Figura 4-8).

La presencia de este tipo de mineralización se relaciona a la gran actividad magmática e hidrotermal asociada al esquema de convergencia de placas que se desarrolló durante el período Oligoceno-Mioceno. Los depósitos mesotermales -

TABLA 4.3.

YACIMIENTOS HIDROTERMALES DE BAJA TEMPERATURA.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
213	04d1300C147	San José	24.15	-101.13
239	02e1300C147	Mesa Las Auroras	24.10	-101.30
146	08b1304C147	San Marcelino	22.33	-101.45
211	04d1304C147	El Mapache	22.10	-101.47
7	08a0724B147	La Esperanza	22.32	-101.50
193	04c0724C147	Veta Grande	22.30	-101.52
212	04d0704C147	Las Coloradas	22.40	-101.52
141	08b1304C147	Cerro Blanco	24.56	-101.52
140	04d1304C147	Las Amarillas	22.08	-101.53
147	08b1304C147	El Espejo	22.30	-101.57
127	08b1300C147	Benito Juárez	22.38	-101.60
216	04d1304C147	Agrupamiento La Negra	24.70	-101.68
142	08b1304C147	Cerro La Cardoncita	23.43	-101.78
8	08a0748C147	San Alfredo	22.23	-101.90
113	03a0704C147	Cerro Pancho	22.52	-101.90
218	04d1304C147	El Trébol	24.92	-101.92
252	08c1324C147	La Blanca	22.72	-102.08
253	08c0704C147	San Antonio	22.72	-102.08
232	02e1324C147	El Sacrificio	22.70	-102.10
262	02e1324C147	La Fosforita	22.52	-102.12
97	04d0748C147	El Socorro	22.60	-102.12
69	04d1300C147	Vetas Prietas	22.42	-102.13
145	08b0704C147	Chepinque	23.63	-102.15
215	04d0700C147	El Sauz	22.87	-102.20
10	10a0724C147	La Abundancia	23.65	-102.20
116	10a1324C147	La Colorada	23.65	-102.20
230	04d0748C147	La Tabasquena	22.55	-102.22
115	10a1324C147	La Esperanza	23.63	-102.22
222	04d1304C147	San Felipe	22.48	-102.25
226	10a1324C147	El Columpio	23.53	-102.27
128	10a1324C147	Manganita	23.68	-102.30
60	08a0724C147	Crucita	23.15	-102.33
261	02e0724C147	Palmira	22.62	-102.38
235	02e1324C147	Sta Rosa	24.58	-102.42
37	04a0724C147	El Compas	22.70	-102.48
224	04d0748C147	El Pabellon	22.80	-102.48
223	04d0748C147	La Victoria	22.80	-102.48
214	04d0748C147	Providencia	22.82	-102.52
191	04d0748C147	La Camelia	22.78	-102.53
180	04d0724C147	San Vicente II	22.73	-102.55
95	07c0748C147	La Grulla	22.78	-102.56
220	04d0704C147	La Azteca	22.78	-102.57
221	04d1304C147	Estrella de Plata	22.47	-102.70
52	08b1304C147	El Tanger	24.18	-102.72
		Belem	22.87	-102.77
96	04c3504C147	Cartagena	22.78	-102.78
248	08c0748C147	El Ochote	21.98	-102.80
238	02e0724C147	Cerro de Tetillas	23.65	-102.81
247	08c0724C147	San Nicolás	21.83	-102.88

TABLA 4.3.

YACIMIENTOS HIDROTERMALES DE BAJA TEMPERATURA.

144	08b1304C147	Loma de Xoconoxtle	23.20	-102.90
263	02e0724C147	El Zambrano	23.90	-102.95
81	04c0724C147	Santo Niño	23.70	-103.00
89	04d0724C147	Atocha	23.70	-103.00
86	04c0724C147	San Alejo	23.72	-103.00
85	04d0724C147	Peña Peña	23.68	-103.02
80	04c0724C147	La Encantada	23.72	-103.02
249	08c0724C147	La Providencia	21.67	-103.03
250	08c0724C147	Las Palomas	22.67	-103.03
87	04d0724C147	El Leon	23.72	-103.03
77	04c0724C147	La Soledad	23.75	-103.03
83	04c0724C147	Arcangelas	23.75	-103.03
57	04d0700C147	Sta Rita	23.95	-103.03
251	08c0724C147	Valenciana	21.68	-103.05
90	04c0724C147	Aguila Mexicana	23.73	-103.05
82	04c0724C147	El Carmen	23.73	-103.05
79	04c0724C147	Sacramento	23.73	-103.05
75	08a1300C147	Seia de Enero	23.83	-103.05
88	04c0724C147	San Carlos	23.75	-103.07
242	08c0724C147	Zona de Huzache y	22.67	-103.08
3	08a0724C147	La Luz	23.62	-103.12
2	08a0724C147	Tepeyac	23.62	-103.12
6	08a0724C147	Las Maravillas	23.32	-103.18
70	07e0724C147	La Buena Estrella	23.32	-103.18
264	02e0724C147	San Antonio	24.20	-103.23
54	08a0724C147	El Mineral de Mercurio	23.52	-103.25
9	01b0724C147	El Leon	24.25	-103.25
74	08a0724C147	Sta Leonor	24.22	-103.28
55	08a0724C147	El Triunfo	23.83	-103.37
112	10a0724C147	Mi Prieta	23.90	-103.40
143	08b1304C147	La Mojada	23.52	-103.63
175	04c0704C147	La Paloma	23.63	-103.67
78	04c0724C147	La Concepcion	23.80	-103.67
31	08a0724C147	El Carrizal del General	23.42	-103.70
84	04c0724C147	San Martín	23.73	-103.72
260	08c1300C147	El Frio	23.65	-103.73
184	04d1304C147	Remedios	23.43	-103.78
182	04d1304C147	Jarillas	23.43	-103.78
217	04d1304C147	Sta Eulalia	23.45	-103.78
178	04d0724C147	La Consentida	23.75	-103.78
204	04d1304C147	Celina	23.45	-103.80
243	10b0724C148	San José de Ranchos	23.47	-103.80
203	04d1304C147	Purísima	23.42	-103.83
199	04d0704C147	La Negra	23.92	-103.83
198	04d0704C147	San Antonio	23.48	-103.85
183	04c1324C147	La Luz	23.17	-103.87
245	08c0704C147	El Tiro	21.60	-103.93
51	08b1304C147	Cerro Pelon Chico	22.48	-104.22

YAC. HIDROTERMALES DE MEDIANA TEM.

CLASIFICADOS DENTRO DEL EDO DE ZAC.

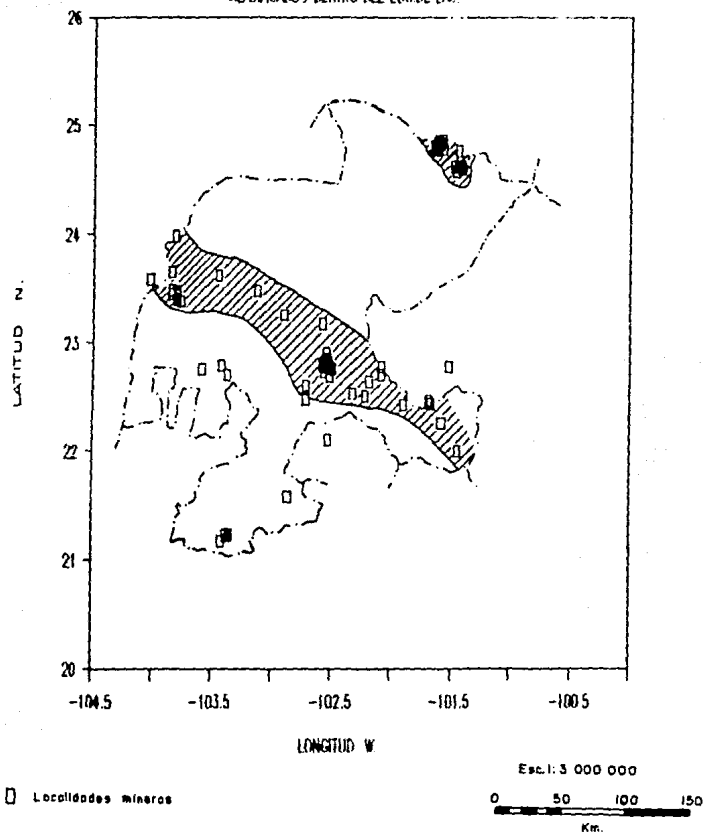
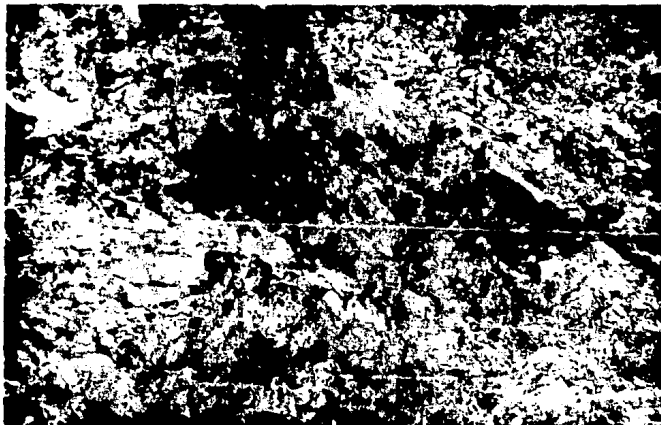


FIG. 4.6

según Lindgren se generan a mediana profundidad, por la influencia de moderadas presiones y temperaturas que oscilan entre 200 y 300°C.

Las estructuras mineralizadas principales son vetas, - las cuales pueden dividirse en simples, compuestas y lenticulares. Las simples llegan a alcanzar grandes dimensiones (hasta de un kilómetro o más de longitud). Como ejemplo se tiene la veta Cantera en el distrito de Zacatecas, la veta San José emplazada en el granito del mismo nombre ubicada en el distrito de La Blanca, las vetas Tocayos e Ibarra en el distrito de Sombrerete (Fotografía 4-1). El sistema de vetas compuestas o ramaleos y estructuras lenticulares son muy comunes en muchos distritos mineros como Fresnillo, - Real de Angeles y Chalchihuites, entre otros.



Fotografía 4.1. Se observa la traza de una veta muy silicificada de --- aproximadamente un kilómetro de longitud, que aflora en el distrito de La Blanca y que muy comúnmente se aprecian en otras localidades.

Casi la totalidad de los yacimientos hidrotermales de mediana temperatura están asociados a rocas ígneas tanto intrusivas como extrusivas. Por ejemplo se tiene el distrito de Zacatecas donde la mineralización está alojada en un pórfido andesítico; los distritos de Fresnillo y Mezquital del Oro se asocian a rocas volcánicas ácidas, mientras que los yacimientos de Concepción del Oro y Chalchihuites están ligados a rocas intrusivas ácidas (granitos, granodioritas y dioritas), en donde sus esquemas metalogénicos se relacionan a este tipo de cuerpos que aportaron calor así como los canales por donde ascendió posteriormente la mineralización.

Los yacimientos mesotermiales que han sido reconocidos en el estado de Zacatecas se definen por la asociación metálica Pb, Zn, Ag(Au, Cu) y Au, Ag(Pb, Zn, Cu). Las principales menas son oro y plata nativos, cerargirita, argentita, cerusita, galena argentífera, galena, esfalerita, calcopirita, tetraedrita, arsenopirita, casiterita, estibinita, - - pirrotita y proustita. Como minerales de ganga se tienen al cuarzo acompañado frecuentemente por carbonatos. En este tipo de yacimientos se encuentran los depósitos minerales más importantes de Zacatecas como son: Salaverna, Parroquia, Pinos, Real de Angeles, San José, Sta. Rita, El Zancarrón, San Luis del Oro, Veta Grande, Nevada, El Bote, Valenciana, Fresnillo, Fco. I. Madero, Distrito Mezquital del Oro, Unidad Tocayos, La Colorada, Los Pintos, Chalchihuites

TABLA 4.4.

YACIMIENTOS HIDROTERMALES DE MEDIANA TEMPERATURA.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGOC
100	03a1304C137	Las Conchas	24.60	-101.42
106	03a1304C137	Cabrestante	24.60	-101.42
119	04d1304C137	El Zafiro	24.60	-101.42
118	03a1304C137	Maria Guadalupe	24.62	-101.43
111	08e0724C137	Sta Elena	22.00	-101.45
48	04d1304C137	Animas	24.62	-101.45
47	04d1304C137	Zinc West	24.77	-101.45
125	07c1304C137	Cerro Gordo	24.57	-101.47
49	04d1304C137	Salaverna	24.62	-101.48
50	04d1304C137	Santiago	24.62	-101.48
41	04d0348C137	Parroquia	22.77	-101.52
156	04d1304C137	La Almagrera	24.78	-101.57
109	04c0724C137	Pinos	22.25	-101.58
163	04d1304C137	El Nacimiento	24.85	-101.58
149	07e0704C137	El S.A.M	24.83	-101.60
155	04d1304C137	Eureka II	24.78	-101.62
162	04d1304C137	La Esperanza	24.80	-101.62
152	04d0704C137	Almaden	24.82	-101.62
150	04d0704C137	Torre Blanca	24.82	-101.62
164	04d0704C137	La Fortuna	24.82	-101.62
167	04d0704C137	Cabo Terrez	24.83	-101.62
151	04d0704C137	Huajuquena	24.83	-101.62
157	04d1304C137	Sta Rosa	24.85	-101.62
165	04d1304C137	Quebradillas	24.80	-101.63
124	04d1304C137	El Cajón	24.80	-101.63
158	04d1304C137	Carolina	24.80	-101.63
170	04d0704C137	Animas del Norte	24.80	-101.63
67	04c0748C137	La Celestina	24.83	-101.63
114	04d1304C137	Caballo Prieto	24.83	-101.63
148	04d0704C137	Monserrat	24.83	-101.63
161	04d1304C137	Santo Niño	24.78	-101.65
166	04d1304C137	La Duraznilla	24.78	-101.65
105	04c1304C137	Tiro Azul	24.78	-101.65
160	04d1304C137	El Regalo	24.80	-101.65
159	04d1304C137	Candelaria	24.80	-101.65
207	04d1304C137	La Esperanza	22.43	-101.67
34	04c1304C137	La Trinidad	22.45	-101.68
265	04d0704A137	Real de Angeles	22.42	-101.90
231	04d1304C137	San José	22.70	-102.10
177	04d1304C137	San Dario	22.77	-102.10
61	04d0700C137	a) Sat Rita	22.63	-102.20
73	04d0748C137	El Zancarron	22.63	-102.20
228	04d1348C137	Milagros	22.50	-102.23
33	04c0724C137	Aguinaldo	22.32	-102.33
176	04d0748C137	La California	22.75	-102.33
11	04c3548B137	San Luis, del Oro	22.68	-102.52
36	04d0748C137	San Jose	22.75	-102.52
38	07c0748C137	La Cantera	22.77	-102.52
110	07d1324C137	San José	22.10	-102.53

TABLA 4.4.

YACIMIENTOS HIDROTERMALES DE MEDIANA TEMPERATURA.

188	04c0746C137	San Acacio	22.82	-102.53
71	04d0748C137	El Cigarrero	22.77	-102.55
39	07c0748C137	La Castellana	22.78	-102.55
26	04d0748B137	Veta Grande	22.83	-102.55
40	04c0748C137	La Esperanza (El Bote)	22.83	-102.55
187	04d0748C137	Buena Vista	22.90	-102.55
92	04d0704C137	Dolores	22.82	-102.56
27	04d0748C137	Rondanera	22.72	-102.57
25	04d0748C137	Nevada	22.78	-102.57
24	04d0748B137	El Bote	22.78	-102.58
76	04d0748C137	Valenciana	22.80	-102.58
43	04d0748C137	Purísima	22.80	-102.58
23	04d0724A137	Fresnillo	23.17	-102.58
225	04d1324C137	La Plomosa	23.25	-102.90
91	04d1304C137	Tuna	22.47	-102.72
28	04d1204C137	Fco. I Madero	22.60	-102.72
225	04d1324C137	La Plomosa	23.25	-102.90
19	04d0724C137	Sta Rosa	21.58	-102.87
225	04d1324C137	La Plomosa	23.25	-102.90
179	04d0724C137	La Reyna	23.47	-103.12
108	04c0724C137	El Dorado	21.23	-103.35
12	07e0724C137	El Zarco	22.70	-103.37
21	04d0724C137	Distrito Mezquital del Oro	21.22	-103.38
107	04c0724C137	Sagrado Corazón de Jesús	21.17	-103.42
65	04d0748C137	San Felipe (El Bote)	22.78	-103.42
29	04d1304C137	Unidad Tocayos	23.62	-103.45
104	04d0704C137	El Pobre	22.75	-103.58
72	04d0748A137	La Colorada	23.38	-103.77
139	04d1304C137	Restauradora	23.40	-103.80
93	04d1304C137	San Esteban	23.43	-103.80
126	04c1304C137	Los Pintos	23.45	-103.80
173	04d1346C137	San Antonio del Consuelo	23.47	-103.80
186	04d1304C137	La Española	23.98	-103.82
171	04d1304C137	San Nicolás	23.45	-103.85
181	04d1304C137	Chalchihuites	23.48	-103.85
132	04d1348C137	Dos de Marzo	23.65	-103.85
130	04d1304C137	Dulces Nombres	23.58	-104.03

y San Esteban, entre otras (Tabla 4-4).

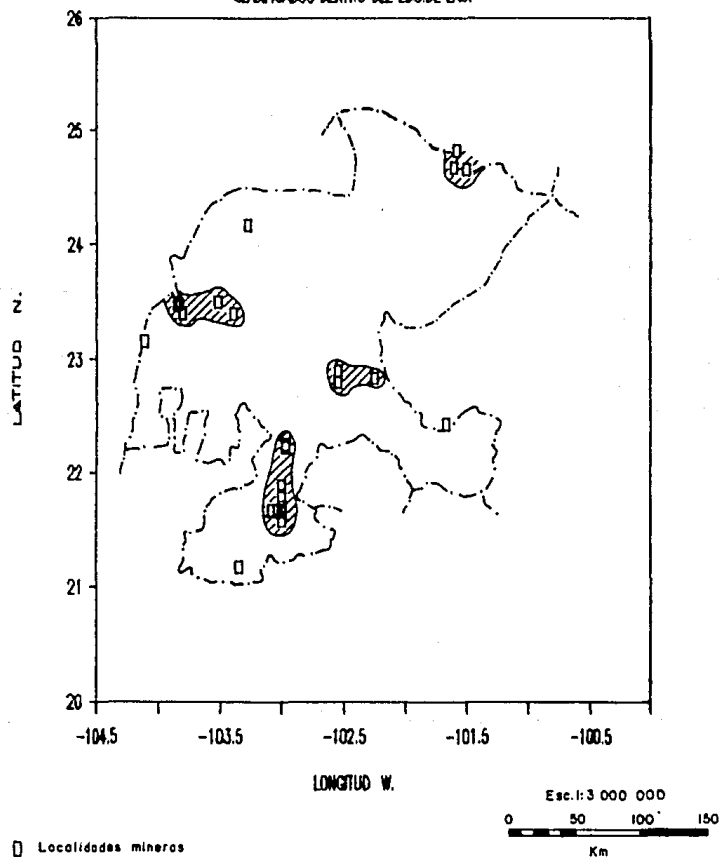
C. Yacimientos Hidrotermales de Alta Temperatura

La frecuencia de este tipo de mineralización es menor a los de tipo mediana y baja temperatura. Solamente se localizaron 27 lotes mineros los cuales cubren el 10% del total de los yacimientos estudiados. La distribución de las zonas mineralizadas de alta temperatura forman dos alineamientos, el primero presenta el rumbo NNW que es el mismo que se ha observado en los otros dos tipos de yacimientos hidrotermales, representado principalmente por depósitos polimetálicos, mientras que el segundo con una leve dirección NS constituido esencialmente por minerales no metálicos como la fluorita (Figura 4-9).

La gran actividad magmática e hidrotermal que se desarrolló en la región durante el Terciario Medio se considera como la causante de la importante riqueza minera de la zona. Como consecuencia de esta actividad se tiene la presencia de los depósitos hipotermiales que Lindgren (1943) los asocia a altas presiones y temperaturas (300-500°C). Los minerales más característicos son oro nativo, calcopirita, galena, casiterita, molibdenita, pirita, pirrotita, arsenopirita, magnetita, cuarzo, fluorita y turmalina. Las vetas son las estructuras mineralizadas más importantes, algunas de ellas presentan filones de casiterita, cuarzo y oro, cobre y plomo.

YAC. HIDROTERMALES DE ALTA TEMPERATURA.

CLASIFICADOS DENTRO DEL EDO. DE ZAC.



V.T.R. 1989

FIG. 4.9

Los depósitos de alta temperatura están asociados a -- ambientes ígneos, se observan minerales no metálicos como - fluorita y caolín que se identifican con riolitas, tobas -- riolíticas y pórfidos riolíticos. Para el caso de los elementos metálicos éstos son afines a rocas intrusivas como - granito, granodiorita, diorita y monzonitas así como rocas_ extrusivas intermedias del tipo de las andesitas, tobas - - andesíticas y pórfidos andesíticos.

Se tienen identificadas tres asociaciones minerales de los yacimientos hidrotermiales de alta temperatura, la primera de tipo polimetálico; como ejemplo se tienen las siguientes minas: Tayahua, La Blanca, El Aquila, San Bernabé, Los_ Lugo y Sta. Rita, entre otras. Los depósitos de estaño forman la segunda asociación, con los siguientes lotes mine--ros: Hornitos, La Fe 1,2,3, Juan Aldama, La Colación, El Vo_ladero, Buena Suerte y Cerro de las Gallinas. Por último - se tienen los yacimientos con valores en fluor que son los_ siguientes: Chema I, Ricardo I, Tanayuca, Los Gallos, La Calatea, El Huizachal y San Nicolás (Tabla 4-5).

D. Yacimientos Metasomáticos de Contacto

El avance del arco magmático en dirección E durante el evento Laramídico trajo consigo el emplazamiento de numero-sos cuerpos plutónicos los cuales afectaron las secuencias sedimentarias mesozoicas preexistentes; como ejemplo se tie

TABLA 4.5.

YACIMIENTOS HIDROTERMALES DE ALTA TEMPERATURA.

NUM.	C O D I GO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
210	04d1304C127	Tayahua	24.67	-101.50
133	04d1304C127	Sta Maria	24.83	-101.58
129	04d1304C127	La Blanca	24.68	-101.60
174	04d1304C127	La Esperanza	22.43	-101.67
134	04d0748C127	El Aguila	22.83	-102.25
32	04c0748C127	San Bernabé	22.80	-102.55
30	04d0748C127	Plomosa	22.90	-102.55
122	01b0724B127	Hornitos	22.23	-102.97
123	01b0724B127	La Fe 1,2,3	22.25	-102.97
20	08c0724C127	Chemita I	21.58	-103.00
18	08c0724C127	Ricardo I	21.67	-103.00
15	08c0724C127	Tenayuca	21.70	-103.00
14	08c0724C127	San Nicolás	21.80	-103.00
13	08c0724C127	Los Gallos	21.88	-103.00
16	08c0724C127	La Galatea	21.67	-103.03
17	08c0724C127	El Huizachal	21.67	-103.08
63	01b0724B127	Juan Aldama	24.17	-103.28
22	04a0724C127	Los Lugo	21.17	-103.35
121	01b0724B127	la Colación	23.40	-103.40
59	01b0724A127	El Voladero	23.40	-103.40
68	01b0724C127	Buena Suerte	23.40	-103.40
120	10b0724A127	El Naranjo	23.50	-103.52
135	04d1304C127	El Fenix	23.40	-103.80
138	04d1304C127	Sta Rita	23.48	-103.83
137	04d0704C127	Maritza	23.47	-103.85
131	04d1304C127	Ampliación del Refugio	24.80	-103.85
35	01b0724B127	Cerro de las Gallinas	23.15	-104.12

ne el stock de Concepción de Oro, el stock Providencia, El Tronco de Teyra, El Granito San José y El Peñón Blanco.

Lindgren (op. cit) le asigna el término de pirometasom tismo a los cambios metasomáticos entre rocas calcáreas en contacto con rocas intrusivas calcoalcalinas bajo la influen cia de fluidos magmáticos, estos eventos se realizan a pre siones hidrostáticas relativamente bajas y temperaturas - - altas las cuales van de 300 a 1000°C en el contacto del -- cuerpo intrusivo. Este proceso produce la formación de - - skarn de granate localizado en el contacto de ambas rocas.

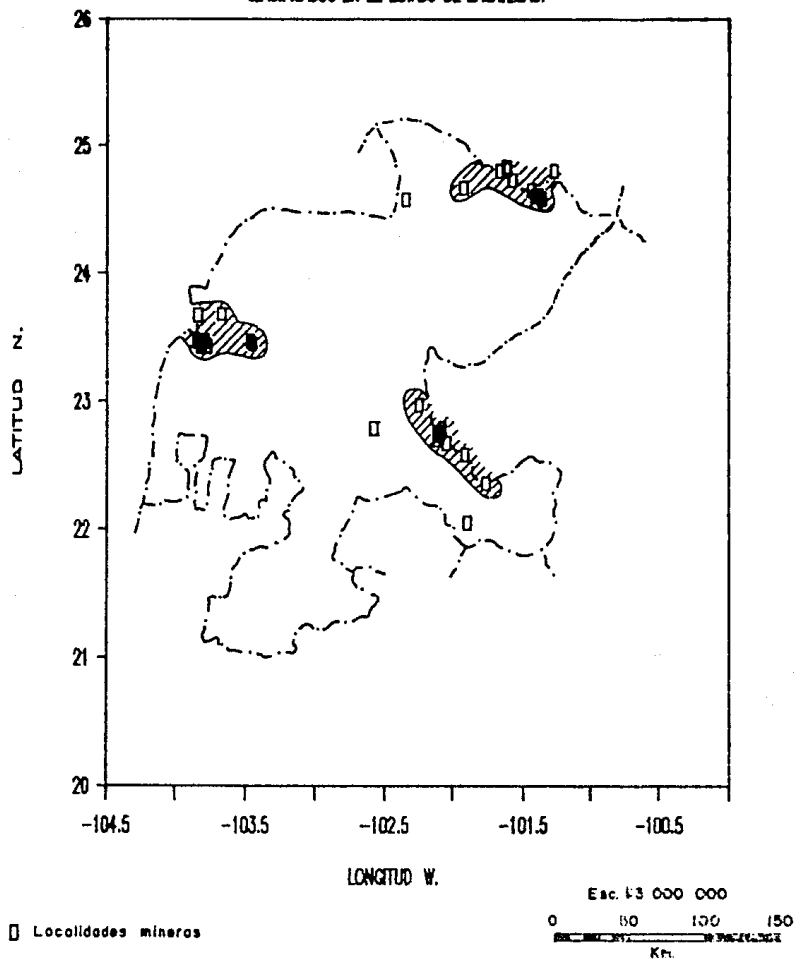
Se tienen distinguidos dos tipos de metamorfismo de -- contacto. a) El primero es de carácter térmico siendo el -- agente principal del metamorfismo el calor proveniente del cuerpo intrusivo que al contacto con la caliza puede lle-- gar a reemplazarla casi totalmente. Durante este evento se -- tiene la aparición de nuevos minerales que pueden ser de im portancia económica. b) El segundo tipo se caracteriza por el factor térmico derivado del intrusivo asociado a la ema nación de soluciones hidrotermales las cuales al actuar con juntamente generan nuevos minerales. Un ejemplo de este ca so se tiene en el distrito minero de La Blanca, donde el -- granito San José es el cuerpo intrusivo que corta la secuen cia sedimentaria de las Formaciones Cupido, Aurora e Indidu ra; el emplazamiento de este cuerpo plutónico es causante - de la mineralización en su contacto con las calizas que ori gina depósitos de wollastonita como es el de la mina La Ti-

tila. También se tiene la presencia de sulfuros alojados en sistemas de vetas (mina Real del Monte, Zac.) producto de un proceso hidrotermal subordinado al contexto de la skarnificación. La mineralización de mena esta presentada por galena, argentita, calcopirita, pirita, calcocita, polibasita pirrotita y arsenopirita.

En el estado de Zacatecas se han localizado 40 lotes mineros con este tipo de mineralización, los cuales abarcan el 15% del total de los depósitos estudiados. En la Figura (4-10) se da la distribución de estos yacimientos agrupados en tres áreas distintas. La primera se ubica en la porción NE, en el distrito de Concepción del Oro, caracterizado por la presencia de diferentes cuerpos intrusivos que varían tanto en forma como en composición. Los emplazamientos son en forma de troncos, diques y diquestratos de granodiorita y diorita; es en contacto con las Formaciones Zuloaga, La Caja, Taraises, Cupido y Cuesta del Cura donde por lo regular existe la mineralización. La segunda área se localiza en la porción centro-noroeste de Zacatecas y comprende los distritos de Chalchihuites y Sombrerete donde se tienen cuerpos intrusivos de composición granítica, monzonítica y cuarzomonzonítica en cuyos contactos con las rocas sedimentarias del Cretácico Inferior se han desarrollado skarn y hornfels asociados a la mineralización. La tercera área se relaciona a los distritos de La Plancha y Villa Hidalgo donde se tiene la presencia de cuerpos intrusivos (granitos y granodioritas), los cuales cortan los paquetes sedimentarios

YACIMIENTOS METASOMATICOS DE CONTACTO.

CLASIFICADOS EN EL ESTADO DE ZACATECAS.



V.T.R. 1080

FIG. 4.10.

cretácicos de las Formaciones Cupido, Aurora, Indidura y -- Caracol; en el contacto con las calizas de la Formación Cupido (?) se ha generado una bien marcada aureola de metamorfismo y se han desarrollado yacimientos de wollastonita.

La principal asociación mineralógica la forman los elementos de metales base asociados con metales preciosos (Tabla 4-6); como ejemplo se tienen las siguientes minas: Noche Buena, El Alicante, El Nevado, La Esmeralda, Sta. Rita y El Conjuero, entre otras. Se conocen también depósitos de wollastonita en las minas La Campana, La Titila y Guanajuatillo, así como depósitos de fluorita en los lotes La Morenita, Estrellita, La Nueva Rosita y La Fluorita.

E. Yacimientos Volcano-Sedimentarios

Se puede considerar que este tipo de yacimientos no -- son frecuentes en el modelo de mineralización en Zacatecas, dado que solamente se definieron los depósitos de San Luis del Oro y Cartagena, ambos con mineralización polimetálica.

Se considera que durante el Triásico Tardío se presentaron las condiciones geológicas para el desarrollo de este tipo de yacimientos. Durante este período, sedimentos terrígenos y rocas volcánicas fueron depositados en una cuenca adyacente a un arco volcánico activo, para que posteriormente este paquete litológico fuera trasladado tectónicamente

TABLA 4.6.

YACIMIENTOS METASOMATICOS DE CONTACTO, POLIMETALICOS.

NUM.	C O D I GO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
62	04d1304B117	Noche Buena	24.80	-101.28
56	04c0704C117	La Fortuna	21.12	-101.30
44	04d1304C117	Arrollo de la Esperanza	24.58	-101.37
66	04d1304C117	El Alicante	24.60	-101.40
46	03a1304B117	Aranzazu	24.60	-101.42
45	04c1304C117	La Paloma	24.60	-101.42
1	04d1304B117	San Marcos	24.65	-101.45
208	04c1304C117	Cerro de Oro	24.73	-101.58
209	04c1304C117	El Nevado	24.82	-101.62
154	04c1304C117	Zacatecas II	24.83	-101.62
168	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-101.62
169	04c1304C117	San Fco. del Puerto.	24.80	-101.67
259	08c1304C117	La Morenita	22.35	-101.77
241	06a1304C117	La Campana	22.05	-101.90
236	08d0724C117	Cerro San Miguel	22.52	-101.92
64	04c1304C117	La Esmeralda	24.67	-101.93
229	04d1304C117	Bilbao	22.67	-102.05
255	08c1300C117	Estrellita	22.78	-102.08
233	06a1304C117	La Titila	22.75	-102.10
237	06a1304C117	Guanajuatillo	22.70	-102.12
257	08c1300C117	La Boquilla	22.73	-102.12
234	04d1304C117	Real del Monte.	22.75	-102.12
254	08c1300C117	Las Guapillas	22.97	-102.25
258	08c1324C117	La Nueva Rosita	22.97	-102.25
256	08c1300C117	La Fluorita	22.97	-102.25
227	04d1304C117	La Favorita	24.57	-102.35
219	04d1348B117	Unificacion El Cobre	22.78	-102.58
196	04d1304C117	Fatima	23.45	-103.45
194	04d1304C117	San Juan	23.47	-103.47
206	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-103.62
5	04d1304C117	Tajo de Ibarra	23.68	-103.68
185	04d1304C117	Sta Rita	23.42	-103.78
94	04d1304C117	Los Cordones	23.43	-103.78
4	04d1304C117	El Conjuró	23.47	-103.80
197	04d1304C117	a)Refugio	23.42	-103.83
201	04d1304C117	Perseverancia	23.45	-103.83
195	04d1304C117	El Consuelo	23.47	-103.83
202	04d1304C117	Zaragoza	23.47	-103.85
98	04d1304C117	La Nueva India	23.47	-103.85
172	04d1304C117	El Pilar	23.67	-103.85

te hacia el E como un alóctono. Fue, tal vez, este tipo de fenómenos geológicos los que enmascaró o movilizó dichas secuencias triásicas; por tanto, estos afloramientos son muy restringidos, siendo el más característico el del arroyo de La Pimienta localizado en la sierra de Zacatecas. (Fotografía 4-2).



Fotografía 4.2. Rocas volcánicas alternando con filitas y esquistos del Triásico Superior marino de Zacatecas, en el arroyo de La Pimienta.

IV.1.3. Provincias Metálicas

A) Asociaciones Pb,Zn,Ag(Au, Cu) y Au,Ag(Pb, Zn, Cu)

En el estado de Zacatecas se han reconocido por lo menos 176 localidades mineras que presentan alguna de estas - asociaciones o por lo menos algunos elementos de ellas; - - estos yacimientos representan el 66% del total de las localidades estudiadas. Este porcentaje deja ver la especiali-

zación metálica de la región, que se traduce en un enorme -
potencial económico-minero.

Entre las localidades donde se han descrito estas aso-
ciaciones se encuentran Real de Angeles, Fresnillo, Chalchi-
huites, Veta Grande, San Martín, La Colorada, San José, San
Marcos, Aranzazú, Sta. Rita, El Conjuero, El Bote, Tiro Azul,
Pinos y Cerro de Oro, entre otras (Tabla 4-7).

La distribución geográfica de estas dos asociaciones -
adopta un patrón de franjas con dirección NW-SE; se define_
su continuidad hacia el SE con la franja polimetálica - --
Taxco-Fresnillo y cuya prolongación en dirección NW incluye
a los distritos de Chalchihuites y Sombrerete. Dentro de -
la zona cubierta por este estudio se distinguen dos provi-
dencias con una mineralización rica en ambas asociaciones -
(Figura 4-11). La primera cubre una franja central del es-
tado con un rumbo NW-SE y una dimensión de un poco más de -
300 km de longitud por 63 km de ancho para comprender un --
área de aproximadamente $18\,900\text{ km}^2$. La segunda provincia -
se ubica en el cuadrante NE de la zona en cuestión, su dis-
posición es paralela a la franja anterior con una superfi-
cie de más o menos $3\,750\text{ km}^2$.

La primera franja como anteriormente se mencionó, cru-
za la región central del estado y su cobertura comprende a_
los principales distritos mineros de Zacatecas como son:

TABLA 4.7

DISTRIBUCION EN EL EDO. DE ZACATECAS DE YACIMIENTOS POLIMETALICOS.
Pb, Zn, Ag (Au, Cu) y Au, Ag (Pb, Zn, Cu).

NUM.	C O D I GO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
213	04d1300C147	San José	24.15	-101.13
62	04d1304B117	Noche Buena	24.80	-101.28
56	04c0704C117	La Fortuna	21.12	-101.30
44	04d1304C117	Arrollo de la Esperanza	24.58	-101.37
66	04d1304C117	El Alicante	24.60	-101.40
45	04c1304C117	La Paloma	24.60	-101.42
99	03a1304C037	La Esperanza	24.60	-101.42
46	03a1304B117	Aranzaú	24.60	-101.42
102	03a1304C037	Los Negros	24.60	-101.42
106	03a1304C137	Cabrera	24.60	-101.42
101	03a1304C037	La Discordia	24.60	-101.42
119	04d1304C137	El Zafiro	24.60	-101.42
100	03a1304C137	Las Conchas	24.60	-101.42
118	03a1304C137	María Guadalupe	24.62	-101.43
103	03a1304C037	El Sol y La Luna	24.60	-101.45
48	04d1304C137	Ánimas	24.62	-101.45
1	04d1304B117	San Marcos	24.65	-101.45
47	04d1304C137	Zinc West	24.77	-101.45
211	04d1304C147	El Mapache	22.10	-101.47
50	04d1304C137	Santiago	24.62	-101.48
49	04d1304C137	Salaverna	24.62	-101.48
210	04d1304C127	Tayahua	24.67	-101.50
193	04c0724C147	Veta Grande	22.30	-101.52
212	04d0704C147	Las Coloradas	22.40	-101.52
41	04d0348C137	Parroquia	22.77	-101.52
140	04d1304C147	Las Amarillas	22.08	-101.53
42	04c1348C137	Asturiana	22.28	-101.57
156	04d1304C137	La Almagrera	24.78	-101.57
109	04c0724C137	Pinos	22.25	-101.58
208	04c1304C117	Cerro de Oro	24.73	-101.58
133	04d1304C127	Sta. María	24.83	-101.58
163	04d1304C137	El Nacimiento	24.85	-101.58
129	04d1304C127	La Blanca	24.68	-101.60
155	04d1304C137	Eureka II	24.78	-101.62
162	04d1304C137	La Esperanza	24.80	-101.62
153	04d1304C117	Naranjero	24.82	-101.62
164	04d0704C137	La Fortuna	24.82	-101.62
150	04d0704C137	Torre Blanca	24.82	-101.62
152	04d0704C137	Almaden	24.82	-101.62
209	04c1304C117	El Nevado	24.82	-101.62
168	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-101.62
151	04d0704C137	Huachuquena	24.83	-101.62
167	04d0704C137	Cabo Terrez	24.83	-101.62
154	04c1304C117	Zacateras II	24.83	-101.62
157	04d1304C137	Sta. Rosa	24.85	-101.62
165	04d1304C137	Quebradillas	24.80	-101.63
158	04d1304C137	Carolina	24.80	-101.63
170	04d0704C137	Ánimas del Norte	24.80	-101.63
124	04d1304C137	El Cajón	24.80	-101.63

TABLA 4.7.

DISTRIBUCION EN EL EDO. DE ZACATECAS DE YACIMIENTOS POLIMETALICOS.
Pb, Zn, Ag (Au, Cu) y Au, Ag (Pb, Zn, Cu).

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
114	04d1304C137	Caballo Prieto	24.83	-101.63
148	04d0704C137	Monserrat	24.83	-101.63
67	04c0748C137	La Celestina	24.83	-101.63
161	04d1304C137	Santo Niño	24.78	-101.65
166	04d1304C137	La Duranilla	24.78	-101.65
105	04c1304C137	Tiro Azul	24.78	-101.65
160	04d1304C137	El Regalo	24.80	-101.65
159	04d1304C137	Candelaria	24.80	-101.65
174	04d1304C127	La Esperanza	22.43	-101.67
207	04d1304C137	La Esperanza	22.43	-101.67
169	04c1304C117	San Fco. del Puerto.	24.80	-101.67
34	04c1304C137	La Trinidad	22.45	-101.68
216	04d1304C147	Agrupamiento La Negra	24.70	-101.68
265	04d0704A137	Real de Angeles	22.42	-101.90
113	03a0704C147	Cerro Pancho	22.52	-101.90
218	04d1704C147	El Trébol	24.92	-101.92
64	04c1304C117	La Esmeralda	24.67	-101.93
229	04d1304C117	Bilbao	22.67	-102.05
231	04d1304C137	San José	22.70	-102.10
177	04d1304C137	San Darío	22.77	-102.10
97	04d0748C147	El Socorro	22.60	-102.12
234	04d1304C117	Real del Monte.	22.75	-102.12
59	04d1300C147	Vetas Prietas	22.42	-102.13
73	04d0748C137	El Zancarrón	22.63	-102.20
61	04d0700C137	a) Sat Rita	22.63	-102.20
215	04d0700C147	El Sauz	22.87	-102.20
230	04d0748C147	La Tabasquena	22.55	-102.22
228	04d1348C137	Milagros	22.50	-102.23
222	04d1304C147	San Felipe	22.48	-102.25
134	04d0748C127	El Águila	22.83	-102.25
33	04c0724C137	Aguinaldo	22.52	-102.33
227	04d1304C117	La Favorita	24.57	-102.35
223	04d0748C147	La Victoria	22.80	-102.48
224	04d0748C147	El Pabellón	22.80	-102.48
176	04d0748C137	La California	22.75	-102.50
11	04c3548R137	San Luis del Oro	22.68	-102.52
36	04d0748C137	San José	22.75	-102.52
214	04d0748C147	Providencia	22.82	-102.52
110	07d1324C137	San José Castellano	22.10	-102.53
191	04d0748C147	La Camelia	22.78	-102.53
188	04c0746C137	San Acacio	22.82	-102.53
180	04d0724C147	San Vicente II	22.73	-102.55
71	04d0748C137	El Cigarrero	22.77	-102.55
22	04c0748C127	San Bernabé	22.80	-102.55
26	04d0748R137	Veta Grande	22.83	-102.55
40	04c0748C137	La Esperanza (El Rote)	22.83	-102.55
30	04d0748C127	Plumosa	22.90	-102.55
187	04d0748C137	Buena Vista	22.90	-102.55
92	04d0704C137	Dolores	22.82	-102.56
27	04d0748C137	Rondanera	22.72	-102.57

TABLA 4.7.

DISTRIBUCION EN EL EDO. DE ZACATECAS DE YACIMIENTOS POLIMETALICOS.
Pb, Zn, Ag (Cu, Au) y Au, Ag (Pb, Zn, Cu).

NUM.	C O D I GO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
25	04d0748C137	Nevada	22.78	-102.57
219	04d1348B117	Unificacion El Cobre	22.78	-102.58
24	04d0748B137	El Bote	22.78	-102.58
75	04d0748C137	Valenciana	22.80	-102.58
43	04d0748C137	Purisima	22.80	-102.58
58	07d1300C027	San Francisco	22.95	-102.58
23	04d0724A137	Fresnillo	23.17	-102.58
190	04d1304C137	Los Gringos	22.75	-102.67
221	04d1304C147	Estrella de Plata	22.47	-102.70
91	04d1304C137	Tuna	22.47	-102.72
28	04d1304C137	Fco. I. Madero	22.60	-102.72
96	04c3504C147	Cartagena	22.78	-102.78
19	04d0724C137	Sta Rosa	21.58	-102.87
225	04d1324C137	La Plumbosa	23.25	-102.90
81	04c0724C147	Santo Niño	23.70	-103.00
89	04d0724C147	Atocha	23.70	-103.00
86	04c0724C147	San Alejo	23.72	-103.00
85	04d0724C147	Peña Peña	23.68	-103.02
80	04c0724C147	La Encantada	23.72	-103.02
87	04d0724C147	El Leon	23.72	-103.03
83	04c0724C147	Arcangeles	23.75	-103.03
77	04c0724C147	La Soledad	23.75	-103.03
57	04d0700C147	Sta Rita	23.95	-103.03
90	04c0724C147	Aguila Mexicana	23.73	-103.05
82	04c0724C147	El Carmen	23.73	-103.05
79	04c0724C147	Sacramento	23.73	-103.05
88	04c0724C147	San Carlos	23.75	-103.07
179	04d0724C137	La Reyna	23.47	-103.12
108	04c0724C137	El Dorado	21.23	-103.35
21	04d0724C137	Distrito Mezquital del Oro	21.22	-103.38
107	04c0724C137	Sagrado Corazón de Jesús	21.17	-103.42
65	04d0748C137	San Felipe (El Bote)	22.78	-103.42
196	04d1304C117	Fatima	23.45	-103.45
29	04d1304C137	Unidad Tlucayot	23.62	-103.45
194	04d1304C117	San Juan	23.47	-103.47
104	04d0704C137	El Pobre	22.75	-103.58
206	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-103.62
175	04c0704C147	La Paloma	23.63	-103.67
78	04c0724C147	La Concepción	23.80	-103.67
5	04d1304C117	Tajo de Ibarra	23.69	-103.68
84	04c1304C147	San Martín	23.73	-103.72
72	04d0748A137	La Colorada	23.38	-103.77
185	04d1304C117	Sta Rita	23.42	-103.78
184	04d1304C147	Remedios	23.45	-103.78
94	04d1304C117	Los Cordones	23.47	-103.78
182	04d1304C147	Jarillas	23.43	-103.78
217	04d1304C147	Sta Eulalia	23.45	-103.78
176	04d0724C147	La Consentida	23.75	-103.78
139	04d1304C137	Restauradora	23.40	-103.80
135	04d1304C137	El Fénix	23.40	-103.80

TABLA 4.7.

DISTRIBUCION EN EL EDO. DE ZACATECAS DE YACIMIENTOS POLIMETALICOS.
Pb, Zn, Ag (Au, Cu) y Au, Ag (Pb, Zn, Cu).

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
126	04c1304C137	Los Pintos	23.45	-103.80
204	04d1304C147	Celina	23.45	-103.80
173	04d1346C137	San Antonio del Con-	23.47	-103.80
4	04d1304C117	El Conjuero	23.47	-103.80
200	04d0704C147	El Barreno	23.48	-103.80
192	04d1304C147	La Conchita	23.47	-103.82
189	04d1304C147	Tepozán	23.48	-103.82
186	04d1304C137	La Espanola	23.98	-103.82
203	04d1304C147	Purísima	23.42	-103.83
197	04d1304C117	a)Refugio	23.42	-103.83
201	04d1304C117	Perseverancia	23.45	-103.83
195	04d1304C117	El Consuelo	23.47	-103.83
138	04d1304C127	Sta Rita	23.48	-103.83
199	04d0704C147	La Negra	23.92	-103.83
171	04d1304C137	San Nicolás	23.45	-103.85
98	04d1304C117	La Nueva India	23.47	-103.85
137	04d0704C127	Maritza	23.47	-103.85
202	04d1304C117	Zaragoza	23.47	-103.85
198	04d0704C147	San Antonio	23.48	-103.85
181	04d1304C137	Chalchihuites	23.48	-103.85
136	04d0704C127	Talyoltita.	23.48	-103.85
132	04d1348C137	Dos de Marzo	23.65	-103.85
172	04d1304C117	El Pilar	23.67	-103.85
131	04d1304C127	Ampliacion del Refugio	24.80	-103.85
183	04c1324C147	La Luz	23.17	-103.87
205	07d1304C117	La Esmeralda	23.50	-103.88
130	04d1304C137	Dulces Nombres	23.58	-104.03

PRINCIPALES ASOCIACIONES MIN. EN ZAC.

Pb,Zn,Ag(Au,Cu) y Au,Ag(Pb,Zn,Cu).

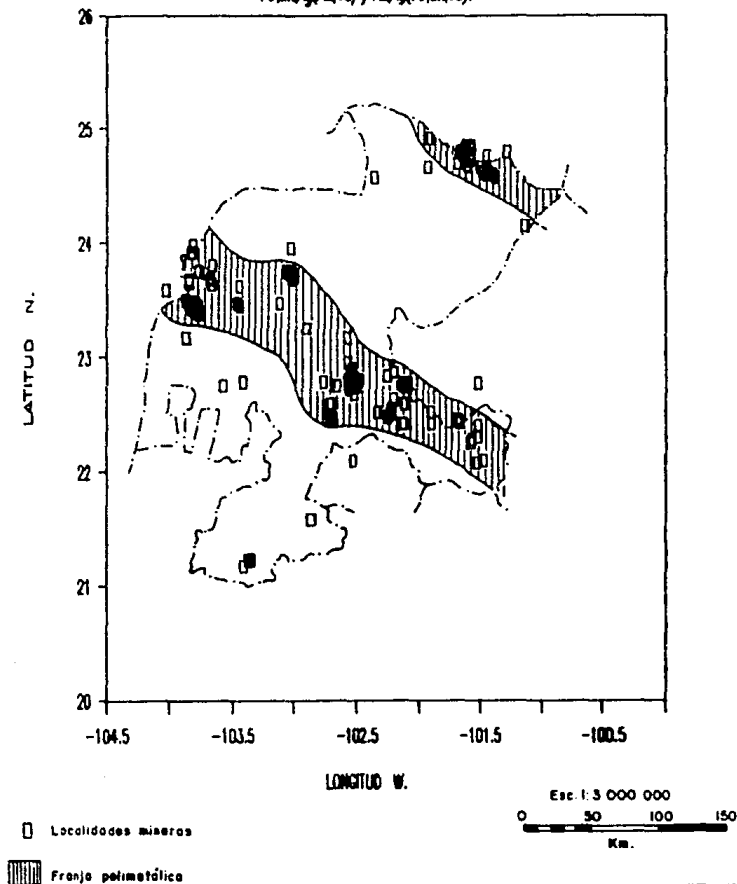


FIG. 4.11

- Distrito de Noria de Angeles cuyo yacimiento más representativo es el de la mina Real de Angeles. Sus minerales de mena (feibergita, tetrahedrita, galena, y marmatita) se alojan en estructuras epigenéticas como vetas y vetillas, asociados a zonas de alteración hidrotermal, silicificación y cloritización. Los sulfuros de ganga son: pirrotita, pirita y arsenopirita y los minerales de ganga no metálicos son cuarzo, calcita y fluorita.

- Distrito de Zacatecas. Engloba un buen número de yacimientos minerales entre los que destacan Veta Grande, El Bote, Mala Noche y La Cantero, entre otros. Los depósitos han sido explotados principalmente por oro, plata, plomo, cobre, zinc, los cuales se presentan en forma de oro y plata nativos, cerargirita, argentita, cerusita, smithsonita, calcantita, galena argentífera, esfalerita, calcopirita, marmatita, tetrahedrita y bornita.

- Distrito Minero de Fresnillo. Localizado al NW de la cd. de Zacatecas; este distrito cuenta con depósitos de oro, plata, plomo, zinc, cobre, antimonio, mercurio, estaño, manganeso, caolín, materiales para construcción y sales. Su mineralización se tiene primordialmente en forma de oro y plata nativos, galena argentífera, esfalerita, pirita, arsenopirita, pirrotita, cal

copirita, argentita, pirargirita, proustita, polibasi-
ta, cinabrio, limonita, hematita, pirolusita, mangani-
ta, casiterita y estibinita.

Distrito de Sombrerete. Localizado en las coordenadas 23°37'20" N y 103°37'57" W. Las minas más representa-
tivas son San Martín, Sabinas, Tocayos y Veta Ibarra.-
La mineralización más característica del distrito la -
forman: galena argentífera, esfalerita, pirita, pirro-
tita, estibinita, calcopirita. Como minerales supergé-
nicos se tiene oro y plata nativos, cerusita, calcanti-
ta y malaquita.

Con relación a la segunda franja ésta se localiza en -
el extremo NE del área, cuyas zonas mineralizadas más importantes la constituyen los distritos de Concepción
del Oro, Mazapil, Melchor Ocampo y Noche Buena, las --
cuales se encuentran muy próximas al límite con el Es-
tado de Coahuila.

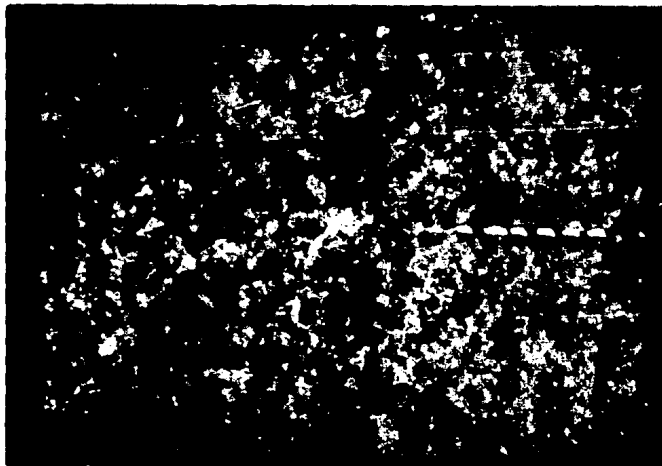
El Distrito de Concepción del Oro. Se ubica en el cru-
ce de las coordenadas geográficas 24°37' N y 101°25' -
W. Sus minas más representativas son: Aranzacú, Sala-
verna, Zinc West, Animas, Santiago, El Sol y La Luna,-
Los Negros y Cabrestante, entre otras. Debido a los -
diferentes procesos de metamorfismo, metasomatismo e -
hidrotermalismo la mineralización existente es muy va-
riada, se tiene en la zona de oxidación como minerales

más comunes oro, anglesita, cerusita, limonita, malaquita, calcosita y cobre nativo. Mientras que para la zona de sulfuros se tiene galena argentífera, esfalerita, tetraedrita, pirrotita y calcopirita.

- El Distrito de Melchor Ocampo. Localizado en las coordenadas geográficas $24^{\circ}50'$ N y $101^{\circ}38'$ de W. Algunas de sus localidades mineras son: Veta Azul, Quebradillas, Torre Blanca, Eureka II, Animas del Norte y El Cajón, entre otras. Los depósitos del distrito se explotan por oro, plata, plomo, cobre, zinc y antimonio; también se extrae algo de mármol. En la zona de exidación existen minerales como la hematita, limonita, malaquita, cuarzo, cerusita y smithsonita; mientras que en la zona de sulfuros se presentan, galena argentífera, esfalerita, calcopirita y pirita.
- El Distrito de Mazapil. Se localiza en las coordenadas geográficas $24^{\circ}18'$ N y $101^{\circ}36'$ W. Algunos de los fundos mineros más representativos del distrito son: Salaverna, Tayahua, Agrupamiento La Negra y La Blanca, entre otras, de donde se explota oro, plata, plomo, - - zinc, cobre, mercurio y antimonio.

La mineralización en las franjas descritas se presenta alojada en todo tipo de estructuras, las cuales varían dependiendo la litología o el ambiente geológico al que se asocian. Las más comunes son de tipo vetiforme como relle-

no de fisura, relleno de falla y relleno de cavidades en brechas. También se encuentran concentraciones de importancia en cuerpos forma de chimenea y clavos mineralizados, así como estructuras en forma de rosario, ramaleos, mantos, lentes, bolsas, disseminaciones y cuerpos de remplazamiento. (Fotografía 4-3).



Fotografía 4.3. Mineralización de Pb,Zn,Ag alojada en la veta San José, distrito de La Blanca, Zac.

Los yacimientos polimetálicos en Zacatecas se pueden encontrar emplazados en una litología muy variada, tanto en rocas ígneas intrusivas, ígneas extrusivas ácidas e ígneas extrusivas intermedias. Asimismo es muy común que se presente la mineralización en rocas sedimentarias del tipo calcáreo, así como en secuencias clásticas marinas. De igual manera, aunque en menor proporción, se tiene meras asocia-

das a rocas con metamorfismo regional y de contacto; el distrito de Zacatecas es un ejemplo del primer tipo. En la zona del Bote las vetas arman en filitas, pizarras y esquistos. El Distrito de Concepción del Oro es el ejemplo clásico de mineralización en rocas con metamorfismo de contacto; la mena se presenta en el contacto del intrusivo con las Formaciones Zuloaga, La Caja, Taraises, Cupido y Cuesta del Cura.

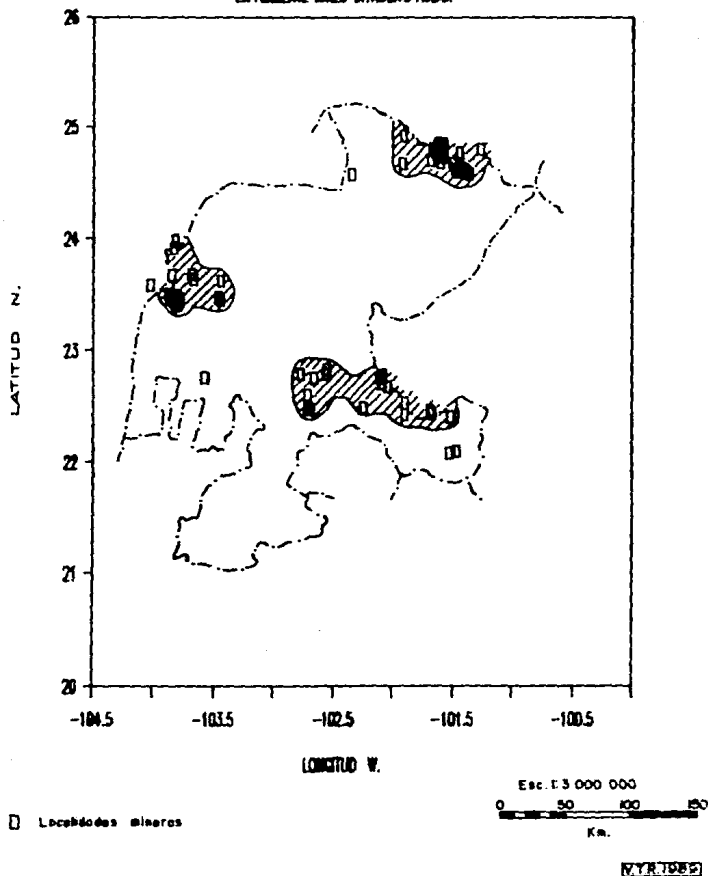
Yacimientos Polimetálicos Asociados a Rocas Igneas Intrusivas

Durante el desarrollo de la Revolución Laramide, se produjo el emplazamiento de masas plutónicas distribuidas en diferentes áreas de la Mesa Central. A estas rocas se presentan asociados yacimientos polimetálicos ampliamente distribuidos en la franja central del área, así como en el cuadrante NE de la misma como se observa en la Figura (4-12).

Los cuerpos intrusivos más comunes son granitos, granodioritas, monzonitas, cuarzomonzonitas, sienitas, pórfidos dacíticos y riolíticos, relacionados a eventos mineralizantes de tipo pirometasomático. En otros casos el intrusivo actúa como roca receptora de los fluidos mineralizantes los cuales se alojan en fracturas y planos de debilidad y dan origen a estructuras del tipo de vetas, chimeneas y clavos mineralizados.

YAC. POLIMETÁLICOS EN ZACATECAS.

EN AMBIENTE KINED INTRUSIVO ACID.



Existe un buen número de zonas mineralizadas relacionadas al ambiente ígneo; entre ellas destacan el Distrito de La Blanca (Gral. Pánfilo Natera) (Fotografía 4-4), Distrito de Concepción del Oro, Distrito de Chalchihuites y el área de Peñón Blanco.



Fotografía 4.4. Sección que muestra un cuerpo granítico alterado hidrotermalmente que corta la secuencia cretácica en la mina Bilbao.

Se han determinado 111 localidades mineras relacionadas con rocas ígneas intrusivas las cuales por lo menos presentan algún valor mineral de las asociaciones $Pb, Zn, Ag(Au, Cu)$ y $Au, Ag(Pb, Zn, Cu)$. Dichas localidades cubren el 42% del total de los yacimientos estudiados, típicamente representados por las minas San José, Los Gringos, Sta. Rita, -- El Conjuero, El Tepozan, Real de Angeles, Chalchihuites, Salvaverna y Las Coloradas, entre otras (Tabla 4-8).

TABLA 4.8.

YACIMIENTOS POLIMETALICOS ASOCIADOS A ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS ACIDAS.

NUM.	C O D I GO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
62	04d1304B117	Noche Buena	24.80	-101.28
56	04c0704C117	La Fortuna	21.12	-101.30
44	04d1304C117	Arrollo de la Esperanza	24.58	-101.37
66	04d1304C117	El Alicante	24.60	-101.40
46	03a1304B117	Aranzazú	24.60	-101.42
45	04c1304C117	La Paloma	24.60	-101.42
102	03a1304C037	Los Negros	24.60	-101.42
100	03a1304C137	Las Conchas	24.60	-101.42
106	03a1304C137	Cabrestante	24.60	-101.42
119	04d1304C137	El Zafiro	24.60	-101.42
101	03a1304C037	La Discordia	24.60	-101.42
99	03a1304C037	La Esperanza	24.60	-101.42
118	03a1304C137	María Guadalupe	24.62	-101.43
103	03a1304C037	El Sol y La Luna	24.60	-101.45
48	04d1304C137	Animas	24.62	-101.45
1	04d1304B117	San Marcos	24.65	-101.45
47	04d1304C137	Zinc West	24.77	-101.45
211	04d1304C147	El Mapache	22.10	-101.47
49	04d1304C137	Salaverna	24.62	-101.48
50	04d1304C137	Santiago	24.62	-101.48
210	04d1304C127	Tayahua	24.67	-101.50
212	04d0704C147	Las Coloradas	22.40	-101.52
140	04d1304C147	Las Amarillas	22.08	-101.53
156	04d1304C137	La Amagreira	24.78	-101.57
208	04c1304C117	Cerro de Oro	24.73	-101.58
133	04d1304C127	Sta María	24.83	-101.58
163	04d1304C137	El Nacimiento	24.85	-101.58
129	04d1304C127	La Blanca	24.68	-101.60
155	04d1304C137	Eureka II	24.78	-101.62
162	04d1304C137	La Esperanza	24.80	-101.62
152	04d0704C137	Almaden	24.82	-101.62
209	04c1304C117	El Nevado	24.82	-101.62
153	04d1304C117	Naranjero	24.82	-101.62
150	04d0704C137	Torre Blanca	24.82	-101.62
164	04d0704C137	La Fortuna	24.82	-101.62
154	04c1304C117	Zacatecas II	24.83	-101.62
167	04d0704C137	Cabo Terrez	24.83	-101.62
168	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-101.62
151	04d0704C137	Huajuquena	24.83	-101.62
157	04d1304C137	Sta Rosa	24.85	-101.62
165	04d1304C137	Quebradillas	24.80	-101.63
124	04d1304C137	El Cajon	24.80	-101.63
158	04d1304C137	Carolina	24.80	-101.63
170	04d0704C137	Animas del Norte	24.80	-101.63
114	04d1304C137	Caballo Prieto	24.82	-101.63
148	04d0704C137	Monserrat	24.83	-101.63
161	04d1304C137	Santo Niño	24.78	-101.65
166	04d1304C137	La Duranilla	24.78	-101.65
105	04c1304C137	Tiro Azul	24.78	-101.65

TABLA. 4.8.

YACIMIENTOS POLIMETALICOS ASOCIADOS A ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS ACIDAS.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
160	04d1304C137	El Regalo	24.80	-101.65
159	04d1304C137	Candelaria	24.80	-101.65
207	04d1304C137	La Esperanza	22.43	-101.67
174	04d1304C127	La Esperanza	22.43	-101.67
169	04c1304C117	San Fco. del Puerto.	24.80	-101.67
34	04c1304C107	La Trinidad	22.45	-101.68
216	04d1304C147	Agrupamiento La Negra	24.70	-101.68
265	04d0704A137	Real de Angeles	22.42	-101.90
113	03a0704C147	Cerro Pancho	22.52	-101.90
218	04d1304C147	El Trebol	24.92	-101.92
64	04c1304C117	La Esmeralda	24.67	-101.93
229	04d1304C117	Bilbao	22.67	-102.05
231	04d1304C137	San Jose	22.70	-102.10
177	04d1304C137	San Darío	22.77	-102.10
234	04d1304C117	Real del Monte.	22.75	-102.12
222	04d1304C147	San Felipe	22.48	-102.25
227	04d1304C117	La Favorita	24.57	-102.35
92	04d0704C137	Dolores	22.82	-102.56
220	04d0704C147	La Azteca	22.78	-102.57
190	04d1304C137	Los Gringos	22.75	-102.67
221	04d1304C147	Estrella de Plata	22.47	-102.70
91	04d1304C137	Tuna	22.47	-102.72
28	04d1304C137	Fco I Madero	22.60	-102.72
96	04c0704C147	Cartagena	22.78	-102.78
196	04d1304C117	Fátima	23.45	-103.45
29	04d1304C137	Unidad Tocayos	23.62	-103.45
194	04d1304C117	San Juan	23.47	-103.47
104	04d0704C137	El Pobre	22.75	-103.58
206	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-103.62
175	04c0704C147	La Paloma	23.63	-103.67
5	04d1304C117	Tajo de Ibarra	23.68	-103.68
185	04d1304C117	Sta Rita	23.42	-103.78
184	04d1304C147	Remedios	23.43	-103.78
182	04d1304C147	Jarillas	23.43	-103.78
94	04d1304C117	Los Cordones	23.43	-103.78
217	04d1304C147	Sta Eulalia	23.45	-103.78
139	04d1304C137	Restauradora	23.40	-103.80
135	04d1304C127	El Felix	23.40	-103.80
73	04d1304C137	San Esteban	23.43	-103.80
204	04d1304C147	Celina	23.45	-103.80
126	04c1304C137	Los Pintos	23.45	-103.80
4	04d1304C117	El Conjuró	23.47	-103.80
200	04d0704C147	El Barrero	23.48	-103.80
192	04d1304C147	La Conchita	23.47	-103.82
189	04d1304C147	Tepozán	23.48	-103.82
186	04d1304C137	La Espanola	23.98	-103.82
203	04d1304C147	Furísima	23.42	-103.83
197	04d1304C117	a)Refugio	23.42	-103.83
201	04d1304C117	Perseverancia	23.45	-103.83
195	04d1304C117	El Consuelo	23.47	-103.83

TABLA 4.8.

YACIMIENTOS POLIMETALICOS ASOCIADOS A ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS
ACIDAS.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
199	04d0704C147	La Negra	23.92	-103.83
171	04d1304C137	San Nicolás	23.45	-103.85
202	04d1304C117	Zaragoza	23.47	-103.85
137	04d0704C127	Maritza	23.47	-103.85
98	04d1304C117	La Nueva India	23.47	-103.85
136	04d0704C127	Talyoltita.	23.48	-103.85
181	04d1304C137	Chalchihuites	23.48	-103.85
198	04d0704C147	San Antonio	23.48	-103.85
172	04d1304C117	El Pilar	23.67	-103.85
131	04d1304C127	Ampliación del Refugio	24.80	-103.85
205	07d1304C117	La Esmeralda	23.50	-103.88
130	04d1304C137	Dulces Nombres	23.58	-104.03

**Yacimientos Polimetálicos Asociados a Rocas
Ígneas Extrusivas Ácidas.**

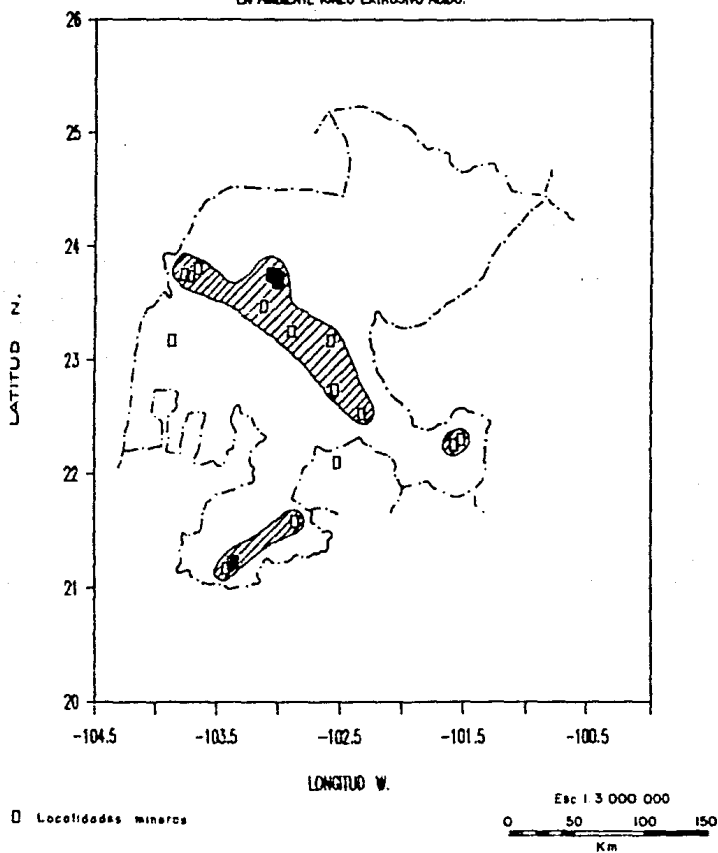
La porción occidental del estado de Zacatecas es el --
área donde se encuentran ubicados aquéllos depósitos polime-
tálicos asociados a riolitas, ignimbritas, tobas riolíticas
y pórfidos riolíticos. En esta misma región se presentan -
los principales yacimientos de estaño del Estado.

Su distribución geográfica se restringe a la zona cen-
tro suroccidental del Estado; su comportamiento regional --
presenta una forma semicircular cuyos contornos se ubican -
entre la provincia fisiográfica de la Mesa Central y las se-
cuencias volcánicas terciarias de la Sierra Madre Occiden-
tal (Figura 4-13). La génesis de la mayoría de los yaci-
mientos se relaciona a fluidos hidrotermales de mediana a -
baja temperatura.

El número de localidades con mineralización polimetáli-
ca asociada a rocas volcánicas ácidas es de 28, la que re-
presenta el 10.5% de los fundos estudiados. Las estructu-
ras mineralizadas más comunes son vetas de falla y fisura, _
diseminaciones y en menor proporción la presencia de clavos
mineralizados. Los minnerales más frecuentes son oro y pla-
ta nativos, cerargirita, argentita, galena argentífera, es-
falerita, pirolusita. Algunos yacimientos emplazados en --
este ambiente son: Mezquital del Oro, Los Lugo, Pinos, La -
Consentida, La Luz (Tabla 4-9).

YAC. POLIMETALICOS EN ZACATECAS.

EN AMBIENTE IGNEO EXTRUSIVO ACIDO.



VTR 1089

FIG. 4.13.

TABLA. 4.9.

YACIMIENTOS POLIMETALICOS ASOCIADO A ROCAS VOLCANICAS ACIDAS.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
193	04c0724C147	Veta Grande	22.30	-101.52
109	04c0724C137	Pinos	22.25	-101.58
33	04c0724C137	Aguinaldo	22.52	-102.33
110	07d1324C137	San José Castellano	22.10	-102.53
160	04d0724C147	San Vicente II	22.73	-102.55
23	04d0724A137	Fresnillo	23.17	-102.58
19	04d0724C137	Sta Rosa	21.58	-102.87
225	04d1324C137	La Plomosa	23.25	-102.90
81	04c0724C147	Santo Niño	23.70	-103.00
89	04d0724C147	Atocha	23.70	-103.00
86	04c0724C147	San Alejo	23.72	-103.00
85	04d0724C147	Peña Peña	23.68	-103.02
80	04c0724C147	La Encantada	23.72	-103.02
87	04d0724C147	El León	23.72	-103.03
77	04c0724C147	La Soledad	23.75	-103.03
83	04c0724C147	Arcangeles	23.75	-103.03
90	04c0724C147	Aguila Mexicana	23.73	-103.05
82	04c0724C147	El Carmen	23.73	-103.05
79	04c0724C147	Sacramento	23.73	-103.05
88	04c0724C147	San Carlos	23.75	-103.07
179	04d0724C137	La Reyna	23.47	-103.12
108	04c0724C137	El Dorado	21.23	-103.35
21	04d0724C137	Distrito Mezquital del Oro	21.22	-103.38
107	04c0724C137	Sagrado Corazón de Jesús	21.17	-103.42
78	04c0724C147	La Concepción	23.80	-103.67
84	04c0724C147	San Martín	23.73	-103.72
178	04d0724C147	La Consentida	23.75	-103.78
183	04c1324C147	La Luz	23.17	-103.87

Yacimientos Polimetálicos Asociados a Rocas Ígneas Extrusivas Intermedias

Los yacimientos minerales polimetálicos relacionados a andesitas, pórfidos andesíticos y tobas andesíticas presentan una distribución muy restringida. Se conocen algunos depósitos minerales aislados en los distritos de Chalchihuites, Valparaíso y Pinos. La concentración más importante de yacimientos emplazados en este tipo de rocas, está representada en los distritos de Zacatecas y Guadalupe, en la denominada roca verde de la Sierra de Zacatecas.

Como ya se ha discutido estas rocas se ubican dentro del Paleoceno-Eoceno, mientras que la mineralización asociada se atribuye al Mioceno; por tanto, la roca verde (andesita) sirvió como roca encajonante de la mineralización.

La distribución regional de estos yacimientos adopta una dirección principal con rumbo NW-SE la cual se ubica en las porciones W y E del estado de Zacatecas (Figura 4-14).

El origen de los yacimientos polimetálicos asociados a rocas andesíticas se relaciona a soluciones hidrotermales ricas en sílice y iones metálicos depositados en los sistemas de fallas y fracturas. Ejemplo de esto, es el conjunto de vetas plumbo-argentíferas del Distrito de Zacatecas. En donde las estructuras de mayor importancia son el dique - falla la Cantera, la Veta de la Sierra y la Veta Falla del_

YAC. POLIMETALICOS EN ZACATECAS.

EN AMBIENTE IGNEO EXTRUSIVO INTERMEDIO.

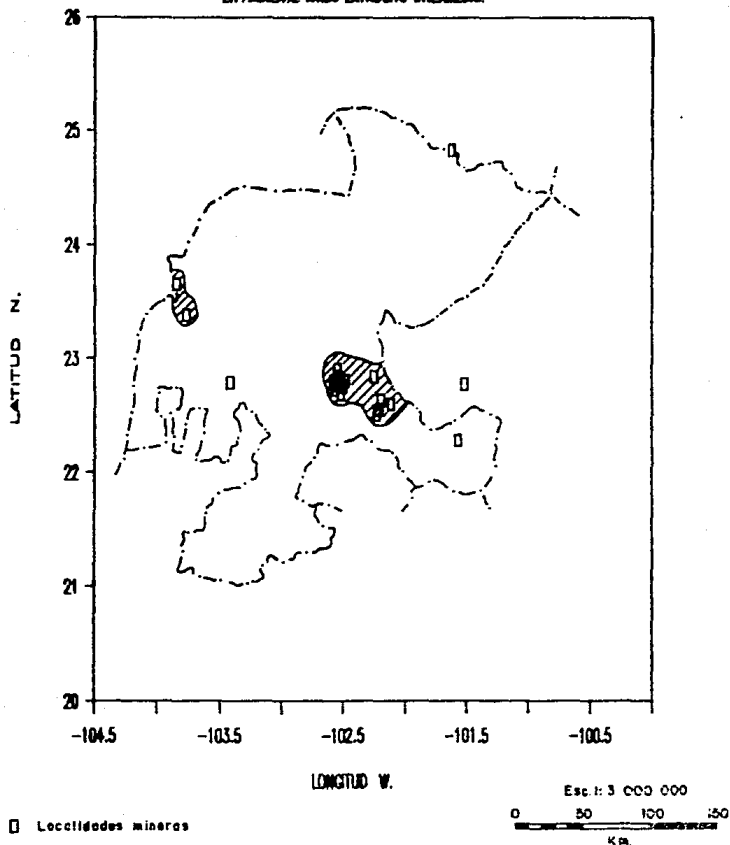


FIG. 4.14.

Padre. Este Distrito ha sido explotado por sus valores de oro, plata, plomo y zinc, los cuales se presentan en forma de oro y plata nativos, cerargirita, argentita, cerusita, smithsonita, calcantita, galena, galena argentífera y esferita.

Se han determinado 30 localidades mineras, afines a este ambiente ígneo, las cuales se localizan en su mayoría en la Sierra de Zacatecas. Como ejemplo de ellas se tienen algunas zonas mineralizadas, las cuales hace algunos años llegaron a ser de importancia económica a nivel estatal, como el caso de las minas El Pabellón, San Bernabé, Nevada, El Bote, Veta Grande y El Cigarrero, entre otras. (Tabla 4-10).

Yacimientos Polimetálicos Emplazados en Rocas Calcáreas

Como anteriormente se mencionó gran parte del Estado de Zacatecas se ubica dentro del llamado Geosindinal Mexicano en el cual presumiblemente se acumuló una secuencia sedimentaria marina mesozoica de aproximadamente 5,000 metros de espesor. Debido a la amplia distribución de este tipo de rocas la probabilidad de que un buen número de yacimientos minerales se encuentran alojados en ellas es alta.

Los procesos de mineralización asociados a secuencias calcáreas se presentan en dos formas. En la primera la - -

TABLA 4.10.

YACIMIENTOS POLIMETALICOS ASOCIADOS A ROCAS VOLCANICAS INTERMEDIAS.

NUM.	C O D I GO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
41	04d0748C137	Parroquia	22.77	-101.52
42	04c1348C137	Asturiana	22.28	-101.57
67	04c0748C137	La Celestina	24.83	-101.63
97	04d0748C147	El Socorro	22.60	-102.12
73	04d0748C137	El Zancarron	22.63	-102.20
230	04d0748C147	La Tabasqueña	22.55	-102.22
228	04d1348C137	Milagros	22.50	-102.23
134	04d0748C127	El Aguila	22.83	-102.25
224	04d0748C147	El Pabellón	22.80	-102.48
223	04d0748C147	La Victoria	22.80	-102.48
176	04d0748C137	La California	22.75	-102.50
11	04c3548B137	San Luis del Oro	22.68	-102.52
76	04d0748C137	San José	22.75	-102.52
214	04d0748C147	Providencia	22.82	-102.52
191	04d0748C147	La Camelia	22.78	-102.53
71	04d0748C137	El Cigarrero	22.77	-102.55
32	04c0748C127	San Bernabé	22.80	-102.55
26	04c0748B137	Veta Grande	22.83	-102.55
40	04c0748C137	La Esperanza (El Bote)	22.83	-102.55
30	04d0743C127	Piomosa	22.90	-102.55
187	04d0748C137	Buena Vista	22.90	-102.55
27	04d0748C137	Rondanera	22.72	-102.57
25	04d0748C137	Nevada	22.78	-102.57
24	04d0748B137	El Bote	22.78	-102.58
219	04d1348B117	Unificación El Cobre	22.78	-102.58
75	04d0748C137	Valenciana	22.80	-102.58
43	04d0748C137	Furísima	22.80	-102.58
65	04d0748C137	San Felipe (El Bote)	22.78	-103.42
72	04d0748A137	La Colorada	23.38	-103.77
132	04d1348C137	Dos de Marzo	23.65	-103.85

mineralización se relaciona al ascenso de soluciones hidrotermales que se han alojado en zonas de debilidad. Para el segundo caso (tal vez el más característico) la secuencia calcárea es afectada por la intrusión de una masa plutónica, lo cual da como resultado el desarrollo de skarn.

Se han localizado alrededor de 98 yacimientos polimetálicos asociados a secuencias calcáreas, que del total de los depósitos clasificados forma el 35%. La distribución geográfica de dichos fondos mineros adoptó el mismo comportamiento de toda la asociación metálica observada en la - - Figura (4-15).

Como ejemplos de algunas localidades mineras se tiene el Distrito de Concepción del Oro, cuyas minas más importantes son San José, El Alicante, Las Animas, Zinc West y La Almagrera entre otras; el Distrito de Chalchihuites con los depósitos minerales del Conjuro, El Tepozán, San Antonio -- del Consuelo y Los Pintos, entre otras; el Distrito de Pinos el cual se localiza en la porción SE del Estado cuyos fondos mineros más conocidos son: Las Amarillas, La Asturiana, El Mapache y La Esperanza, (Ver Tabla 4-11).

Yacimientos Polimetálicos Tipo Hidrotermal de Baja Temperatura

Se tienen compilados 48 lotes mineros, los cuales se han clasificado como de tipo hidrotermal de baja temperatura.

YACIMIENTOS DE TIPO POLIMETALICO.

EMPLAZADOS EN SECUENCIAS CALCAREAS.

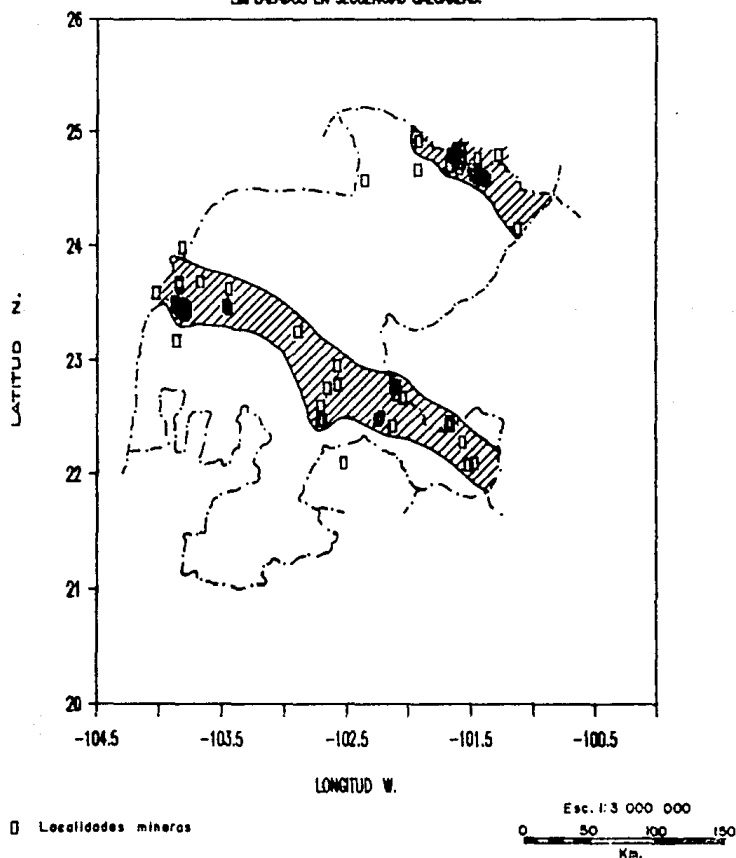


FIG. 4.15.

TABLA 4.II.

YACIMIENTOS POLINETALICOS EN ZACATECAS, EMPLAZADOS EN ROCAS CALCAREAS.

NUM.	C O D I GO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
213	04d1304C147	San José	24.15	-101.13
62	04d1304B117	Noche Buena	24.80	-101.28
44	04d1304C117	Arroyo de la Esperanza	24.58	-101.37
66	04d1304C117	El Alicante	24.60	-101.40
46	03a1304B117	Aranzazú	24.60	-101.42
45	04c1304C117	La Paloma	24.60	-101.42
102	03a1304C037	Los Negros	24.60	-101.42
100	03a1304C137	Las Conchas	24.60	-101.42
106	03a1304C137	Cabrestante	24.60	-101.42
119	04d1304C137	El Zafiro	24.60	-101.42
101	03a1304C037	La Discordia	24.60	-101.42
99	03a1304C037	La Esperanza	24.60	-101.42
118	03a1304C137	Maria Guadalupe	24.62	-101.43
103	03a1304C037	El Sol y La Luna	24.60	-101.45
48	04d1304C137	Animas	24.62	-101.45
1	04d1304B117	San Marcos	24.65	-101.45
47	04d1304C137	Zinc West	24.77	-101.45
211	04d1304C147	El Mapache	22.10	-101.47
49	04d1304C137	Salaverna	24.62	-101.48
50	04d1304C137	Santiago	24.62	-101.48
210	04d1304C127	Tayahua	24.67	-101.50
140	04d1304C147	Las Amarillas	22.08	-101.53
42	04c1348C137	Asturiana	22.28	-101.57
156	04d1304C137	La Almagrera	24.78	-101.57
208	04c1304C117	Cerro de Oro	24.73	-101.58
133	04d1304C127	Sta María	24.83	-101.58
163	04d1304C137	El Nacimiento	24.85	-101.58
129	04d1304C127	La Blanca	24.68	-101.60
155	04d1304C137	Eureka II	24.78	-101.62
162	04d1304C137	La Esperanza	24.80	-101.62
209	04c1304C117	El Nevado	24.82	-101.62
153	04d1304C117	Naranjero	24.82	-101.62
154	04c1304C117	Zacatecas II	24.83	-101.62
168	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-101.62
157	04d1304C137	Sta Rosa	24.85	-101.62
165	04d1304C137	Quebradillas	24.80	-101.63
124	04d1304C137	El Cajón	24.80	-101.63
158	04d1304C137	Carolina	24.80	-101.63
114	04d1304C137	Caballo Prieto	24.83	-101.63
161	04d1304C137	Santo Niño	24.78	-101.65
166	04d1304C137	La Durasnilla	24.78	-101.65
105	04c1304C137	Tiro Azul	24.78	-101.65
160	04d1304C137	El Regalo	24.80	-101.65
159	04d1304C137	Candelaria	24.80	-101.65
207	04d1304C127	La Esperanza	22.43	-101.67
174	04d1304C127	La Esperanza	22.43	-101.67
169	04c1304C117	San Fco. del Puerto.	24.80	-101.67
34	04c1304C127	La Trinidad	22.45	-101.68
216	04d1304C147	Agrupamiento La Negra	24.70	-101.68
218	04d1304C147	El Trébol	24.92	-101.92

TABLA 4.II.

YACIMIENTOS POLIMETALICOS EN ZACATECAS, EMPLAZADOS EN ROCAS CALCAREAS.

NUM.	C O D I GO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
64	04c1304C117	La Esmeralda	24.67	-101.93
229	04d1304C117	Bilbao	22.67	-102.05
231	04d1304C137	San Jose	22.70	-102.10
177	04d1304C137	San Darío	22.77	-102.10
234	04d1304C117	Real del Monte.	22.75	-102.12
69	04d1300C147	Vetas Prietas	22.42	-102.13
228	04d1348C137	Milagros	22.50	-102.23
222	04d1304C147	San Felipe	22.48	-102.25
227	04d1304C117	La Favorita	24.57	-102.35
110	07d1324C137	San José Castellano	22.10	-102.53
219	04d1348B117	Unificación El Cobre	22.78	-102.58
58	07d1300C027	San Francisco	22.95	-102.58
190	04d1304C137	Los Gringos	22.75	-102.67
221	04d1304C147	Estrella de Plata	22.47	-102.70
91	04d1304C137	Tuna	22.47	-102.72
28	04d1304C137	Fco I Madero	22.60	-102.72
225	04d1324C137	La Plomosa	23.25	-102.90
196	04d1304C117	Fátima	23.45	-103.45
29	04d1304C137	Unidad Tocayos	23.62	-103.45
194	04d1304C117	San Juan	23.47	-103.47
206	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-103.62
5	04d1304C117	Tajo de Ibarra	23.68	-103.68
185	04d1304C117	Sta Rita	23.42	-103.78
184	04d1304C147	Remedios	23.43	-103.78
182	04d1304C147	Jarillas	23.43	-103.78
94	04d1304C117	Los Cordones	23.43	-103.78
217	04d1304C147	Sta Eulalia	23.45	-103.78
139	04d1304C137	Restauradora	23.40	-103.80
135	04d1304C127	El Fénix	23.40	-103.80
93	04d1304C137	San Esteban	23.43	-103.80
204	04d1304C147	Celina	23.45	-103.80
126	04c1304C137	Los Pintos	23.45	-103.80
4	04d1304C117	El Conjuró	23.47	-103.80
173	04d1346C137	San Antonio del Con-	23.47	-103.80
192	04d1304C147	La Conchita	23.47	-103.82
189	04d1304C147	Tepozán	23.48	-103.82
186	04d1304C137	La Española	23.98	-103.92
203	04d1304C147	Purísima	23.42	-103.83
197	04d1304C117	a)Refugio	23.42	-103.83
201	04d1304C117	Perseverancia	23.45	-103.83
195	04d1304C117	El Consuelo	23.47	-103.83
138	04d1304C127	Sta Rita	23.48	-103.83
171	04d1304C137	San Nicolás	23.45	-103.85
202	04d1304C117	Zaragoza	23.47	-103.85
98	04d1304C117	La Nueva India	23.47	-103.85
181	04d1304C137	Cnalchihuites	23.48	-103.85
132	04d1348C137	Dos de Marzo	23.65	-103.85
172	04d1304C117	El Pilar	23.67	-103.85
101	04d1304C127	Ampliación del Refugio	24.80	-103.85
183	04c1324C147	La Luz	23.17	-102.87

ra, tal número representa el 18% del total de los yacimientos estudiados. La distribución de estos depósitos muestran una tendencia general NW-SE, que es una de las dos franjas principales de mineralización de las asociaciones Pb,Zn,Ag (Au, Cu) y Au,Ag(Pb, Zn, Cu), (Figura 4-16).

Casi en su totalidad los fundos mineros están relacionados a un ambiente ígneo tanto de rocas intrusivas ácidas como extrusivas ácidas e intermedias. La mineralización de algunos depósitos hidrotermales de baja temperatura arman en secuencias calcáreas asociadas a ambiente ígneo, tal es el caso de las minas La Luz, Remedios, Jarillas, Vetas Prietas, entre otras. Las estructuras mineralizadas más comunes están representadas por vetas tanto en sus modalidades de relleno de fisura y fallas, así como algunos mantos, lentes y diseminaciones.

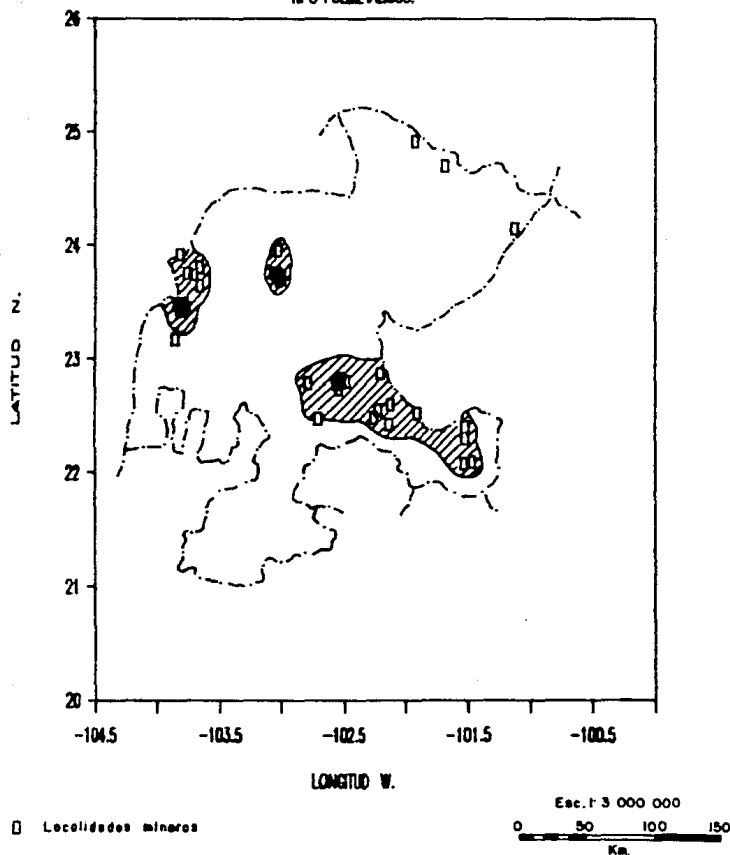
La mineralización presente en los depósitos epitermales está representada por oro y plata nativos, cinabrio, -- estibinita, galena argentífera, esfalerita, marcasita, -- fluorita y fosforita como minerales de mena. En la Tabla (4-12) se enlistan las minas que conforman este tipo de yacimientos.

Yacimientos Polimetálicos de Tipo Hidrotermal de Mediana Temperatura

Para los yacimientos polimetálicos de tipo hidrotermal

YAC. HIDROTERMALES DE BAJA TEMPERATURA.

TIPO POLIMETÁLICOS.



VTR 1989

FIG. 4.16.

TABLA 4.12.

YACIMIENTOS POLIMETÁLICOS DE TIPO HIDROTHERMAL DE BAJA TEMPERATURA.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
213	04d1300C147	San José	24.15	-101.13
211	04d1304C147	El Mapache	22.10	-101.47
193	04c0724C147	Veta Grande	22.30	-101.52
212	04d0704C147	Las Coloradas	22.40	-101.52
140	04d1304C147	Las Amarillas	22.08	-101.53
216	04d1304C147	Agrupamiento La Negra	24.70	-101.68
113	03a0704C147	Cerro Pancho	22.52	-101.90
218	04d1304C147	El Trebol	24.92	-101.92
97	04d0748C147	El Socorro	22.60	-102.12
69	04d1300C147	Vetas Prietas	22.42	-102.13
215	04d0700C147	El Sauz	22.87	-102.20
230	04d0748C147	La Tabasqueña	22.55	-102.22
222	04d1304C147	San Felipe	22.48	-102.25
224	04d0748C147	El Pabellón	22.80	-102.48
223	04d0748C147	La Victoria	22.80	-102.48
214	04d0748C147	Providencia	22.82	-102.52
191	04d0748C147	La Camelia	22.78	-102.53
180	04d0724C147	San Vicente II	22.73	-102.55
220	04d0704C147	La Azteca	22.78	-102.57
221	04d1304C147	Estrella de Plata	22.47	-102.70
96	04c3504C147	Cartagena	22.78	-102.78
81	04c0724C147	Santo Nino	23.70	-103.00
89	04d0724C147	Atocha	23.70	-103.00
86	04c0724C147	San Alejo	23.72	-103.00
85	04d0724C147	Pena Pena	23.68	-103.02
80	04c0724C147	La Encantada	23.72	-103.02
87	04d0724C147	El León	23.72	-103.03
77	04c0724C147	La Soledad	23.75	-103.03
83	04c0724C147	Arcangeles	23.75	-103.03
57	04d0700C147	Sta Rita	23.95	-103.03
90	04c0724C147	Aguila Mexicana	23.73	-103.05
82	04c0724C147	El Carmon	23.73	-103.05
79	04c0724C147	Sacramento	23.73	-103.05
88	04c0724C147	San Carlos	23.75	-103.07
175	04c0704C147	La Paloma	23.63	-103.67
78	04c0724C147	La Concepción	23.80	-103.67
84	04c0724C147	San Martín	23.73	-103.72
184	04d1304C147	Reomedios	23.43	-103.78
182	04d1304C147	Jarillas	23.43	-103.78
217	04d1304C147	Sta Eulalia	23.43	-103.78
178	04d0724C147	La Consentida	23.75	-103.78
204	04d1304C147	Celina	23.45	-103.80
200	04d0704C147	El Barrero	23.48	-103.80
192	04d1304C147	La Conchita	23.47	-103.82
189	04d1304C147	Tepozán	23.48	-103.82
203	04d1304C147	Purísima	23.42	-103.83
199	04d0704C147	La Negra	23.92	-103.83
198	04d0704C147	San Antonio	23.48	-103.85
183	04c1324C147	La Luz	23.17	-103.87

se ha observado que la mayoría de éstos han sido clasificados como de origen mesothermal. Se tienen localizados 80 -- fondos mineros afines a las asociaciones Pb,Zn,Ag(Au, Cu) y Au,Ag(Pb, Zn, Cu) los cuales conforman aproximadamente el - 30% del total de los lotes mineros estudiados.

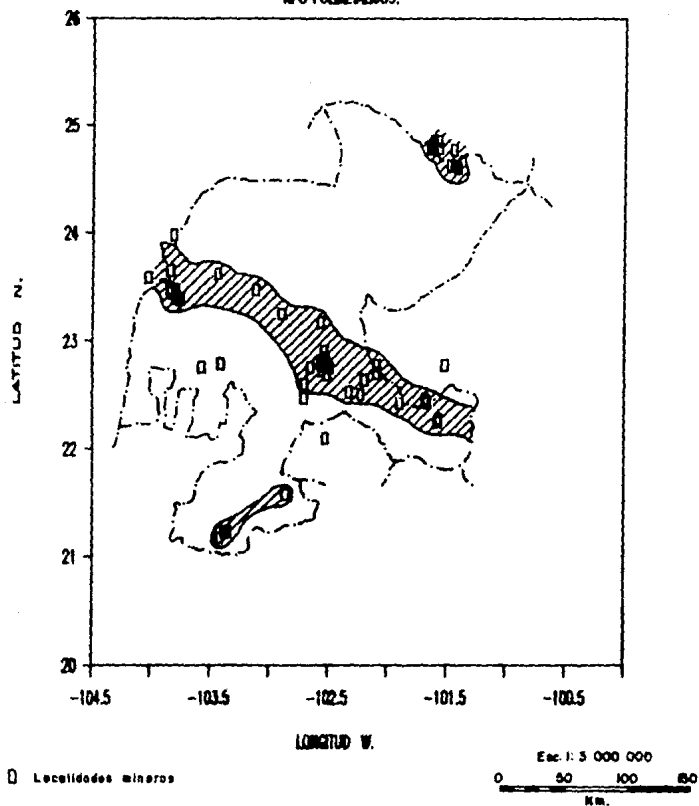
La distribución geográfica de los yacimientos mesotermales se establece en la Figura (4-17). En los distritos de Zacatecas y Chalchihuites existe un buen número de localidades mineras de este tipo. En la porción NE del Estado, se presenta la concentración de un buen número de yacimientos polimetálicos de origen hidrotermal de mediana temperatura.

Estos depósitos arman en rocas sedimentarias clásticas y calcáreas, afectadas por rocas ígneas de tipo intrusivo - ácido (granitos, granodioritas) y extrusivas ácidas e intermedias.

Debido a lo variado de las rocas encajonantes se presentan diversos tipos de estructuras mineralizadas. Cuando se asocian a ambiente ígneo y algunas secuencias calcáreas predominan las de tipo filón, seguidas por estructuras en forma de chimenea, clavos mineralizados, algunas diseminaciones y cuerpos de remplazamiento. Para el caso de las rocas sedimentarias de tipo clástico así como en algunas secuencias calcáreas las estructuras mineralizadas más comu--

YAC. HIDROTERMALES DE MEDIANA TEM.

TIPO POLIMETÁLICOS.



V.T. 1988

FIG. 4.17.

nes se presentan en forma de stockworks, disseminaciones, -- mantos, lentes, vetillas y algunos agregados masivos.

Entre los yacimientos clasificados como mesotermiales, se tienen algunos de relevancia económica tanto para el estado de Zacatecas como para el país; como ejemplo se tiene las minas Real de Angeles, San José, El Bote, Veta Grande, Fresno, Salaverna, La Colorada y Chalchihuites, entre -- otras (Ver Tabla 4-13). Los minerales de mena más comunes que se presentan en este tipo de yacimientos son oro y plata nativos, argentita, cerargirita, galena argentífera, calcopirita, tetraedrita, arsenopirita, estibinita, casiterita y proustita.

Yacimientos Polimetálicos de Tipo Hidrotermal de Alta Temperatura

Los yacimientos polimetálicos de origen hidrotermal de alta temperatura son escasos. El número de localidades clasificadas es de 12, lo que representa un porcentaje con relación al total de las localidades estudiados de 4.5%.

Estos yacimientos se presentan muy dispersos, aunque -- como se observa en la Figura (4-18), estas zonas siguen el mismo patrón de distribución de la asociación metálica.

Estos depósitos se asocian a rocas ígneas intrusivas -- ácidas (granitos, granodioritas), que a su vez se relacio--

TABLA. 4.13.

YACIMIENTOS POLIMETALICOS DE TIPO HIDROTHERMAL DE MEDIANA TEMPERATURA.

NUM.	C O D I GO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
100	03a1304C137	Las Conchas	24.60	-101.42
106	03a1304C137	Cabrestante	24.60	-101.42
119	04d1304C137	El Zafiro	24.60	-101.42
118	03a1304C137	María Guadalupe	24.62	-101.43
48	04d1304C137	Animas	24.62	-101.45
47	04d1304C137	Zinc West	24.77	-101.45
49	04d1304C137	Salaverna	24.62	-101.48
50	04d1304C137	Santiago	24.62	-101.48
41	04d0748C137	Parroquia	22.77	-101.52
42	04c1348C137	Asturiana	22.28	-101.57
156	04d1304C137	La Almagrera	24.78	-101.57
109	04c0724C137	Pinos	22.25	-101.58
163	04d1304C137	El Nacimiento	24.85	-101.58
155	04d1304C137	Eureka II	24.78	-101.62
162	04d1304C137	La Esperanza	24.80	-101.62
152	04d0704C137	Almadén	24.82	-101.62
150	04d0704C137	Torre Blanca	24.82	-101.62
164	04d0704C137	La Fortuna	24.82	-101.62
167	04d0704C137	Cabo Terrez	24.83	-101.62
151	04d0704C137	Huajuquena	24.83	-101.62
157	04d1304C137	Sta Rosa	24.85	-101.62
165	04d1304C137	Quebradillas	24.80	-101.63
124	04d1304C137	El Cajón	24.80	-101.63
158	04d1304C137	Carolina	24.80	-101.63
170	04d0704C137	Animas del Norte	24.80	-101.63
67	04c0748C137	La Celestina	24.83	-101.63
114	04d1304C137	Caballo Prieto	24.83	-101.63
148	04d1304C137	Montserrat	24.83	-101.63
161	04d1304C137	Santo Niño	24.78	-101.65
166	04d1304C137	La Durasnilla	24.78	-101.65
105	04c1304C137	Tiro Azul	24.78	-101.65
160	04d1304C137	El Regalo	24.80	-101.65
159	04d1304C137	Candelaria	24.80	-101.65
207	04d1304C137	La Esperanza	22.43	-101.67
34	04c1304C137	La Trinidad	22.45	-101.68
265	04d0704A137	Real de Angeles	22.42	-101.90
231	04d1304C137	San José	22.70	-102.10
177	04d1304C137	San Darío	22.77	-102.10
61	04d0700C137	a) Sat Rita	22.63	-102.20
73	04d0748C137	El Zancarrón	22.63	-102.20
228	04d1348C137	Milagros	22.50	-102.23
33	04c0724C137	Aguinaldo	22.52	-102.33
176	04d0748C137	La California	22.75	-102.50
11	04c3548B137	San Luis del Oro	22.68	-102.52
36	04d0748C137	San José	22.75	-102.52
110	07d1324C137	San José Castellano	22.10	-102.53
188	04c0746C137	San Acacio	22.82	-102.53
71	04d0748C137	El Cigarrero	22.77	-102.55
26	04d0748B137	Veta Grande	22.83	-102.55

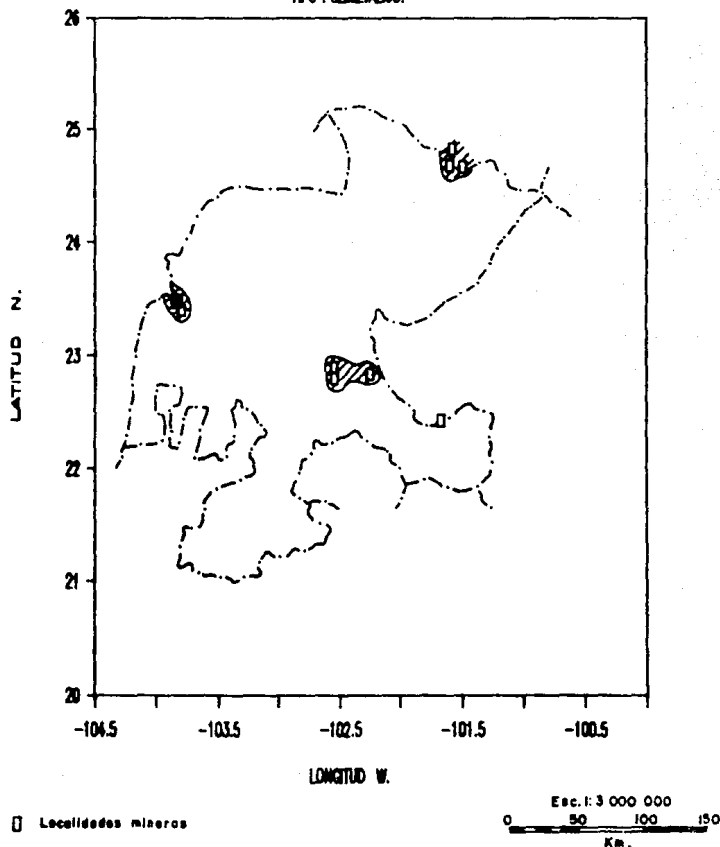
TABLA 4.13.

YACIMIENTOS POLIMETALICOS DE TIPO HIDROTHERMAL DE MEDIANA TEMPERATURA.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
40	04c0748C137	La Esperanza (El Bote)	22.83	-102.55
187	04d0748C137	Buena Vista	22.90	-102.55
92	04d0704C137	Dolores	22.82	-102.56
27	04d0748C137	Rondanera	22.72	-102.57
25	04d0748C137	Nevada	22.78	-102.57
24	04d0748B137	El Bote	22.78	-102.58
76	04d0748C137	Valenciana	22.80	-102.58
43	04d0748C137	Purísima	22.80	-102.58
23	04d0724A137	Fresnillo	23.17	-102.58
190	04d1304C137	Los Gringos	22.75	-102.67
91	04d1304C137	Tuna	22.47	-102.72
28	04d1304C137	Fco. I Madero	22.60	-102.72
19	04d0724C137	Sta Rosa	21.58	-102.87
225	04d1324C137	La Pionosa	23.25	-102.90
179	04d0724C137	La Reyna	23.47	-103.12
108	04c0724C137	El Dorado	21.23	-103.35
21	04d0724C137	Distrito Mezquital del Oro	21.22	-103.38
107	04c0724C137	Sagrado Corazón de Jesús	21.17	-103.42
65	04d0748C137	San Felipe (El Bote)	22.78	-103.42
29	04d1304C137	Unidad Tocayos	23.62	-103.45
104	04d0704C137	El Pobre	22.75	-103.58
72	04d0748A137	La Colorada	23.38	-103.77
139	04d1304C137	Restauradora	23.40	-103.80
93	04d1304C137	San Esteban	23.43	-103.80
126	04c1304C137	Los Pintos	23.45	-103.80
173	04d1346C137	San Antonio del Consuelo	23.47	-103.80
186	04d1304C137	La Española	23.98	-103.82
171	04d1304C137	San Nicolás	23.45	-103.85
181	04d1304C137	Chalchihuites	23.48	-103.85
132	04d1348C137	Dos de Marzo	23.65	-103.85
130	04d1304C137	Dulces Nombres	23.58	-104.03

YAC. HIDROTERMALES DE ALTA TEMPERATURA.

TIPO POLIMETALICO.



V.Y.R. 1989

FIG. 4.18.

nan con secuencias calcáreas. Como ejemplo se tienen las -
minas Tayahua, La Blanca, El Fénix, Sta. Rita, y Ampliación
del Refugio. En algunos casos la mineralización se presen-
ta emplazada en rocas andesíticas, como es el caso de las -
minas Plomosa, San Bernabé y El Aguila. (Tabla 4-14).

La mineralización de mena presente en algunos de estos
yacimientos está constituida por oro y plata nativos, calco
pirita, galena, casiterita, pirita, pirrotita y magnetita, -
principalmente.

Yacimientos Polimetálicos de Origen Metasomático de Contacto

Durante la etapa de mayor inestabilidad de la Orogenia
Laramide se desarrolló un magmatismo intenso manifestado -
por las diferentes masas ígneas intrusivas esparcidas sobre
gran parte de la Mesa Central. Algunos de estos cuerpos --
plutónicos se emplazaron en secuencias sedimentarias de - -
tipo calcáreos dando origen a concentraciones metálicas de -
tipo metasomático.

Suman 32 las localidades mineras de este tipo, las cua
les representan el 12% del total de las localidades estudia
das. Su distribución geográfica se limita principalmente a
tres zonas: La primera en la porción NE del Estado represen
tada por el distrito minero de Concepción del Oro. La se--
gunda zona se asocia a los distritos mineros de Chalchihui-

TABLA. 4.14.

YACIMIENTOS POLIMETALICOS HIDROTERMALES DE ALTA TEMPERATURA.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
210	04d1304C127	Tayahua	24.67	-101.50
133	04d1304C127	Sta Maria	24.83	-101.58
129	04d1304C127	La Blanca	24.68	-101.60
174	04d1304C127	La Esperanza	22.43	-101.67
134	04d0748C127	El Aguila	22.83	-102.25
32	04c0748C127	San Bernabe	22.80	-102.55
30	04d0748C127	Plomosa	22.90	-102.55
135	04d1304C127	El Fenix	23.40	-103.80
138	04d1304C127	Sta Rita	23.48	-103.83
137	04d0704C127	Maritza	23.47	-103.85
136	04d0704C127	Talyolitita.	23.48	-103.85
131	04d1304C127	Ampliación del Refugio	24.80	-103.85

tes y Sombrerete. La tercera zona se identifica en la porción centro-SE del Estado, la cual se relaciona a los distritos mineros de La Blanca, Ojo Caliente, Villa Hidalgo y Pinos. (Figura 4-19).

Los yacimientos polimetálicos metasomáticos se relacionan al emplazamiento de rocas ígneas intrusivas ácidas (granitos, granodioritas), en contacto con secuencias calcáreas. Las estructuras mineralizadas están representadas por cuerpos tabulares, chimeneas, vetas de falla y fracturas.

En algunas zonas mineralizadas se patentiza el fenómeno de zoneamiento, como en Concepción del Oro donde se observa tanto en forma vertical como lateral debido a cambios mineralógicos evidentes. Algunos de los minerales más comunes producto del metasomatismo para la zona de oxidación son el oro, anglesita, cerusita, limonita, hematita y azurita, entre otras. Los minerales presentes en la zona de sulfuros son galena, galena argentífera, esfalerita, tetraedrita, calcopirita, pirrotita y hematita.

Como ejemplo de algunas zonas mineralizadas se tienen las minas La Fortuna, Aranzazú, Cerro de Oro, Tajo Ibarra, El Conjuero, Sta. Rita y La Esmeralda, entre otras. (Tabla 4-15).

YAC. METASOMÁTICOS DE CONTACTO EN ZAC.

TIPO POLIMETÁLICOS.

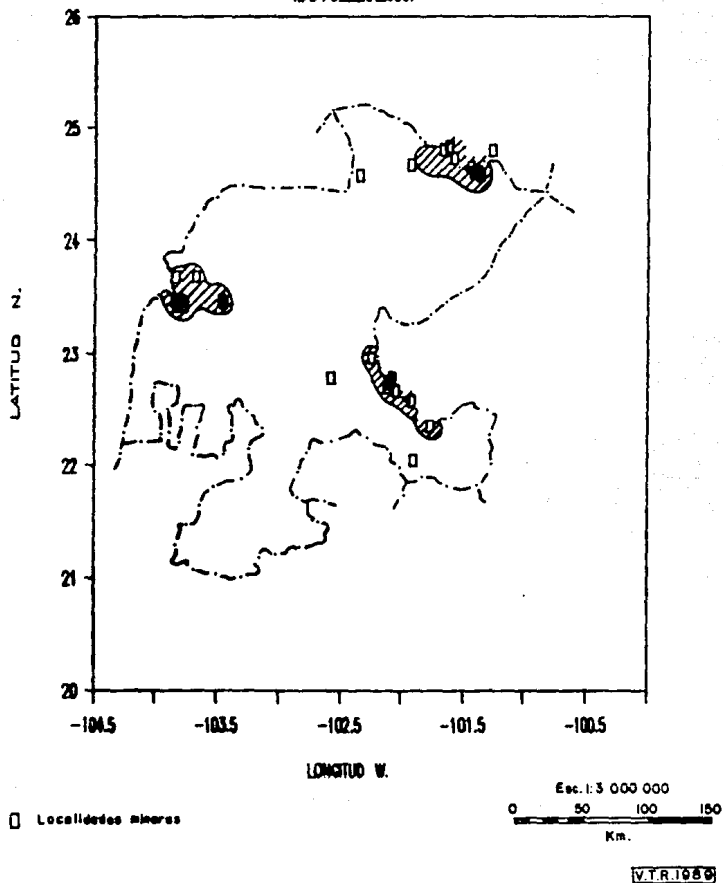


FIG. 4.19.

TABLA 4.15.

YACIMIENTOS METASOMATICOS DE CONTACTO, TIPO POLIMETALICOS.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
62	04d1304B117	Noche Buena	24.80	-101.28
56	04c0704C117	La Fortuna	21.12	-101.30
44	04d1304C117	Arroyo de la Esperanza	24.58	-101.37
66	04d1304C117	El Alicante	24.60	-101.40
46	03a1304B117	Aranzazú	24.60	-101.42
45	04c1304C117	La Paloma	24.60	-101.42
1	04d1304B117	San Marcos	24.65	-101.45
208	04c1304C117	Cerro de Oro	24.73	-101.58
209	04c1304C117	El Nevado	24.82	-101.62
153	04d1304C117	Naranjero	24.82	-101.62
154	04c1304C117	Zacatecas II	24.83	-101.62
168	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-101.62
169	04c1304C117	San Fco. del Puerto.	24.80	-101.67
64	04c1304C117	La Esmeralda	24.67	-101.93
229	04d1304C117	Bilbao	22.67	-102.05
234	04d1304C117	Real del Monte.	22.75	-102.12
227	04d1304C117	La Favorita	24.57	-102.35
219	04d1348B117	Unificación El Cobre	22.78	-102.58
196	04d1304C117	Fátima	23.45	-103.45
194	04d1304C117	San Juan	23.47	-103.47
206	04d1304C117	Veta Azul	24.83	-103.62
5	04d1304C117	Tajo de Ibarra	23.68	-103.68
185	04d1304C117	Sta Rita	23.42	-103.78
94	04d1304C117	Los Cordones	23.43	-103.78
4	04d1304C117	El Conjuro	23.47	-103.80
197	04d1304C117	a)Refugio	23.42	-103.83
201	04d1304C117	Perseverancia	23.45	-103.83
195	04d1304C117	El Consuelo	23.47	-103.83
202	04d1304C117	Zaragoza	23.47	-103.85
98	04d1304C117	La Nueva India	23.47	-103.85
172	04d1304C117	El Pilar	23.67	-103.85
205	07d1304C117	La Esmeralda	23.50	-103.88

B) Zona Ferrífero-Cuprífera

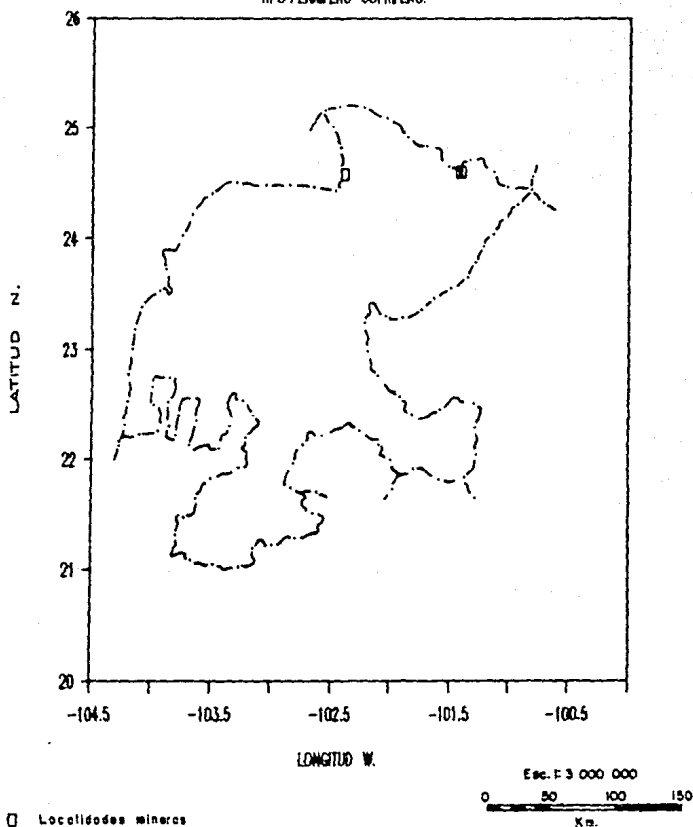
Dentro del estado de Zacatecas se ha podido establecer un pequeño agrupamiento de zonas mineralizadas donde predomina la asociación Fe-Cu. Se han localizado en el presente trabajo 5 yacimientos los cuales se restringen a la porción NE del Estado (Figura 4-20) lugar donde se ubica el distrito minero de Concepción del Oro. Estos depósitos se relacionan al emplazamiento de rocas intrusivas granodioríticas de edad Cretácico Tardío, que cortaron los paquetes sedimentarios de las Formaciones mesozoicas (Zuloaga, La Caja, Tarmaises, Cupido y Cuesta del Cura), dando lugar a la generación de yacimiento de Fe-Cu de tipo metasomático.

Esta asociación se presenta alojada en estructuras de tipo vetiforme, lentes, mantos y chimeneas; sus leyes son bajas al igual que su tonelaje. Sus constituyentes minerales más comunes son hematita, magnetita, bornita, calcopirita, pirrotita y pirita; como minerales de ganga se tiene cuarzo, calcita, wollastonita, granate, barita y fluorita.

En términos generales la asociación Fe-Cu no puede considerarse como una provincia o franja metalogénica, debido a que se presenta como una zona aislada constituida por un número muy reducido de yacimientos y cuyas leyes y tonelajes son bajas, además de que dicha zona se ubica en una posición distante a la provincia metalogénica del fierro establecida por Clark (1982) y ratificada por Nuñez y Torres.

YAC. METASOMÁTICOS DE CONTACTO.

TIPO FERRO-FERRERO.



V.Y. 21980

FIG. 4.20.

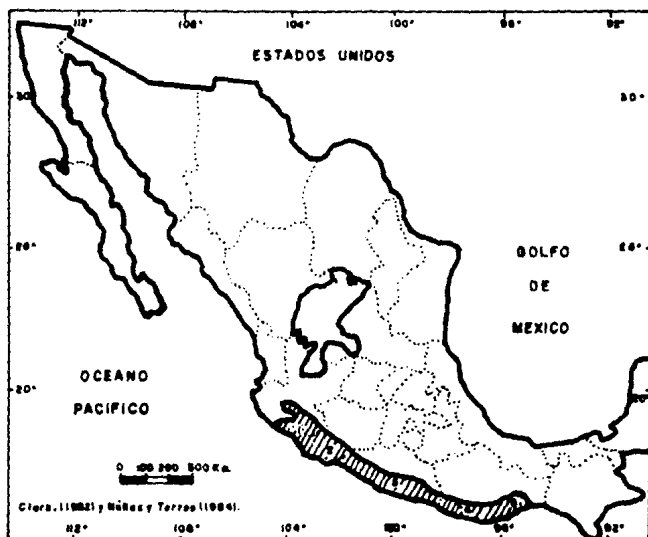
R., (1984), y que presenta una posición paralela a la margen del Pacífico, la cual comprende los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. (Figura 4-21).

C) Yacimientos de Estaño

Se tienen identificadas 9 localidades que presentan valores por estaño. La distribución geográfica de estos yacimientos se ubica en la porción centro-occidente del Estado (Figura 4-22) que representa el límite E de la provincia -- fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, donde tales -- depósitos se presentan alojados en rocas ígneas extrusivas ácidas como riolitas, ignimbritas y brechas piroclásticas. La mena de estaño es la casiterita la cual para los depósitos zacatecanos se presenta asociada con fluorita; esta mineralización existe en filones, disseminaciones, riñones y -- concentraciones mecánicas.

La génesis del estaño se relaciona a soluciones con altas temperaturas, las cuales según Lufkin (1972) lixivian, remobilizan y transportan los elementos a horizontes más -- superficiales. Ruiz J. (1984) le atribuyen estaño de la -- Sierra Madre Occidental un origen asociado a un ambiente de caldera.

Entre los yacimientos más importantes en Zacatecas se tiene El Voladero, La Fe 1,2,3, La Colación y Cerro de las --



PROVINCIA METALOGENETICA NACIONAL DE Cu-Fe COMPARADA CON LA ZONA FERRIFERA CUPRIFERA DEL ESTADO DE ZACATECAS

YACIMIENTOS SEÑALADOS:

- 1- Peñe Colorado, Col.
- 2- Los Treches, Mich.
- 3- Los Papas, Gro.
- 4- Zacate, Oax.
- 5- La Ventana, Oax.

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 4.21

Robel Vazquez Tortolado NOV.1989

DISTRIBUCION DE YACIMIENTOS MINERALES.

ESTADO EN EL EDO. DE ZACATECAS.

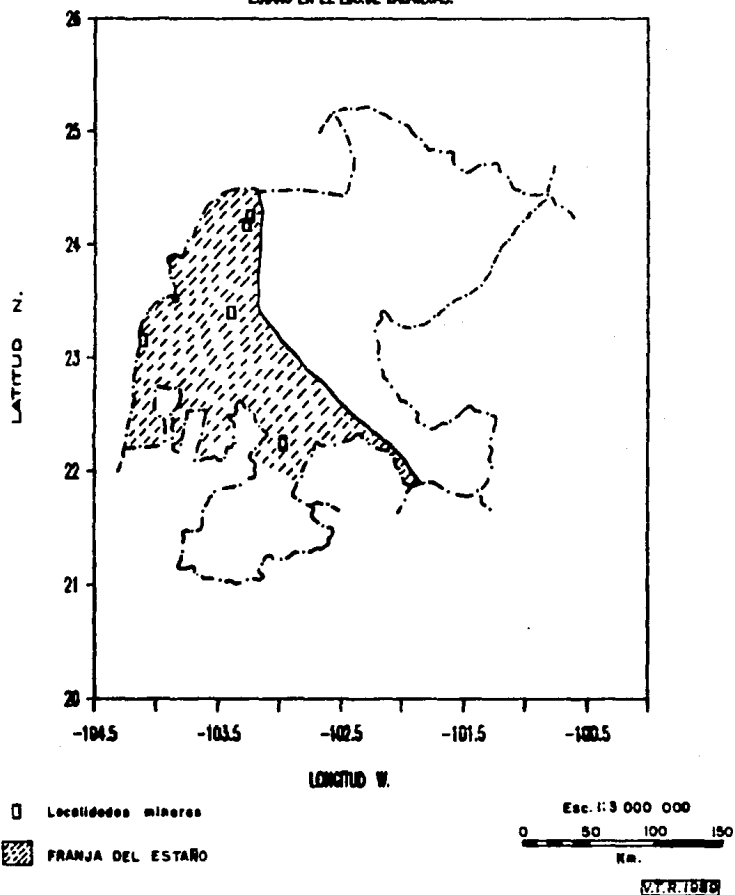


FIG. 4.22.

Gallinas (Tabla 4-16). Por otra parte aunque el número de depósitos con valores de estaño es muy reducido, cabe señalar que estos quedan comprendidos dentro de la llamada provincia metalogénica del estado, la cual según Clark (1981) comprende desde la porción E del Estado de Michoacán abarcando los Estados de Guanajuato, Jalisco, Zacatecas y Durango (Figura 4-23).

D) Yacimientos de Hg, Sb(Mn)

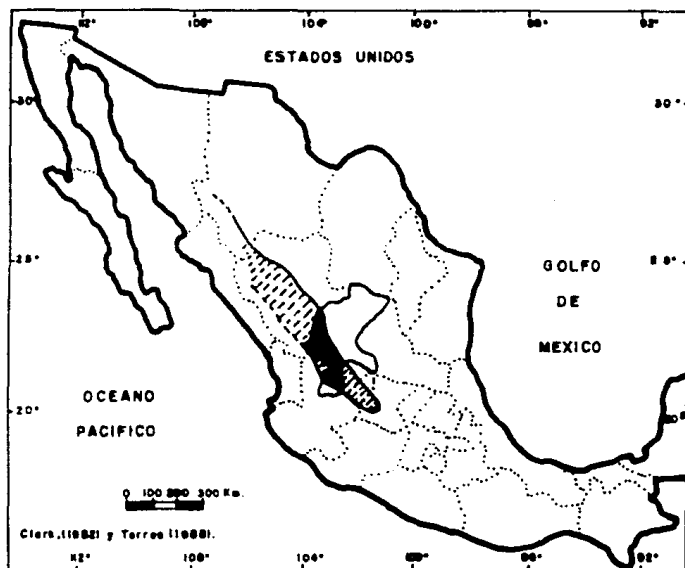
En el Estado de Zacatecas se han localizado 27 zonas mineralizadas que presentan valores de mercurio, antimonio y manganeso. Como ejemplo de yacimientos de mercurio se tienen las minas La Esperanza, San Alfredo, Seis de Enero, Tepeyac y El Mineral de Mercurio. El antimonio se observa en las minas San Marcelino, El Espejo, El Tanger, La Mojada y Cerro Pelón Chico. Por lo que respecta al manganeso los fondos más representativos son La Abundancia, La Colorada, El Culpio, La Manganita y Peñasco Amarillo (Tabla 4-17). La distribución geográfica en conjunto de estos yacimientos presenta la forma de una franja que cruza el Estado con rumbo NW-SE; dicha franja tiene una extensión de 320 km de largo por 70 de ancho aproximadamente y un área de 22,400 km² (Figura 4-24).

Los depósitos mercuriales se asocian a rocas volcánicas terciarias como riolitas, ~~domos~~ latítics, tobas y bre-

TABLA. 4.16.

YACIMIENTOS COM MINERALIZACION DE ESTAÑO.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
122	01b0724B127	Hornitos	22.23	-102.97
123	01b0724B127	La Fe 1,2,3	22.25	-102.97
9	01b0724C147	El León	24.25	-103.25
63	01b0724B127	Juan Aldama	24.17	-103.28
121	01b0724B127	la Colación	23.40	-103.40
59	01b0724A127	El Voladero	23.40	-103.40
68	01b0724C127	Buena Suerte	23.40	-103.40
35	01b0724B127	Cerro de las Gallinas	23.15	-104.12



**PROVINCIA METALOGENETICA NACIONAL DEL ESTAÑO
Y SU RELACION CON LA FRANJA ESTAÑIFERA DEL
ESTADO DE ZACATECAS**

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 4.23.

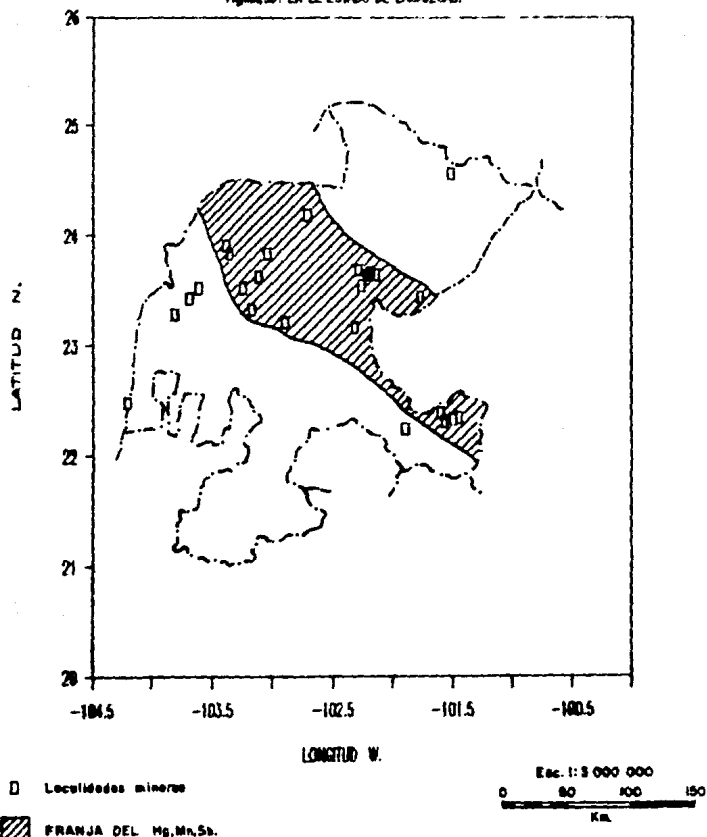
Rafael Vázquez Tortolero NOV.1989

YACIMIENTOS CON MINERALIZACION DE MERCURIO, ANTIMONIO Y MANGANESO.

NUM.	C O D I GO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
146	08b1304C147	San Marcelino	22.33	-101.45
7	08a0724B147	La Esperanza	22.32	-101.50
141	08b1304C147	Cerro Blanco	24.56	-101.52
147	08b1304C147	El Espejo	22.30	-101.57
127	08b1300C147	Benito Juarez	22.38	-101.60
142	08b1304C147	Cerro La Cardoncita	23.43	-101.78
8	08a0748C147	San Alfredo	22.23	-101.90
145	08b0704C147	Chapinque	23.63	-102.15
10	10a0724C147	La Abundancia	23.65	-102.20
116	10a1324C147	La Colorada	23.65	-102.20
115	10a1324C147	La Esperanza	23.63	-102.22
226	10a1324C147	El Columpio	23.53	-102.27
128	10a1324C147	Manganita	23.68	-102.30
60	08a0724C147	Crucita	23.15	-102.33
52	08b1304C147	El Tanger	24.18	-102.72
144	08b1304C147	Loma de Xocoxotle	23.20	-102.90
75	08a1300C147	Seis de Enero	23.83	-103.05
3	08a0724C147	La Luz	23.62	-103.12
2	08a0724C147	Tepeyac	23.62	-103.12
6	08a0724C147	Las Maravillas	23.32	-103.18
54	08a0724C147	El Mineral de Mercurio	23.52	-103.25
55	08a0724C147	El Triunfo	23.83	-103.37
112	10a0724C147	Mi Prieta	23.90	-103.40
143	08b1304C147	La Mojada	23.52	-103.63
31	08a0724C147	El Carrizal del General	23.42	-103.70
117	10a0724C147	Peñasco Amarillo	23.28	-103.82
51	08b1304C147	Cerro Pelón Chico	22.48	-104.22

DISTRIBUCION DE YACIMIENTOS MINERALES.

Hg, Mn, Sb. EN EL ESTADO DE ZACATECAS.



V.T. 1985

FIG. 4.24.

chas riolíticas, con alguna mineralización en rocas sedimentarias. La mena más común del mercurio es el cinabrio que puede estar asociado a oro nativo, marcasita, estibinita, -pirita y sulfuros de cobre, en ganga de cuarzo, fluorita, -barita y calcita. El origen del mercurio se relaciona a rocas volcánicas recientes, así como a fluídos hidrotermales de baja temperatura depositados superficialmente por soluciones alcalinas. Las estructuras mineralizadas donde es más frecuente observar el mercurio son vetas, mantos, stock work, clavos, riñones, bolsas y diseminaciones.

Los depósitos de antimonio se presentan distribuidos a lo largo de la franja anteriormente citada, se tiene algunos de ellos en los distritos mineros de Villa Hidalgo, Villa de Cos y Valparaíso, principalmente. Los yacimientos de antimonio se encuentran emplazados en rocas sedimentarias tanto del tipo clástico como calcáreas. Su génesis es similar a la del mercurio, se asocia a rocas Volcánicas Terciarias. A su vez, se puede encontrar como producto del reemplazamiento de calizas, causado por fluídos hidrotermales de baja temperatura.

La forma más común en que se presentan los yacimientos de antimonio es como vetas, lentes, mantos, bolsas de dimensiones variables y diseminaciones. La mineralización presente está representada por valentinita, cervantita, estibina y cinabrio; la ganga la forman el cuarzo y la calcita.

Los depósitos con valores de manganeso en el estado de Zacatecas se concentran principalmente en el Distrito de Villa de Cos. La mineralización se presenta armando en calizas de la Formación Caracol y Lutitas Parras; el control estructural se presenta básicamente en forma de fracturas fallas y planos de estratificación, que dan como resultado -- estructuras tipo filón, lentes, mantos y bolsas de diferentes dimensiones.

Los yacimientos manganesíferos se asocian a un origen hidrotermal de baja temperatura donde soluciones ricas en sílice y manganeso ascendieron a través de planos de estratificación y zonas de debilidad, para precipitarse posteriormente en horizontes más superficiales. La mineralización de mena presente en este tipo de yacimientos está formada por manganita, pirolusita y psilomelano, y como ganga, calcedonia, cuarzo y calcita.

Sobre la distribución regional de los yacimientos indicados, es posible ubicarlos en una franja con rumbo predominante NW-SE; esta franja mantiene una posición semiparalela a la franja de mineralización polimetálica y muestra una -- continuidad hacia la porción norte de México, cruzando los Estados de Coahuila y Chihuahua Clark y Colaboradores (1980) proponen el modelo regional de franja paralelas a la Costa del Pacífico de estas zonas metálicas. Se ha estimado la edad de los yacimientos de Zacatecas dentro del rango Oligoceno-Mioceno, dándose el caso de poder correlacionar estos

depósitos con los ubicados en la porción sur de México, - principalmente en la zona centro-oriental de Guerrero, y -- parte de los Estados de Michoacán y Jalisco. (Figura 4-25).

E) Yacimientos de Bismuto

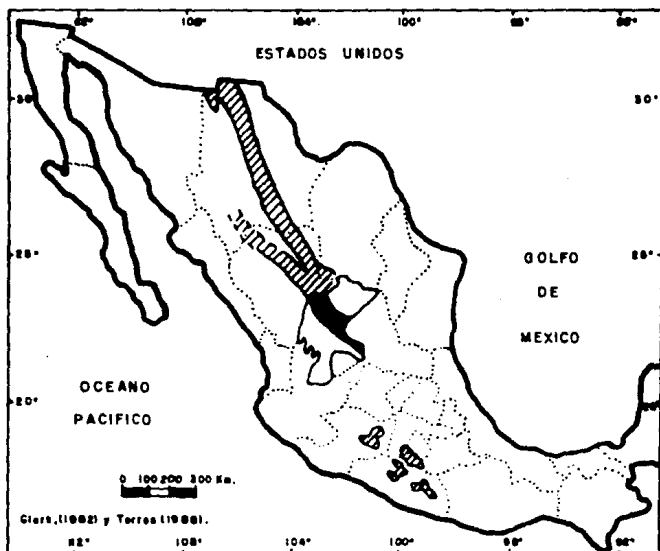
Los depósitos de bismuto son escasos en el estado de - Zacatecas; únicamente se han reconocido los yacimientos de las minas La Buena Estrella y El Zarco (Figura 4-26). La - forma más común en que se presenta el bismuto es en unión - con menas de plata, plomo, estaño y antimonio. El mineral - de bismuto se observa alojado en estructuras de tipo veti-- forme, relleno de cavidades, clavos y disseminaciones..

El origen de estos yacimientos se les asocia a fluidos hidrotermales de mediana temperatura, relacionados a rocas - volcánicas como diques latíticos, tobas y brechas riolíti-- cas.

Estos yacimientos se localizan en el municipio de Valparaíso; sus dimensiones son pequeñas y carecen de importancia como para considerarlos dentro del rango de zona o franja metalogenética.

F) Yacimientos de Fluorita

Se tienen compilados en el presente trabajo 23 yaci--- mientos con mineralización de fluorita. Este número de - -



**PROVINCIA METALOGENETICA NACIONAL DE Hg, Sb, Mn.
Y SU RELACION CON LA FRANJA DE Hg, Sb, Mn. DEL
ESTADO DE ZACATECAS**

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 4.25.

Rafael Vázquez Tortolero NOV.1989

DISTRIBUCION DE YACIMIENTOS MINERALES.

BISMUTO EN EL EDO. DE ZACATECAS.

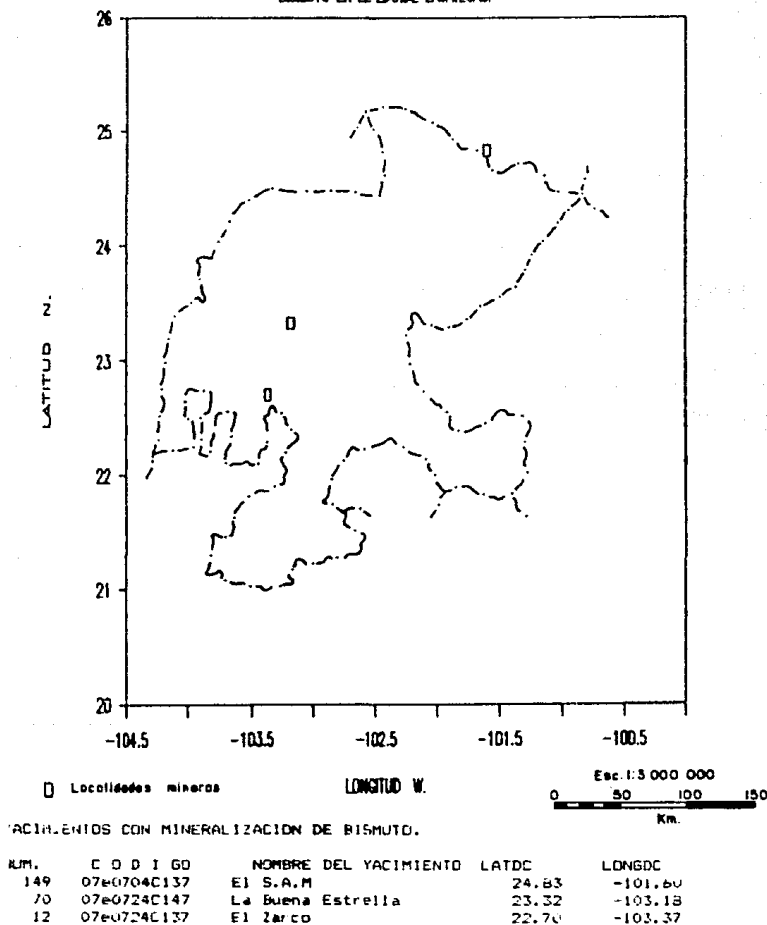


FIG. 4 2 6.

V.T.R. 1989

lotes mineros representa el 8.7% de las localidades estudiadas. La mayoría de los depósitos de fluorita se ubican en los distritos mineros de La Blanca, Villanueva, Tabasco, -- Huanusco y Jalpa (Figura 4-27).

Los yacimientos de fluorita se distribuyen en la porción centro-suroccidental del Estado, donde se observa una tendencia de alineamiento norte-sur. Las principales rocas donde se presenta la mineralización son de tipo volcánico ácido (riolitas, tobas riolíticas e ignimbritas). También se conoce fluorita emplazada en cuarzomonzonitas y calizas. Los principales cuerpos mineralizados los forman vetas -- irregulares alojadas en fallas y fisuras, en ramaleos y en planos de estratificación. Es común la presencia de la -- fluorita como mineral de ganga en las menas metálicas de -- Ag, Pb, Zn. Cuando se considera como mineral principal del yacimiento, la fluorita viene asociada a gangas como la calcita, cuarzo y barita, así como a óxidos de fierro y cao---lín.

La génesis de estos depósitos está relacionada al ascenso de soluciones hidrotermales emanadas de fuente magmática, posiblemente asociada a una acción combinada de removilización del fluor presente en las rocas volcánicas ácidas -- preexistentes. Algunos de los yacimientos más representativos de este mineral son: La Blanca, San Antonio, La Boquilla, La Fluorita, El Ochote, Chemita I, Los Galles y El Hui

DISTRIBUCION DE YACIMIENTOS MINERALES.

FLUORITA EN EL EDO. DE ZACATECAS.

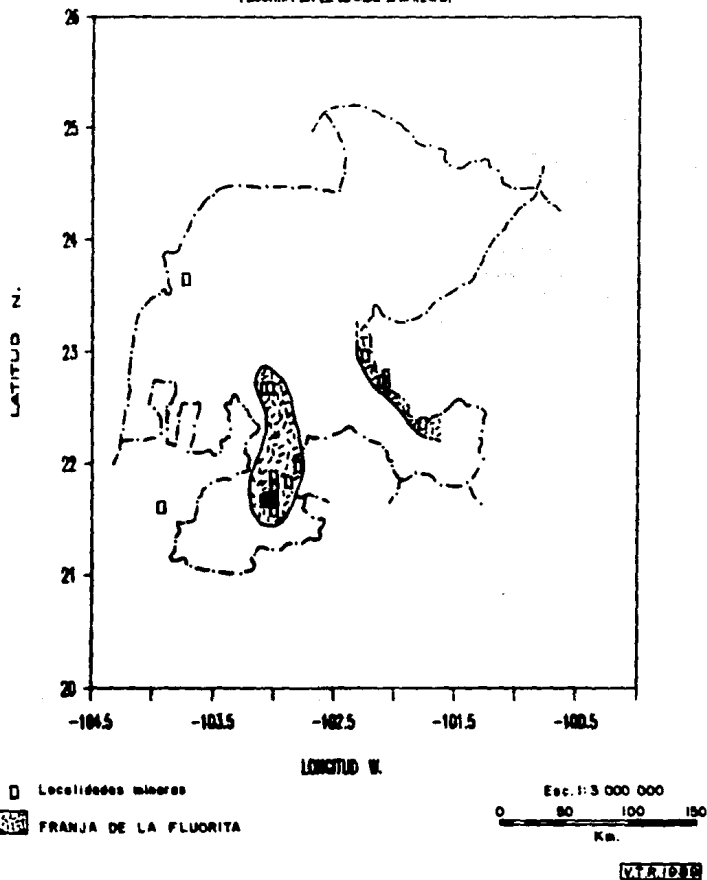


FIG. 4.27.

zachal, entre otros. (Tabla 4-18).

Los yacimientos de fluorita del estado de Zacatecas, - en conjunto forman parte de la franja metalogénica de la -- fluorita propuesta por Clark y Colaboradores (op. cit.), -- que se extiende desde la porción sur de Chihuahua, Zacatecas y parte del extremo norte de Jalisco.

Esta franja muestra una interrupción causada por el pa-- quete de rocas volcánicas terciarias del Eje Neovolcánico, -- se observa su posible continuación hacia el S de México, -- donde los yacimientos de fluorita se presentan emplazados -- en rocas calcáreas cretácicas y rocas volcano-sedimentarias. Así pues, en el estado de Guerrero forman un alineamiento -- en dirección norte-sur, desde la porción sur de Chilpancingo hasta los límites con el estado de México. Las localida-- des más representativas de esta franja son: La Azul, La Angelina, Xochicalco y Coapango. (Figura 4-28).

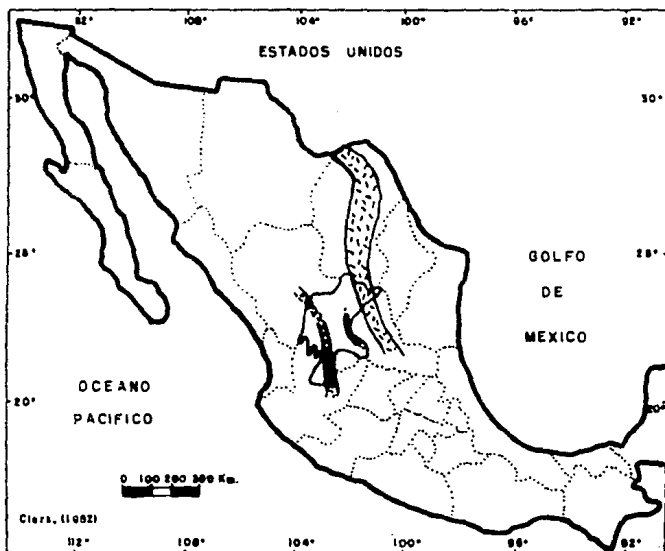
G) Yacimientos de Fosforita

En el Estado de Zacatecas existen numerosos yacimien-- tos donde la fosforita se presenta como mineral de ganga. -- En el presente trabajo se han identificado 8 yacimientos -- donde se le considera como mineral principal y con cierta -- importancia económica. Su distribución geográfica adopta -- un rumbo NW-SE, ubicándose en el borde oriental de la Sie--

TABLA 4.18.

YACIMIENTOS CON MINERALIZACION DE FLUORITA.

NUM.	C O D I GO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
259	08c1304C117	La Morenita	22.35	-101.77
252	08c1324C147	La Blanca	22.72	-102.08
253	08c0704C147	San Antonio	22.72	-102.08
255	08c1300C117	Estrellita	22.78	-102.08
257	08c1300C117	La Boquilla	22.73	-102.12
254	08c1300C117	Las Guapillas	22.97	-102.25
258	08c1324C117	La Nueva Rosita	22.97	-102.25
256	08c1300C117	La Fluorita	22.97	-102.25
248	08c0748C147	El Ochote	21.98	-102.80
247	08c0724C147	San Nicolás	21.83	-102.88
20	08c0724C127	Chemita I	21.58	-103.00
18	08c0724C127	Ricardo I	21.67	-103.00
15	08c0724C127	Tenayuca	21.70	-103.00
14	08c0724C127	San Nicolás	21.80	-103.00
13	08c0724C127	Los Gallos	21.88	-103.00
16	08c0724C127	La Galatea	21.67	-103.03
249	08c0724C147	La Providencia	21.67	-103.03
250	08c0724C147	Las Palomas	22.67	-103.03
251	08c0724C147	Valenciana	21.68	-103.05
17	08c0724C127	El Huizachal	21.67	-103.08
242	08c0724C147	Zona de Huzache y	22.67	-103.08
240	08c1300C147	El Frío	23.65	-103.73
245	08c0704C147	El Tiro	21.60	-103.93



**PROVINCIA METALOGENETICA NACIONAL DE
FLUORITA Y SU RELACION CON LA FRANJA DE
FLUORITA DEL ESTADO DE ZACATECAS**

 CaF₂

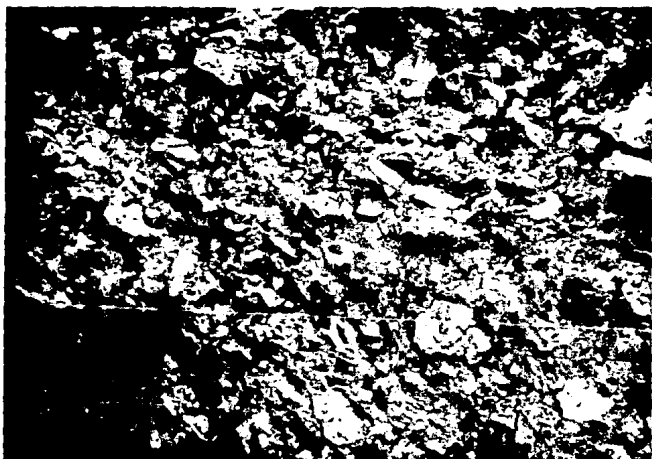
UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

FIGURA 4.28.

Rafael Vázquez Tortoleado NOV.1989

rra Madre Occidental. (Figura 4-29).

Los yacimientos de fosforita se encuentran encajonados en riolitas, tobas riolíticas, pórfidos riolíticos y calizas. La mineralización está controlada por vetas de falla y fisura, diaclasas, mantos, bolsas, en planos de estratificación y relleno de cavidades. La forma más común de existencia de fosforita es en sus variedades cálcica y aluminica. En la Tabla (4-19) se enlistan las localidades mineras más representativas como lo son Mesa Las Auroras, El Sacrificio, La Fosforita y El Zambrano, entre otras. (Fotografía 4-5).



Fotografía 4.5. Mineralización de fosforita alojada en una brecha riolítica en la mina El Sacrificio, distrito de la Blanca.

El origen de estos yacimientos se relaciona a procesos volcánicos asociados a soluciones hidrotermales de baja tem

DISTRIBUCION DE YACIMIENTOS MINERALES.

FOSFORITA EN EL EDO. DE ZACATECAS.

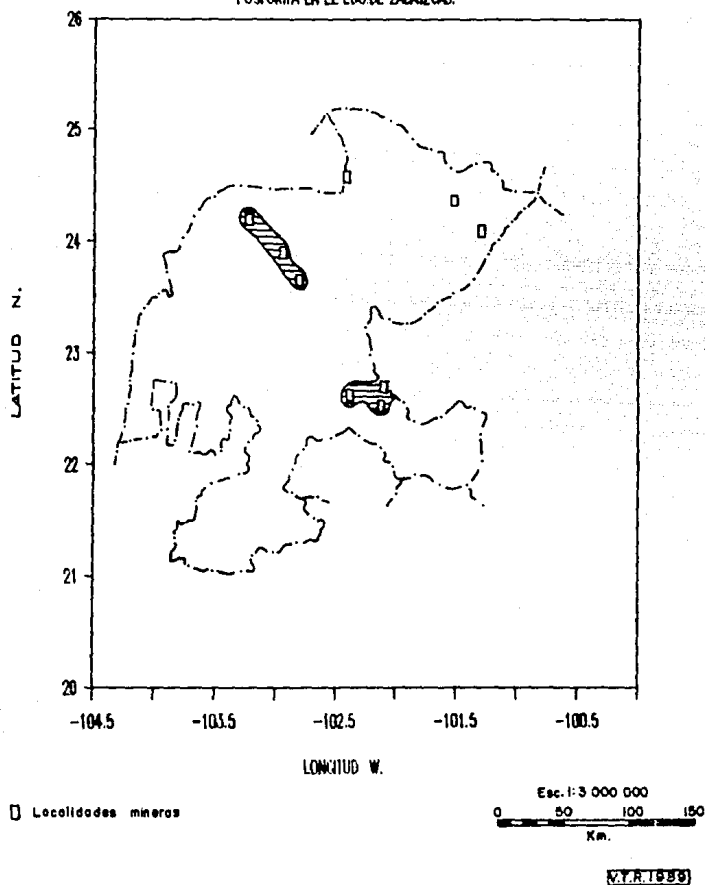


FIG. 4.29.

TABLA. 4.19.

YACIMIENTOS CON MINERALIZACION DE FOSFORITA.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
239	02e1300C147	Mesa Las Auroras	24.10	-101.30
232	02e1324C147	El Sacrificio	22.70	-102.10
262	02e1324C147	La Fosforita	22.52	-102.12
261	02e0724C147	Palmira	22.62	-102.38
235	02e1324C147	Sta Rosa	24.58	-102.42
238	02e0724C147	Cerro de Tetillas	23.65	-102.81
263	02e0724C147	El Zambrano	23.90	-102.95
264	02e0724C147	San Antonio	24.20	-103.23

peratura, que posiblemente por la interacción con aguas meteóricas descendentes propiciaron inestabilidad en las soluciones que provocaron los disturbios físico-químicos que favorecieron la depositación mineral. En el distrito de Concepción del Oro se tienen algunos yacimientos de fosforita, que Rogers (1961) los localiza dentro de uno de los miembros de la Formación La Caja en horizontes delgados de calizas fosfatadas.

Debido al número limitado de yacimientos, lo bajo de su tonelaje y su poca representatividad a nivel regional no es posible considerar como franja metalogenética la distribución de estos depósitos minerales.

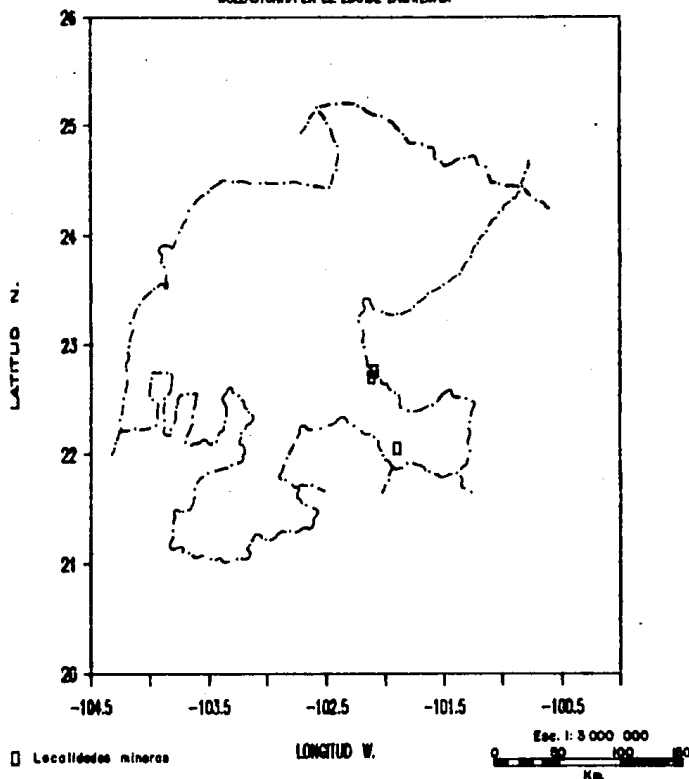
H) Yacimientos de Wollastonita

Los yacimientos de wollastonita más representativos del Estado de Zacatecas se localizan en el distrito minero de La Blanca. Aunque se considera como un mineral corriente producto de metasomatismo y por tal razón se encuentra presente en casi todos los yacimientos de este tipo, sin embargo las concentraciones de mayor interés se tienen en las minas La Campana, La Titila y Guanajuatillo. (Figura 4-30).

La mineralización se encuentra en el contacto de rocas calcáreas y granitos, la intrusión del cuerpo ígneo formó una aureola de metamorfismo bien definida dentro de la cual

DISTRIBUCION DE YACIMIENTOS MINERALES.

MOLLASTONITA EN EL EDO. DE ZACATECAS.



YACIMIENTOS CON MINERALIZACION DE MOLLASTONITA.

NUM.	C O D I G O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LATDC	LONGDC
241	06a1304C117	La Campana	22.05	-101.90
233	06a1304C117	La Titila	22.75	-102.10
237	06a1304C117	Guanaajuatillo	22.70	-102.12

FIG. 4.30.

V.Y.R. 1989

se emplazó la wollastonita. (Fotografía 4-6).



Fotografía 4.6. Labores de la mina La Titila donde se observa la intrusión del granito que corta las calizas cretácicas, fenómeno que generó la mineralización de wollastonita.

El origen de los yacimientos de wollastonita se debe principalmente a la intrusión del cuerpo ígneo granítico en rocas calcáreas, que produce un metamorfismo de contacto -- hidrotermal o metasomatismo donde las soluciones aunadas a la temperatura de la masa ígnea generan nuevos minerales, - en este caso la calcita de la caliza y el sílice aportado - por el granito para formar la wollastonita.

1) Yacimientos de Caolín

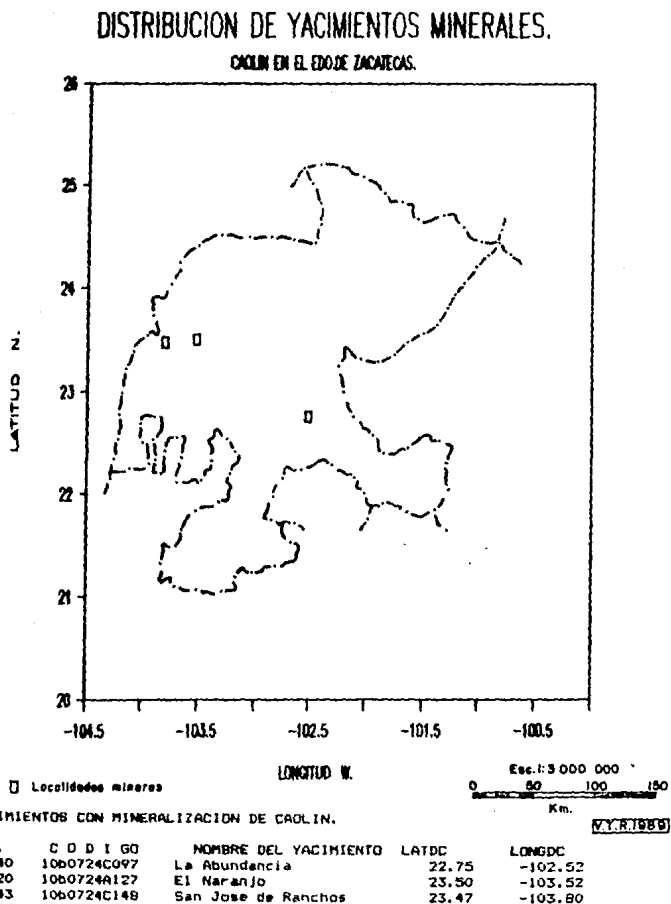
El caolín se tiene presente en muchas localidades; sin embargo estas concentraciones son de escaso interés económi

co por razón de su bajo tonelaje, sobre todo los de origen supergénico. Los yacimientos más representativos son La -- Abundancia, El Naranjo y San José de Ranchos (Figura 4-31).

Estos yacimientos se ubican en los distritos mineros - de Sombrerete y Morelos. Las rocas de las cuales derivan - estos depósitos son pórfidos y tobas riolíticas, la caolinita se encuentra en estructuras en forma de bolsas irregulares de dimensiones variables.

La edad de los yacimientos es del Reciente, la caolinita se considera como de origen hidrotermal y/o supergénico, producto de la alteración de los feldespatos los cuales se alternan por soluciones hidrotermales o por aguas meteóri-- cas causantes del proceso de descomposición de las rocas.

FIG. 4.31.



IV.2. EVOLUCION DE LA METALOGENIA REGIONAL: DISCUSION

IV.2. Evolución de la Metalogenia Regional: Discusión

La presencia y distribución de yacimientos minerales metálicos y polimetálicos en la porción continental occidental de Norteamérica se relaciona directamente con un ambiente de arco magmático y su evolución en espacio y tiempo (Clark, -- 1979).

Para el Pre-Jurásico se presenta en la zona NE de México la prolongación del cinturón orógeno Ouachita, como producto de la colisión entre América del Sur-Africa y América del Norte durante el Paleozoico Tardío. Este acontecimiento propició que esta porción del país evolucionara en forma continental, con el desarrollo de una tectónica distensiva que favoreció la formación de fosas y rellenos de sedimentos terrígenos (Carrillo B., 1982 y Coney, 1983).

Según De Cerna (1970) hacia el occidente se desarrolló durante el Triásico Superior un ambiente de mares profundos, en el que se inició la formación de un arco submarino en una posición paralela a la costa del Pacífico, lo que generó una cuenca de post-arco, en donde alternaron depósitos de rocas sedimentarias con rocas volcánicas.

Los fenómenos geológicos que actuaron en la región a partir del jurásico fueron ocasionados principalmente por la convergencia de la Placa Farallón contra la Placa Continental de

Norteamérica. Influenciado por los efectos dinámicos de la -
 placa oceánica, el arco submarino generado a final del Triásico
 inicia su migración en dirección Este, hace aproximadamente -
 140 m.a. con un desplazamiento constante. Hasta hace 80 m.a.
 la convergencia de la placa oceánica sufre un incremento en -
 su velocidad provocando con ello que el arco se desplazara --
 con mayor rapidez en dirección oriente en el norte de México.-
 Para finales del Eoceno (40 m.a.), el arco alcanza su máximo_
 avance dentro del continente (unos 1 000 km según Anderson, -
 1974 y Silver, 1975) e inicia su retroceso al occidente. Este
 retroceso fue causado posiblemente por una disminución en la_
 velocidad de convergencia de las placas, lo que provocó un --
 aumento en el ángulo de incidencia de las mismas, siendo para
 el Mioceno Temprano (18 m.a.) la época en que se considera -
 que el arco se aproximó a la costa del Pacífico (Coney y Rey-
 nolds, 1977).

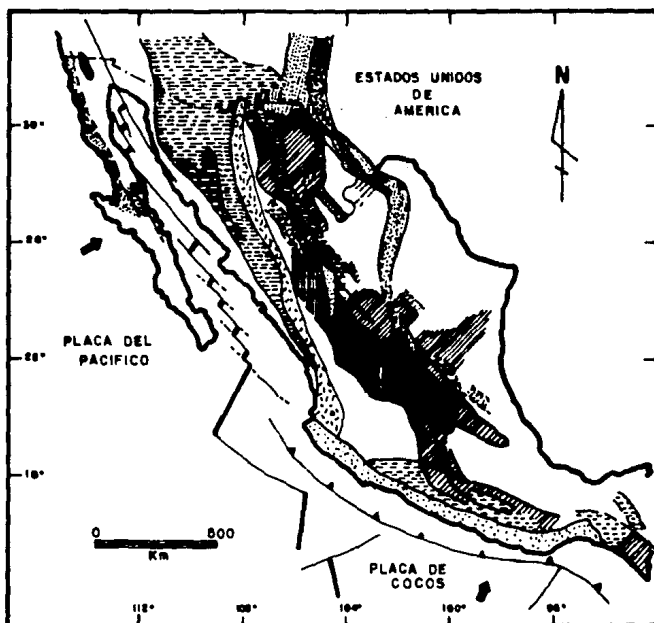
La composición del magmatismo durante el avance del arco
 fue predominantemente calcoalcalina de carácter intermedio, -
 el cual evolucionó a un vulcanismo explosivo ácido durante su
 regreso en el Oligoceno-Mioceno. Este último evento se ve re
 presentado por la potente columna de más de un kilómetro de -
 material piroclástico, riolítico e ignimbrítico.

Damon (1981) sugiere que la composición del magma depen-
 derá de la profundidad de la zona de generación y de la dis-
 tribución de dicha zona con respecto a la paleotrinchera. ---

Además, por la afinidad que existe entre el tipo de magmatismo y la asociación mineralógica también se presentan zoncamientos regionales de los depósitos minerales.

Por otra parte las observaciones de Burnham (1959) - - sobre las provincias metalogénicas de la porción norte de -- México y suroeste de los Estados Unidos, indican una distribución de fajas de gran extensión con un rumbo NNW que se -- presentan en forma paralela a las geoestructuras tectónicas_ más importantes. Las ideas anteriores sirvieron a Clark - - et. al. (1981) para establecer un modelo sobre las provin-- cias metalogénicas de México, señalando un zoncamiento que - define las diferentes franjas metálicas dentro de una secuen_ cia de oeste a este. Dicho autor propone como génesis de -- los yacimientos la liberación de metales de la corteza - - oceánica y sedimentos pelágicos a través de la fusión parcial realizada a profundidades progresivas, en una zona de subduc_ ción con inclinación hacia el este. La secuencia geográfica_ de provincias metálicas sugeridas por los autores mencionados son: pórfidos y contactos metamórficos de Cu (W,Mo); vetas de Au, Ag; brechas y vetas con Sn; vetas de Hg y Sb; vetas y - - chimeneas de Pb,Zn,Ag; vetas de Mn; mantos de Pb,Zn,Ag; depó_ sitos de uranio derivados de ignimbritas por alteración hidro_ termal, y mantos y vetas de Ca_2F . (Figura 4.2.1).

En términos generales, se tiene que el intenso magmatismo y tectonismo asociados al paso del arco magmático dejó en_ su avance por la región una variada mineralización, la cual -



ASOCIACIONES MINERALES

Cu-Fe	Hg-Sb
Cu-Mn	Mn
Cu-Mo	U
W	Cu-Bo
Au-Ag	Fe
Pb-Zn-Ag	Ca F
Sa	Mo

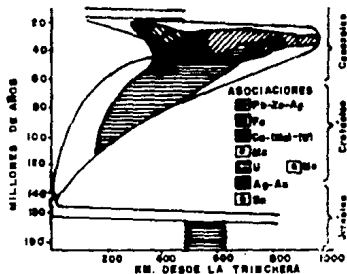


Fig. 4.2.1.- Provincias metalogénicas de México, mostrando una tendencia principal de las zonas metálicas en dirección NNW. En el esquema, se observa la sucesión de depósitos minerales, durante la migración del arco magmático.

dio forma a una gran cantidad de depósitos minerales distribuidos en franjas paralelas a la paleotrinchera. Esta organización en franjas sugiere un efecto combinado, por un lado, la composición y posible zoneamiento ancestral del basamento, y por otra parte la sobreposición de un arco magmático móvil que será, en última instancia, el responsable de la redistribución de los elementos metálicos como hoy los observamos (Torres, -- 1989).

Epocas Metalogenéticas

Con base en el marco geológico definido en los párrafos precedentes se pueden plantear al menos tres épocas metalogenéticas, en las cuales hubo predominio de un ambiente tectónico que permitió procesos mineralizantes. Estos son:

a) Pre-Jurásico: Establecimiento de un dominio de un vulcanismo submarino durante el Triásico Tardío, con depósitos de tipo flysch, conglomerados y calizas, alternantes con tobas y labas almohadilladas submarinas en una secuencia de tipo arco insular. Rodríguez T. et al. (1974) correlaciona esta unidad con las "rocas verdes" de similares características litológicas, que forman el núcleo de la mineralización en el Distrito minero de Guanajuato. La presencia de algunas de estas secuencias vulcano-sedimentarias se localizan al norte de la ciudad de Zacatecas en un corte sobre la terracería Veta Grande-San Tiburcio. Este tipo de litología hace suponer que durante el Triásico Superior existieron las condiciones propicias

para la formación de sulfuros masivos.

b) Cretácico Inferior-Medio: Con la transgresión de los mares del Jurásico Superior quedó definida la plaeogeografía - que caracterizó en su mayor parte al norte y noreste de México, durante la primera mitad del Cretácico. El desarrollo de la - cuenca se manifestó por un lento hundimiento que favoreció el - depósito de importantes espesores de sedimentos. Durante el - Neocomiano persistió el dominio de la sedimentación calcárea - en un ambiente de mar abierto; se observa para el Albiano-Ceno - maniano un aumento de terrígenos alternando con la sedimen - tación todavía calcárea. Estos cambios en el régimen de la sedi - mentación marcaron el inicio de las perturbaciones orogénicas - del Cretácico Superior.

Además de los depósitos sedimentarios descritos durante - el Cretácico Temprano la mayor parte del occidente de Norteamé - rica se encontraba cubierta por mares epicontinentales bordeados por un arco magmático en evolución. Servais (1981) señala la posición de dos arcos en el occidente de México; el primero se localiza en una posición más al occidente denominado arco - Alisitos, de tipo vulcanosedimentario, y el segundo, de tipo - insular, conocido como Sinaloa, ubicado más al oriente. En - este último se distinguen dos zonas; una cuenca de antearco en su borde oeste, y una cuenca post-arco en su extremo oriental - (Geosinclinal Mexicano).

En un ambiente de arco insular-mar marginal es donde se -

formaron yacimientos vulcanosedimentarios como los depositados en la Cuenca Mesozoica del Centro de México. Al respecto, - - González (1983) describe el desarrollo de sulfuros polimetálicos asociados a un ambiente eúfínico que ha sido reconocido - desde Zacatecas hasta Guerrero. Dichos sulfuros (Ag, Pb, Zn y - Fe) se precipitaron por la acción de ácido sulfhídrico resultado de la reducción bacteriana del agua de mar.

c) Eoceno Tardío-Mioceno Medio: A este período se le considera como la etapa de mineralización más importante de la -- porción noroccidental de México, la cual se asocia al rápido - avance y retroceso de un arco magmático que propició una gran actividad ígnea e hidrotermal. Entre los fechamientos realizados en mineralizaciones de este período se tiene los de Bravo_ (1985) quien señala como menor de 25 m.a. la edad del yacimiento de Real de Angeles, obtenida por análisis isotópicos en la galena. Por otra parte Simmons (1986) reporta edades por - - K/Ar realizadas en los distritos de Fresnillo, Colorada y Sombrerete que indican entre 30 y 35 m.a.

Con estos ejemplos se vislumbra que entre 35 y 25 m.a. - ocurrieron eventos hidrotermales importantes en el margen oriental de la Sierra Madre Occidental, La Mesa Central y parte de la Sierra Madre Oriental.

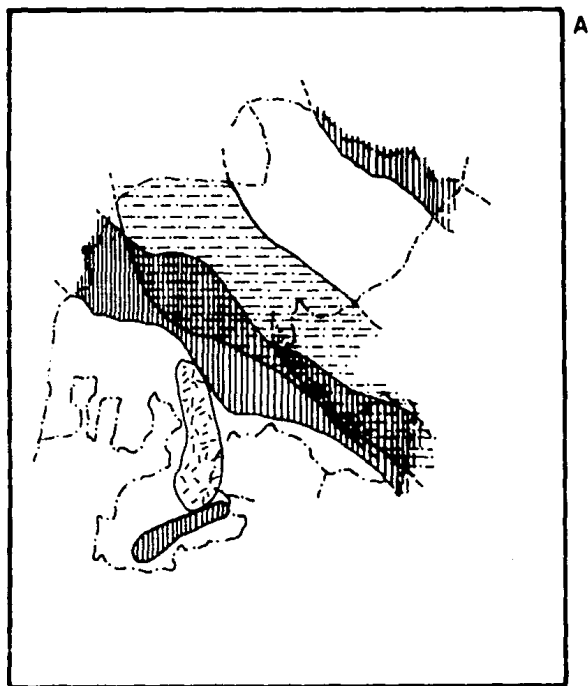
DISTRIBUCION DE FRANJAS METALICAS

Con el apoyo de la información de las diferentes localidades mineras, se han definido en el Estado de Zacatecas una -

serie de franjas de las principales asociaciones metálicas y no metálicas (Figuras 4.2.2.a y b, y Apéndice), que en forma general y con rumbo de Oeste a Este muestran el siguiente orden: Depósitos de brechas y vetas con Sn; Vetillas y diseminados de CaF_2 ; Vetas y chimeneas de Pb, Zn, Ag y (Au, Cu); Vetillas y disseminaciones de Hg, Sb, Mn y Vetas y mantos de CaF_2 .

1). Brechas y vetas de Sn: Según Ruíz (1984) el estaño mexicano se formó aproximadamente hace 30-32 m.a. durante el período volcánico que originó la Sierra Madre Occidental, lo que aparentemente coincide con el retorno del arco magmático al occidente. El estaño se encuentra alojado principalmente en estructuras caldéricas, especialmente en domos y flujos riolíticos.

El estaño durante la intensa actividad volcánica se encontraba disuelto en vapores y gases muy volátiles asociado a otros minerales, formando cloruros, fluoruros y sulfuros, los que se desplazaron a la superficie y en combinación con el oxígeno formó la casiterita. El elemento ya enriquecido encajonado en las riolitas, sugiere la existencia de una difusión termogravitacional que permitió la concentración de estaño y fluorita; tal enriquecimiento se relaciona a la temperatura de erupción de las riolitas, seguido de la erupción de la cima ignimbrítica lo que según Hildreth (1979) considera como el resultado de erupciones progresivas, las que presumiblemente procedieron de una cámara magmática profunda.



ASOCIACIONES
MINERALES



Pb, Zn, Ag (Au, Cu)



Hg, Sb, Mn



Sn



CaF₂

FIGURA 4.2.2 - Distribución metalogénica de yacimientos minerales en el Estado de Zacatecas.

DISTRIBUCION DE YACIMIENTOS MINERALES. EN EL ESTADO DE ZACATECAS.

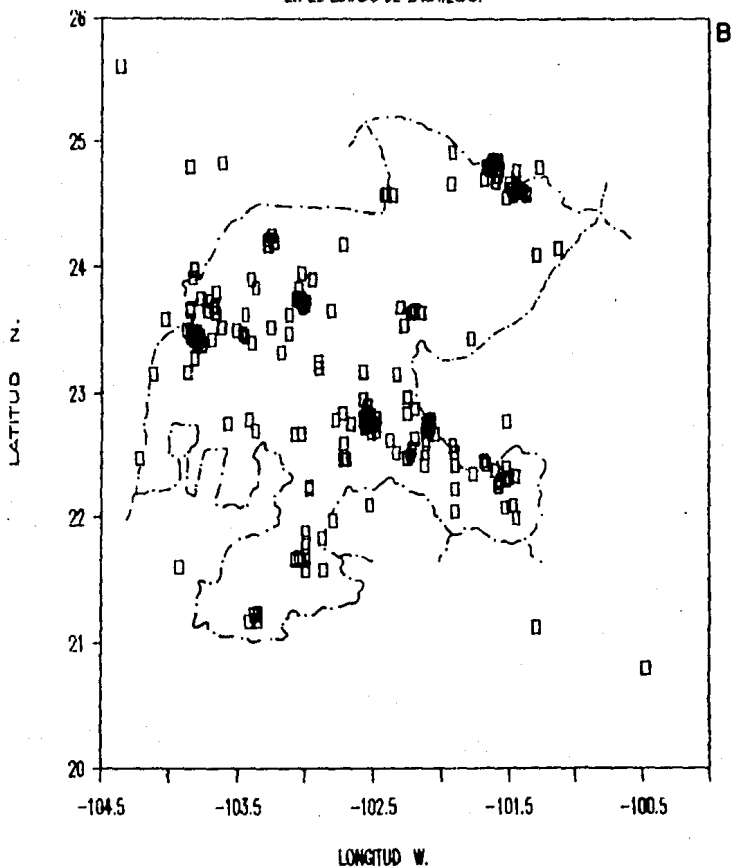


FIGURA 4.2.2-Distribucion de yacimientos minerales en el Estado de Zacatecas.

2). Vetillas y diseminados de CaF_2 : Estos yacimientos se restringen a la porción SW del Estado. Genéticamente se relacionan al mismo proceso causante de la mineralización de estaño, provocado por una diferenciación magmática, lo que propició un enriquecimiento en flúor asociado a un magma ácido, producto de una cámara magmática causante de erupciones progresivas.

3). Vetas y chimeneas de Pb, Zn, Ag y (Au, Cu): Los yacimientos polimetálicos de Zacatecas se alojan predominantemente en el Complejo Volcánico Inferior y en el basamento sedimentario cretácico, rocas en las que se han desarrollado estructuras de tipo veta y chimenea. Se conocen también otros tipos de estructuras menores como mantos, ramaleos, bolsas y clavos mineralizados.

Con base en las características estructurales, el estilo de mineralización, texturas, paragénesis primarias y minerales asociados, el origen de estos yacimientos es principalmente de tipo hidrotermal. Estas características se han observado en aproximadamente 80% de los yacimientos minerales del Estado, de los cuales 176 presentan evidencias de este tipo de mineralización.

Los fechamientos efectuados por Bravo (1985) y Simmons (1986) para mineralizaciones hidrotermales de localidades como Real de Angeles y Fresnillo, Colorada y Sombrerete respectivamente, señalan una coincidencia entre la formación de - -

estos yacimientos y la depositación del Grupo Volcánico Superior. Lo anterior sugiere una relación directa entre los -- procesos volcánicos y metalogenéticos.

Es bien sabido que durante la formación de calderas -- (Wilson, 1941) existe una etapa tardía de hidrotermalismo -- muy importante. Como ejemplo actual nótese la marcada afinidad de ambientes geológicos entre el campo geotérmico de los Azufres, Mich. y el paleoambiente reinante en el distrito de Zacatecas durante el Eoceno-Oligoceno. En el interior de -- las estructuras caldéricas se instalan celdas convectivas de gran actividad química que inducen el transporte y la depositación de metales. En consecuencia, puede sugerirse que durante la formación de los complejos caldéricos de la Sierra Madre Occidental, la actividad de la fase hidrotermal de -- tales estructuras favoreció el desarrollo de vetas y chimeneas que se alojaron en rocas preexistentes (andesitas). -- Recuérdesse que la celda hidrotermal se aloja en el sustrato de la caldera, raras veces dentro de ella misma debido a su composición ácida y a su poca permeabilidad (Torres, com. -- pers).

Al respecto, González Partida (1983) hace referencia a procesos de removilización que ocurren en los depósitos de -- sulfuros masivos preexistentes, los que fueron reconcentrados por intrusiones de naturaleza intermedia en la región de Fresnillo. Así mismo, Soto Moran (1987) de acuerdo con González P. propone el mismo modelo de removilización para --

explicar el origen de los metales del distrito de la Colorada, donde el magmatismo actuó como fuente lixiviativa de los metales encajonados en los sedimentos subyacentes.

En el mismo contexto, Buchanan (1981) propone un modelo genético de vetas epitermales de mineralización polimetálica y metales preciosos, los que se formaron por celdas convectivas de agua de origen meteórico, que se filtraron a profundidad donde disolvieron sustancias minerales. Posteriormente las soluciones ya calentadas y bajas en salinidad, ascienden a través de los planos de debilidad para depositarse en los espacios abiertos. El nivel de ebullición de los fluidos ascendentes se considera una zona mixta en que se presentan las dos formas de mineralización, la zona polimetálica se ubica por debajo de la zona de ebullición, mientras que la zona de metales preciosos se sitúa por arriba de dicho nivel (Figura 4.2.3). (Ohmoto, 1975).

Para ejemplificar este fenómeno, Albinson F. T. (1987) menciona un sistema con casi nula ebullición (Veta Pabellón en Sombrerete), donde los fluidos circularon dentro de un campo libre, bajo un gradiente térmico vertical poco desarrollado, generando zonas mineralizadas extensas en el sentido vertical que llegan a alcanzar los 1 000 m. a la cima de la mineralización. Por el contrario, sistemas con presencia de ebullición (Fresnillo y Colorada), dentro del campo de coexistencia líquido-vapor muestran gradientes térmicos observables con zonas mineralizadas desarrolladas cuya cima es inferior -

a los 500 m. Drummond y Ohmoto (1985), indican la existencia de cambios químicos de los fluidos durante la separación de - fases, propiciando zonas mineralizadas verticales menos exten- sas.

Desde un punto de vista estratigráfico, Albinson resume la historia metalogénica del borde oriental de la Sierra Madre Occidental en la siguiente forma: a) rocas volcánicas -- pre-minerales generalmente intermedias (Grupo Volcánico Inferior); b) un hiatus volcánico durante el Eoceno (Damon 1971), evidenciado por una discordancia angular y la presencia de se- dimentos clásticos terrígenos; c) rocas volcánicas post-mine- rales de composición riolítica producto de la orogenia del -- Terciario Medio. Dicho autor concluye que el hiatus volcáni- co del Terciario Medio es el horizonte metalogénico que cons- tituye un objetivo óptimo para localizar nuevas concentracio- nes minerales, donde aún la erosión no ha expuesto la minera- lización a profundidad. Esta región de interés se puede hubi- car entre el flanco este de la Sierra Madre Occidental y la - Mesa Central.

4). Vetas y disseminaciones de Hg, Sb, Mn: El origen de -- esta mineralización para el estado de Zacatecas se relaciona_ principalmente a efectos volcánicos del Terciario Medio, así_ como a fluidos hidrotermales de baja temperatura depositados_ superficialmente por soluciones alcalinas.

Esta asociación, muestra el mismo patrón de franjas paralelas a la costa del Pacífico, identificado en las provincias metálicas anteriores. Se ha observado que esta franja presenta una tendencia más hacia el oriente, y la variación que se observa tanto en composición química de las rocas - ígneas, así como en el zoneamiento de la mineralización, parece estar relacionado con la distancia de la margen convergente y la profundidad de la zona de fusión en una litosfera subducida (Clark et. al., 1981).

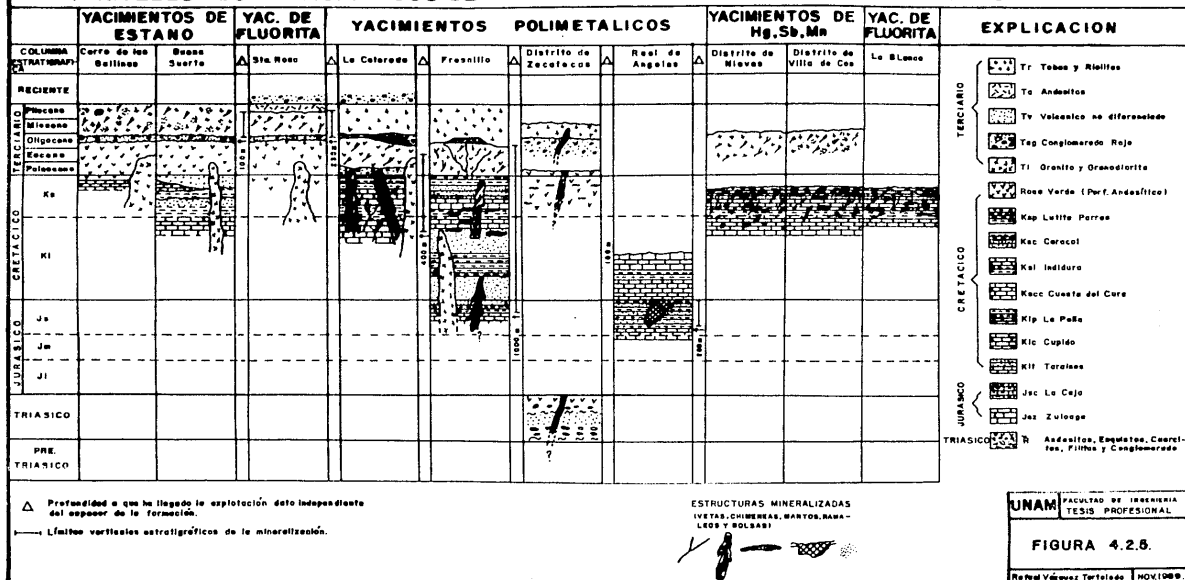
5). Vetas y mantos de CaF_2 : En su máximo avance al oriente (900 a 1 000 km), el arco magmático generó los depósitos de fluorita, los que se hubican en el extremo oriente del estado. La ocurrencia de estos yacimientos está relacionada con lo que se expuso en el inciso anterior, con relación al zoneamiento regional de la mineralización, ya que es sabido, que el magmatismo hacia el oriente de México tuvo un carácter alcalino y que estas rocas poseen una mayor concentración de flúor que cualquier otra roca ígnea, lo que proporcionó las condiciones físico-químicas para la formación de estas concentraciones minerales.

Esquema del zoneamiento mineral W-E en el estado de Zacatecas.

De acuerdo a lo observado en el comportamiento regional y distribución de las zonas mineralizadas, se ha confir-

mado la existencia de un zoneamiento ya descrito por Burnham (1959), y que para el estado de Zacatecas sigue el orden citado en el inciso presedente. Por tal razón, se ejemplifica en la Figura 4.2.5, algunos de los yacimientos característicos de cada provincia metalogénica, en el que se muestra los horizontes de mineralización, sus estructuras principales, - así como la sucesión oeste-este de los mismos.

ESQUEMA DEL ZONEAMIENTO HORIZONTAL W-E Y NIVELES ESTRATIGRAFICOS DE MINERALIZACION EN EL EDO. DE ZACATECAS.



IV.3. EJEMPLO DE YACIMIENTOS TIPO EN EL ESTADO DE ZACATECAS

IV.3. Ejemplo de Yacimientos Tipo en el Estado de Zacatecas

La riqueza minera del estado de Zacatecas es manifiesta por el gran número de yacimientos distribuidos en su territorio. Con el propósito de ejemplificar en forma general los diferentes tipos de yacimientos que se conocen en el Estado, se hará una descripción de cuatro depósitos minerales de importancia tanto geológica como económica que representan en forma global los modelos de mineralización de la región.

A. Yacimiento de Real de Angeles

a) Localización

La mina Real de Angeles se ubica en la porción central de la República Mexicana, hacia el extremo sureste del estado de Zacatecas, en el municipio de Noria de Angeles, el cual forma parte de la porción media de la provincia fisiográfica de la Mesa Central. Sus coordenadas geográficas son 22°25' de latitud Norte y 101°54' de longitud Oeste.

b) Producción Minera y Leyes

La Compañía Minera Real de Angeles inició su producción en el año de 1982. Para 1985 la compañía produjo 11,400,000 Onzas Troy plata, 37,800 toneladas de plomo y --

30,600 toneladas de zinc. Tales cantidades contribuyeron a la producción nacional con el 19% de plata, el 21% de plomo y 16% de zinc. Todo ello, resultado de una sola operación__ a tajo abierto localizada en el estado de Zacatecas.

La planta de beneficio se diseñó para una capacidad -- diaria de 10,000 toneladas; se incrementó a 14,500 tons/día, y se mejoró la recuperación metalúrgica. Las reservas geológicas estimadas en el año de 1986 son de 77.8 millones de toneladas con leyes de:

Plata grs/ton	Plomo %	Zinc %
69	0.99	0.94

c) Geología Local

1. Roca Verde

Constituyen las rocas más antiguas de la región, considerándosele de edad triásica. Se trata de una secuencia de rocas vulcanosedimentarias formada por tobas andesíticas, - cuarcitas y arcillas, las cuales se presentan afectadas por un metamorfismo de tipo regional.

2. Secuencia Tipo Flysch

Se trata de una secuencia sedimentaria marina formada por una alternancia de limolitas y areniscas, las cuales presentan un débil metamorfismo. Se le ha asignado una edad -- Triásico-Jurásico determinada por polen y esporas. Esta unidad se considera de gran importancia económica debido a que en ella se aloja la mineralización. A nivel regional estas rocas abarcan varias docenas de kilómetros, al norte forma el núcleo del anticlinal de Charcas, S.L.P., presentando gran similitud a la roca encajonante del Cerro Proaño en Fresno.

3. Formación Cuesta del Cura

En la porción sur que bordea la mina se observa un paquete de calizas arcillosas, calizas más puras de color gris y capas de pedernal, cuya edad se estableció como del Albiano-Cenomaniano, apoyada esta afirmación con base en la identificación de amonitas colectadas en el área.

4. Formación Indidura

Es una secuencia de calizas tipo mudstone con interesantes arcillosos en la cual se han diferenciado tres miembros. Los fósiles presentes en ella corresponden al Turoniano.

5. Rocas Igneas Extrusivas

En la porción sur de la mina son evidentes las mesas -- horizontales de composición riolítica. Se consideran estas rocas volcánicas como de edad terciaria.

6. Rocas Igneas Intrusivas

Se definieron dos períodos principales de actividad plutónica en la región. El primero se asocia a los efectos -- laramídicos originando cuerpos de composición granítica (La Blanca, La Tesorera y El Peñón Blanco). El segundo período de edad Terciaria originó diques y pequeños troncos de composición riolítica. Ubicándose en la zona de Pinos, Asientos, El Morro y Cerro San Miguel, muy próximos a la mina.

d) Roca Encajonante

La mineralización principal se aloja en una secuencia -- clástica marina de poca profundidad, formada por capas de -- areniscas, limolitas y argilita. Este paquete litológico de tipo Flysch presenta estructuras lenticulares, estratificación cruzada y slumping, además de mostrar plegamiento, -- fallas, fracturas y alteraciones hidrotermales. La edad de esta secuencia se ha establecido en el intervalo Triásico-Jurásico.

e) Yacimientos Minerales (Forma y Estructura)

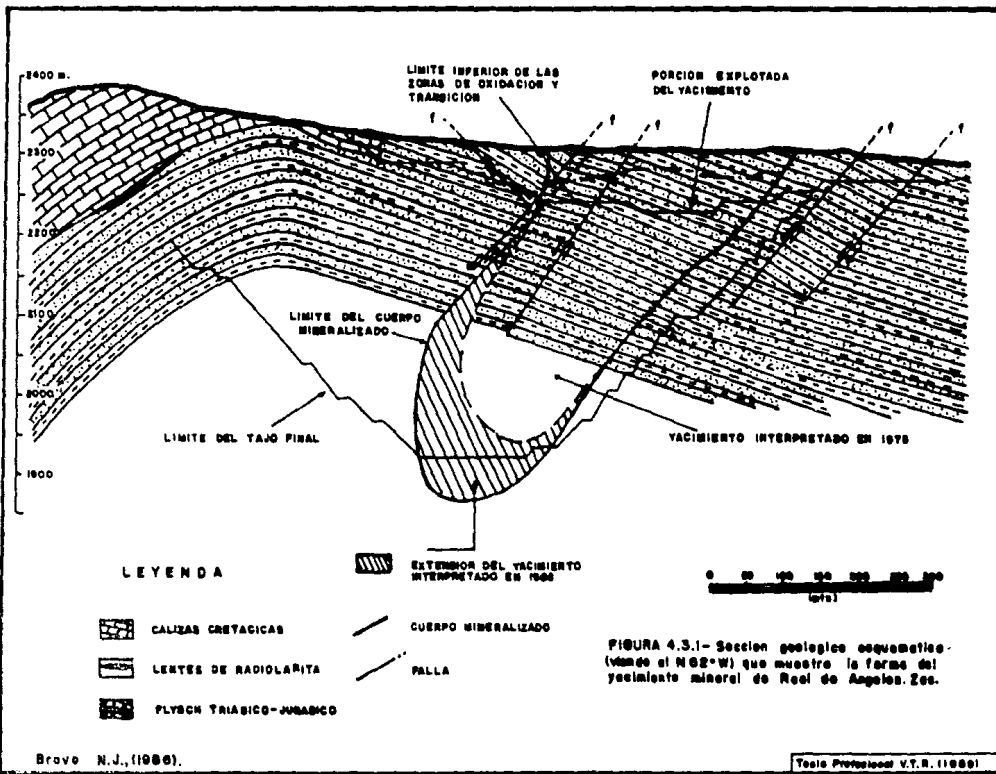
El cuerpo mineralizado presenta la forma de un cono -- invertido con inclinación hacia el suroeste (Figura 4.3.1.). Sus dimensiones son 450 X 400 m de diámetro, con una profundidad estimada de 400 m. Existe un control estratigráfico de la mineralización y se estima que el 80% de los valores de plata, plomo y zinc se alojan en las areniscas.

La mineralización principal se presenta en estructuras de tipo stockwork, disseminaciones, vetas y agregados masivos.

f) Mineralogía

Se han identificado dos procesos de mineralización. El primero de tipo singenético, formando laminación y lentes - interestratificados en los horizontes de limolita. El segundo proceso es claramente epigenético, donde los minerales de mena se encuentran emplazados en vetas y vetillas genéticamente relacionadas a fenómenos de alteración hidrotermal, silicificación y cloritización.

La mena del yacimiento de Real de Angeles se clasificó en tres categorías: a) Zona de Sulfuros: considerada como la parte más importante del yacimiento, los minerales de mena son freibergita, tetraedrita, galena argentífera y marma



tita; b) Zona de Transición: se conforma por una mezcla de minerales que pertenecen tanto a la zona de sulfuros como a la zona de óxidos y c) Zona de Oxidación representada por haluros de plata como cerargitita, bromirita, además de jarosita, argentojarosita, cerusita y anglesita principalmente.

g) Génesis

El origen del yacimiento de Real de Angeles no se ha definido con exactitud. Las diferentes teorías sobre su formación no han resuelto el problema por completo. Schulze S.C., (1985) explica tres hipótesis genéticas que difieren en forma y tiempo de emplazamiento. La primera se relaciona a un modelo sinsedimentario asociado a un origen bacteriano y vulcano-sedimentario, la segunda sugiere que la mineralización se depositó durante el proceso diagenético de los sedimentos deltaicos, la tercera propone un origen epigenético relacionado a un ambiente hidrotermal; considera a un intrusivo (no localizado) rico en soluciones mineralizadas el cual se colapsó y produjo una mineralización en forma repentina.

Estudios de inclusiones fluidas indican que los minerales de mena y ganga se depositaron a partir de soluciones, cuya salinidad varía de baja a alta y cuya temperatura de formación alcanza el rango de 285°C a 289°C. El yacimiento

se clasifica como de tipo mesotermal. De lo anterior se --
concluye que las evidencias indican un modelo de depósito -
de naturaleza hidrotermal, producto de la removilización de
los metales preconcentrados en la secuencia jurásica.

B. Yacimiento de Fresnillo

a) Localización

El distrito minero de Fresnillo se localiza al NW de -
la Ciudad de Zacatecas; sus coordenadas geográficas son - -
23°10'35" de latitud norte y 102°52'39" de longitud al po--
niente del Meridiano de Greenwich.

b) Producción Minera y Leyes

Hasta el año de 1984 la Compañía Minera Fresnillo ha -
producido 13 millones de toneladas de minerales oxidados y -
23 millones de toneladas de sulfuros con leyes de:

Oro	Plata	Plomo	Zinc	Cobre
grs/ton	grs/ton	g	g	g
0.63	273.0	3.0	4.0	0.3

c) Geología Local

En el distrito se observan rocas ígneas, sedimentarias -
y metamórficas. De Cerna, (1976) describe en el distrito -

de Fresnillo una secuencia de grauvacas y metasedimentos argiláceos con horizontes calcáreos y carbonosos llamados Grupo Proaño, este grupo se divide en tres unidades de edad -- mezozoica. La unidad inferior son areniscas que alternan - con lutitas, la unidad media está constituida de lutitas bituminosas que alternan con calizas (Formación Indidura ?), - la unidad superior son areniscas alternando con lutitas - - (Formación Caracol). Las rocas volcánicas de composición - intermedia con intercalaciones de sedimentos y lavas almohadilladas de textura porfídica (Formación Chilitos) las cuales están mal consideradas actualmente respecto a su posición estratigráfica: infrayacen al Grupo Proaño ?

En discordancia angular existe una brecha conglomerática del Eoceno-Oligoceno que descansa sobre el Grupo Proaño. En posición concordante se presentan fases volcánicas con - depósitos de tobas líticas cubiertas por riolitas del Oligoceno-Mioceno.

La última fase de actividad magnética se manifiesta -- con la presencia de rocas ígneas extrusivas básicas del - - Plioceno. Las rocas intrusivas están representadas por dos pequeños afloramientos de cuarzomonzonita y granodiorita -- cuya edad se reporta en 33.4 m.a. y 32.2 m.a, respectivamente; las rocas metamórficas se presentan en forma de hornfels y skarn, localizándose en el área de Plateros (Simmons, 1986). Figura (4.3.2).

d) Roca Encajonante

Las rocas encajonantes son: tobas, grauvacas, sedimentos pelíticos, calizas intercaladas con lutitas carbonosas - de la Formación Caracol e Indidura, riolitas y rocas intrusivas de naturaleza cuarzomonzonítica.

e) Yacimientos Minerales (Forma y Estructura)

Los cuerpos mineralizados del distrito lo forman vetas, mantos y chimeneas; su distribución semeja a un hongo asimétrico cuyo tallo ancho se localiza en las partes profundas - de la mina y el ápice más elevado se localiza en el Cerro -- Proaño. Sus flancos se extienden hasta la veta Sto. Niño y San Ricardo hacia el SE. La mayor parte de las vetas con mineralización de Pb-Zn-Ag exhiben fondos económicos entre 800 y 900 metros bajo superficie; mientras que las vetas con mineralización de Ag-Pb-Zn muestran fondos entre 400 y 600 metros bajo superficie (Koch y Link, 1967).

f) Mineralogía

La mineralogía en el distrito de Fresnillo es muy varia da teniéndose una gran gama de minerales como oro y plata na tivos, galena argentífera, esfalerita, pirita, arsenopirita, calcopirita, argentita, pirargirita, proustita, polibasita, cinabrio, limonita, hematita, pirolusita, manganita, casiterita, estibinita, cervantita y valentinita.

g) Génesis

El yacimiento de Fresnillo se considera de naturaleza Poligenética. Se han identificado dos eventos de mineralización; González Partida (1984), propone dos alternativas posibles: 1) Las vetas, mantos y diseminaciones son originados por la cuarzomonzonita. Los primeros resultados isotópicos, así como el aspecto aparentemente sano de la cuarzomonzonita revelan que este cuerpo no fue el portador de las soluciones hidrotermales mineralizantes, por lo que la hipótesis resulta muy dudosa. 2) Los mantos y vetas son -- las formas de una removilización en donde inicialmente los sulfuros de origen biogénico existieron diseminados formando mantos en la grauvaca inferior, lutitas, calcáreas y carbonosas y la grauvaca superior. Esta preconcentración se desarrolló en el Cretácico Inferior en un medio marino confinado, propició la reducción bacterial.

El emplazamiento del intrusivo cuarzomonzonítico provocó un aumento en la temperatura del agua conata. En esta etapa se establece una lenta circulación del fluido hidrotermal a una temperatura de 350°C que ocasionó una recristalización acompañada por una migración de las preconcentraciones. A raíz de los continuos cambios de temperatura y la intervención de un intercambio físico-químico, se establece la formación de una celda convectiva acompañada por disolución y precipitación de los metales en trampas estruc

turales para dar origen al sistema de vetas conocidos en la actualidad. (Figura 4.3.3).

C. Yacimiento Mineral de Concepción del Oro

a) Localización

El distrito de Concepción del Oro se localiza en el extremo NE del Estado. Sus coordenadas geográficas son 24°37' de latitud norte y 101°25' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

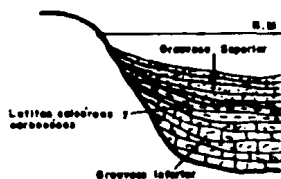
b) Producción Minera

La Compañía Macocozac, S.A. para el año de 1974 produjo 1,200 toneladas diarias procedentes de las diferentes minas, las cuales forman dos grupos: Aranzazú y Cabrestante.- Durante el mismo año se obtuvieron 319,893 toneladas, con el siguiente producto en peso:

Oro gr/ton	Plata gr/ton	Zinc t	Fierro t	Cobre t
1.96	6924.0	2.263	1.58	1.4

c) Geología

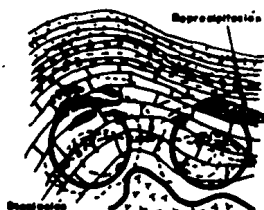
Las rocas más ampliamente distribuidas son las sedimentarias, caracterizadas por las Formaciones Zuloaga y La - -



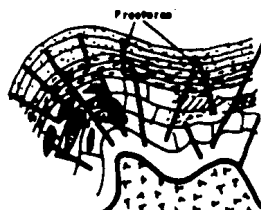
11.- Precipitación de sulfuros biogénicos en el Cretácico inferior a Medio.



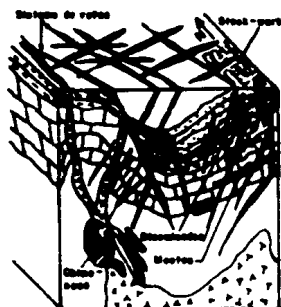
12.- Restricción de la SPO en lavas por redes de la anastomosis formadas.



13.- Instalación de la celda convectiva acompañada con el fenómeno de distorsión y precipitación.



14.- Cristalización de la lava-carbonatita, inicio de fracturas hidráulicas y remoción o granada de la lava.



15.- Formación de la mineralización en vetas organizadas en dos sistemas de fracturas.

FIGURA 4.3.3. MODELO GENÉTICO DE REMOVLIZACION, DERIVADA DE LA INSTALACION DE UNA CELDA CONVECTIVA, PROPUESTO PARA LA MINERALIZACION EN LA MINA PRESILLO.

Caja del Jurásico Superior; se presenta además toda la secuencia sedimentaria que abarca desde el Cretácico Inferior hasta el Reciente.

Las rocas ígneas intrusivas se presentan en forma de troncos, diques, diquestratos y apófisis, constituidos principalmente por una roca de características granodioríticas observándose en áreas marginales de la misma, una variación que va de cuarzodiorítica a cuarzomonzonítica. La naturaleza de las rocas extrusivas, corresponde con la asociación de riolitas, andesitas y basaltos.

Las rocas metamórficas se localizan en el contacto con los cuerpos intrusivos; y se presentan diversos tipos como el skarn, mármol, hornfels y tactitas hasta recristalizaciones, presentándose en abundancia minerales como el granate, diópsida, tremolita y wollastonita.

d) Roca Encajonante

La mayoría de los cuerpos mineralizados se localizan en el contacto de calizas con los cuerpos intrusivos.

e) Yacimientos Minerales (Forma y Estructura)

En general, los yacimientos presentan una forma irregular en sección transversal, teniendo un aspecto elíptico alargado.

Las estructuras más importantes son chimeneas ligeramente verticales que siguen el rumbo de las capas; en ocasiones estos cuerpos alcanzan dimensiones hasta de 500 metros cuadrados y profundidades de 1,000 metros. Los cuerpos de mena se presentan como clavos dentro del mismo skarn, adquiriendo una forma tubiforme; se encuentran además, vetas lenticulares y mantos.

f) Mineralogía

Los minerales más comunes en la zona de sulfuros son -- galena argentífera, esfalerita, marmatita, pirita, tetraedrita, calcopirita, bornita, pirrotita, hematita y especularita.

Los minerales presentes en la zona de oxidación son -- oro, cerusita, anglesita, limonita, hematita, magnetita, pirita, malaquita, azurita, covelita, calcosita y cobre nativo.

En el área mineralizada se ha definido un zoneamiento lateral y vertical, determinado por los cambios en la mineralogía.

g) Génesis

La génesis de los yacimientos del distrito se asocia a dos procesos de formación. El primero íntimamente ligado al

pirometasomatismo de contacto; el segundo se relaciona a -- las soluciones hidrotermales de origen magmático.

El metamorfismo es considerado como contemporáneo a la intrusión; la aureola sufrió los mismos efectos producidos_ por el cuerpo ígneo durante su cristalización, modificando_ las estructuras y dando lugar a zonas favorables donde se - depositaron las soluciones hidrotermales con la mineraliza- ción económica.

En la última etapa de cristalización del magma se pre- senta el proceso hidrotermal; dichas soluciones transportan la mineralización económica. Por medio del análisis de in- clusiones fluidas Buseck (1961) obtuvo en muestras de cuar- zo temperaturas de $(355^{\circ}\text{C} \pm 35^{\circ}\text{C})$ clasificando este yaci- -- miento de tipo hipotermal. El mismo autor considera que el metasomatismo se desarrolló en forma gradual y que la mine- ralización se depositó a partir de soluciones hidrotermales que circularon por los conductos formados por los efectos - tectónicos y planos de debilidad. (Figura 4.3.4).

D. Yacimiento Mineral La Colorada

a) Localización

El yacimiento de La Colorada se ubica en la porción -- centro-oeste, muy próximo al límite con el estado de Duran-

Croquis del sistema de afloramientos en el
Distrito de Concepción del Oro Zec.

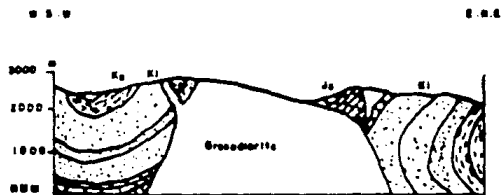
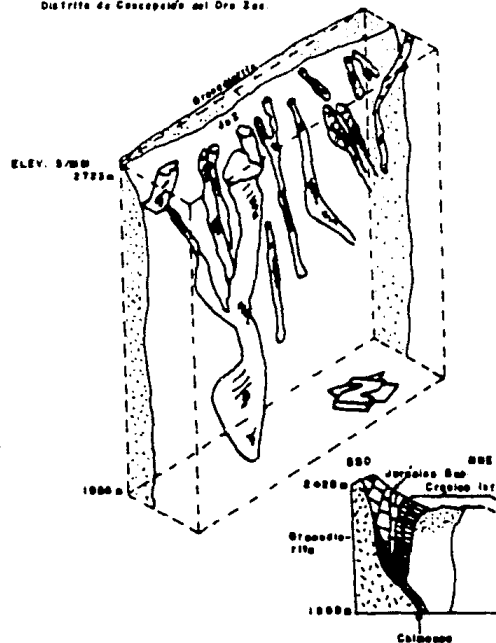


FIG.4.3 4. Sección geológica y esquema de estructuras
mineralizadas en el Distrito de Concepción del
Oro Zec.

go. Sus coordenadas geográficas son: 23°23' de latitud norte y 103°46' de longitud oeste de Greenwich.

b) Producción Minera

El yacimiento mineral de La Colorada se le ha estimado una reserva de 400,000 toneladas; la mena de mayor importancía es la plata que se obtiene con una ley promedio de 140 gr/ton., mientras que para el Pb-Zn combinado la ley promedio es de 4-8%.

c) Geología

La geología del área está constituida principalmente por rocas sedimentarias del Cretácico Medio que incluyen calizas y lutitas plegadas probablemente de las Formaciones Cuesta del Cura e Indidura (Soto, 1987). Los sedimentos terrágenos de la Formación Ahuichila existen sobreyaciendo a las rocas cretácicas.

Cubriendo a la secuencia sedimentaria se presenta un paquete volcánico de composición traquítica. Las rocas más jóvenes están representadas por derrames riolíticos que cubren discordantemente a las traquitas.

Se observan además, algunos lentes de un conglomerado, formado por fragmentos de rocas volcánicas. Asociado a la

discordancia se tienen algunos jasperoides que hipotéticamente se piensa que es la cima del sistema hidrotermal que mineralizó el área.

d) Roca Encajonante

El mineral yace encajonado tanto en las calizas y lutitas cretácicas de las Formaciones Cuesta del Cura e Indidura, como en las traquitas y riolitas terciarias.

e) Yacimientos Minerales (Forma y Estructura)

Se han identificado dos tipos de cuerpos mineralizados. El primero formado por vetas en la zona poniente del distrito; y el segundo tipo consiste de un grupo de columnas brechadas explosivas. La mineralización del sistema de vetas es muy similar a algunas chimeneas dentro de las calizas se presentan mantos que mineralizan a partir de las vetas, - observándose como líneas paralelas a la estratificación.

f) Mineralogía

En la zona de sulfuros la mineralización esta conformada por galena, esfalerita, sulfosales de plata, calcopirita, pirita y plata nativa posiblemente de origen supergénico.

Soto (1987), determinó por medio de análisis minerográfico algunos minerales de plata en una muestra de veta los cuales son: argentita, estromegierita, polibasita, estefanita, pirargirita y tetraedrita-tenantita.

En la zona de oxidación la mineralogía consiste principalmente en minerales de manganeso y fierro formando masas reniformes impregnando al cuarzo.

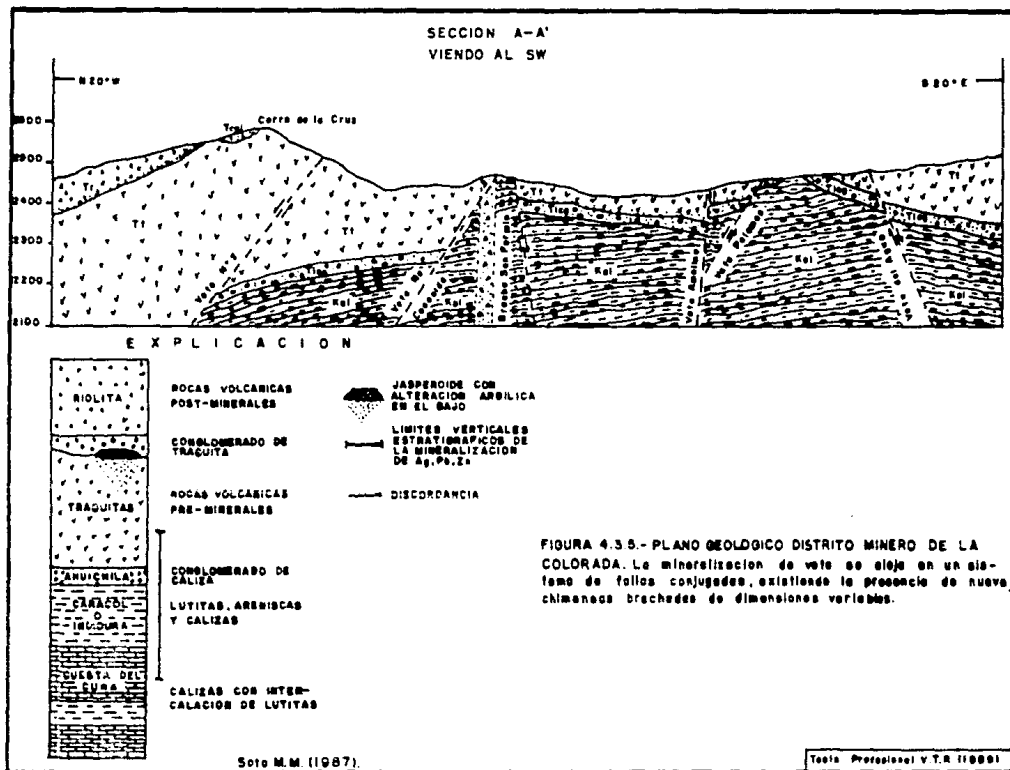
Los minerales de ganga han sido buenas guías mineralógicas ya que se asocian a cuerpos metálicos económicos. El cuarzo es el de mayor importancia, encontrándose otros minerales como calcita, adularia, barita y feldespatos potásicos.

g) Génesis

Albinson (1985), analizó muestras de veta utilizando las inclusiones fluidas; la distribución de temperaturas y salinidad en las vetas exhiben un gradiente térmico vertical. La salinidad presenta una disminución gradual alcanzando valores menores de 1% NaCl en superficie y 5.8% a profundidad. Las temperaturas varían de 270°C a 250°C; en función de estos parámetros este yacimiento se ha clasificado de tipo mesotermal.

La hipótesis genética sobre el distrito, se relaciona a un proceso de removilización de metales existentes en los

sedimentos subyacentes (González Partida, 1983). Esto sugiere que los metales derivan de un proceso de lixiviación de la roca encajonante. La fuente de soluciones hidrotermales se sitúa en un stock hipotético localizado a profundidad, que dio origen a las brechas explosivas derivadas de un magma en proceso de cristalización; esta idea favorece la teoría de la presencia de un intrusivo a profundidad, el cual proporcionó la energía necesaria para la formación de las brechas y mineralización de las vetas. Se estima que la mineralización está relacionada temporalmente al período magmático traquítico así como el período de volcanismo ríolítico (Oligoceno-Mioceno). (Figura 4.3.5).



V. PERSPECTIVAS DE EXPLORACION REGIONAL

V. PERSPECTIVAS DE EXPLORACION REGIONAL

Entre las actividades económicas de la porción central de la República Mexicana, la minería del estado de Zacatecas figura a nivel nacional. Estados como Guanajuato, San Luis Potosí, Durango y Zacatecas están íntimamente ligados a esta rama productiva, la cual tiene sus inicios desde tiempos de la Colonia. Por tal motivo ha existido una casi continua explotación de varios distritos mineros como La Valenciana en Guanajuato, Tayolita en Durango, Veta Grande en Zacatecas y Real de Catorce en S.L.P., entre otras de no menor importancia.

La información obtenida de las localidades mineras de Zacatecas, evidencian que el inicio de esta actividad se remonta al año de 1540, cuando se llevaron a cabo las primeras exploraciones en la Sierra de Zacatecas. El resultado de éstas condujo al descubrimiento de muchos yacimientos de importancia que actualmente siguen en operación. Así mismo, - un buen número de zonas mineralizadas fueron abandonadas, - principalmente por dos razones. La primera por un empobrecimiento en las leyes, y la segunda por el desconocimiento de técnicas que permitieran evaluar el potencial minero de los depósitos. Por ejemplo, en el distrito de Real de Angeles - se conocen varias interrupciones en sus actividades mineras desde 1705, y sin embargo hoy en día constituye una de las explotaciones más importantes de plata a nivel mundial, por el mejoramiento en las técnicas de exploración y explotación.

Como en el caso anterior, dadas las condiciones metalogénicas, no se descartan posibilidades de encontrar nuevos yacimientos o reactivar zonas mineralizadas abandonadas dentro de este Estado, así como en otras áreas vírgenes.

Algunos de los criterios a seguir en la prospección minera son los siguientes:

- a) Estructuras regionales que permitan el depósito o formación de la roca generadora.
- b) Ambiente favorable para la formación del mineral.
- c) Que haya tenido lugar el proceso de generación.
- d) Condiciones estructurales que favorezcan el transporte del material.
- e) Condiciones favorables para la acumulación del depósito.
- f) Extensión o volumen que permita una extracción económica.

Estas condiciones se pueden particularizar dependiendo de las características específicas del objetivo de la exploración. Debido a que en el estado de Zacatecas el 80% de los yacimientos son de tipo hidrotermal, se pueden adoptar las siguientes consideraciones:

- 1. Existencia de un sistema hidrotermal
- 2. Presencia de metales diseminados
- 3. Condiciones que favorezcan el transporte y concentración.
- 4. Estructura o condiciones que favorezcan el depósito del mineral.

En la actualidad se emplean diversos métodos que incluyen parámetros metalogénicos en el mejoramiento de la prospección minera, entre ellos se encuentran:

1. Distribución Geográfica de los Yacimientos Metálicos.

La distribución geográfica de los yacimientos minerales en el estado de Zacatecas presenta una disposición en -- franjas subparalelas con un rumbo general NW-SE, cada una representada por una asociación metálica característica. El -- orden que presentan las franjas está íntimamente ligado a la tectónica, que provocó desde el Triásico los fenómenos de subducción que ya se han explicado. No obstante, existen factores complementarios que controlan la mineralización como la -- composición química del basamento, el tipo de la actividad -- magmática y el tiempo de emplazamiento (Hutchinson R. 1983, -- Terrones, et al., 1984).

La gran mayoría de los yacimientos a nivel regional genéticamente se relacionan a procesos magmáticos producto de -- la subducción, que son a su vez una de las manifestaciones -- más importantes de la evolución tectónica.

Existen evidencias sobre yacimientos depositados duran

te el Triásico Tardío-Jurásico Temprano. Sin embargo estas concentraciones no se preservaron debido a la intensa actividad tectónica causante del magmatismo que, en ciertas localidades produjo la removilización metálica.

Se considera que la mayoría de los yacimientos del área se formaron durante la misma época metalogénica (Oligoceno-Mioceno), lo que indica que la exploración se debe enfocar a niveles estratigráficos más antiguos, donde la erosión no ha expuesto la mineralización. Datos de Isótopos de plomo indican edades de 25-29 m.a. para los yacimientos de Real de Angeles, Fresnillo y Zacatecas. (Bravo, 1986 y Simmons, 1987).

2. Modelo Metalogénico Regional

Como ya se indicó, los yacimientos metálicos y no metálicos del estado de Zacatecas genéticamente se relacionan a la actividad magmática del Mesozoico-Terciario; la máxima intensidad de este evento se ubica entre el Cretácico Superior y el Terciario Inferior (Orogenia Laramide).

La distribución de las zonas mineralizadas define una serie de franjas que se extienden desde la zona norte y noreste de México y cruza el Estado de Zacatecas hasta la porción suroeste del país, representando en forma evidente, un ejemplo de zoneamiento NNW (Clark y de La Fuente, 1978).

El zoneamiento observado en la parte central de México

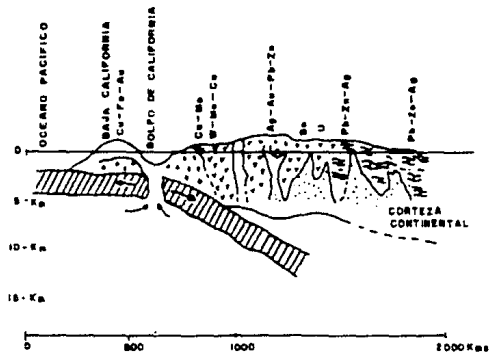
se asemeja bastante al de otras regiones del mundo donde la tectónica de placas ha sido el control regional predominante. En este modelo las asociaciones metálicas definen su dominio en franjas que se distribuyen desde la línea de costa hacia el continente. (Figura 5.1).

El origen de los yacimientos minerales no fue producto de un sólo proceso. En el caso de la mineralización por metasomatismo la fuente de aporte es el mismo intrusivo. Por otro lado para depósitos volcano-sedimentarios y removilizados, el intrusivo solo actuó como fuente de calor, pudiendo aportar parte de los fluidos. Esto indica que la fuente de los metales deriva de rocas ajenas al intrusivo; así pues, los reservorios de mayor importancia puede ser las secuencias vulcano-sedimentarias triásicas depositadas en un ambiente de post-arco, y la secuencia Jurásica-Cretácica de la Cuenca del Centro de México.

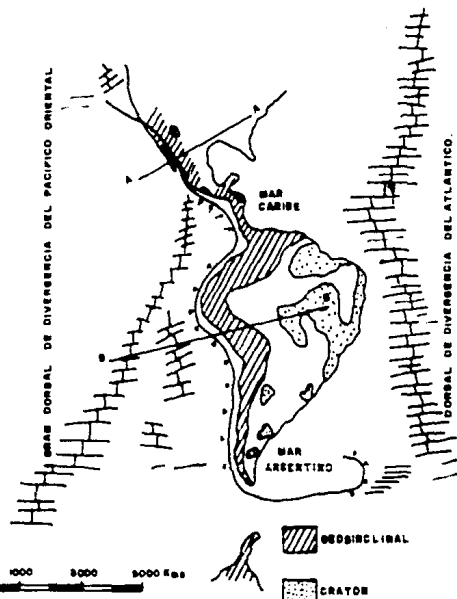
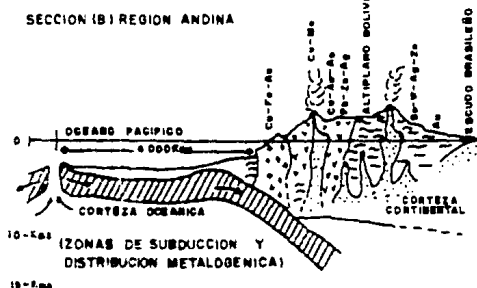
3. Yacimientos Índice o Tipo

Una vez identificadas las características generales sobre las tendencias regionales de la mineralización, es posible seleccionar los yacimientos que reúnan las mayores evidencias sobre su origen y evolución, que en muchos casos resultan ser los más importantes económicamente y a la vez los más representativos de un sector determinado. Estas características deben estar apoyadas por estudios que permitan elaborar mejores modelos. Entre los estudios más recomendables se tie

SECCION (A) NORTE DE MEXICO



SECCION (B) REGION ANDINA



DISTRIBUCION DE AREAS CRATONICAS PRE-MESOZOICAS Y GEOSINCLINALES MESOZOICO-CENOZOICO

Toranzo (1986)

FIGURA 5.- DISTRIBUCION DE ELEMENTOS METALICOS EN UNA ZONA DE SUBDUCCION

ne: petrografía, geoquímica de elementos traza y elementos mayores, isotopía de azufre y oxígeno, dataciones radiométricas, análisis de inclusiones fluidas y todo tipo de estudio que enriquezca el conocimientos sobre el depósito en particular.

En el Estado de Zacatecas existen un buen número de localidades mineras que se pueden considerar como yacimientos - tipo. En el punto tres del Capítulo IV se hizo mención de -- cuatro yacimientos de importancia, tanto por sus características genéticas como por su potencial económico.

4. Asociación Mineralógica

La asociación metálica más importante en los principa-- les distritos de Zacatecas es Pb-Zn-Ag (Au,Cu), que ante-- riormente se expuso es de 176 localidades, y cubre el 66% del total de los yacimientos estudiados.

El estilo de mineralización en la mayoría de los yaci-- mientos es claramente epigenético, íntimamente asociado con - minerales de alteración hidrotermal producto de la silicificación y cloritización. Algunos yacimientos están asociados a cuerpos intrusivos y muestran un zoneamiento tanto vertical - como horizontal. Ejemplos de estos depósitos son San Martín, Chalchihuites, Concepción del Oro y La Blanca.

En forma general la disposición vertical en la mayoría de las áreas mineralizadas es la siguiente: en la zona de - -

oxidación existen oro, anglesita, cerusita, limonita, hematita, magnetita, malaquita, azurita, calcosita, carargirita, bromirita, casiterita, pirita y cobre nativo. En la zona de sulfuros aparecen con mayor frecuencia minerales como galena, galena argentífera, esfalerita, calcopirita, pirita, tetraedrita, marmatita, bornita, pirrotita, argentita, sulfosales de plata, pirargirita, polibasita, plata nativa y bornita, siendo la ganga más común el cuarzo, calcita y fluorita.

5. Alteraciones

El conocimiento de los distintos tipos de alteraciones es un apoyo fundamental en la exploración geológica, debido a que se trata de una guía excelente para la localización de zonas mineralizadas. El metamorfismo de contacto genera la formación de skarns y hornfels con asociaciones propias como actinolita, tremolita, calcita, andradita, grossularita, epidota y hedenbergita. Las alteraciones netamente hidrotermales son -- propilitización, argilitización, feldespatización, epidotización, caolinización, marmolización, sericitización, cloritización, silicificación, carbonatación y oxidación. Como ya es - conocido, la presencia de zonas de alteración pueden estar relacionadas a la existencia de procesos de mineralización. En San Martín la mineralización está asociada a la carbonatación y silicificación de las rocas encajonantes. En el distrito de Zacatecas existe silicificación y cloritización en los resplados de las vetas pero es de poco espesor. En Colorada la principal alteración es la silicificación que está presente en las vetas y ve-

tillas o ramaleos; también se presenta la sericitización en los respaldos de las vetas. En los distritos de Fresnillo, - Fco. I. Madero y Sombrerete la alteración más importante es la silicificación que coexiste con argilización.

6. Estructuras

Los lineamientos observados en imágenes de satélite se pueden dividir en dos grupos: rectos y curvilíneos. Estos se pueden estar relacionados a diversas estructuras como fallas, fracturas, pliegues, etc.

El origen de estos rasgos puede explicarse en función - del tipo de proceso predominante: procesos exógenos como sedimentación en cuencas, erosión, etc. y procesos endógenos como magmatismo, diapirismo, plegamientos, fallamientos, etc.

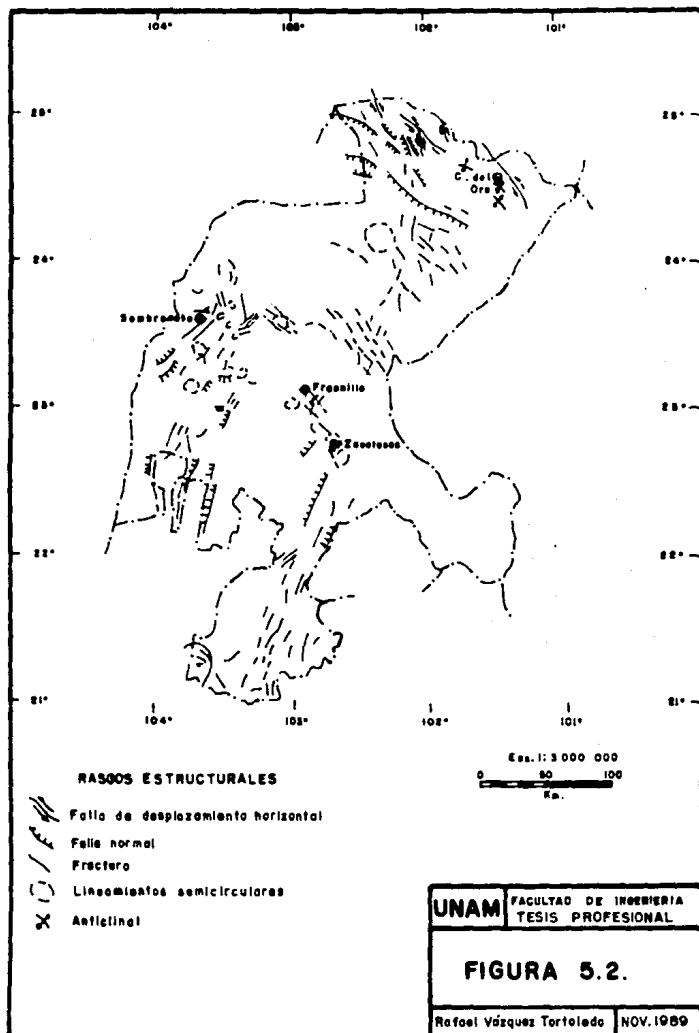
Algunos yacimientos están asociados a patrones de fracturamiento y plegamiento (crestas y flancos de anticlinal). - La identificación de estas estructuras permite orientar la exploración a zonas favorables.

El análisis de los lineamientos rectos muestran dos tendencias principales que forman un ángulo aproximado de 80° . - Estas son NW 45° y NE 35° , los yacimientos de mayor importancia coinciden con la alineación NW siendo en este rumbo donde se localiza la faja polimetálica de Zacatecas y semiparalela a ella se ubican las franjas de Sn y de Hg, Sb y Mn.

En trabajos realizados por el Consejo de Recursos Minerales (CRM) en el año de 1986 sobre interpretación de imágenes de satélite (Land Sat) se identificaron lineamientos, curvi-lineamientos y anomalías de color. De la información obtenida se hizo una selección de áreas favorables para exploración a mayor detalle. Estas zonas en su mayoría, corresponden a curvi-lineamientos que posiblemente reflejen intrusivos sepultados con mineralización asociada. Las zonas con anomalía de color asociadas a un curvolineamiento o a una serie de lineamientos que se intersectan, dan por resultado la jerarquización de tales regiones para exploración a mayor detalle.

La localización de los sitios seleccionados así como su importancia relativa, están representadas por un mapa geológico Esc. 1:500,000 con lineamientos y curvolineamientos y minas conocidas, el cual no se pudo disponer para analizar y -- ejemplificar el presente trabajo; sólo se pudo contar con un trabajo preliminar elaborado por el propio CRM sobre un mapa de estructuras y yacimientos minerales de la faja de plata, - (1985). (Figura 5.2.).

Como un ejemplo de la relación que puede existir entre las diferentes estructuras y la mineralización, se ha observado que el distrito de Zacatecas está controlado por un patrón de frecturamiento de tipo anular y radial. Francisco I. Madero y San Martín están ubicados en el flanco de estructuras anticlinales, este último asociado a un tronco intrusivo.



7. Litología

En la exploración minera la guía litológica más importante la constituye los contactos entre intrusivos granítico-granodiorítico y rocas de secuencias calcáreas o depósitos volcánico-sedimentarios y andesitas; además de los mismos intrusivos. Comúnmente la mineralización se puede presentar emplazada en la zona de contacto del intrusivo con la roca encajonante y como remplazamiento del paquete de rocas intrusionado. -- Las rocas volcánicas que se presentan mineralizadas con mayor frecuencia son andesitas, pórfidos andesíticos, riolitas, pórfidos riolíticos, ignimbritas, tobas riolíticas y traquitas. - Entre las rocas sedimentarias, las que revisten mayor interés son las de tipo calcáreo y conglomerados calcáreos, así como - las secuencias terrígenas. Se debe enfatizar sobre las zonas de alteración más frecuente como las zonas de skarn, hornfels, silicificación, propilitización, carbonatación, etc.

En el estado de Zacatecas un número considerable de yacimientos están emplazados en rocas calcáreas y clástico-calcáreas, en menor proporción se tienen las rocas volcanoclásticas. Ejemplos: Real de Angeles: lutitas y areniscas; Fresnillo: areniscas y lutitas; San Martín: calizas, lutitas y areniscas; -- Francisco I. Madero: calizas arcillosas y lutitas; Chalchihuites: calizas.

Así como es de importante identificar las zonas de contacto de las rocas, lo es el de determinar las rocas que pudie

ron actuar como anomalía térmica en proceso de removilización. Se debe considerar una zona de influencia alrededor del intrusivo, en la que exista presencia de mineralización.

8. Geocronometría

Para determinar la edad de un cuerpo intrusivo o un paquete de rocas se recurre a una serie de parámetros como son la estratigrafía, estructuras, texturas y disposición de los cuerpos mineralizados con relación a las rocas, los cuales mantienen una afinidad genética entre sí. Su conocimiento es trascendental para determinar la edad de la roca, así como de la propia mineralización.

La mayoría de los yacimientos minerales de la región se formaron durante la misma época metalogénica (Oligoceno-Mioceno). Esto fue consecuencia del rápido avance del arco magmático al este, que se inició durante el Cretácico Temprano, incrementándose en su velocidad hace 80 m.a., para regresar al oeste en el Oligoceno, alcanzando la región costera en el Mioceno Temprano, (Damon, 1983). En este período se registró la mayor actividad magmática, representada primeramente por el emplazamiento de numerosos cuerpos intrusivos, para culminar con una importantísima actividad volcánica ácida responsable de un buen número de yacimientos ubicados en el flanco oriente de la Sierra Madre Occidental.

en varios distritos de la faja polimetálica de Zacatecas, que a nivel regional indica que el intervalo 30-35 m.a. aparece - como una importante época metalogénica.

9. Guías Geofísicas

Los métodos geofísicos de exploración son una rama de la física aplicada que se ocupa del estudio del interior de la - Tierra y de la localización de cuerpos intrusivos, delimita-- dos por el contraste de alguna de sus propiedades físicas con los del medio circundante.

En general, en la prospección geofísica se deben seguir_ los mismos criterios planteados al inicio de este capítulo so bre el objetivo primordial, que es el de localizar una concentración mineral.

La posibilidad de localizar un yacimiento explotable, -- aumenta a medida que se vayan confirmando cada una de las con diciones necesarias para el depósito del mineral. Para ello_ los métodos geofísicos de exploración agrupan una variedad de técnicas, divididas en cuatro grupos principales que son: Los métodos gravimétricos, magnetométricos, sísmicos y electromagnéticos.

Los métodos eléctricos son los más adecuados para explo-- rar depósitos de minerales metálicos y no metálicos dotados - alta conductividad eléctrica. El contraste de las propieda--

des electromagnéticas de las menas y las rocas encajonantes - contribuye a la eficacia de este método, el cual se utiliza - en la exploración de yacimientos de calcopirita, de níquel y - cobre, minerales polimetálicos y de fierro.

El C.R.M. en el año de 1986, inicia un programa de ex-- ploración regional, en gran parte de la provincia fisiográfi - ca de la Mesa Central, empleándose algunos de los anteriores métodos. Para fines del año de 1988 se cubrió gran parte de la porción SE de Zacatecas que comprende los distritos de La Blanca, Ojo Caliente, Noria de Angeles y Pinos, en los cua-- les se definieron algunas zonas con posibles concentraciones, en las que se requiere mayor estudio a detalle.

El método más empleado por las brigadas terrestres es - el de polarización inducida, el cual permite definir la dis - tribución espacial de algunas de las propiedades electromag - néticas (resistividad o conductividad eléctrica, susceptibi - lidad magnética y constante dieléctrica) obteniendo informa - ción del subsuelo después de inducir una corriente en el cam - po eléctrico ó magnético realizados en la superficie terres - tre.

El empleo de éstas técnicas ha servido de gran apoyo en la prospección minera. En el año de 1975 en Real de Angeles y áreas vecinas, se emplearon estudios geofísicos que inclu - yeron magnetometría y polarización inducida, con el fin de - dirigir la barrenación e investigar el potencial de los - -

sitios preseleccionados. En general los minerales de mena no responden a la cargabilidad eléctrica ni tienen magnetismo natural; sin embargo, los sulfuros asociados de ganga son altamente cargables (pirita) y magnéticos (pirrotita).

El yacimiento fue claramente delineado por su alta carga bilidad (mayor de 10 milisegundos) y baja resistividad (menor de 75 ohm-metro) y alto magnetismo, (Figura 5.3). Estos resultados abren magníficas perspectivas para su empleo como técnicas de prospección en otras áreas cubiertas por aluvión, las que abundan en gran parte de la porción centro y norte -- del estado de Zacatecas y en estados como San Luis Potosí, -- Coahuila y Nuevo León.

10. Guías Geoquímicas

La Tierra es un sistema dinámico en el cual los materiales son movidos de un lugar a otro y cambiados en forma y composición por una variedad de procesos, incluyendo la fusión, cristalización, erosión, disolución, precipitación, vaporización y destrucción radioactiva.

Se debe considerar que los elementos se encuentran distribuidos en dos ambientes, superficial y profundo. El primero se refiere a los elementos químicos existentes en rocas no intemperizadas, alrededor de un cuerpo mineralizado, sin importar cómo o dónde se formó dicho cuerpo. Muchos depósitos se caracterizan por una zona central (chimeneas, vetas, etc.)

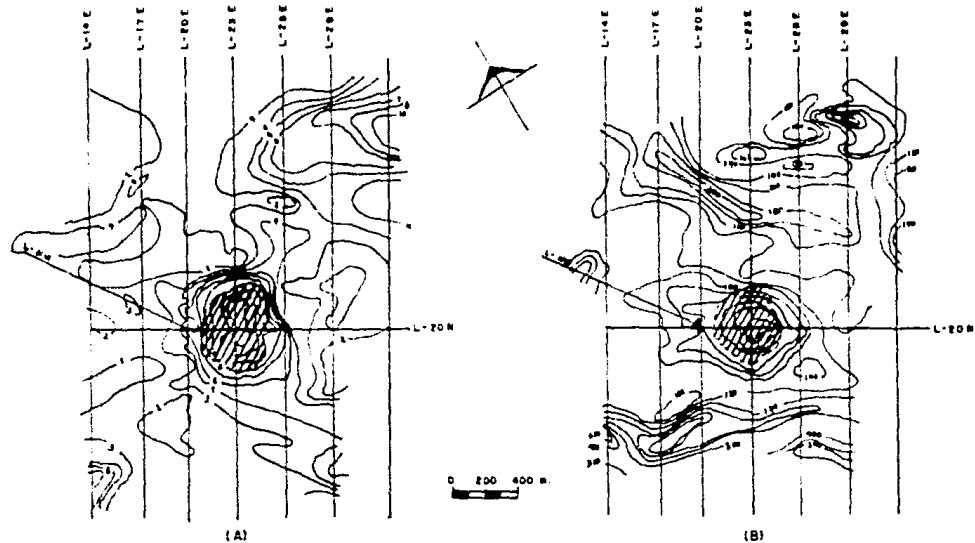


FIGURA 5.3. Aplicación de métodos geofísicos en la exploración minera: A) Plano de configuración de Corgabilidad, B) Plano de configuración de Resistividad Aparente. El yacimiento de Real de Angeles está delimitado por el área sombreada.

en donde los minerales pueden ser concentrados en porcentajes económicos. La dispersión secundaria de los elementos se ha establecido (James, 1967) como la distribución o redistribución de elementos químicos en zonas de oxidación e intemperismo, incluyendo también la superficie terrestre. Los factores que controlan esta dispersión secundaria son principalmente los de tipo químico, biológico, mecánico y el medio ambiente.

En la exploración geoquímica existen elementos denominados indicadores que conducen a detectar un cuerpo mineral, que en la mayoría de los casos es un componente valioso del mineral presente; por ejemplo para minerales de cobre se emplea el cobre, para detectar minerales de uranio se emplea el uranio. Pero si el componente es escaso o de nula movilidad se emplean minerales que comúnmente se asocian a él denominándosele elementos guía.

Los tipos de levantamientos más utilizados en geoquímica, dependiendo del material muestreado y analizado son: levantamiento de suelos, rocas, sedimentos de arroyo, agua, vegetación, vapores de mercurio, entre otros.

La geoquímica se puede aplicar tanto en una etapa de reconocimiento (regional) o bien en un estudio más detallado. Para el primer caso, el objeto del estudio es el de evaluar una gran extensión de terreno (de cientos a diezmiles de km^2), con la condición de que dicha área muestre características geológicas o geofísicas favorables, para delimitar zonas anómalas y -

eliminar terrenos estériles.

Por lo tanto un estudio de geoquímica regional se emplea con el criterio inicial de seleccionar áreas y no localidades específicas, obteniendo sólo una relativa pequeña cantidad de muestras, para determinar un ancho patrón geoquímico dependiendo de las condiciones geológicas y elementos a explorar. El muestreo se realiza en un corto tiempo, con bajos costos, donde cada muestra representa un área considerable, se considera al levantamiento de sedimentos de arroyo como el estudio más conveniente a esta escala.

En el segundo caso, en un estudio de detalle su cobertura abarca de unos cuantos Km^2 a decenas de Km^2 , cuyo objeto es el de la localización lo más precisamente posible de depósitos individuales de minerales o evidencias de estructuras que se asocien a estos depósitos.

La densidad de muestreo en un estudio de detalle es mayor llevando a intervalos de 3 a 4 m o menos, donde vetas y otros cuerpos pequeños sean el objetivo a explorar. El muestreo de suelo y vegetación son los más recomendables en un estudio de detalle, pero rocas, agua y otros tipos de muestreo pueden efectuarse dependiendo la situación en particular.

En el distrito de Fresnillo y Francisco I. Madero se ha empleado el método geoquímico de halos de mercurio para detectar trazas de vetas, obteniendo buenos resultados.

11. Perspectivas de Exploración

En función de que el enfoque dado al presente trabajo es a nivel regional, no es posible recomendar localidades específicas de interés para la exploración minera, sin embargo se ha indicado que el intervalo de 30-35 m.a. aparece como una época metalogenética de importancia para la formación de yacimientos que ocurren en la margen oriental de la Sierra Madre Occidental dentro del estado de Zacatecas, y que el basamento Cretácico constituye un horizonte ideal para la prospección de Pb,Zn,Ag.

De antemano es sabido que Zacatecas es un estado netamente minero, en el que existen al menos 18 distritos mineros y 16 zonas mineralizadas que cubren gran parte de la superficie del mismo. Un buen porcentaje de estos distritos actualmente se encuentran en producción; por otra parte existen localidades abandonadas en las cuales se recomendaría hacer una investigación sobre las causas que orillarón a la suspensión en su explotación, ya que un buen número de estas localidades podrían reactivarse; tal es el caso de distritos como Zacatecas, Guadalupe y La Blanca entre otros, donde gran parte de las minas fueron abandonadas desde varios años atrás; teniéndose referencia que sólo fueron explotados hasta los límites de la zona de oxidación con la zona de sulfuros.

Por otra parte, en la porción NE del estado se observa una región de aproximadamente 12,500 Km² que presenta un rum-

bo NW, la cual geomorfológicamente se caracteriza por la --- existencia de grandes espacios erosionados, predominando los_ peneplanos y los valles. Este corredor se muestra como una - interrupción del zoneamiento horizontal del modelo de minera- lización en el Estado, en el cual no hay indicios significati_ vos de alguna concentración mineral; más no se descarta la po_ sibilidad de que esta se encuentre enmascarada por la cubier_ ta de sedimentos. Por lo tanto, se recomienda que en esta -- área se efectúen levantamientos geoquímicos de reconocimiento con una densidad media de 1 muestra cada 10-20 Km² de sedimen_ tos de arroyo y suelo, los que indican dispersiones y acumula_ ciones residuales. Este espaciamiento y tipo de muestreo pue_ den ser suficientes para detectar una anomalía, sin que esto_ signifique la presencia de un cuerpo mineralizado, por lo que la finalidad de este estudio regional es el de determinar las posibilidades mineras de esta región en particular. Asimismo, debido a la especialización metálica de esta zona los elemen_ tos indicadores a detectar son Hg,Pb,Zn,Ag.

En el mismo contexto, es conveniente realizar líneas de_ geofísica (Polarización inducida y magnetométrica) con el fin de obtener nueva información y complementarla con la geoquími_ ca.

VI. CONCLUSIONES Y ANEXOS

Concl u c i o n e s

En el presente trabajo se ha tratado de mostrar en forma general, la afinidad que existe entre los depósitos minerales y los numerosos acontecimientos geológicos sucedidos a través del tiempo.

La geología de Zacatecas se muestra representada por un basamento de rocas metavolcánicas y metasedimentarias, que cubre el intervalo Paleozoico Superior-Triásico. Las formaciones sedimentarias abarcan desde el Jurásico Superior al Reciente, y se presentan más ampliamente expuestos en la porción NE del estado. Con respecto a las rocas ígneas, las de tipo intrusivo se observan distribuidas en diferentes localidades, - por su parte las rocas volcánicas principalmente las de tipo ácido ocupan buena parte de la porción oeste del estado.

Por otra parte, se concluyó que la distribución de los yacimientos minerales metálicos dentro del estado de Zacatecas se encuentra representada principalmente por una gran porción de la Franja Metalogenética Nacional de Pb-Zn-Ag, la cual muestra una tendencia principal NW-SE, así mismo en una posición semiparalela a ella se presentan las franjas de Sn, Hg-Sb-Mn y CaF_2 .

Se han mencionado como tres las posibles épocas de mineralización; Triásico Superior, Cretácico Inferior-Medio y - -

Eoceno-Mioceno. Esta última se considera como la etapa de mi
neralización más importante desde el punto de vista económi--
co, debido a que en esta época se ubican los principales yacimi
mientos polimetálicos del estado, y que a pesar de su explotaci
ción se les infiere un gran potencial.

B I B L I O G R A F I A

- Acosta, A.E. (1984). Geología, Reservas y Producción de los -
Yacimientos Minerales en el Distrito de Fresni-
llo, Zac. Tesis Profesional, Ingeniero Geólogo,
U.N.A.M.
- Aguilar, N.M. Volcanismo Continuo y Yacimientos Miocénico en -
Nayarit.
C.R.M. Archivo Técnico, Estado de Nayarit, Octu-
bre 1987.
- Albinson, F.T. (1986). Reconstitución Geológica de Paleosuperfi-
cies en los Distritos de Sombrerete, Colorado y -
Fresnillo, Estado de Zacatecas.
Memoria de la Convención de la Asociación Geoló-
gica Mexicana. P. 11-36. Acapulco, Octubre 1987.
- Alemán, G.S. Geología y Mineralización del Estado de Zacatec-
as. C.R.M. Archivo Técnico. Estado de Zacatecas
Clave No. 520089, Enero 1975.
- Anderson, T.H., and Silver, L.T. (1974). Late Cretaceous Pluto-
nism in Sonora, México, and its relationship to
Circum-Pacific magmatism: Geological Society of -
America, Abstr.
with. Programs, V. 6, P. 434.
- Argall, J.G.O. (1979). Algunos Datos sobre Fresnillo.
World Minig, V. 7, No. 1.
- Arriaga, G.G. (1981). Clasificación Actualizada de Yacimien-
tos Minerales.
Departamento de Yacimientos Minerales, Facultad -
de Ingeniería, U.N.A.M.
- Arvizu, L.G. (1978). Geología General de la Hoja Concepción -
del Oro, Zacatecas.
Tesis Profesional, Ingeniero Geólogo, U.N.A.M.
- Bravo, N.J. Mineral de Real de Angeles, Zac.
Minera Real de Angeles, S.A. de C.V. Marzo 1986.
- Buchanan, L.J. (1981). Precious Metal Deposits Associated - -
with Volcanic Environments in the Southwest.
In: Tectonics to ore deposits in the southern --
Coordillera.
Arizona Geol. Soc. Digest, Vol. XIV, P. 237-262.
- Burckhardt, C. (1905). La Fauna del Triásico Superior de - -
Zacatecas, México.
Bol. Inst. Geol. U.N.A.M., Vol. 21.

- Burnham, C.W. (1959). Metallogenic Provinces of the south-
western United States and northern México: New -
México State Bur. Mines and Mineral Resources, -
Bull 63, P. 76.
- Campa, Ma. F. et al, (1974). Rocas Metamórficas del Centro de
México. Estados de México, Michoacán, Guerrero y
Zacatecas.
Soc. Geol. Mexicana, III Conv. Geol.
Nacional, P. 96.
- Cantú, CH. C. y Sandoval, S.R. (1985). Evolución Sedimentaria
del Cretácico Inferior en el Norte de México.
I.M.P. Vol., XVII. No. 2, Abril 1985.
- Carrillo, B.J. Exploración Petrolera de la Cuenca Mesozoica -
del Centro de México.
Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, - -
V-XXXIV. No. 1. Enero 1982.
- Clark, K.F. Cenozoic Mineral Deposit and Subduction - Related
Magmatic Arcs in México.
Geol. Soc. of Am., Bol. 93, P. 533-544. June 1982.
- Coney, P.J. y Reynold, S.J. (1977). Cordilleran Benioff zones
Nature, V. 270, P. 403-406.
- Coney, J.P. Un Modelo Tectónico de México y sus Relaciones -
con América del Norte, América del Sur y el Cari-
be. IMP. Vol. XV, No. 1, Enero 1983.
- Consejo de Recursos Minerales, México. Archivo Técnico. Banco
de Información Geológico Minera Perteneciente al
Estado de Zacatecas Clave TI 320001 al 320329.
- C.R.M. (S/F) Geología Histórica y Estratigrafía del Distrito_
Minero de Zacatecas.
Biblioteca Archivo Técnico.
- Cserna, Z. De (1970). Mesozoic Sedimentation, Magmatic Activity
and Deformation in Northern México.
In: The Framework of the Chihuahua Tectonic belt,
49-117; Midland/Texas.
(West Texas Geol. Soc.)
- Cserna, Z. De (1976). Geology of Fresnillo Area, Zacatecas, -
México.
Geol. Soc. Amer. Bull, 87: P. 1193-1199;
New York.
- Cuevas, P.E. Estratigrafía de la Región de Francisco I. Made-
ro, Zac.
C.R.M. Archivo Técnico 1983.

- Cuevas, P.E. (1983). Evolución Geológica Mesozoica del Estado de Zacatecas, México.
Zbl. Geol. Palaont. Teil 1. P. 190-201.
Stuttgart, October 1983.
- Cuevas, P.E. y Servais, M. Una Interpretación Tectónica de -- Sinaloa a San Luis Potosí.
Geofísica Internacional, Revista del Instituto - de Geofísica, U.N.A.M., Marzo 1987.
- Damon, P.E., (1971). The Relationship Between Late Cenozoic - Volcanism and Tectonism and Orogenic-Epirogenic - Periodicity: Nueva York, John Wiley, P. 15-35.
- Damon, P.E. y Clark, K.F. Evolución de los Arcos Magmáticos - en México y su Relación con la Metalogénesis.
Instituto de Geología, U.N.A.M. Vol. 5, P.233-238, 1981.
- Demant, A. y Robin, C. (1975). Las Fases del Volcanismo en -- México; Una Síntesis en Relación con la Evolu-- ción Geodinámica desde el Cretácico.
Revista Instituto de Geología de la U.N.A.M., -- 75(1). P. 70-83.
- Drummond, S.E. and Ohmoto, H. (1985). Chemical Evolution and Mineral-Deposition in Boiling hidrothermal - - - Systems: Economic Geology, Vol. 80, PP. 126-147.
- Escamilla, H.A. y Quiros, R.R. (1986). Prospecto "Felipe Pescador" Semidetalle Geológico, Estado de Zacatecas.
Tesis Profesional, Ingeniero Geólogo, I.P.N.
- Estado del Proyecto de Mapas del Circum-Pacífico. Resumen - - sobre la Reunión del Circum-Pacífico, California, U.S.A.
U.S. Department of The Interior, Geological - - Survey. Septiembre 1980.
- Fonseca, F.C. (1976). Estudio Geológico de los Yacimientos de la Unidad Aranzazú del Distrito de Concepción -- del Oro, Zac.
Tesis Profesional, Ingeniero Geólogo, I.P.N.
- García, E. (1964). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. México, D.F.
- González, P.E. Análisis Metalogenético Preliminar del Distrito Minero de Fresnillo, Zacatecas sobre la Base - de 50 Medidas Isotópicas.
Geomimet No. 129, P. 27-34. Junio 1984.

- González, P.E. Etude Metallogénique de la Partie Centre-Occidentale du Mexique.
Thèse De Doctorat D'E.TAT.
L'Institut National Polytechnique on Lorraine, -
Octubre 1985.
- Guild, P.W. (1979). Metallogenesis in the Western United States. Society of London Journal V. 135, Pt 4, -
P. 355-376.
- Gutiérrez, M.I. (1985). Análisis Metalogénico del Estado de Sinaloa.
Tesis Profesional, Ingeniero Geólogo, U.N.A.M.
- Hungler, S.W. (1976). Estudio Geológico de los Mantos de Fortuna en el Distrito Minero de Fresnillo, Zac.
Tesis Profesional, Ingeniero Geólogo, U.N.A.M.
- Hutchinson, R.W. (1988). Hydrothermal Concepts: The Old and the New. Economic Geology, Vol. 8, P. 1734-1741.
- Kutina, J. (1969). Hydrothermal ore Deposits in the Western United States: A New Concept of Structural Control of Distribution.
Science V. 165 P. 1113-1119.
- Kutina, J. (1987). Ore Deposits of the Western United States in Relation to mass Distribution in the Crust and Mantle. Geological Society of America Bulletin. Vol. 99, P. 30-41.
- Lindgren, W. (1943). Mineral Deposits, McGraw-Hill Book Co., -
New York.
- López, R.E. Geología de México, Tomo II. Ed. Escolar, México.
Marzo 1985.
- Macdonald, J.A., and Kesler, E.S. (1985). Vein, Manto, and Chimney Mineralization at the Fresnillo Silver - Lead - Zinc Mine, México.
Can J. Earth Sci. 23. P. 1603-1614. (1986).
- Martínez, R.V. (1978). Estudio Geológico de el Area de Melchor Ocampo, Estados de Coahuila y Zacatecas.
Tesis Profesional, Ingeniero Geólogo, U.N.A.M.
- Mc Dowell, W., and Clabaugh, E. (1979). Ignim Buites of the Sierra Madre Occidental and Relation to the Tectonic History of Western México.
Geological Society America. Special Paper 130.
P. 113-125.
- Michele, M.H.A. Preliminary Study of the Clay Mineralogy of the Santo Niño Vein. Fresnillo, México.
Lab. Yac. Min. (FI).

- Morán, Z.D. (1984). Geología de la República Mexicana. INEGI y UNAM. FI. México.
- Núñez, M.A., y Torres, R.V. (1984). Análisis Metalogenético - Regional de la Porción Sur-Occidental de la República Mexicana. Tesis Profesional, Ingeniero Geólogo, U.N.A.M.
- Ornelas, H.M., Rosales, D., y Reyes, C.P. (1985). Bioestratigrafía de las Rocas del Cretácico Superior en el Prospecto Río Grande, Zac. I.M.P. (c-5002).
- Ornelas, H.M., Rosales, D., y Reyes, C.P. (1985). Estudio Bioestratigráfico de las Rocas del Cretácico Inferior y Medio en el Prospecto Fresnillo, Zac. I.M.P. (c-5001).
- Padilla y Sánchez, R.J. (1985). Las Estructuras de la Curvatura de Monterrey, Estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí. Revista Instituto de Geología, Vol. 6, No. 1. P. 1-20.
- Parga, P.P.J. (1978). Las Rocas Verdes del Triásico Superior Marino de Zacatecas, Zac. Seminario de Investigación Geotectónica de Norteamérica. Facultad de Ciencias, U.N.A.M.
- Ponce, B.F. and Clark, K.F. (1988). Zacatecas District a Caldera Complex. Economic Geology, Vol. 88, P. 1668.
- Raisz, E. (1959). Landforms of México. Cambridge, Mass Geographic Branch of Office of - Naval Research.
- Rogers, C.T. et al. (1961). Reconocimiento Geológico del Norte de Zacatecas y áreas adyacentes en Coahuila, - Nuevo León y San Luis Potosí. Bol. 56, CRNNR.
- Ruiz, J. and Kesler, E.S. (1984). Petrology and Geochemistry of Rhyolites Associated with tin Mineralization in Northern México. Economic Geology, Vol. 79, P. 87-105.
- Salas, G.P. (1975). Carta y Provincias Metalogenéticas de la República Mexicana. C.R.N. Publicación 21-E, P. 242.
- Sandoval, O.I. (1976). Secuencia de Exploración Minera en la Porción Norte de Zacatecas. Tesis Profesional, Ingeniero Geólogo, I.P.N.

- Schulze, S.C., (1985). Geología de Campo Avanzado del Distrito Minero de Real de Angeles, Zacatecas.
UNAM, Fac. de Ingeniería, (Inédito).
- Sillitoe, H.R., (1984). Volcanic Landforms and Ore Deposits.
Economic Geology, Vol. 79. P. 1286-1298.
- Simmons, F.S., and Gemmeil, B.J. Geological and Geochemical - Investigations of the Santo Niño Vein, Fresnillo, Zac.
Compañía Fresnillo, S.A. de C.V. October 1984.
- Soto, M.M. (1987). Relaciones en Especio y Tiempo entre Vetas y Chimeneas del Distrito Minero de la Colorada, Zac.
Tesis Profesional, Ingeniero Geólogo, P. 97, - - 1987.
- Terrones, L.A.J. y Torres, R.V. (1984). Franjas Metalogenéticas de la Sierra Madre del Sur en la República Mexicana.
Soc. Geol. Mex., VII Convención Nacional, Resumen P. 84-86.
- Torres, E.J.G. (1983). Estudio de Paragenesis y Sucesión Mineralógica de las Vetas Sta. Elena y Sto. Niño de la Sección San Luis, Distrito Minero de Fresnillo, Zac. Tesis Profesional, Ingeniero Geólogo, - U.N.A.M.
- Torres, R.V. y González, P.E. (1988). Evolución de la Porción Centro Occidental de México y su Relación con los Yacimientos Minerales Asociados.
Geof. Int., Vol. 27-4, 1988, PP. 543-581.
- Torres, R.V. (1989). Metalogenia Regional: Clave en la Exploración de Hierro.
Litosfera, Vol. 2, No. 1, C.F.E.
- Ranson, A.W., and Fernandez A.L. (1982). Petrology of the - - Metamorphic Rocks of Zacatecas, México.
Bol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XLIII, No. 1.
P. 37-59.

A p e n d i c e s

- 1.- Índice alfabético de localidades mineras**
- 2.- Simbología y leyenda metalogenética**
- 3.- Tablas de características metalogenéticas de las localidades mineras.**

1.- INDICE ALFABETICO DE LOCALIDADES MINERAS

Abundancia, La	010	Asturiana	042
Abundancia, La	240	Atocha	089
Acacio, San	188	Azteca, La	220
Aguila, El	134	Barreno, El	200
Aguila Mexicana	090	Batea, La	217
Aguinaldo, El	033	Belem	091
Agustín, San	008	Benito Juárez	127
Alejo, San	086	Bernabé, San	032
Alfonso 1	018	Bilbao	229
Alfredo, San	008	Blanca, La	129
Alicante, El	066	Blanca, La	252
Almaden	152	Bonancita	061
Almagrera	156	Boquilla, La	257
Amarillas, Las	140	Bote, El	024
Ampliación la Negra	216	Buen Suceso	007
Ampliación el Refugio	131	Buena Estrella, La	070
Animas, Las	048	Buena Suerte	068
Animas del Norte	170	Buena Vista	187
Antonio, San	008	Burrito, El	115
Antonio, San	198	Caballo Prieto	114
Antonio, San	253	Cabo Terres	167
Antonio, San	264	Cabestre	106
Antonio del Consuelo, San ...	173	Cajón, El	124
Aranzazú	046	California, La	176
Arcangeles	083	Camelia y 2°Anexo de la - -	
Arroyo la Esperanza	044	Camelia	191

Astro, El	228	Candelaria	033
Candelaria	159	Compas, El	037
Cantera, La	038	Concentida, La	178
Carlos, San	088	Concepción, La	078
Carmen, El	082	Conchas, Las	100
Carmen, La	053	Conchita, La	192
Carolina	158	Conjuro, El	004
Carrizal del General, El	031	Consuelo, El	195
Cartagena	096	Cordones, Los	094
Castellana, La	039	Crucita	060
Celina	204	Cruz de Jesús, La	008
Celestina	067	Dario, San	177
Cerro de Alamito	141	Discordia, La	165
Cerro Blanco	141	Dolores	092
Cerro la Cardoncita	142	Dorado, El	108
Cerro de las Gallinas	035	Dos de Marzo	132
Cerro de Oro	208	Dulces Nombres	130
Cerro los Palomos	147	Durasnilla, La	165
Cerro Pelon Chico	051	Durazno, El	074
Chalchihuites	181	Elena, Sta.	111
Chemita 1	020	Encantada, La	080
Chepinque	145	Enrique 1	018
Cigarrero, El	071	Esmeralda, La	064
Colación, La	121	Esmeralda, La	205
Colorada, La	072	Española, La	186
Colorada, La	116	Espejo, El	147
Coloradas, Las	212	Esperanza, La	007
Columpio, El	226	Esperanza, La	040

Esperanza, La	099	Gato, El	009
Esperanza, La	115	Gringos, Los	190
Esperanza, La	162	Grulla, La	095
Esperanza, La	174	Guanajuatillo	237
Esperanza, La	207	Guantes	197
Esteban, San	093	Guapillas	254
Estrella de Plata	221	Hornitos	122
Estrellita	255	Huajuqueña	151
Eulalia, Sta.	217	Huizachal, El	017
Eureka II	155	Huizache	242
Fátima	196	Jarillas	182
Favorita	227	José, San	018
Fe, La 1,2,3	123	José, San	036
Felipe, San (El Bote)	065	José, San	213
Felipe, San	222	José, San	231
Fenix, El	135	José de Ranchos, San	243
Fluorita, La	256	Juan Aldama	063
Fortuna, La	056	Juan, San	194
Fortuna, La	164	Julia, Sta.	067
Fosforita (Guadalupe)	262	León, El	009
Francisco I Madero	028	León, El	087
Francisco, San	058	Leona, La	009
Francisco del Puerto, San ..	169	Leona, La	024
Fresnillo	023	Leonor, Sta.	074
Frio, El	260	Loma de Xiconoxtle	144
Galatea, La	016	Lucia 10	060
Gallos, Los	013	Lugo, Los	022

Luis del Oro, San	011	Nevado, El	209
Luz, La	003	Nicolas, San	014
Luz, La	183	Nicolas, San	171
Magdalena	222	Nicolas, San	242
Manganita, La	128	Noche Buena	062
Mapache, El	211	Nueva India, La	098
Maravillas, las	006	Nueva Rojita, La	258
Marcelino, San	146	Ochote, El	248
Marcos, San	001	Pabellón, El	224
María Guadalupe	118	Palma, La	175
María, Sta.	133	Palmira	261
Maritza	137	Paloma	045
Martín, San	084	Palomas, Las	250
Mesa la Aurora	239	Parroquia	041
Mezquital del Oro	021	Pastora	145
Miguel, San	022	Peña Peña	085
Milagros	148	Peñasco Amarillo	117
Mineral de Mercurio, El	054	Perseverancia	201
Mojada, La	143	Piedra Imán, La	055
Montosa, La	018	Pilar, El	172
Monserrat	148	Pinos	109
Morenita	259	Pintos, Los	126
Nacimiento, El	163	Plomosa	030
Naranjero	153	Plomosa, La	225
Naranjo	120	Pobre, El	104
Negra, La	199	Pirqueta, La	112
Nevada	025	Providencia	214

Providencia	249
Purísima	043
Purísima	203
Quebradillas	165
Ramón, San	067
Real de Angeles	265
Real del Monte	234
Refugio	197
Regalo, El	160
Remedios	184
Resturadora	139
Reyna, La	179
Ricardo I	018
Rita, Sta.	057
Rita, Sta.	061
Rita, Sta.	185
Rondanera	027
Rosa, Sta.	019
Rosa, Sta.	157
Rosa, Sta.	235
Rosa, Sta.	246
Sacramento	079
Sacrificio	232
Sagrado Corazón de Jesús	107
Salavesan	049
S.A.M. El	149
Santiago	050

Seis de Enero	075
Socavón	214
Socorro, El	097
Sol y Luna	103
Soledad, La	077
Suerte, La	244
Tabasqueña, La	230
Tajo de Ibarra	005
Tonges, El	052
Tayalua	210
Tenayuca	015
Tepeyac	002
Tepozán y Tepozán II	189
Tetillas Cerro de	238
Tiro Azul	105
Tiro, El	245
Titila, La	233
Torre Blanca	150
Treból, El	218
Tres Marías	146
Trinidad, La	034
Triunfo, El	055
Tuna, La	091
Unidad Tecayes	029
Unificación el Cobre	219
Valenciana	045
Valenciana	076

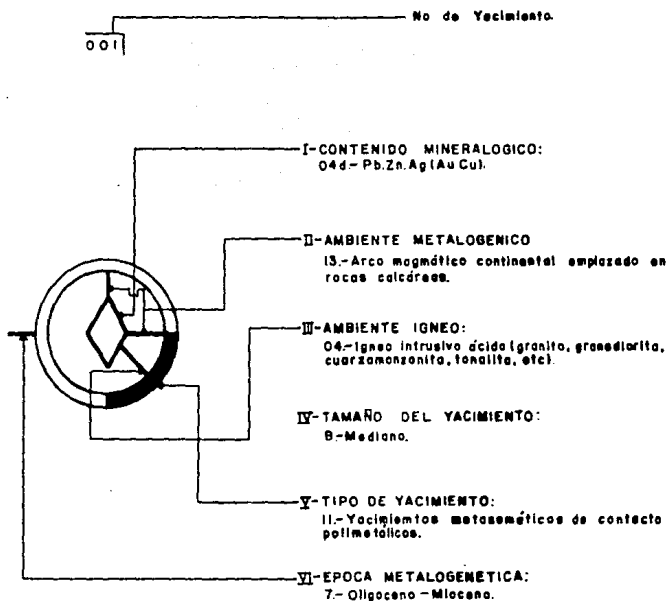
Santo Niño	161	Valenciana	231
Sauz	215	Veta Azul	206
Veta Grande	026	Vetas Prietas	069
Vicente, San	180	Victoria, La	223
Voladero	059	Zacatecas II	154
Zafiro, El	119	Zambueno, El	263
Zancarron, El	073	Zaragoza	202
Zarco, El	012		

2.- Simbología y Leyenda Metalogenética

CLAVE GENERAL

EJEMPLO

0,0,10,4,d,13-0,481,17



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	(PO ₄)Ca ₅ F
3. Naranja	Cu	Mo	CuMo	CuZn(Ag)	CuAu Ag
4. Amarillo	Au	AuCu	AuAg (PbZn Cu)	AgPbZn (AuCu)	AgCo
5. Verde	Cr	Ni	Co	CuNi(Co)	Asbesto
6. Azul verde	(SiO ₃)Ca	Na	K	Mg	B
7. Azul	Pb	Zn	PbZn	PbZnAg (AuCu)	Bi
8. Púrpura	Hg	Sb	Ca F ₂	SO ₄ Ba	Sr
9. Café claro	U	V	UV	Th	Uth
10. Café oscuro	Mn	Coalín	Gpo. Cia- nita.	Pirofili- ta.	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 Pb

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. Segmentos 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 <u>intercaladas</u> .
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 <u>original oscuro</u> .
17 ○ No hay equivalente.	17 ○ Secuencia de rocas felsíticas volcánicas <u>intercaladas</u> 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.

NOMENCLATURA MODIFICADA (1984)EQUIVALENTE CARTA 1975

02 ☐ Rocas alcalinas	02 ☐ Rocas alcalinas
04 ☐ Igneo intrusivo ácido (granito, granodiorita, cuarzonononita, 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 (periodotitas, noritas, harzburgitas, etc).	08 ☐ Rocas ultramáficas.
24 ☐ Volcánico continental ácido (riolitas).	24 ☐ No hay equivalente.
26 ☐ Volcánico marino intermedio a ácido.	26 ☐ No hay equivalente.
28 ☐ No hay equivalente.	28 ☐ Rocas alcalino-máficas.
46 ☐ Igneo intrusivo intermedio - (diorita, monzonita, anortosita).	46 ☐ Dionita.
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 cosas).

	Grande = A	Mediano = B
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_4)	5,000,000	50,000
Berilio (BeO)	1,000	10
Boro (B_2O_3)	10,000,000	100,000
Cobalto	20,000	1,000
Cobre	1,000,000	50,000
Cromo (Cr_2O_3)	1,000,000	10,000
Estaño	100,000	5,000
Estroncio (sales)	1,000,000	10,000
Fierro (mena)	100,000,000	5,000,000
Fluorita (CaF_2)	5,000,000	50,000
Fosfatos (P_2O_5)	200,000,000	200,000
Grafito	1,000,000	10,000
Grupo del Platino	500	25
Litio (LiO_2)	100,000	10,000
Magnesio (MgCO_3)	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_2O_3)	100,000	1,000
Oro	500	25
Pirita (FeS_2)	20,000,000	200,000
Plata	10,000	500
Plomo	1,000,000	50,000
Potasio (K_2O)	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_2O_3)	1,000,000	1,000
Titanio (TiO_2)	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 1976

01  Yacimientos pegmatíticos y de concentración magnética.	01  Depósitos pegmatíticos - - (Bermellón).
02  Yacimientos sedimentarios quími- cos.	02  Sedimentos químicos que no sean evaporíticos. (Rojo ladrillo).
03  Yacimientos metamórficos de -- contacto ferrífero-(cupríferos)	03  Depósitos en "skarn" o - - greisen (de contacto). (Anaranjado).
04  Depósitos de placeres	04  Depósitos de placeres. (Amarillo).
05  No existe este "tipo" de yaci- miento.	05  Macizos mineralizados, - - troncos, chimeneas y otras formas irregulares. (Verde)
06  Evaporitas	06  Evaporitas (Azul verde).
07  No existe este "tipo" de yaci- miento.	07  Vetas y zonas de cizalla-- miento.
08  Depósitos más o menos concordan- tes en rocas ígneas.	08  Depósitos más o menos con- cordantes en rocas ígneas. (Púrpura).
09  Lateritas	09  Lateritas. (Café oscuro).
10  Yacimientos volcano-sedimenta- rios.	10  Depósitos diseminados más o menos estratificados - - pero diferentes de place- res. (Café oscuro).
11  Yacimientos metamórficos de -- contacto, polimetálicos.	11  Depósitos de reemplazamien- to. (Negro).
12  Yacimientos hidrotermales de -- alta temperatura.	12  No hay equivalente.
13  Yacimientos hidrotermales de me- diana temperatura.	13  No hay equivalente.
14  Yacimientos hidrotermales de ba- ja 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).

NOMENCLATURA 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.

**3.- Tabla de las Características Metalogenéticas
de las Localidades Mineras.**

NO. C. B. B.	SIMBOLO	UBICACION DEL METEORITO	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ALT. LOCAL	ELEVACION METRICA	LEY Y PENDIENTE	USO CIRCUNSCRITO	EXTRINSECAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA METEORITICA	IMPACTO METEORITICO	REFERENCIA
1	04012001117		San Marcos	2929	10127	Ap. 70 15, 70	300, 000 to 15, 70	Caliza y limonita calcarea asociada a masas granod.	Chimenes Bosques y relleno de fierra	Metasternal de baja tem. asociado a arenasolizos	Algarrobo Bosques Continental Incremento calcareo.	C.R.N. 320006. Tayco S. Martinez, E. Rosa San Marcos C. del B.N. Inc.
2	04012001117		Tepic	2537	10307	Ap. 0.005		Cuadras en campo volcanica muy desarrollada.	Volcanes y cambios	Metasternal de baja temperatura.	Algarrobo Bosques Continental Incremento arenoso.	C.R.N. 320012. Schulze, Montero. (1953). Rosa Tepic, Inc. San Marcos, Inc.
3	04012001117		La Laj	2532	10307	Ap. 0.002		Cuadras en campo volcanica muy desarrollada.	Volcanes y cambios	Metasternal de baja temperatura.	Algarrobo Bosques Continental Incremento arenoso.	C.R.N. 320012. Schulze, Montero. (1953). Rosa La Laj San Marcos, Inc.
4	04012001117		El Cuyaro	2520	10300	Ap. 70, 10 15, 70, 10	Ap. 0.005 15, 70, 10 15, 70, 10	Calizas asociadas a intrusivos granodioriticos.	Bosques.	Metasternal de contacto.	Algarrobo Bosques Continental Incremento calcareo.	C.R.N. 320013. Bosque Jr. Raymundo. (1940). Rosa El Cuyaro. Chalchicomula, Inc.
5	04012001117		Tajo de Ibarra	2501	10201	Ap. 70, 10 15, 70, 10	Ap. 0.005 15, 70, 10 15, 70, 10	Calizas en contacto con intrusivos granodioriticos y diques perforaciones.	Bosques.	Metasternal de contacto.	Algarrobo Bosques Continental Incremento calcareo.	C.R.N. 320015. Bosque Jr. Raymundo. (1940). Rosa Tajo de Ibarra. San Marcos, Inc.
6	04012001117		Los Hornillos	2519	10311	Ap. 0.005		Bosques ligeros intrusivos dioriticos.	Bosques para- litos.	Metasternal de baja temperatura.	Algarrobo Bosques Continental Incremento arenoso.	C.R.N. 320015. Schulze, Montero. (1953). Rosa Hornillos. Inc., Inc.
7	04012001117		La Esperanza Rosa Buenos	2279	10130	Ap. 0.01 15, 70, 10		Basaltos.	Bosques y cambios.	Metasternal de baja temperatura.	Algarrobo Bosques Continental Incremento arenoso.	C.R.N. 320016. Schulze, Montero. (1953). Rosa Esca y B.S. Bosque Jr. Raymundo.
8	04012001117		San Alfredo San Agustín San Antonio San Juan	22144	1019430	Ap. 0.01	0.01 to	Bosques volcanicos.	Bosques y cambios.	Metasternal de baja temperatura.	Algarrobo Bosques Continental Incremento arenoso.	C.R.N. 320017. Gallagher, Berru. Bosques Jr. Raymundo. Inc. del Cuyaro, Inc.
9	04012001117		El Lado La Loma	2015	10215	Ap. 0.01	0.01 to	Basaltos.	Bosques y relleno de	Metasternal de baja temperatura.	Algarrobo Bosques Continental.	C.R.N. 320018. Bosque Jr. Raymundo.

NÚM. C O D I C E	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOT.	LONG.	ELEMENTO METÁLICO	LEY Y TITULAJE	POCA ENCALZAMIENTO	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	ÉPOCA METALOGÉNICA	ANÁLISIS METALOGÉNICO	REFERENCIA
		El Bata						Isras, rí- ñanes y ve- tos.	temperatura.		(Abundante bi- drotomali).	(1946), Criterios de entasa- J. Alfoana, Tac.
10	1566724C147	La Abundancia	7329	16212	Na	Na27.75 10,000 a 20,000 to	Arzillo tabaco sil- rea.	Corpos de compensa- miento y lentes.	hidrotomali de baja temperatura.	Aligoceno Nueces	Arca Magallano Continental. (Abundante bi- drotomali).	C.R.R. 326419. Racha Muro, S. (1946), Criterios de entasa- pasa. Ido de Tac.
11	0435400137	San Luis del Oro	7241	16231	Na, Mg	Na27-0.7g/l Mg28-0.7g/l 3000 a 475 to	Pisarras.	Volcan y cla- vos.	hidrotomali de mediana temperatura	Aligoceno Nueces.	Arca Magallano Continental. (Secuencia vol- cánica sedimenta- ria en óxido- res volcánicos total).	C.R.R. 326422. Schulze Gussler. (1953). Racha San Luis del Oro, Tac, Tac.
12	0766724C157	El Jorro	7242	16232	Na (Mg, Pb, Bi, I)	Na 601	Pisarras silíficas y be- cho silíficas.	Volcan de la- va, relieve de cordones y lavas.	hidrotomali de mediana temperatura.	Aligoceno Nueces.	Arca Magallano Continental. (Abundante bi- drotomali).	C.R.R. 326423. Pascual y Valparaiso, R (1951). Tac. de lavas de el Jorro, Racha de Valparaiso, Tac.
13	0837724C127	Las Galias	7153	16300	F	Na cal.	Dialitas.	Fallas y fracturas al- teralizadas.	hidrotomali de alta temperatura.	Aligoceno Nueces.	Arca Magallano Continental. (Abundante bi- drotomali).	Testis de Ducturas (1960). Gonzalez Partida E. Estudio Metallogénico de la parte centro- occidental de Masi- que.
14	0866724C127	San Nicolás	7140	16300	F, Na	Na cal.	Dialitas.	Fallas y fracturas al- teralizadas.	hidrotomali de alta temperatura.	Aligoceno Nueces.	Arca Magallano Continental. (Abundante bi- drotomali).	Testis de Ducturas (1960). Gonzalez Partida E. Estudio Metallogénico de la parte centro- occidental de Masi- que.
15	0866724C127	Imayma	7142	16302	F	Na cal.	Dialitas.	Fracturas al- teralizadas.	hidrotomali de alta temperatura.	Aligoceno Nueces.	Arca Magallano Continental. (Abundante bi- drotomali).	Testis de Ducturas (1960). Gonzalez Partida E. Estudio Metallogénico de la parte centro- occidental de Masi- que.

MCN. C. B. 15.0	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LAT. LONG. COORDENADAS	ELEVACIÓN METR. P.D.	LEY Y TENDENCIA	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EDAD METALOGÉNICA	AMBIENTE METALOGÉNICO	ASOCIACIÓN
16	06:072MC127	La Belaita	2100 16362	F	Cafit. E 040212-290	Basáltica	Volc.	Hidrotermal de alta temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. (Andrésito hidrotermal).	Tesis de Doctorado (1964). González Partida E. Estudio Metalogénico de la parte centro-occidental de México.
17	06:072MC127	El Huizachal	2100 16395	F	No cal.	Basáltica	Volc.	Hidrotermal de alta temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. (Andrésito hidrotermal).	Tesis de Doctorado (1964). González Partida E. Estudio Metalogénico de la parte centro-occidental de México.
18	06:072MC127	Ricardo I Olguín I Carrizosa La Romosa San José	2100 16390	F	Cafit. TPE 04021172	Basáltica	Volc.	Hidrotermal de alta temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. (Andrésito hidrotermal).	Tesis de Doctorado (1964). González Partida E. Estudio Metalogénico de la parte centro-occidental de México.
19	04:072MC137	Sita Tosa	2135 16757	F, Ph, Ps (An, Ag)	No cal.	Basáltica	Volc.	Hidrotermal de alta temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. (Andrésito hidrotermal).	Tesis de Doctorado (1964). González Partida E. Estudio Metalogénico de la parte centro-occidental de México.
20	06:072MC127	Chavila I	2135 16380	F	No cal.	Basáltica	Volc.	Hidrotermal de alta temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. (Andrésito hidrotermal).	Tesis de Doctorado (1964). González Partida E. Estudio Metalogénico de la parte centro-occidental de México.
21	07:072MC137	Distrito Municipal del Oro	2135 16323	An, Ag, Pb, Cu)	No cal.	Basáltica	Volc.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. (Andrésito hidrotermal).	Tesis de Doctorado (1964). González Partida E. Estudio Metalogénico de la parte centro-occidental de México.
22	06:072MC127	Los Lugo	2130 16321	An	No cal.	Andesita y granito.	Volc. de	Hidrotermal	Oligoceno	Arco Magmático	Tesis de Doctorado

NÚM. C. D. I. G. S.	SINCHIS	NOMBRE DEL YACIMIENTO	ALT. LONG.	ELEMENTO METÁLICO	LEY Y TUBERÍA	ROCA ENCUBIERTA	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPÓCA METEOROLÓGICA	ASIENTE METEOROLÓGICO	REFERENCIA
		Sar. P. 2.1					cañizo.	de alta temperatura.	Nuevos	Continental. (Instituto Hidrográfico).	(1980). General Parides E. (Estudio Metallográfico de la parte centro-occidental de Masagüe).
23	0407240137	Fremitillo	2310 10235	As, Ag, Pb, Zn, Cu	Ag: 775.0g/t Zn: 6.0% Pb: 5.4% As: 0.84g/t Cu: 0.3% 23 mil. to	Tubos, granitos, lavas, cenizas pefíticas, lavas ríolíticas y lavas trachíticas con mineralización.	Chimeneas, surcos de resqueamiento, filones laminares.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. (Instituto Hidrográfico).	Traza de Doctorado (1980). General Parides E. (Estudio metallográfico de la parte centro-occidental de Masagüe).
24	0407240137	El Dato	2247 10235	Ag, Pb, Zn (Cu)	Ag: 78.0g/t Zn: 3.7% Pb: 1.5% Cu: 1.10%	Párida andesítica alterada hidrotermalmente y propilitizada, en contacto con sedimentos calcáreos - arcillosos.	Volcan tabular, conitos y filones.	Hidrotermal de mediana temperatura asociado a cuerpos ígneos intrusivos.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. (Instituto Hidrográfico).	C.B.R. 32023, Ocho Parides, I. (1979). Estudio geológico superficial del Distrito de Tac. Tac.
25	0407240137	Nevada	2247 10234	Ag, Pb (Cu, Zn)	Ag: 240.0g/t Pb: 1.5% As: 0.84g/t Cu: 0.3%	Párida andesítica alterada hidrotermalmente y propilitizada, en contacto con sedimentos calcáreos - arcillosos.	Volcan irregular y conos.	Hidrotermal de mediana temperatura asociado a cuerpos ígneos intrusivos.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. (Instituto Hidrográfico).	C.B.R. 32027, Ocho Parides, I. (1979). Estudio geológico - mineral de las zonas Nevada y Calicanto, Tac. Tac.
26	0407240137	Veta Grande	2230 10233	Ag, Pb, Zn (Cu)	Ag: 350.0g/t Pb: 5.0% Zn: 7.0% As: 0.5%	Andesita en contacto con sedimentos calcáreos arcillosos.	Volcan tabular, raras ramblas y brechas laminares.	Hidrotermal de mediana temperatura asociado a cuerpos ígneos intrusivos.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. (Instituto Hidrográfico).	C.B.R. 32028, Ocho Parides, I. (1979). Estudio geológico superficial del Distrito de Tac. Tac.
27	0407240137	Bondocera	2293 10234	Ag, Pb, Zn (Cu)	Ag: 150.0g/t Pb: 1.0% Zn: 2.0% Cu: 0.5%	Andesita cloritizada y silicificada.	Volcan tabular y volcan en forma de cascada.	Hidrotermal de mediana temperatura, raras ramblas.	Nuevos	Arco Magmático Continental. (Instituto Hidrográfico).	C.B.R. 32029, (1979). Ocho Parides, I. Estudio geológico. Ministerio de Tac. Tac.
28	0407240137	Vca. I. Rader	2234 10243	Ag, Pb, Zn (Cu)	Ag: 150.0g/t Zn: 5.5-6.5% Pb: 0.5-1.0% Cu: 0.1-0.3% 17 a 26 mil.	Sedimentos calcáreos arcillosos metamorfizados.	Volcan alojado en valles y chimeneas.	Hidrotermal de mediana temperatura asociado a volutas que rellenaron cavidades y resqueamientos.	Nuevos	Arco Magmático Continental. (Instituto Calicanto).	C.B.R. 32040, Alvaro González S. (1979). Estudio geológico de los depósitos minerales de la zona de Vca. I. Rader. Tac. Tac.

NO. C. P. D. S. B.	SIMBOLO	NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	LAT.	LONG.	CLASIFICACION METEOROLÓGICA	LEY	INDICADOR PRINCIPAL	CONSTRUCCIONES	TIPO DE CLIMATOLOGÍA	ESCALA	ANOTACIONES	REFERENCIAS
29	0461242117	Unidad Ixcapam	2137	10327	Ag, Pb, Zn (Ca)	Ag: 100.0g/l Pb: 2.0g/l Zn: 2.0g/l Ca: 1.0g/l S000 L/proc.	Caliente, húmedo y variable.	Unidad y Chimeneas.	Subterráneo de mediana temperatura con corrientes superficiales a 100m profundidad.	Grados	Arco Neopálico Continental, Abasco de Caliente.	C.R.N. 326271. Castro S. Santiago. (1982). Estudio geológico de la Unidad Ixcapam, D.F. de San Marcos.
30	0461242117	Plumosa	2734	10733	Ag, Pb, Zn (Ca)	Ag: 100.0g/l Pb: 5.0g/l Zn: 4.0g/l Ca: 0.9g/l Ca: 0.57g/l	Pérdida atmosférica y pluvial.	Unidad de fábrica y chimeneas.	Subterráneo de alta temperatura.	Grados	Arco Neopálico Continental, Abasco de Caliente.	C.R.N. 326013. Jiménez López, L.R. (1982). Estudio geológico - sedimentario de la zona Plumosa, Panamá, Ica.
31	0461242117	El Corral del General	21250	103210	Ag	Ag: 100.0g/l Pb: 1.0g/l Zn: 1.0g/l Ca: 0.5g/l	Unidad rítmica.	Unidad irregular y de base caliche.	Subterráneo de baja temperatura.	Grados	Arco Neopálico Continental, Abasco de Caliente.	C.R.N. 326013. Jiménez López, L.R. (1982). Geología de los cerros de Lomas, San Marcos, Ica.
32	0461242117	San Marcos	2240	10733	Ag, Pb, Zn, Ca	Ag: 100.0g/l Pb: 1.0g/l Zn: 1.0g/l Ca: 0.5g/l	Pérdida atmosférica y pluvial.	Unidad de fábrica, chimeneas y rítmicas.	Subterráneo de alta temperatura.	Grados	Arco Neopálico Continental, Abasco de Caliente.	C.R.N. 326013. Jiménez López, L.R. (1982). Estudio geológico - sedimentario de la zona San Marcos, Ica.
33	0461242117	Apurimac Condellaria	22110	107300	Ag, Pb, Zn, Ca	Ag: 100.0g/l Pb: 1.0g/l Zn: 1.0g/l Ca: 0.5g/l	Unidad.	Unidad de fábrica y chimeneas.	Subterráneo de mediana temperatura.	Grados	Arco Neopálico Continental, Abasco de Caliente.	C.R.N. 326013-20 San Marcos, Ica. (1982). Informe preliminar de la zona Apurimac y Condellaria, Ica.
34	0461242117	La Trinidad	22730	101130	Ag, Pb	Ag: 100.0g/l Pb: 0.7g/l	Caliente silicificado.	Unidad.	Subterráneo de mediana temperatura.	Grados	Arco Neopálico Continental, Abasco de Caliente.	C.R.N. 326013-20. Del Campo, J.R.R. (1982). Trabajo en las excavaciones de la zona La Trinidad, Ica.
35	0461242117	Cerro de las Ballinas	2300	10407	Ag	Ag: 100.0g/l Pb: 0.000g/l	Unidad y pérdida rítmica.	Unidad, chimeneas y rítmicas.	Subterráneo de mediana temperatura.	Grados	Arco Neopálico Continental, Abasco de Caliente.	C.R.N. 326013. Estr. Acuña, L. (1982). Trabajo en las excavaciones de la zona del Cerro de las Ballinas, Ica.

IND. C O D I G O	CANTON	NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	LAT. LONG.	ALTIMETRIA	LEY Y TITULAR	OTRA DESCRIPCION	OPORTUNIDAD	TIPO DE Yacimiento	EPoca HISTORICA	ANALISIS HISTORICO	REFERENCIA
36 0407740E137		San José	224040 1023110	84, 85, 86 mts	No cal.	Complemento rojo, tubo plástico y pórtico andalítico.	Verde.	Metateal de arena temperatura.	Neoceno	Arco Magallón Continental. Ambiente de-terratil.	C.R.B. 320430-4. James Lopez, L.S. (1962). Geología geológica de algunas yacimientos del M.O. de Ica.
37 0407740E137		El Campes	224200 1022970	84	San 12, 84/1	Gravita.	Pilares y columnas.	Metateal de baja temperatura.	Neoceno	Arco Magallón Continental. Ambiente de-terratil.	C.R.B. 320430-4. James Lopez, L.S. (1962). Geología geológica de algunas yacimientos del M.O. de Ica.
38 070740E137		La Contura	224615 1023110	80	84 4.85	Complemento rojo y pórtico andalítico.	Gravitas, pilares y columnas.	Metateal de arena temperatura.	Neoceno	Arco Magallón Continental. Ambiente de-terratil.	C.R.B. 320430-4. James Lopez, L.S. (1962). Geología geológica de algunas yacimientos del M.O. de Ica.
39 070740E137		La Castellana	224700 1023300	84, 86	No cal.	Pórtico andalítico.	Verde.	Metateal de arena temperatura.	Neoceno	Arco Magallón Continental. Ambiente de-terratil.	C.R.B. 320430-4. James Lopez, L.S. (1962). Geología geológica de algunas yacimientos del M.O. de Ica.
40 040740E137		La Esperanza del Indio	224820 1023330	84, 86	San 8, 84/1 84 100, 84/1	Pórtico andalítico y columnas.	Verde.	Metateal de arena temperatura del tipo polio de fluida.	Neoceno	Arco Magallón Continental. Ambiente de-terratil.	C.R.B. 320430-4. James Lopez, L.S. (1962). Geología geológica de algunas yacimientos del M.O. de Ica.
41 040740E137		Parapeta	224900 1023100	84, 85, 86	84 100, 84/1 84 1.85	Expuestas en contacto con pórtico andalítico.	Verde en fracturas y columnas.	Metateal de arena temperatura.	Neoceno	Arco Magallón Continental. Ambiente de-terratil.	C.R.B. 320430-4. James Lopez, L.S. (1962). Geología geológica de algunas yacimientos del M.O. de Ica.
42 040740E137		Antarona	224910 1023000	84, 85	San 12, 84/1 84 100, 84/1	Columnas, armazones - verdes y columnas grises.	Verde de figura y estructura.	Metateal de arena temperatura.	Neoceno	Arco Magallón Continental. Ambiente de-terratil.	C.R.B. 320430-4. James Lopez, L.S. (1962). Geología geológica de algunas yacimientos del M.O. de Ica.

W.P. C. D. D. 112	SIMBOL	INDICADOR DEL YACIMIENTO	LAT. LONG.	CLASIFICACION	LEY Y TITULO	POCA CUALQUIER	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA METEOROLOGICA	AMBIENTE METEOROLOGICO	INDICACION
45	0401304C117	Parícuta	27°00' 102°55'	Ag, Pb, Zn	No cal.	Parícuta mineraliza.	Clavos, bolsones y vetillas.	Hydrothermal de sulfuros temperature.	Disipacion	Arco Magmatico Continental. Ambiente hidrotermal.	C.R.N. 320637. Jimenez Lopez, L.S. (1967). Reconocimiento geológico de las zonas Parícuta y Valenciana, Jalisco.
46	0401304C117	Arroyo de la Esperanza	24°55'15 101°25'54	Ag, Pb, Zn	No cal.	Calizas.	Chimeneas y ramblones.	Hydrothermal asociado a metamorfismo.	Disipacion	Arco Magmatico Continental. Ambiente calcáreo.	C.R.N. 320637. Rojas Valquez, E. (1967). Geología y yacimientos minerales del Estado de Col. D.F. Jalisco.
45	0401304C117	La Palma	24°54'00 101°25'10	Ag, Pb, Zn	No cal.	Calizas en contacto con granodiorita.	Chimeneas y vetas.	Hydrothermal asociado a metamorfismo.	Disipacion	Arco Magmatico Continental. Ambiente en rocas calcáreas.	C.R.N. 320637. Rojas Valquez, E. (1967). Geología y yacimientos minerales del Estado de Col. D.F. Jalisco.
46	0401304C117	Arroyo	24°54'00 101°25'10	Cu	Con 1.05 476, 600m	Calizas, vetillas y mineralización asociada a granodiorita.	Chimeneas.	Hydrothermal asociado a metamorfismo.	Disipacion	Arco Magmatico Continental. Ambiente en rocas calcáreas.	C.R.N. 320637. Rojas Valquez, E. (1967). Geología y yacimientos minerales del Estado de Col. D.F. Jalisco.
47	0401304C117	Zona Roa	24°52'00 101°25'00	Ag, Pb, Zn	No cal.	Calizas.	Chimeneas.	Hydrothermal de sulfuros temperature.	Disipacion	Arco Magmatico Continental. Ambiente en rocas calcáreas.	C.R.N. 320637. Rojas Valquez, E. (1967). Geología y yacimientos minerales del Estado de Col. D.F. Jalisco.
48	0401304C117	Arroyo	24°52'00 101°25'00	Ag, Pb, Zn	No cal.	Calizas.	Chimeneas.	Hydrothermal de sulfuros temperature, asociado a intrusivo granodiorítico.	Disipacion	Arco Magmatico Continental. Ambiente en rocas calcáreas.	C.R.N. 320637. Rojas Valquez, E. (1967). Geología y yacimientos minerales del Estado de Col. D.F. Jalisco.
49	0401304C117	Salamanca	24°52'00 101°25'00	Ag, Pb, Zn	No cal.	Calizas.	Chimeneas.	Hydrothermal de sulfuros temperature, asociado a metamorfismo.	Disipacion	Arco Magmatico Continental. Ambiente en rocas calcáreas.	C.R.N. 320637. Rojas Valquez, E. (1967). Geología y yacimientos minerales del Estado de Col. D.F. Jalisco.

[illegible]

IND. C. D. B. D.	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LAT. LONG.	CÓDIGO METALÚRGICO	LEY Y FUNDENTE	USO EN LA MINERÍA	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	ÉPOCA METALOGÉNICA	ANÁLISIS METALOGÉNICO	REFERENCIA
57	5627704147	Sta Rita	215730 1430730	Ag, Pb, Zn (Au, Fe)	Ag: 2900.0g/t Pb: 22.0% Zn: 9.0% Pb: 5.2% Au: 0.4g/t	telitas y arseniuros.	Humíferas, diseminadas, clavas, vetas teliticas y formas de re- maria.	Metamorfismo de baja temperatura, vetas de telitas.	Dispersa, Rocosa.	Arco Magmático Continental. Influencia hidrotermal.	C.R.M. 129053. Jarama Lopez, S. 1975. Algunos yacimientos asociados de los Estados de Ag. y Zac.
58	0701804027	San Francisco	2257 1422540	Pb (Au, Ag, Cu)	Pb: 10-15%	Calizas.	Huiles oligocenos.	Formación asociada supergenica.	Dispersa, Rocosa.	Arco Magmático Continental. Influencia hidrotermal.	C.R.M. 129053. Jarama Lopez, S. 1975. Algunos yacimientos asociados de los Estados de Ag. y Zac.
59	01007704127	El Voladero	2220 14224	Sn	Sn: 0.2-1.5% 104,000g/t	Revolitas.	Huiles de fracturas, diseminados y riñones.	Metamorfismo y metamorfismo, asociado a aguas calientes.	Dispersa, Rocosa.	Arco Magmático Continental. Influencia hidrotermal.	C.R.M. 129045. Jarama Lopez, S. 1975. Algunos yacimientos asociados de los Estados de Ag. y Zac.
60	00007704147	Churito Lucía Sta. R	220950 1422000	Ag	Ag: 0.14%	Temas rieliticas silicificadas.	Vetas de sulfuros de talco.	Metamorfismo de baja temperatura.	Dispersa, Rocosa.	Arco Magmático Continental. Influencia hidrotermal.	C.R.M. 129050. Salas Verrill, J. 1974. Fuentes hidrotermales en Ag. y Zac. Villa de Coa. Zac.
61	0407704127	Atlatl Rita Ojocamezita	2230 14212	Ag, Pb, Zn (Au)	Ag: 1220g/t Zn: 2.0% Pb: 0.5% Au: 0.2g/t 0.01000g/t	Algunas lo asociadas en una brecha de falla continental.	Vetas.	Metamorfismo de ambiente temperatura.	Dispersa, Rocosa.	Arco Magmático Continental. Influencia hidrotermal.	C.R.M. 129051. Salas Verrill, J. 1974. Algunos yacimientos en el eje de Ojocamezita y Ojo Caliente, Zac.
62	04013400127	Arco Buena	240000 1411705	Ag, Pb, Zn (Au)	Ag: 100.0g/t Zn: 2.0% Pb: 2-4% 1,000,000g/t	Calizas metamorfozadas.	Vetas y vetas de sulfuros, amulos y chimenes.	Metamorfismo asociado a metamorfismo.	Dispersa, Rocosa.	Arco Magmático Continental. Influencia hidrotermal.	C.R.M. 129051. Jarama Lopez, S. 1975. Estudio geológico nuevo de la zona Norte Buena, Zac.
63	01007704127	Juan Alifan	2410 14317	Sn	Sn: 0.227 - 0.600% 00,317%	Revolitas.	Diseminadas.	Metamorfismo de alta temperatura.	Dispersa, Rocosa.	Arco Magmático Continental. Influencia hidrotermal.	C.R.M. 129060. Salas Verrill, J. 1975. El estudio está en progreso de Juan Alifan, Zac.

NÚM. C O B I O	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LAT. LONG.	COORDENADAS	GEOLÓGICO	LEY	ROCA FUNDAMENTAL	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA METEOROLÓGICA	AMBIENTE METEOROLÓGICO	REFERENCIA
64	041204C137	La Esmeralda Los Llanos	2000	10156	Ag, Pb, Zn, Cu	Ag:17.0g/t Au: 1.5g/t Cu: 2.31 Pb: 0.31	Pérfido granodiorítico y calizas metamorfozadas.	Volcan de falla.	Barra.	Disgregada	Arco Magmático Continental. Expulsado en raras calderas.	C.R.N. 12964-9 Herrera M. Ignacio. (1973). Algunas minas de la guerra El Saltillo, Mpio. de Matamoros, T.M.
65	041204C137	San Felipe HT Hotel	2247	10175	Ag, Pb, Zn, Cu	Ag:70.70g/t Au: 5.41 Pb: 7.01 Au: 1.4g/t Cu: 0.71	Pérfido andesítico.	Volcan de línea.	Metamorfismo de alta temperatura.	Disgregada	Arco Magmático Continental. Influencia metamorfoz.	C.R.N. 12964-12. Herrera M. Ignacio. (1973). Informe de la mina San Felipe de la zona El Soto. Rio. de T.M.
66	041204C137	El Alcantaral	243670	101204	Ag, Pb, Zn, Cu	Ag:70-120g/t Pb:0.6-1.71 Au:0.01 Au:0.3-2g/t Cu:0.5-21	Calizas.	Ballenas de conchas y diatomáceas, chicones, balizas, volutas y nautilus.	Metamorfismo de alta temperatura.	Disgregada	Arco Magmático Continental. Expulsado en raras calderas.	C.R.N. 12964-4. Carreras Guzmán, R. (1973). Informe del estudio geológico sobre de la zona El Alcantaral C. del M.T.M.
67	041204C137	La Colostina San Juanito Sta Julia	2020	10130	Ag, Au, Pb, Zn, Cu	Ag:100-140g/t Au:1-5.2g/t Cu:0.5-2.41 Pb:0.71	Pérfido dacítico y calizas.	Volcan y lavas.	Metamorfismo de mediana temperatura.	Disgregada	Arco Magmático Continental. Influencia metamorfoz.	C.P.N. 12964-24. Solís Verrill, J. (1973). Reconocimiento geológico de los fondos El Oro, Mpio. de Matamoros, T.M.
68	041204C137	Barra Nueva	2224	10224	Ag	No cal.	Basaltos.	Volcan en fracturas, diatomáceas y ribonias.	Metamorfismo de mediana temperatura.	Disgregada	Arco Magmático Continental. Influencia metamorfoz.	C.R.N. 12964-3. Figueroa Velasco, A. (1974). Informe de la visita a la mina Barra Nueva, Contrabando, T.M.
69	041204C137	Volcan Prietas	22210	102022	Ag	No cal.	Calizas.	Volcan de rallo de fractura.	Metamorfismo de baja temperatura.	Disgregada	Arco Magmático Continental. Expulsado en raras calderas.	C.R.N. 12964-3. Jimenez Lopez, L.G. (1974). Visita preliminar a la mina Volcan Prietas, Mpio. de Matamoros, T.M.
70	041204C137	La Nueva Estrella	2219	10211	Ag	No cal.	Toda rallofita.	Volcan de línea y diatomáceas.	Metamorfismo de baja temperatura.	Disgregada	Arco Magmático Continental. Influencia metamorfoz.	C.R.N. 12964-4. Jimenez Lopez, L.G. (1974).

ANAL. C O P S B	TIPO	UBICACIÓN DEL YACIMIENTO	LAT. LONG.	ELCUIENTO METALICO	LEY Y TUBELAJE	ROCA ENCAJINANTE	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA METALURGICA	AMBIENTE METALURGICO	REFERENCIA
										stratoma.	Tecnomicos de bus- queto la Nueva Estre- lla, Mpio. de Fres- nillo, Zac.
71	040740C137	El Espartero	2746 10233	Ag, Pb, Zn (Au, Cu)	Ag 85.0g/t Zn 5.7% Pb 1.9% Au 0.0g/t Cu 0.7%	Andesita hipabisal y conglomerado rojo.	Veget. y ramos en forma de ramos.	Hidrotal de mediana temperatura.	Huera	Arco Regional Continental. (ambiente hi- drotermal).	C.R.N. 32007-1. Solis Varral, J. 1971. Estudio geológico general de la zona El Espartero, Zac.
72	040740C137	La Colorado	2723 10246	Ag (Au, Fe)	Ag 100.0g/t Au 0.000%	Lutitas y trapositas.	Veget. y chimenes.	Hidrotal de mediana tem- peratura asocia- do a vulcanis- mo freático.	Oligoceno Huera	Arco Regional Continental. (ambiente hi- drotermal).	Tesis profesional U.N.A.M. (1987). Solo M. de Huila. Relación de espes- sidad y tiempo entre dis- minución y veles del Dpto. Colorado, Zac.
73	040740C137	El Zancaron	2730 10212	Ag, Pb, Zn (Au)	Ag 753.0g/t Zn 1.5% Pb 1.4% Cu 0.4%	Andesita silicatada obscuro de folla si- licificada y micra- lizada.	Veget. de finura.	Hidrotal de mediana temperatura.	Huera	Arco Regional Continental. (ambiente hi- drotermal).	C.R.N. 32008-13. Solis Varral, J. 1970. Tacimiento El Zancaron Mpio. de Ojo - Caliente, Zac.
74	040740C147	San Leonar El Durango	26135a (63)754	Sn	Sn 0.75-0.3%	Conglomerado y loba rilitica.	Silices, fene- loma, cristali- zados y - cuadros.	Hidrotal de baja temperatura.	Huera	Arco Regional Continental. (ambiente hi- drotermal).	C.R.N. 32008-21. Ocho Moras, H.S. 1959. Minerales de Estado de Baja Ley en San Alonso, Zac.
75	040740C147	San de Guero	225035 103030	Ag	De cal.	Calizas, lutitas y armitas.	Vetillas, filasas re- litas de - calita y candrio.	Hidrotal de baja temperatura.	Huera	Arco Regional Continental. Excluido en rocas calizas.	C.R.N. 32008-20. Solis Varral, J. 1952. Proyecto de muer- ta San de Guero, Mpio. Durango, Zac.
76	015740C137	Valencia	2740 10235	Ag, Pb, Zn (Cu)	Ag 100.0g/t Zn 4.0% Pb 1.4% Cu 0.3%	Andesitas y pizarras.	Clares irro- gulares y veles de finura.	Hidrotal de mediana temperatura.	Oligoceno	Arco Regional Continental. (ambiente hi- drotermal).	C.R.N. 32008. Morales Mendota, J. 1971. Estudio geológico de la zona Valen- cia de la unidad al Dpto. Zac.

IND. C O D I G O	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOT. 1986. CORREO CORRIENTE	CLASIFICACIÓN DETALEADA	LOT Y TUBERÍA	USO DEL YACIMIENTO	EXTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	ESPECIE DE YACIMIENTO	AMBIENTE DE YACIMIENTO	REVISIÓN
77	04:0724C107	La Salud	7340 10302	Ar,Ag	Ar:150.4g/l Ar:1.30g/l	Armasas y lutilas.	Velos y rellenos de fracturas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. Influencia hi- drotermal.	C.R.N. 320082. De la Fuente, E.J. (1979). Estudio geológico nuevo del Dto. de San Grande, Tac.
78	04:0724C107	La Concepción	7340 10304	Ar,Ag	Ar:1.5g/l Ar:170.70g/l	Armasas y lutilas.	Velos de fijura.	Hidrotermal de baja temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. Influencia hi- drotermal.	C.R.N. 320083. De la Fuente, E.J. (1979). Estudio geológico nuevo del Dto. de San Grande, Tac.
79	04:0724C107	Sacramento	7344 10303	Ar,Ag	Ar:1.0g/l Ar:167.0g/l	Armasas y lutilas.	Velos.	Hidrotermal de baja temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. Influencia hi- drotermal.	C.R.N. 320081. De la Fuente, E.J. (1979). Estudio geológico nuevo del Dto. de San Grande, Tac.
80	04:0724C107	La Encarnación	7342 10301	Ar,Ag	Ar:1.05g/l Ar:27.0g/l	Armasas y lutilas.	Velos.	Hidrotermal de baja temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. Influencia hi- drotermal.	C.R.N. 320083. De la Fuente, E.J. (1979). Estudio geológico nuevo del Dto. de San Grande, Tac.
81	04:0724C107	Santa Rita	7342 10300	Ag (Ar)	Ar:17-18g/l	Armasas y lutilas.	Velos.	Hidrotermal de baja temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. Influencia hi- drotermal.	C.R.N. 320082. De la Fuente, E.J. (1979). Estudio geológico nuevo del Dto. de San Grande, Tac.
82	04:0724C107	El Correo	7344 10305	Ar,Ag	Ar:0.1-1g/l Ar:91-201g/l	Armasas y lutilas.	Velos con rellenos de cuarzo y volúmenes de oro y plata.	Hidrotermal de baja temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. Influencia hi- drotermal.	C.R.N. 320081. De la Fuente, E.J. (1979). Estudio geológico nuevo del Dto. de San Grande, Tac.
83	04:0724C107	Arceapiles	7345 10302	Ar,Ag	Ar:18.7g/l	Armasas y lutilas.	Velos de cuarzo con omallas va- luros de oro y plata.	Hidrotermal de baja temperatura.	Oligoceno Mioceno	Arco Magmático Continental. Influencia hi- drotermal.	C.R.N. 320081. De la Fuente, E.J. (1979). Estudio geológico nuevo del Dto. de San Grande, Tac.

REF. C. O. B. 10.0	SITIO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOT. LONG.	COORDENADAS	ELEMENTO METALICO	LEY Y TONELAJE	ROCA ENCAJONANTE	ESTRUCTURA	TIPO DE YACIMIENTO	EPoca METALOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO	REFERENCIA
06	0469724C117	San Matias	2341	10343	Ag, Au	Ag: 95.17g/t Au: 0.17g/t	Lutitas y areniscas	Vetas de filosa.	Hidrotermal de baja temperatura.	Disperso Masivo	Arco Magmatico Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.R.B. 320003. De la Fuente, G.J. (1979). Estudio geológico sobre el Dto. de Rio Grande, Inc.
07	0469724C117	Pala Pala	2341	10301	Ag	Ag: 30.9g/t	Lutitas y areniscas.	Vetas de filosa.	Hidrotermal de baja temperatura.	Disperso Masivo	Arco Magmatico Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.R.B. 320003. De la Fuente, G.J. (1979). Estudio geológico sobre el Dto. de Rio Grande, Inc.
08	0469724C117	San Diego	2341	10300	Ag, Au	Ag: 173.1g/t Au: 0.2g/t	Lutitas y areniscas.	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Disperso Masivo.	Arco Magmatico Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.R.B. 320003. De la Fuente, G.J. (1979). Estudio geológico sobre el Dto. de Rio Grande, Inc.
07	0469724C117	Ti Lom	2341	10302	Ag	Ag: 7.7g/t	Lutitas y areniscas.	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Disperso Masivo.	Arco Magmatico Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.R.B. 320003. De la Fuente, G.J. (1979). Estudio geológico sobre el Dto. de Rio Grande, Inc.
00	0469724C117	San Carlos	2345	10304	Ag, Au	Ag: 90.0g/t Au: 1.0g/t	Lutitas y areniscas.	Vetas con volúmenes de oro y plata en ganga de cuarzo.	Hidrotermal de baja temperatura.	Disperso Masivo.	Arco Magmatico Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.R.B. 320003. De la Fuente, G.J. (1979). Estudio geológico sobre el Dto. de Rio Grande, Inc.
09	0469724C117	Mocha	2342	10399	Ag	Ag: 8.5g/t	Areniscas y lutitas.	Vetas.	Hidrotermal de baja temperatura.	Disperso Masivo	Arco Magmatico Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.R.B. 320003. De la Fuente, G.J. (1979). Estudio geológico sobre el Dto. de Rio Grande, Inc.
00	0469724C117	Apella Mexicana	2344	10303	Ag, Au	Ag: 179.0g/t Au: 0.17g/t	Areniscas y lutitas.	Vetas de filosa.	Hidrotermal de baja temperatura.	Disperso Masivo	Arco Magmatico Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.R.B. 320003. De la Fuente, G.J. (1979). Estudio geológico sobre el Dto. de Rio Grande, Inc.

NUM. C. D. D. 10.9	SITIO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LAT. LONG.	ELEMENTO METALICO	LEY Y TITULAR	ROCA ENCARNANTE	ESTRUCTURA	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA METALURGICA	NOBLENTE METALURGICO	ASOCIACION
91 041214C137		Tuna delos	2228 18143 2250 18144	Ag, Pb, Zn Fe, Cu	Ag 94.4g/t Pb 15.2g/t Zn 5.51g Cu 0.74g/t Co 0.41	Medioselos metamorfo- zados de la formación Industriera.	Vegeta- ción y montes.	Hidrotermal de sulfuros temperatura.	Siglo IV nuevo	Arco Magmatico Continental. Expulsión en rocas calcáreas.	C.R.M. 32049- Alonso González, S. (1974). Estudio geológico de los depósitos min. de Fe-I, Nuevo, Zac.
92 041214C137		Palmira	2249 18133	Ag, Pb, Zn (Fe)	Ag 1750.4g/t Pb 15.8t Zn 5.9t Cu 0.4g/t	Andesitas y granitos.	Vegeta- ción y ramales.	Hidrotermal de sulfuros temperatura asociado a corrosión.	Nuevo	Arco Magmatico Continental (Andesita bi- drotermal).	C.R.M. 32049-1. Merrera R. Ignacio. (1974). Reconocimiento geo- lógico de la mina Palmas, V. del. Zac.
93 041214C137		San Esteban	225643 0104912	Ag, Pb, Zn (Fe)	Ag 106.4g/t Fe 10.302 Zn 0.343 Pb 5.93	Callosa ligeros y metamorfizada.	Vegeta- ción y montes.	Hidrotermal de sulfuros temperatura.	Siglo IV nuevo	Arco Magmatico Continental. Expulsión en rocas calcáreas.	C.R.M. 32049-3 Merrera R. Ignacio. (1974). Hacia San Esteban en El Dto. de Chalchicomula, Zac.
94 041214C137		Los Corrales	225610 1814730	Ag, Pb, Zn (Fe)	De cal.	Callosa y arena.	Vegeta- ción y diseminados.	Hidrotermal de contacto.	Siglo IV nuevo	Arco Magmatico Continental. Expulsión en rocas calcáreas.	C.R.M. 32049-4. Merrera R. Ignacio. (1974). Informe geológico del fondo minero Los Corrales, Zac.
95 041214C137		La Grulla	224730 1813300	Pb, Zn	De cal.	Andesitas.	Vegeta- ción y montes.	Hidrotermal de baja temperatura.	Siglo IV nuevo	Arco Magmatico Continental. (Andesita bi- drotermal).	C.R.M. 32049-5. Merrera R. Ignacio. (1974). Informe de recono- cimiento del fondo min. La Grulla, Zac.
96 041214C137		Cartagena	224735 1814730	Ag, Pb	De cal.	Esquistos micacita- cos.	Vegeta- ción y montes.	Hidrotermal de baja temperatura.	Siglo IV nuevo	Arco Magmatico Continental. Expulsión en secuencia vol- cánica-sedimen- taria entada.	C.R.M. 32049-6. Merrera R. Ignacio. (1974). Informe del recono- cimiento al fondo min. Cartagena, Zac.
97 041214C137		El Secreto	224636 1814730	Ag, Pb	Ag 3.4g/t Pb 0.1-0.25	Andesitas.	Vegeta- ción y montes.	Hidrotermal de baja temperatura.	Siglo IV nuevo	Arco Magmatico Continental. (Andesita bi- drotermal).	C.R.M. 32049-10. Merrera R. Ignacio. (1974). Informe del recono- cimiento al propo- sito El Secreto, Zac.

NÚM. C. O. S. I. B. D.	SITIO	COORDENADAS DEL PUNTO DE INTERÉS	LAT. LONG. COORDENADAS	ELEMENTO METEOROLÓGICO Y PERÍODO	LEY	USO ENCARGADO	EXPOSICIÓN	TIPO DE TACÓMETRO	EPoca DE TACÓMETRO	ANÁLISIS METEOROLÓGICO	REFERENCIA
98	El Huevo India	2326 1931	Ag, Pb, Fe	Ag 391, Ag 192, 27, 31	Calizas y márm.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	C.R.M. 120497-11. Herrera N. Ignacio. (1971). Informe de la visita al yacimiento de Huevo India, Zac.
99	La Esperanza	2436 191259	Ca	Ca 6.5-1.31	Calizas asociadas a cuerpos ígneos intrusivos ácidos.	Calizas.	Calizas.	Calizas.	Calizas.	Calizas.	C.R.M. 120497. Carrón G. Juan. (1971). Estudio de los yacimientos de Esperanza, Cuel de Oro, Zac.
100	Los Cochinos	2436 191259	Ca	Ca 6.5-1.31	Calizas asociadas a cuerpos ígneos intrusivos ácidos.	Calizas.	Calizas.	Calizas.	Calizas.	Calizas.	C.R.M. 120497. Carrón G. Juan. (1971). Estudio de los yacimientos de Los Cochinos, Cuel de Oro, Zac.
101	La Biscueta	2436 191259	Ca	Ca 6.5-1.31	Calizas en contacto con cuerpos ígneos intrusivos ácidos.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	C.R.M. 120497. Carrón G. Juan. (1971). Estudio de los yacimientos de La Biscueta, Cuel de Oro, Zac.
102	Los Reyes	2436 191259	Ca	Ca 6.5-1.31	Calizas en contacto con cuerpos ígneos intrusivos ácidos.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	Calizas y márm.	C.R.M. 120497. Carrón G. Juan. (1971). Estudio de los yacimientos de Los Reyes, Cuel de Oro, Zac.
103	El Sol y La Luna	2436 19127	Fe, Cu, Pb	Fe 45.72, Cu 6.49%	Calizas y diques graníticos.	Calizas y diques graníticos.	Calizas y diques graníticos.	Calizas y diques graníticos.	Calizas y diques graníticos.	Calizas y diques graníticos.	C.R.M. 120111. Hernández Reyes, J. A. (1971). Estudio geológico del tipo de Sol y Luna, Cuel de Oro, Zac.
104	El Poder	2436 191259	Ag, Cu, Pb, Fe	Ag 3-11g/l	Granulitos y perlit de cuarzo alítico.	Granulitos.	Granulitos.	Granulitos.	Granulitos.	Granulitos.	C.R.M. 120112. Herrera N. Ignacio. (1971). Proyecto El Poder, Palmarito, Zac.
105	El Huevo	2447 19429	Ag, Pb, Fe	Ag 7-15g/l, Pb 44-79g/l	Calizas.	Calizas.	Calizas.	Calizas.	Calizas.	Calizas.	C.R.M. 120111. Herrera N. Ignacio. (1971).

NÚM. C. P. S. 16 0	SIMPLE	NOMBRE DEL INVESTIGADOR	COORDENADAS	ELEVACIÓN	LEY Y FUENTE	ROCA EXAMINADA	ESTRATIGRAFÍA	TIPO DE YACIMIENTO	EPISIO	MATERIAL	ANÁLISIS	REFERENCIA
106	05-0724C-137	Cabrero (Cabo Arroyo)	24516	1012577	Ca	Dist. 4-7.70 475, 000m	Calizas, lóssiles y areniscas asociadas a compas, lapas intra- alivas acídicas.	Calizas.	Microfossils de sedimento temperatura.	Disperso Bucaro	Arco Magmático Continental. Emplazado en volcanes calderas.	1979a. Estudios geológicos sobre el Lago Izhu Rial, G. de Pinar, Jac.
107	06-0724C-137	Supremo Cerro de Jesús	2110	101229	Ca, Mg (Ca)	Dist. 7-7.70 475-1000 g/t	Ignorables y lóssiles riniticos.	Restos de flora y fauna.	Microfossils de sedimento temperatura.	Disperso Bucaro	Arco Magmático Continental. Emplazado en volcanes calderas.	1979a. Estudios geológicos sobre el Lago Izhu Rial, G. de Pinar, Jac.
108	06-0724C-137	El Barro	2110	101229	Ca, Mg (Ca)	Dist. 7-7.70 475-1000 g/t	Ignorables y lóssiles riniticos.	Restos de flora y fauna.	Microfossils de sedimento temperatura.	Disperso Bucaro	Arco Magmático Continental. Emplazado en volcanes calderas.	1979a. Estudios geológicos sobre el Lago Izhu Rial, G. de Pinar, Jac.
109	06-0724C-137	Piñas	22150	1012501	Ca, Mg	Dist. 7-7.70 475-1500 g/t	Ignorables y lóssiles riniticos.	Restos de flora y fauna.	Microfossils de sedimento temperatura.	Disperso Bucaro	Arco Magmático Continental. Emplazado en volcanes calderas.	1979a. Estudios geológicos sobre el Lago Izhu Rial, G. de Pinar, Jac.
110	07-0724C-137	San Juan Castellano	22060	1012799	Ca (Ca, Fe)	Dist. cal.	Caliza y lóssiles riniticos.	Restos de flora.	Microfossils de sedimento temperatura.	Disperso Bucaro	Arco Magmático Continental. Emplazado en volcanes calderas.	1979a. Estudios geológicos sobre el Lago Izhu Rial, G. de Pinar, Jac.
111	08-0724C-137	San Juan	22060	1012792	Ca	Dist. cal.	Calizas.	Restos de flora.	Microfossils de sedimento temperatura.	Disperso Bucaro	Arco Magmático Continental. Emplazado en volcanes calderas.	1979a. Estudios geológicos sobre el Lago Izhu Rial, G. de Pinar, Jac.
112	10-0724C-137	San Juan	22060	1012792	Ca (Ca)	Dist. 10-12 Dist. 1-30. 47	Calizas.	Restos de flora.	Microfossils de sedimento temperatura.	Disperso Bucaro	Arco Magmático Continental. Emplazado en volcanes calderas.	1979a. Estudios geológicos sobre el Lago Izhu Rial, G. de Pinar, Jac.

NUM. C. D. D. S. S.	SIMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LAT. LONG. CORRECCION	CLASIFICACION Y TIPOLOGIA	LEY	ROCA (S) DESCRIPCION	ESTRUCTURAS	TIPO DE YACIMIENTO	EDADA METEORITICA	AMBIENTE METEORITICO	REFERENCIA
Mito de Burea, Inc.											
113	45a1204C147	Cerro Pando	2731 10134	Ca	Gr2.5-5.75	Pizarra arenada a cuerpos ligeros intrusivos.	Bautas y vetas de filita.	Metamorfismo de baja temperatura.	Mioceno	Arco Magmatico Continental, Ambiente extraterrestre.	C.R.H. 120147. Bruno S. Rumball. 1977. Informe geológico sobre Mito. Villa Guastalla de Copacabana.
114	46a1204C157	Caballo Prieto	2930 10136	Ag, Pb, Zn	Gr cal.	Calizas arenadas a cuerpos intrusivos.	Vetas tabulares, chimeneas y diseminadas.	Metamorfismo de mediana temperatura.	Mioceno	Arco Magmatico Continental, Epizone de rocas calcáreas.	C.R.H. 120155. Andrzej G. 1974. Informe geológico sobre Mito. de Melchior de Copacabana.
115	16a1204C147	La Esperanza El Burillo	2730 10213	Ca	Gr3.8-10.75 100,0000	Lentillas calcáreas a calizas.	Bautas, cuerpos tabulares y lentillas.	Metamorfismo de baja temperatura.	Mioceno	Arco Magmatico Continental, Epizone de rocas calcáreas.	C.R.H. 120156. Sola Verrath, J. 1971. Trabajo monográfico sobre el Mito. de Villa de Cañal.
116	16a1204C147	La Calarada	273030 1044730	Ca	Gr2.25-0.5	Lentillas calcáreas.	Lentillas y lentillas.	Metamorfismo de baja temperatura.	Mioceno	Arco Magmatico Continental, Epizone de rocas calcáreas.	C.R.H. 120156. Sola Verrath, J. 1971. Trabajo monográfico sobre el Mito. de Villa de Cañal.
117	16a1204C147	Panadero Burillo	241710 1034970	Ca Ag, Pb	Gr34.05 Pb:0.5-0.15	Calizas y lentillas rítmicas, lentillas y lentillas rítmicas.	Vetas tabulares, lentillas y diseminadas.	Metamorfismo de mediana temperatura.	Mioceno	Arco Magmatico Continental, Ambiente extraterrestre.	C.R.H. 120156. Sola Verrath, J. 1971. Reconocimiento del fondo Panadero Burillo de Cañal.
118	45a1204C157	Barro Guadalupe	2437 10136	Ca	Gr cal.	Calizas arenadas a granularidad.	Vetas, lentillas y chimeneas.	Metamorfismo de mediana temperatura, asociado a intrusivos.	Mioceno	Arco Magmatico Continental, Epizone de rocas calcáreas.	C.R.H. 120160. Sola Verrath, J. 1975. Geología del lito Barro Guadalupe. Mito de Cañal de Cañal.
119	46a1204C157	El Zafiro	2436 10129	Ag, Pb, Zn (Ca)	Gr12-12047 Pb:0.5-0.75 Zn:0.7-0.45 Ca:0.15	Calizas arenadas a granularidad.	Chimeneas, vetas y lentillas.	Metamorfismo de mediana temperatura.	Mioceno	Arco Magmatico Continental, Epizone de rocas calcáreas.	C.R.H. 120162. Meléndez B, Jorge. 1975. Informe geológico sobre de la zona II

IND. C. O. O. 10.0	SIMBOL	ANOMALIA DEL MAGNETISMO	LAT. LONG. COORDENADAS	ALTIMETRIA METRICA	LEY Y TENDENCIA	ROCA LOCAL/PROYECTO	OPORTUNIDAD	TIPO DE VULCANISMO	ERUPCA METALOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO	REFERENCIA	
Tatira C. del Oro, Tac.												
130	01007700127		El Marañón	2530 10531	En	Obs. 500 162,000m	Basaltos y brechas volcánicas.	Volcan de fi- sura, dismi- nución y con- centración magnética.	Subvolcánico, hiperfocal y neovolcánico.	Basico	Arco Magmático Continental. (Ambiente hi- drotermal).	C.R.N. 32019. Martínez Rasso G. 1973). Evaluación geológica del fondo El Marañón Mpio. San Andrés, Tac.
131	01007700127		La Colación	2529 10524	En	Obs. 5263	Basaltos.	Volcan de fi- sura dismi- nución y con- centración magnética.	Subvolcánico, hiperfocal y neovolcánico.	Basico	Arco Magmático Continental. (Ambiente hi- drotermal).	C.R.N. 32019. Martínez Rasso G. 1973). Evaluación geológica del fondo El Marañón Mpio. San Andrés, Tac.
132	01007700127		Morales	2516 10530	En	Obs. 07-0.132	Basaltos.	Volcan de fumar y disminución.	Hidrotermal de alta temperatura.	Basico	Arco Magmático Continental. (Ambiente hi- drotermal).	C.R.N. 32019. Braz G. Brando. 1979). Reconocimiento de los Iles Morales, La Fe-V. García, Tac.
133	01007700127		La Fe 1, 2, 3	2515 10530	En	Obs. 0.041	Basaltos.	Volcan de fumar y disminución.	Hidrotermal de alta temperatura.	Basico	Arco Magmático Continental. (Ambiente hi- drotermal).	C.R.N. 32019. Braz G. Brando. 1979). Reconocimiento de los Iles Morales, La Fe-V. García, Tac.
134	00013040137		El Cajón	24030 101200	Ag, Pb (Cu, Zn)	Ag: 100.0p/1 Pb: 13-10% Obs. 1-1.1g/1 Obs. 1-0.25	Calizas	Chimanes	Hidrotermal de mediana temperatura.	Oligoceno Basico	Arco Magmático Continental. Erguido en rocas calizas.	C.R.N. 32020. Correa Riquelme R.L. 1980). Estudio geológico sobre el arco el Cajón, H. Balam, Tac.
135	00013040137		Cerro Verde	2434 10130	Pb, Zn (Ag)	Pb: 0.0162 Zn: 0.015	Calizas alteradas por silificación.	Volcan y volcanes.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Oligoceno Basico	Arco Magmático Continental. Erguido en rocas calizas.	C.R.N. 32023. Fonseca F. Carlos. 1980). Geología del valle de Marañón, Mpio. de Marañón, Tac.
136	00013040137		Las Platas	25279 100054	Ag, Pb, Fe	Ag: 30.3p/1 Pb: 1.025 Zn: 0.191	Rocas calizas altera- das y silíceas.	Volcan, fumar y volcanes.	Hidrotermal de alta temperatura.	Oligoceno Basico	Arco Magmático Continental. Erguido en rocas calizas.	C.R.N. 32024. Zúñiga S. J. Fco. 1980). Estudio geológico sobre de Las Platas

IND. C. O. 10 0	SIMBOL	NUMERO DEL VOUCHER	LONG. LAT.	GRUPO METALICO	LEY Y TITULO	ROCA ENCASQUETADA	OPORTUNIDAD	TIPO DE YACIMIENTO	EDICA METALOGENETICA	AMBIENTE METALOGENETICO	REFERENCIA
127	04013040C147	Donito Juarez	2225 10136	Gr Al	Gr cal.	Calizas, calizas y lótilos micromicriticos.	Vetas, columnas y ramilletes.	Metamorfismo de baja temperatura.	Diagenesis	Arco Magmatico Continental. Exploración en raras calizas.	C.R.M. 320725. Almadén S. Burgos. (1980). Geología de los depósitos minerales de Donito Juarez, Inc.
128	10413240C147	Rancharito	2541 10210	Gr Al	Gr. 100	Areniscas, lótilos y calizas.	Vetas y vetillas.	Metamorfismo de baja temperatura.	Diagenesis	Arco Magmatico Continental. Exploración en raras calizas.	C.R.M. 320726. De la Fuente S.J. (1980). Geología de la zona La Rancharito Villa de Cos, Inc.
129	04013040C127	La Blanca	2041 10136	Gr, Pb, Zn	Gr. 299.96% Pb 0.299 Zn 0.411	Calizas, lótilos y granodiorita.	Vetas de falla.	Metamorfismo de alta temperatura.	Diagenesis	Arco Magmatico Continental. Exploración en raras calizas.	C.R.M. 320728. Arsan S. Burgos. (1980). Estudio geológico sobre la La Blanca. Mpio. Durango, Inc.
130	04013040C137	Balcon Quemado	2538 10430	Gr, Pb, Zn Pb	Gr. 294.45 Pb 0.662 Zn 0.775 Gr. 0.191	Calizas y lótilos micriticos a raras ligeros intrusivos.	Vetas lótilos, calizas, formaciones tabulares rollones de finura y ramilletes.	Metamorfismo de mediana temperatura.	Diagenesis	Arco Magmatico Continental. Exploración en raras calizas.	C.R.M. 320729. Lugo S. Burgos. (1979). Proyecto Balcon Quemado mineral de la zona Mpio. Chihuahua, Inc.
131	04013040C127	Aplicación del Refugio	2040 10351	Gr, Pb Al, Pb	Gr. 171.96% Pb 0.732 Gr. 0.191	Calizas en contacto con granodiorita.	Chimeneas.	Metamorfismo de alta temperatura.	Diagenesis	Arco Magmatico Continental. Exploración en raras calizas.	C.R.M. 320732. Arsan S. Burgos. (1979). Geología del Jato Aplicación del Refugio, Mpio. Durango, Inc.
132	04013040C137	Don de Barro	2529 10351	Gr, Pb, Zn Al	Gr. 24.96% Zn 0.75.191 Pb 0.491 Gr. 0.291	Calizas, areniscas, calizas y lótilos.	Vetas y vetillas.	Metamorfismo de mediana temperatura.	Diagenesis	Arco Magmatico Continental. Exploración en raras calizas.	C.R.M. 320734. Almadén S. Burgos. (1980). Exploración en el fondo 2 de Barro. Chihuahua, Inc.
133	04013040C127	San Rafa	200013 1013530	Gr, Pb, Zn Al	Gr. 106.33% Pb 0.662 Zn 0.491 Gr. 0.54% Al 0.662	Calizas y lótilos micriticos a raras granodioritas.	Vetas de falla y fractura.	Metamorfismo de mediana a alta temperatura.	Diagenesis	Arco Magmatico Continental. Exploración en raras calizas.	C.R.M. 320735. Arsan S. Burgos. (1980). Geología del Jato

EMPL. C. G. R. D. O.	SITIO	COORD. DEL TUBERCULO	LONG. LAT. COORDENADAS	CLASIFICACION DETALLES Y TUBERCULO	OTROS DIAGNOSTICOS	DESCRIPCION	TIPO DE TUBERCULO	POSEA METAMORFICA	ANALISIS METAMORFICO	REFERENCIA
14, 719, 2110										Sta. Rita, Depto de Chichimiltes, Yuc.
134	0440704C127	El Aguila	2750 10215	Ap, P, Ia Pul. 763 Dens. 195	Ap. 750, Ap. 1 Pul. 763 Dens. 195	Amesites.	Volcan de fuma.	Hidrotermal de alta temperatura.	Digresivo Rocoso	Arco Magmatico Continental. Ambiente hidrotermal. C.R.N. 320740. De la Fuente S. (1980). Geología de la zona El Aguila Depto. de Yucatán, Yuc.
133	0440704C127	El Falso	2524 10340	Ap, P, Ia Ia	Ap. 120, Ap. 1 Pul. 172 Dens. 21 Dens. 12g/l	Calizas y lutitas asociadas a cuerpos igneos intrusivos andes.	Volcan de falla y ramales.	Hidrotermal de alta temperatura.	Digresivo Rocoso	Arco Magmatico Continental. Ejemplares en rocas calcáreas. C.R.N. 320741. Alonso S. Gargu. (1978). Geología del fondo nuevo El Falso, Depto de Chichimiltes, Yuc.
136	0440704C127	Talayotilla.	2529 10330	Ap, P, Ia Ia	Ap. 11-10g/l Pul. 1-2-3-4 Dens. 21 Dens. 21	Esfera de granito y brechas calcáreas.	Volcan de fuma.	Hidrotermal de alta temperatura del tipo relieve de fuma.	Digresivo Rocoso	Arco Magmatico Continental. Ambiente hidrotermal. C.R.N. 320742. Alonso S. Gargu. (1978). Geología del fondo nuevo Talayotilla. Chichimiltes, Yuc.
137	0440704C127	Barillo La Luz del Barillo	2530 10331	Ap, P, Ia Ia	Ap. 11-71g/l Pul. 432 Dens. 207 Dens. 11g/l	Barillo, esfera de granito y brechas.	Volcan y volcan de fuma.	Hidrotermal de alta temperatura.	Digresivo Rocoso	Arco Magmatico Continental. Ambiente hidrotermal. C.R.N. 320743. Alonso S. Gargu. (1978). Geología de la zona Barillo distrito de Chichimiltes, Yuc.
138	0440704C127	Sta Rita	2529 10330	Ap, P, Ia Ia	Ap. 17-10g/l Pul. 1-2-3-4 Dens. 247 Dens. 12g/l	Calizas y pánfido carbonatificadas.	Volcan de fuma y falla y fracturas.	Hidrotermal de alta temperatura típico de relieve de fuma.	Digresivo Rocoso	Arco Magmatico Continental. Ejemplares en rocas calcáreas. C.R.N. 320744. Herrera R. Ignacio. (1978). Geología de la zona Sta Rita Depto. de Chichimiltes, Yuc.
139	0440704C127	Restauradora	2524 10340	Ap, P, Ia Ia	Ap. 64, Ap. 1 Pul. 342 Dens. 247 Dens. 11g/l	Calizas y lutitas.	Volcan, relieve de fuma, brechas y andes.	Hidrotermal de ambiente temperatura.	Digresivo Rocoso	Arco Magmatico Continental. Ejemplares en rocas calcáreas. C.R.N. 320745. Herrera R. Ignacio. (1978). Geología de la zona Restauradora, Depto Chichimiltes, Yuc.
140	0440704C149	Los Amosillos	270010 104220	Ap, P, Ia Ia, Ia	Ap. 67.3g/l Dens. 232 Pul. 433	Calizas recristalizadas, lutitas, brechas y andes.	Volcan y andes.	Hidrotermal de ambiente a baja temperatura.	Digresivo Rocoso	Arco Magmatico Continental. Ejemplares en rocas calcáreas. C.R.N. 320746. Jarama C.J.Fca. (1980). Informe del fondo -

IND. C. D. 15 B	SÍMBOLO	USUARIO DEL FACTORIO	EST. LUGAR	CLASIFICACION	LEY	USO DE LA FUNDICION	ESTRUCTURA	TIPO	EPICA	AMBIENTE	USOS DEL PRODUCTO	INDICACIONES
141	001304C147	Corro Blanco Corro de Aluminio	2933 10431	0	De cal.	Calizas y lutilitas.	Basas y maestros.	Monotermal de baja temperatura.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Equipado en fases calcáreas.	C.N.R. 320251. Morrera R. Ignacio. (1974). Depósitos de enton- que en los Edos. de Tuc. y Agta.	Los Amolillos, Pinar del Rio, Chichibuato, Yuc.
142	001304C147	Corro La Comandante	272630 104179	0	De cal.	Calizas y lutilitas.	Basas (irre- gulares).	Monotermal de baja temperatura.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Equipado en fases calcáreas.	C.N.R. 320251. Morrera R. Ignacio. (1974). Depósitos de enton- que en los Edos. de Tuc. y Agta.	
143	001304C147	La Joya	273105 103300	0	De cal.	Calizas, arcillas y lutilitas.	Basas (irre- gulares y maestros).	Monotermal de baja temperatura.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Equipado en fases calcáreas.	C.N.R. 320251. Morrera R. Ignacio. (1974). Depósitos de enton- que en los Edos. de Tuc. y Agta.	
144	001304C147	Loma de la Comandante	273220 1079410	0	De cal.	Calizas y lutilitas.	Basas y maestros.	Monotermal de baja temperatura.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Equipado en fases calcáreas.	C.N.R. 320251. Morrera R. Ignacio. (1974). Depósitos de enton- que en los Edos. de Tuc. y Agta.	
145	001304C147	Chaparral Pastor	273020 100900	0	De cal.	Calizas y arcillas.	Basas, maestros y relleno de fina.	Monotermal de baja temperatura.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Equipado en fases calcáreas.	C.N.R. 320251. Morrera R. Ignacio. (1974). Depósitos de enton- que en los Edos. de Tuc. y Agta.	
146	001304C147	San Marcelino Isla de Marfil	273020 101270	0	De cal.	Calizas y calizas.	Basas, maestros y relleno de fina.	Monotermal de baja temperatura.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Equipado en fases calcáreas.	C.N.R. 320251. Morrera R. Ignacio. (1974). Depósitos de enton- que en los Edos. de Tuc. y Agta.	
147	001304C147	El Cuyo en Corro Los Palmar	2210 10134	0	De cal.	Calizas, calizas y tobos rutilicos.	Basas de fractura.	Monotermal de baja temperatura.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Equipado en fases calcáreas.	C.N.R. 320251. Morrera R. Ignacio. (1974). Depósitos de enton- que en los Edos. de Tuc. y Agta.	

NO. C O R D O	SÍMBOLO	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LAT. LONG.	ELEMENTO METÁLICO	LEY Y PUNTAJE	ROCA ENCAMARQUE	ESPECTROSCOPIO	TIPO DE TACHIMIENTO	ÉPOCA METALOGÉNICA	AMBIENTE METALOGÉNICO	REFERENCIA
148	04c0704C137	Manzanera	245030 1013017	Ag, Pb, Zn (Cu)	Ag 24.0g/t Pb 0.311 Zn 0.231 Cu 0.071	Areniscas y lutitas.	Opticos.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Olígeoceno Huacana	Área Neogénica Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.B.R. 120253. Arias Gutiérrez R.A. (1981). Reconocimiento geológico número del - Dto. de H. Huacana, Tac.
149	07c0704C137	El S. S. H.	2450 1013036	Pb, Zn	No cal.	Lutitas y areniscas.	Opticos.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Olígeoceno Huacana	Área Neogénica Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.B.R. 120253. Arias Gutiérrez R.A. (1981). Reconocimiento geológico número del - Dto. de H. Huacana, Tac.
150	04c0704C137	Torre Blanca	244950 1013730	Ag, Pb	No cal.	Areniscas y lutitas.	Opticos de falla.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Olígeoceno Huacana	Área Neogénica Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.B.R. 120253. Arias Gutiérrez R.A. (1981). Reconocimiento geológico número del - Dto. de H. Huacana, Tac.
151	04c0704C137	H. - Japane	240002 1013732	Ag, Pb	No cal.	Areniscas, lutitas y diques granodioríticos.	Opticos de falla.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Olígeoceno Huacana	Área Neogénica Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.B.R. 120253. Arias Gutiérrez R.A. (1981). Reconocimiento geológico número del - Dto. de H. Huacana, Tac.
152	04c0704C137	Alondra	244950 1013730	Ag, Pb, Zn	No cal.	Areniscas y lutitas.	Opticos de falla.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Olígeoceno Huacana	Área Neogénica Continental. (Ambiente hidrotermal).	C.B.R. 120253. Arias Gutiérrez R.A. (1981). Reconocimiento geológico número del - Dto. de H. Huacana, Tac.
153	04c0704C137	Huayajero	2449 1013730	Ag, Pb, Zn (Cu)	Ag 150.0g/t Pb 2.05 Zn 1.01	Lutitas y areniscas.	Ópticos.	Hidrotermal tipo de contacto.	Olígeoceno Huacana	Área Neogénica Continental. Explorado en raras calderas.	C.B.R. 120253. Arias Gutiérrez R.A. (1981). Reconocimiento geológico número del - Dto. de H. Huacana, Tac.
154	04c0704C137	Tarataca II	245030 1013730	Ag, Ag	No cal.	Muro de granito, calizas, areniscas y diques granodioríticos.	Ópticos.	Hidrotermal tipo de contacto.	Olígeoceno Huacana	Área Neogénica Continental. Explorado en raras calderas.	C.B.R. 120253. Arias Gutiérrez R.A. (1981). Reconocimiento geológico número del - Dto. de H. Huacana, Tac.

NO. C O D O	SIMBOLO	INDIC DEL INSTRUMENTO	LOT. LOTE	CLASIFICACION	LEY Y VOUCHER	ROCA EXAMINADA	OTROS DATOS	TIPO DE INSTRUMENTO	UNIDAD METEOROLÓGICA	CONDICIONES METEOROLÓGICAS	REFERENCIA
											logica nueva del - Pto. de S. Roque, Inc.
155	0461304C157		Corona II	244782 1913749	Ag. Pto. To de cal.	Calisco.	Otros de falla.	Medidor de de ambiente temperatura.	Dispositivo Bucaro	Aire Neopático Continental. Equipado en races calderas.	C.R.N. 124253. Aires del Norte H.A. Reconocimiento geo- logico nuevo del - Pto. de S. Roque, Inc.
156	0461304C157		La Manzanera	244782 1913473	Ag. Pto. To 10m	Ag. 22. Ag. 1 Cero. 95 Pto. 11 2447.042	Calisco.	Otros de falla.	Medidor de de ambiente temperatura.	Dispositivo Bucaro	C.R.N. 124253. Aires del Norte H.A. Reconocimiento geo- logico nuevo del - Pto. de S. Roque, Inc.
157	0461304C157		San Rosa	244782 1913749	Ag. Pto. To	Ag. 24. 000/1 Pto. 2-10.41 2447.91	Calisco.	Otros de falla.	Medidor de de ambiente temperatura.	Dispositivo Bucaro	C.R.N. 124253. Aires del Norte H.A. (1981). Reconocimiento geo- logico nuevo del - Pto. de S. Roque, Inc.
158	0461304C157		Coronado	244827 1913812	Ag. Pto. To	Ag. 10-1400/1 Pto. 5-3.22 2447.9-2.47	Calisco.	Otros de falla.	Medidor de de ambiente temperatura.	Dispositivo Bucaro	C.R.N. 124253. Aires del Norte H.A. (1981). Reconocimiento geo- logico nuevo del - Pto. de S. Roque, Inc.
159	0461304C157		Camelaria	244891 1913727	Ag. Pto. To	Ag. 10. Ag. 1 Pto. 2.22 2447.143	Calisco.	Otros de falla.	Medidor de de ambiente temperatura.	Dispositivo Bucaro	C.R.N. 124253. Aires del Norte H.A. (1981). Reconocimiento geo- logico nuevo del - Pto. de S. Roque, Inc.
160	0461304C157		El Aguila	244897 1913715	Ag. Pto. To	Ag. 120. Ag. 1 Pto. 7.042 2447.002	Calisco.	Otros de falla.	Medidor de de ambiente temperatura.	Dispositivo Bucaro	C.R.N. 124253. Aires del Norte H.A. (1981). Reconocimiento geo- logico nuevo del - Pto. de S. Roque, Inc.
161	0461304C157		Sancho	244754 1913770	Ag. Pto. To	Ag. 100. Ag. 1 Pto. 3.01 2447.333	Calisco.	Otros de falla.	Medidor de de ambiente temperatura.	Dispositivo Bucaro	C.R.N. 124253. Aires del Norte H.A. (1981). Reconocimiento geo- logico nuevo del - Pto. de S. Roque, Inc.

IND. C. P. D. B.	SERIES	UBICACIÓN DEL VEHICULO	LOT. LONG. ALTITUD	CLASIFICACION	LEY Y REGLAS	USO	RECOMENDACIONES	CONDICIONES	TIPO DE VEHICULO	ESPECIFICACIONES	AMBIENTE	REFERENCIA
142	0401204E137	La Esperanza	240410 1013730	Ag, Pb, Zn	Ag:10-30g/l Pb:0.01 Zn:0.125	Calizas	Lentes y vetas de caliza.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Higroscopico	Resaca	Arco Magmatico Continental. Explorado en raras calizas.	C.R.N. 326251. Arias Gutierrez H.A. (1981). Recomendaciones geológicas sobre el - Dpto. de H. Campesino, Tac.
143	0401204E137	El Encarnación	240410 1013727	Ag, Pb, Zn	Ag:30-150g/l Pb:7.01 Zn:7.75 As:0.7g/l	Calizas.	Vetas de caliza.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Higroscopico	Resaca	Arco Magmatico Continental. Explorado en raras calizas.	C.R.N. 326251. Arias Gutierrez H.A. (1981). Recomendaciones geológicas sobre el - Dpto. de H. Campesino, Tac.
144	0401204E137	La Fortuna	240410 1013730	Ag, Pb, Zn	Ag:100-50g/l Pb:2.01 Zn:1.01	Calizas y areniscas.	Vetas de caliza.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Higroscopico	Resaca	Arco Magmatico Continental. Explorado en raras calizas.	C.R.N. 326251. Arias Gutierrez H.A. (1981). Recomendaciones geológicas sobre el - Dpto. de H. Campesino, Tac.
145	0401204E137	Guadalupe	240410 1013804	Ag, Pb, Zn	Ag:440-50g/l Pb:19.51 Zn:7.01	Calizas.	Vetas de caliza.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Higroscopico	Resaca	Arco Magmatico Continental. Explorado en raras calizas.	C.R.N. 326251. Arias Gutierrez H.A. (1981). Recomendaciones geológicas sobre el - Dpto. de H. Campesino, Tac.
146	0401204E137	La Encarnación	240410 1013942	Ag, Pb, Zn	Ag:1340-50g/l Pb:3.01 Zn:5.01	Arenas granodioríticas y calizas.	Vetas de feldspato y calizas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Higroscopico	Resaca	Arco Magmatico Continental. Explorado en raras calizas.	C.R.N. 326251. Arias Gutierrez H.A. (1981). Recomendaciones geológicas sobre el - Dpto. de H. Campesino, Tac.
147	0401204E137	Caba Tercera	240410 1013700	Ag, Pb, Zn	Ag:525-50g/l Pb:3.01 Zn:0.795 Cu:0.125	Granodioritas, areniscas y calizas.	Vetas de feldspato y brechas mineralizadas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Higroscopico	Resaca	Arco Magmatico Continental. Explorado en raras calizas.	C.R.N. 326251. Arias Gutierrez H.A. (1981). Recomendaciones geológicas sobre el - Dpto. de H. Campesino, Tac.
148	0401204E137	Peta Azul	240410 1013710	Ag, Pb, Zn	Ag:800-50g/l Cu:0.01 Pb:7.01 As:0.01	Barro de granito.	Granodioritas.	Prometastático de contacto asociado a procesos hidrotermal.	Higroscopico	Resaca	Arco Magmatico Continental. Explorado en raras calizas.	C.R.N. 326251. Arias Gutierrez H.A. (1981). Recomendaciones geológicas sobre el - Dpto. de H. Campesino, Tac.

NUM. C. D. D. O.	SÍMBOLO	NOMBRE DEL VECINARIO	LOT. (MIL. CUADROS VECINARIOS)	REPERO DETALLADO	LEY Y VOLUMEN	OTRO DOCUMENTO	CONSTRUCCIONES	TIPO DE INSTRUCCIÓN	ÉPOCA METEOROLÓGICA	AMBIENTE METEOROLÓGICA	REFERENCIA
176	040724C137	La Califorma	224533 107300	Ag, Ph, Fe	Ag: 65.70g/l Fe: 5.70g Ph: 1.20	Andesitas.	Volcan de Parí- no de rano y climas al- ternales.	Hidrotal de medio a alta temperatura.	Higroscopio Bucara	Arco Neopático Continental. Ambiente al- ternales.	C.R.N. 320763. De la Fuente S.J. (1961). Geología de la zona La Califorma, Bta. de Guadalupe, Zac.
177	040724C137	San Baró	224633 107403	Ag, Ph	Ag: 740.0g/l Ph: 1.01	Calizas, talitas y granodioritas.	Volcan.	Hidrotal de media tempe- ratura del tipo de rollena de fibras.	Higroscopio Bucara	Arco Neopático Continental. Ejemplares en rocas calcáreas.	C.R.N. 320763. De la Fuente S.J. (1961). Geología de la zona San Baró, Bta. de Guadalupe, Zac.
178	040724C147	La Comandante	224633 107407	Ag, Ph	Ag: 740.0g/l Ph: 1.3-1.92	Isos rasilificas.	Volcan y balnea.	Hidrotal de baja temperatura.	Higroscopio Bucara	Arco Neopático Continental. Ambiente al- ternales.	C.R.N. 320763. De la Fuente S.J. (1961). Fondo nuevo de la Comandante, Bta. de Chalchicomula, Zac.
179	040724C137	La Reyna	224633 107407	Ag, Ph, Fe	Ag: 65.70g/l Fe: 4.72 Ph: 0.61	Párida rasilificas.	Volcan de falla.	Hidrotal de medio a alta temperatura.	Higroscopio Bucara	Arco Neopático Continental. Ambiente al- ternales.	C.R.N. 320763. Jarama Castro S.J. (1961). Estudio geológico de la zona La Reyna, Bta. de Guadalupe, Zac.
180	040724C147	San Vicente II	224633 107330	Ag	Ag: 130.0g/l	Isos rasilificas, rasilificas y conglomerados.	Volcan.	Hidrotal de baja temperatura.	Higroscopio Bucara	Arco Neopático Continental. Ambiente al- ternales.	C.R.N. 320763. De la Fuente S.J. (1961). Monstron de los San Vicente II Bta. de Guadalupe, Zac.
181	040724C137	Chalchicomula	224633 107310	Ag, Ph, Fe	Ag: 171.0g/l Fe: 4.62	Calizas asociadas a rocas ígneas intru- sivas ácidas.	Volcan de fi- erra y climas alternales.	Hidrotal de medio a alta temperatura.	Higroscopio Bucara	Arco Neopático Continental. Ejemplares en rocas calcáreas.	C.R.N. 320771. De la Fuente S.J. (1961). Geología del fondo Chalchicomula, Bta. Chalchicomula, Zac.
182	040724C147	Jerillas	224633 107471	Ag, Ph, Fe	Ag: 171.0g/l Fe: 4.62 Ph: 0.11	Calizas asociadas a rocas ígneas intru- sivas ácidas.	Volcan y balnea.	Hidrotal de baja temperatura.	Higroscopio Bucara	Arco Neopático Continental. Ejemplares en rocas calcáreas.	C.R.N. 320772. Castro S. Santiago. (1961). Geología de la zona Jerillas, Bta. de Guadalupe, Zac.

MAP. C. D. 100	SIMBOL	COORDEN. DEL PUNTO	COORDEN. CORRESP.	LAT. LONG. METEOROL.	LEY Y TENDENCIA	USO ECONOMICO	ESTRUCTURAS	TIPO DE VACIAMIENTO	EROSION METALURGICA	AMBIENTE METALURGICO	REFERENCIA
101	041394C147	La Luz	251047 103290	Ap. 4p. 0p.	Ap. 1.0-4p/1 Ap. 4p-0p/1 P. 0.5-1.75	Calizas, talitas y diques ríafitos.	Huacales y clapas sin- ralizadas.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Disipacion Bucosa	Arco Magmatico Continental. Influencia cal- cárea.	C.R.M. 320276. Brazos Carlos R.A. (1983). Estudio geológico de la zona La Luz, Q. de Jimenez de Toluca, Jal.
104	041394C147	Amegilla	252630 103447	Ap. 4p.	Ap. 1.0-4p/1 P. 0.27-0.5	Calizas y talitas.	Huacales y amoles.	Hidrotermal de baja temperatura.	Disipacion Bucosa	Arco Magmatico Continental. Influencia cal- cárea.	C.R.M. 320276. Brazos Carlos R.A. (1983). Geología del fondo cerámico destruido de Chalchihuites, Jal.
105	041394C147	San Rita	252540 103415	Ap. 4p. 3p.	Ap. 1.0-4p/1 P. 0.67-1.75 P. 0.12	Calizas y arena.	Huacales y ramones.	Hidrotermalismo de contacto.	Disipacion Bucosa	Arco Magmatico Continental. Influencia cal- cárea.	C.R.M. 320276. De la Fuente S.J. (1983). Visita al fondo San Rita, Municipio de Chalchihuites, Jal.
106	041394C147	La Escondida	250940 103440	Ap. 4p. 2p.	Ap. 1.0-4p/1 P. 0.07-1.75 P. 0.5-1.53	Calizas asociadas a granodiorita.	Huacales.	Hidrotermal de mediana a alta temperatura.	Disipacion Bucosa	Arco Magmatico Continental. Expulsión en rocas calcáreas.	C.R.M. 320277. De la Fuente S.J. Geología del inte- rior de La Escondida, Chalchihuites, Jal.
107	041394C147	Buenos Aires	252430 103515	Ap. 4p. 3p.	Ap. 1.0-4p/1 P. 0.17-1.75 P. 0.67	Andesitas.	Huacales.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Disipacion Bucosa	Arco Magmatico Continental. Influencia hi- drotermal.	C.R.M. 320276. De la Fuente S.J. (1983). Geología en el lado aplicación Buena - Vista, V. Grande, Jal.
108	041394C147	San Antonio	252415 103540	Ap. 4p.	En cal.	Andesita, diorita y diques muy alterados.	Huacales.	Hidrotermal de mediana temperatura.	Disipacion Bucosa	Arco Magmatico Continental. Influencia hi- drotermal.	C.R.M. 320276. Valderrama R. Alonzo. (1983). Visita a la zona San Antonio, Q. de Vista Grande, Jal.
109	041394C147	Tapach Tapach II	252417 103440	Ap. 4p. 3p.	Ap. 1.0-4p/1 P. 0.17-1.75 P. 0.02	Calizas asociadas a granodiorita.	Huacales.	Hidrotermal de baja temperatura.	Disipacion Bucosa	Arco Magmatico Continental. Influencia cal- cárea.	C.R.M. 320281. Brazos Carlos R.A. (1983). Geología de las fan- des Tapach I y II. Chalchihuites, Jal.
100	041394C147	Los Oreganos	252416 103400	Ap. 4p. 3p.	Ap. 1.0-4p/1	Influencia calcárea	Huacales y cla-	Hidrotermal	Disipacion	Arco Magmatico	C.R.M. 320282.

[illegible]

NUM. C O D O	SIMBOL	REPERTORIO DEL VECTORIZADO	ANT. LINE. CUBIERTA	CLASIFICACION DEL VEC	LEY Y TITULO	DESCRIPCION DEL VECTORIZADO	INDICACIONES	TIPO DE VECTORIZADO	ESPECIFICACIONES DEL VECTORIZADO	INDICACIONES DEL VECTORIZADO	REMARKS
		El Buzón		Al	Pl. 7.01 Pl. 8.01 Pl. 9.01 Pl. 10.01 Pl. 11.01	Redes ligeros de cemento y acero.	Redes de fibra.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	De la Fuente S. J. (1983). Estudio Biológico sobre regional, Pta. Chichihuitan, Lm.
199	040794C147	San Antonio	717405 14080405	Al, Pl, In	Al. 10.01 Pl. 11.01 Pl. 12.01 Pl. 13.01	Redes ligeros de cemento y acero.	Redes de fibra.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	C.S.B. 12033. De la Fuente S. J. (1983). Estudio Biológico sobre regional, Pta. Chichihuitan, Lm.
199	040794C147	La Cruz	717405 14080405	Al, Pl, In	Al. 10.01 Pl. 11.01 Pl. 12.01 Pl. 13.01	Redes ligeros de cemento y acero.	Redes de fibra.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	C.S.B. 12033. De la Fuente S. J. (1983). Estudio Biológico sobre regional, Pta. Chichihuitan, Lm.
200	040794C147	El Buzón	717405 14080405	Al, Pl, In	Al. 10.01 Pl. 11.01 Pl. 12.01 Pl. 13.01	Redes ligeros de cemento y acero.	Redes de fibra.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	C.S.B. 12033. De la Fuente S. J. (1983). Estudio Biológico sobre regional, Pta. Chichihuitan, Lm.
201	040794C147	Persepolis	717405 14080405	Al, Pl, In	Al. 10.01 Pl. 11.01 Pl. 12.01 Pl. 13.01	Redes ligeros de cemento y acero.	Redes de fibra.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	C.S.B. 12033. De la Fuente S. J. (1983). Estudio Biológico sobre regional, Pta. Chichihuitan, Lm.
202	040794C147	Torres	717405 14080405	Al, Pl, In	Al. 10.01 Pl. 11.01 Pl. 12.01 Pl. 13.01	Redes ligeros de cemento y acero.	Redes de fibra.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	C.S.B. 12033. De la Fuente S. J. (1983). Estudio Biológico sobre regional, Pta. Chichihuitan, Lm.
203	040794C147	Persepolis	717405 14080405	Al, Pl, In	Al. 10.01 Pl. 11.01 Pl. 12.01 Pl. 13.01	Redes ligeros de cemento y acero.	Redes de fibra.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	Redes de cemento de baja temperatura.	C.S.B. 12033. De la Fuente S. J. (1983). Estudio Biológico sobre regional, Pta. Chichihuitan, Lm.

IND.	C O D E	SIMBOL	UBICACION DEL YACIMIENTO	CANTIDAD DE YACIMIENTO	LAB. METALURGICO	LEY	USO INDUSTRIAL	PROYECTOS	TIPO DE YACIMIENTO	EPoca METALURGICA	AMBIENTE METALURGICA	REFERENCIA
294	0461304C117		Colima	22770 1034047	Ag, Pb, Zn	Ag 53.0g/l Pb 1.0g Zn 1.0g	Colima.	Colima.	Mineral de baja temperatura.	Epoca Nueva	Area Negativa Continental. Episodio en rocas calcareas.	C.R.N. 126283. De la Fuente G. J. (1983). Estudio geológico sobre el yacimiento de Chalchicomula, Zac.
295	0761304C117		La Esperanza	228017 1035311	Pb, Cu (Zn)	Ag 3.6g Zn 1.0g Pb 0.01g	Mineral de contacto.	Chalchicomula.	Mineral de contacto.	Epoca Nueva	Area Negativa Continental. Episodio en rocas calcareas.	C.R.N. 126283. De la Fuente G. J. (1983). Estudio geológico sobre el yacimiento de Chalchicomula, Zac.
296	0461304C117		Peta Real	228016 1037340	Ag, Pb, Zn Mn, Cu	Ag 30.0g/l Zn 1.0g Cu 1.0g Mn 0.0g/l Pb 0.01g	Mineral de granito y caliza.	Chalchicomula.	Mineral de contacto.	Epoca Nueva	Area Negativa Continental. Episodio en rocas calcareas.	C.R.N. 126284. Nueva Nota E. (1983). Visita a las zonas Peta Real y Santa- Cruz, B. Mexico, Zac.
297	0461304C117		La Esperanza	228030 1010019	Ag, Pb, Zn	Ag 130.0g/l	Colima.	Verde y rojo.	Mineral de alta temperatura.	Epoca Nueva	Area Negativa Continental. Episodio en rocas calcareas.	C.R.N. 126285. Nueva Nota F. (1983). Informe de al lado La Esperanza, Villa del Valle, Zac.
298	0461304C117		Carro de Oro	2044 10133	Ag, Pb (Zn)	Ag 10.0g/l Pb 1.0g/l	Colima oculto.	Chalchicomula.	Mineral de contacto.	Epoca Nueva	Area Negativa Continental. Episodio en rocas calcareas.	C.R.N. 126291. Nueva Nota F. (1983). Informe de al lado La Esperanza, Villa del Valle, Zac.
299	0461304C117		El Orvado	2049 10137	Ag, Pb (Zn, Cu)	No cal.	Colima granítico.	Mineral de falta de caliza.	Mineral de contacto.	Epoca Nueva	Area Negativa Continental. Episodio en rocas calcareas.	C.R.N. 126296. Torres Nota V. (1984). Visita al fondo El Orvado, B. de B. Mexico, Zac.
310	0461304C117		Tepic	2040 10130	Ag, Pb, Zn Mn, Cu	No cal.	Colima en contacto con granodiorita formando cuerpos minerales por emplazamiento.	Chalchicomula o cuerpos laterales.	Mineral de alta temperatura.	Epoca Nueva	Area Negativa Continental. Episodio en rocas calcareas.	C.R.N. 126301. Andrade R.F. Julio. (1980). Geología del proyecto sobre Tepic, B. de B. Mexico, Zac.

NÚM.	C O D I G O	ESTADO	UBICACIÓN DEL YACIMIENTO	LOT. LIND. CORREO	PLANTAS CULTIVADAS	LEY Y FUENTE	ROCA DESCRIPCION	ESTRUCTURA	TIPO DE YACIMIENTO	OPERA METALURGICA	AMBIENTE METALURGICO	REFERENCIA
211	0441304C147	(C)	El Aguacate	226230 10413032	Ag, Pb, Zn Lib, Cu	Ag 11.0g/t Pb 0.67% Zn 0.08% Cu 0.13g/t Sb 0.003	areniscas y lutitas calcáreas.	Simple.	Microterral de baja temperatura.	Higiénico Bueno	Arco Magmático Continental. Capitulado en rocas calcáreas.	C.R.M. 126312. Salazar R. J. (1983). Geología de la zona Los Aguacates, Opico de Pinos, Zac.
212	0441304C147	(C)	Los Calaveras	229430 10413100	Ag, Pb, Zn Lib, Cu	Ag 11.0g/t Pb 0.67% Zn 0.08% Cu 0.13g/t Sb 0.21%	lutitas y areniscas.	Columna de la estructura.	Microterral de baja temperatura.	Higiénico Bueno	Arco Magmático Continental. Ambiente hidrotermal.	C.R.M. 126312. Salazar R. J. (1983). Geología de la zona Los Aguacates, Opico de Pinos, Zac.
213	0441304C147	(C)	San José	240730 10413030	Ag, Pb	Ag 11.0g/t Pb 0.124%	Calizas.	Volcan tabulares.	Microterral de baja temperatura.	Higiénico Bueno	Arco Magmático Continental. Capitulado en rocas calcáreas.	C.R.M. 126314. Salazar R. J. (1983). Visita a diferentes zonas de El Edo. de Zacatecas.
214	0441304C147	(C)	Provincias Unidas	229430 10413100	Ag, Pb, Zn	Ag 11.0g/t Pb 0.67% Zn 0.08%	areniscas y lutitas calcáreas.	Volcan tabulares.	Microterral de baja temperatura.	Higiénico Bueno	Arco Magmático Continental. Ambiente hidrotermal.	C.R.M. 126315. Salazar R. J. (1983). Geología de la zona Los Aguacates y Provincias Unidas, Opico de Pinos, Zac.
215	0441304C147	(C)	El Amor	232730 10413100	Ag, Pb, Zn Lib	Ag 11.0g/t Pb 0.124% Zn 0.08% Cu 0.13g/t Sb 0.21%	lutitas y areniscas.	Columna con columnas a la estructura.	Microterral de baja temperatura.	Higiénico Bueno	Arco Magmático Continental. Ambiente hidrotermal.	C.R.M. 126315-11. Salazar R. J. (1983). Visita a diferentes zonas de El Edo. de Zac.
216	0441304C147	(C)	Agua Prieta La Negra	240730 10413030	Ag, Pb, Zn Lib	Ag 11.0g/t Pb 0.124% Zn 0.08% Cu 0.13g/t Sb 0.21%	Calizas.	Volcan tabulares de columnas variables y columnas dispersas.	Microterral de baja temperatura.	Higiénico Bueno	Arco Magmático Continental. Capitulado en rocas calcáreas.	C.R.M. 126316. Salazar R. J. (1983). Geología de la zona Los Aguacates y Provincias Unidas, Opico de Pinos, Zac.
217	0441304C147	(C)	San Calisto La Negra	232730 10413100	Ag, Pb, Zn Lib	Ag 11.0g/t Pb 0.124% Zn 0.08% Cu 0.13g/t Sb 0.21%	Calizas.	Volcan de tipo columnar y columnas dispersas.	Microterral de baja temperatura.	Higiénico Bueno	Arco Magmático Continental. Capitulado en rocas calcáreas.	C.R.M. 126317. Salazar R. J. (1983). Geología de la zona Los Aguacates y Provincias Unidas, Opico de Pinos, Zac.

NO.	C O N T I N U O	SIMBOL	NOMBRE DEL YACIMIENTO	Lat. LONG.	CLASIFICACION	LEY Y FUNDAMENTO	OTRO DESCRIPCION	CONSERVACION	DE INTERES	TIPO	OPERA	ANTIGUEDADE	RECOMENDACION
710	0441304C147	(3)	El Tránsito	2400 14120	Ap, P, B, D (M)	Ap 171.0g/m ³ Dens. 1.700 Dens. 0.71g/m ³ Dens. 0.00	Calizas.	Volcan tabular y basaltos almohadados	Hidrotermal de bajo temperatura.	Hidrotermal	Higrometro	Arco Magmático Continental. Implantado en rocas calcáreas.	C.R.B. 129116. Perez Lucio A. Visita a la visita realizada a el lado El Tránsito, Ap. de Melchor B. Camp. Inc.
719	0441304C117	(3)	Unificación El Cobre	274700 1407200	Ap, P, B, D (M)	Ap 171.0g/m ³ Dens. 1.700 Dens. 1.700 Dens. 0.71g/m ³ Dens. 0.00	Calizas, pizarra y lavas.	Volcan de forma tabular.	Hidrotermal de calizas, asociado a - fluidos hidrotermales.	Hidrotermal	Higrometro	Arco Magmático Continental. Implantado en rocas calcáreas.	C.R.B. 129121. Morrera Rosa B. Visita a el fondo nuevo Unificación El Cobre, Ap. de Zamora Inc.
720	0441304C147	(3)	La Estrella	274700 1407200	Ap, P, B, D (M)	Ap 171.0g/m ³ Dens. 1.700 Dens. 1.700 Dens. 0.71g/m ³ Dens. 0.00	Andesita con olivita - Pírida.	Volcan tabular, conos de estratificación variable	Hidrotermal de bajo temperatura. asociado a - fluidos geotérmicos.	Hidrotermal	Higrometro	Arco Magmático Continental. Implantado en - estratificación.	C.R.B. 129122. Perez Lucio A. Visita realizada a el lado nuevo La - Estrella, Ap. de Zamora Inc.
721	0441304C147	(3)	Estrella de Plata	272800 140402	Ap, P, B, D (M)	Ap 171.0g/m ³ Dens. 1.700 Dens. 1.700 Dens. 0.71g/m ³ Dens. 0.00	Calizas y granito.	Granito almohadado en estratificación - asociado a - fluidos de calizas y tallos.	Hidrotermal de bajo temperatura. asociado a - fluidos de calizas y tallos.	Hidrotermal	Higrometro	Arco Magmático Continental. Implantado en rocas calcáreas.	C.R.B. 129123. Perez Lucio A. Visita a el lado nuevo Estrella de Plata, Ap. de Villa Real Inc.
722	0441304C147	(3)	San Felipe Magdaleno	272700 140710	Ap, P, B, D (M)	Ap 171.0g/m ³ Dens. 1.700 Dens. 1.700 Dens. 0.71g/m ³ Dens. 0.00	Calizas, rhyolitos y lavas tabulares almohadadas.	Volcan tabular y conos de estratificación.	Hidrotermal de bajo temperatura.	Hidrotermal	Higrometro	Arco Magmático Continental. Implantado en rocas calcáreas.	C.R.B. 129125. Morrera S. Ferrer. Visita a los lavas nuevas San Felipe y Magdaleno Inc.
723	0441304C147	(3)	La Victoria	274800 1407200	Ap, P, B, D (M)	Ap 171.0g/m ³ Dens. 1.700 Dens. 1.700 Dens. 0.71g/m ³ Dens. 0.00	Andesitas almohadadas hidrotermalizadas.	Volcan semi-circular y - conos.	Hidrotermal de bajo temperatura.	Hidrotermal	Higrometro	Arco Magmático Continental. Implantado en - estratificación.	C.R.B. 129126. Morrera Magdalena I. Visita a el fondo nuevo La Victoria B. de Inc. Inc.
724	0441304C147	(3)	El Pabellón	274800 1407200	Ap, P, B, D (M)	Ap 171.0g/m ³ Dens. 1.700 Dens. 1.700 Dens. 0.71g/m ³ Dens. 0.00	Andesita almohadada hidrotermalizada.	Volcan semi-circular y - conos.	Hidrotermal de bajo temperatura. asociado a - fluidos y diques adyacentes.	Hidrotermal	Higrometro	Arco Magmático Continental. Implantado en - estratificación.	C.R.B. 129127. Morrera Magdalena I. Visita a el fondo nuevo La Victoria B. de Inc. Inc.
725	0441304C137	(3)	La Primavera	274900 1407200	Ap, P, B, D (M)	Ap 171.0g/m ³ Dens. 1.700 Dens. 1.700 Dens. 0.71g/m ³ Dens. 0.00	Calizas, lavas calcáreas y rhyolitos.	Volcan tabular y conos.	Hidrotermal de medio	Hidrotermal	Higrometro	Arco Magmático Continental.	C.R.B. 129128. De Leon Chavez J.L.

[illegible]

ORD.	CODIGO	SIMBOLA	UBICACION DEL YACIMIENTO	LAT. LONG. COORDENADAS	ALTIMETRIA EN MTS Y TUBELAS	LEY	ROCA ENCONTRADA	CONSTRUCCION	TIPO DE YACIMIENTO	EPOCA METEOROLOGICA	AMBIENTE METEOROLOGICO	REFERENCIA
233	041214C117		La Titula	22°00' 140°00' 00"	Distrito de Cal. Chichila		Intensivo granítico en contacto con calizas.	Restos para-lesos o la -oposición -ción y repti-tilios.	Definiciones de contacto.	Oligenoso	Arca Neogénica Continental. Enlazado en rocas calcáreas.	C.R.B. Vaguer Tortulosa R. (1937). Visita a el lote su-mero El Rancisco, Mps. Gral. Pánfilo Nolasco, Inc.
234	041214C117		Real del Monte	22°00' 140°00' 00"	Ag. P. de Cal. P. de		Intensivo granítico en contacto con calizas.	Utilitas, ver-tes de floc-ros y dismi-nuición.	Definiciones de baja temperatura. Enlazado a re-ferencias.	Oligenoso	Arca Neogénica Continental. Enlazado en rocas calcáreas.	C.R.B. Vaguer Tortulosa R. (1937). Visita a el lote su-mero Real del Monte Mps. Gral. Pánfilo Nolasco, Inc.
235	021214C147		San Rosa	21°35' 138°35' 00"	Panorámica	22°00' 140°00' 00"	Péfilo ríoflito en contacto con calizas.	Barro y di-ramientos.	Definiciones de baja temperatura.	Oligenoso	Arca Neogénica Continental. Enlazado en rocas calcáreas.	C.R.B. 129005. Franco Lopez R. (1941). Fotografías de la su-mera San Rosa, Inc.
236	040124C117		Carro San Miguel	22°00' 140°00' 00"	Barro		Volcan ríoflito y drenaje hidroclimá-tico.	Volcan de cal-izas en la-dero al floc-ros de cal-izas.	Definiciones de baja temperatura.	Oligenoso	Arca Neogénica Continental. Enlazado a re-ferencias.	C.R.B. 129020. Franco y Nolasco, (1941). Fotografías de la su-mera Carro San Mi-guel, Inc.
237	041214C117		San Juanillo	22°00' 140°00' 00"	Distrito de Cal. Chichila		Calizas en contacto con intensivo super-volcanético.	Restos para-lesos o la -oposición -ción y repti-tilios.	Definiciones de contacto.	Oligenoso	Arca Neogénica Continental. Enlazado en rocas calcáreas.	C.R.B. 129040-0. Franco Lopez (1941). Fotografías de la su-mera de San Juanillo.
238	021214C147		Carro de Tullitas	22°00' 140°00' 00"	Panorámica		Arqueología, Tullitas y ríoflitos de tipo hi-pobital.	Volcan de cal-izas en la-dero al floc-ros de cal-izas.	Definiciones de baja temperatura.	Oligenoso	Arca Neogénica Continental. Enlazado a re-ferencias.	C.R.B. 129041. Franco y Nolasco, (1941). Fotografías de la su-mera de Tullitas, Inc.
239	021214C147		San Los Arroyos	22°00' 140°00' 00"	Panorámica	22°00' 140°00' 00"	Calizas y basaltos.	Definiciones y	Definiciones	Oligenoso	Arca Neogénica	C.R.B. 129040.

ALFA	C O D I G O	S I M B O L O	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LAT. LONG. COORDENADAS	CLASIFICACION DEL YAC	LEY Y PUEBLAN	OTROS PUEBLAN	ESTRATIGRAFIA	TIPO DE YACIMIENTO	EPICA DEL YACIMIENTO	INDICANTE DEL YACIMIENTO	REFERENCIA
												Lo en el Edo. de Tac.
247	00-0724C147		San Marcos	2030 10253	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 34-412	Ignadritas.	Yotas de folla y flosa	Metaternal de baja temperatura.	Digresos Arcenos	Arco Neopaleozoico Continental. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.	C.R.N. 320473. Alamos y Herrera. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
248	00-0724C147		El Buelo	2030 10240	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 32-300	Pedidos androlitos.	Yotas de flosa.	Metaternal de baja temperatura.	Digresos Arcenos	Arco Neopaleozoico Continental. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.	C.R.N. 320473. Alamos y Herrera. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
249	00-0724C147		La Providencia	2040 10347	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 42.35 24,000m	Redo rielitico.	Yotas de folla.	Metaternal de baja temperatura.	Digresos Arcenos	Arco Neopaleozoico Continental. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.	C.R.N. 320473. Alamos y Herrera. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
250	00-0724C147		Los Palcos	2040 10300	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 30-300	Redo y flosas rieliticos.	Yotas paralelas y yotas de folla.	Metaternal de baja temperatura.	Digresos Arcenos	Arco Neopaleozoico Continental. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.	C.R.N. 320473. Alamos y Herrera. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
251	00-0724C147		Volcaniano	2040 10300	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 30-300	Ignadritas, yotas y flosas rieliticos.	Yotas de folla y flosa.	Metaternal de baja temperatura.	Digresos Arcenos	Arco Neopaleozoico Continental. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.	C.R.N. 320473. Alamos y Herrera. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
252	00-1212C147		La Blanca	2040 10300	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 32-300	Calizas silicificadas en contacto con pedido rielitico.	Redos con coraciones con la estratificación de calizas.	Metaternal de baja temperatura.	Digresos Arcenos	Arco Neopaleozoico Continental. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.	C.R.N. 320473. Alamos y Herrera. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
253	00-1212C147		San Antonio	2040 10300	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 32-300	Ornito.	Yotas de flosa.	Metaternal de baja temperatura.	Digresos Arcenos	Arco Neopaleozoico Continental. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.	C.R.N. 320473. Alamos y Herrera. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
254	00-1212C147		Los Guajillos	2040 10300	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 32-300	Calizas interstratificadas con litolit.	Yotas de flosa.	Metaternal de baja temperatura.	Digresos Arcenos	Arco Neopaleozoico Continental. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.	C.R.N. 320473. Alamos y Herrera. (1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.

NÚM.	C. O. D. I. NÚM.	QUANTIDAD	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	LAT. LONG. DECIMALES	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES	LEY DE MATERIALES	OTROS DATOS	CONSTRUCCIÓN	TIPO DE MATERIALES	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	ANÁLISIS DE MATERIALES	REFERENCIAS
250	0011300C117		Calceolita	23°47'N 106°00'W	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 99.99%	Calizas con intercalaciones de tallos.	Wetas de lixura y bolson.	Tarriamiento de dióxido de carbono y remplazamiento.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Copiado en raras calizas.	C.R.B. 320093. Almadén y Herrera. 1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
256	0011300C117		La Fluorita	23°00'N 106°00'W	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 99.99%	Calizas.	Wetas de lixura y bolson.	Tarriamiento de dióxido de carbono y remplazamiento.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Copiado en raras calizas.	C.R.B. 320093. Almadén y Herrera. 1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
257	0011300C117		La Aguila	23°00'N 106°00'W	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 99.99%	Calizas con intercalaciones de tallos.	Wetas de lixura y bolson.	Tarriamiento de dióxido de carbono y remplazamiento.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Copiado en raras calizas.	C.R.B. 320093. Almadén y Herrera. 1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
258	0011300C117		La Gama Santa	23°00'N 106°00'W	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 99.99%	Calizas arcillosas y pizarra calcárea.	Wetas de lixura y bolson.	Tarriamiento de dióxido de carbono y remplazamiento.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Copiado en raras calizas.	C.R.B. 320093. Almadén y Herrera. 1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
259	0011300C117		La Gama Santa	23°00'N 106°00'W	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 99.99%	Calizas y granito.	Wetas de lixura y bolson.	Tarriamiento de dióxido de carbono y remplazamiento.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Copiado en raras calizas.	C.R.B. 320093. Almadén y Herrera. 1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
260	0011300C117		El Peño	23°00'N 106°00'W	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 99.99%	Calizas, tallos, lixuras y granito.	Wetas de lixura y bolson.	Tarriamiento de dióxido de carbono y remplazamiento.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Copiado en raras calizas.	C.R.B. 320093. Almadén y Herrera. 1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
261	0200720C107		Palmar	23°25'N 106°25'W	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 99.99%	Tallos y brachio pizarra calcárea.	Wetas de lixura y bolson.	Tarriamiento de dióxido de carbono y remplazamiento.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Copiado en raras calizas.	C.R.B. 320093. Almadén y Herrera. 1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.
262	0201320C107		La Fuentilla	23°25'N 106°25'W	Fluorita CaF ₂	CaF ₂ 99.99%	Tallos de lixura y brachio pizarra calcárea.	Wetas de lixura y bolson.	Tarriamiento de dióxido de carbono y remplazamiento.	Dióxido de carbono	Arco Magnético Continental. Copiado en raras calizas.	C.R.B. 320093. Almadén y Herrera. 1973). Depósitos de fluorita en el Edo. de Tac.

NUM.	C O B I G O	SÍMBOLO	NOMBRE DEL VECINARIO	LAT. LONG. CORRECCION	CLASIFICACION DEL VECINARIO	LEY Y TITULO	POSO TITULACION	CONSTRUCCION	TIPO DE VECINARIO	EPICA METEOROLOGICA	AMBIENTE METEOROLOGICO	REFERENCIA
263	0207224E107		El Zedraño	225430 1015730	Fuente de Pasa	Pasa de S. a N.	Orchos y lomas de lomas.	Orchos de lomas y lomas.	Orchos de lomas y lomas.	Orchos de lomas y lomas.	Orchos de lomas y lomas.	C. S. R. 320102. Herrera R. Ignacio. 119701. Depósito meteorológico en el Zedraño, Depto. Hidalgo, Zac.
264	0207224E107		San Antonio	2612 10314	Fuente de Pasa	Pasa de S. a N.	Orchos y lomas de lomas.	Orchos de lomas y lomas.	Orchos de lomas y lomas.	Orchos de lomas y lomas.	Orchos de lomas y lomas.	C. S. R. 320104. Herrera R. Ignacio. 119701. Visita al fundo en San Antonio, Zac.
265	0407040117		Rio de Angeles	2225 10150	Rio de Angeles	Rio de Angeles	Orchos y lomas de lomas.	Orchos de lomas y lomas.	Orchos de lomas y lomas.	Orchos de lomas y lomas.	Orchos de lomas y lomas.	Rio de Angeles. C. S. R. 320104. Visita al fundo en Rio de Angeles, Depto. Hidalgo, Zac.