



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISCUSION SOBRE EL MODELO DE YA-
CIMIENTO MINERAL DE LA REGION DE
MAR DE PLATA, DISTRITO DE PACHUCA-
REAL DEL MONTE, HGO.

T E S I S
P R O F E S I O N A L

Hector Alfonso Rodríguez Madrigal.

México, D.F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



VNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA

Dirección
60-I-253

Señor RODRIGUEZ MADRIGAL HECTOR ALFONSO.
P r e s e n t e . .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Prof. Ing. - Germán Arriaga García, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO GEOLOGO.

"DISCUSION SOBRE EL MODELO DE YACIMIENTO MINERAL DE LA REGION DE MAR DE PLATA, DISTRITO DE PACHUCA-REAL DEL MONTE, HGO."

RESUMEN.

- I GENERALIDADES.
 - II GEOGRAFIA.
 - III FISTIOGRAFIA.
 - IV GEOLOGIA.
 - V YACIMIENTOS MINERALES.
 - VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- BIBLIOGRAFIA.
PLANOS E ILUSTRACIONES.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como -- requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así -- como de la disposición de la Coordinación de la Administración -- Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, D.F., Octubre 9 de 1984.

EL DIRECTOR

Dr. Octavio A. Rascón Chávez

"DISCUSION SOBRE EL MODELO DE YACIMIENTO MINERAL DE LA REGION DE
MAR DE PLATA, DISTRITO MINERO DE PACHUCA-REAL DEL MONTE, HIDALGO"

CAPITULO	PAGINA
I.- GENERALIDADES	
1.1 INTRODUCCION.....	8
1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS DEL DISTRITO MINE RO PACHUCA-REAL DEL MONTE.....	9
1.3 OBJETIVO DEL TRABAJO.....	11
1.4 METODO DE TRABAJO.....	11
1.5 ANTECEDENTES DE TRABAJOS MINEROS EN EL -- AREA.....	12
II.- GEOGRAFIA	
11.1 LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO.....	15
11.2 CLIMA Y VEGETACION.....	17
11.3 POBLACION Y CULTURA.....	18
III.- FISIOGRAFIA	
111.1 FISIOGRAFIA.....	20
111.2 OROGRAFIA.....	20
111.3 HIDROGRAFIA.....	23
IV.- GEOLOGIA	
IV.1 GEOLOGIA REGIONAL.....	26
IV.2 ESTRATIGRAFIA.....	28
IV.3 GEOLOGIA DEL AREA.....	45
IV.4 GEOLOGIA HISTORICA.....	47
IV.5 TECTONICA.....	50

V.- YACIMIENTOS MINERALES

V.1.	CARACTERISTICAS DEL YACIMIENTO.....	54
V.1.1	PARAGENESIS HIPOGENICA Y EVENTUAL- MENTE SUCESION.....	54
V.1.2	ALTERACIONES SUPERFICIALES Y MINE- RALES SUPERGENICOS.....	58
V.1.3	COMPOSICION QUIMICA Y LEYES DEL MI- NERAL.....	61
V.1.4	TONELAJE DEL MINERAL.....	62
V.2	CARACTERISTICAS DE LA ROCA ENCAJONANTE...	70
V.2.1	NATURALEZA LITOLOGICA Y ESTRATIGRA- FICA DE LAS ROCAS HUESPED.....	70
V.2.2	MORFOLOGIA DEL YACIMIENTO.....	70
V.2.3	ROCAS PLUTONICAS O VOLCANICAS PRE- SENTES EN LA REGION.....	71
V.2.4	GEOLOGIA HISTORICA Y EDAD DEL YACI- MIENTO.....	75
V.2.5	GENESIS DEL YACIMIENTO	76
V.2.6	EJEMPLOS DE YACIMIENTOS QUE PRESEN- TEN CARACTERISTICAS SIMILARES.....	77
V.3	TEORIA DE LAS OCLUSIONES FLUIDAS.....	78

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1	CONCLUSIONES.....	83
VI.2	RECOMENDACIONES.....	86

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

APENDICE PETROGRAFICO

APENDICE MINERAGRAFICO

APENDICE DE MICROSONDA ELECTRONICA

PLANOS E ILUSTRACIONES

I.- GENERALIDADES

" La poderosa naturaleza está
llena de milagros"

A. Ostrovski, 1873 .

INTRODUCCION

En la historia minera de México, la plata es uno de los metales de mayor importancia, es por esto que el país ha destacado a nivel mundial en cuanto a producción y distribución de este metal, y uno de los distritos mineros que le han dado fama es, sin duda alguna, el de Pachuca-Real del Monte que, desde su descubrimiento a mediados del siglo XVI a la fecha, ha producido alrededor de los 1,500 millones de onzas de plata, 6 millones de onzas de oro y cerca de los 100 millones de toneladas de subproductos como plomo, zinc y cobre.

La mineralización se emplaza en yacimientos tipo filoniano, que tienen longitudes que varían entre 200 m. a 8 km. con espesores de 2 a 45 m., y profundidades de 200 a 650 m.; cubren una superficie de aproximadamente 120 km²., situada a una altura de 2 000 a 2 800 m., sobre el nivel del mar.

Las rocas ígneas volcánicas que cubren gran parte del territorio nacional y que pueden ser contenedoras de yacimientos minerales de importancia, no ha sido objeto de estudios suficientemente detallados como para determinar que dichas rocas sean portadoras o generadoras de depósitos minerales; no obstante, se puede ver que en muchos lugares de México es evidente la relación FENOMENO GEOLOGICO-YACIMIENTO MINERAL, y es así como numerosos yacimientos pueden estar relacionados con rocas ígneas asociadas a fenómenos postectónicos que tuvieron lugar durante el Terciario en México.

ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA MINERIA EN EL DISTRITO MINERO DE PACHUCA-REAL DEL MONTE.

No se sabe con exactitud cuando se inició la explotación del Distrito Minero de Pachuca-Real del Monte pero se cree que fue a mediados del siglo XV, poco antes de la conquista.

Los indígenas obtenían los metales por medio del sistema de calcinación que consistía en calentar la veta con leña ardiendo y enfriarla bruscamente con agua para resquebrajarla; posteriormente realizan una "pepena" para seleccionar los compuestos metálicos, en particular los preciosos, que utilizaban para la elaboración de sus objetos.

En 1552, en plena etapa de colonización, se inicia la exploración y explotación de las minas de Pachuca y Real del Monte; estas últimas denunciadas por Don Alfonso de Zamora. Acerca del descubrimiento de las minas de Pachuca se tienen dos suposiciones; Una es que Don Alonso Rodríguez de Salgado, mayoral de una estancia de ganado menor, descubre accidentalmente las vetas Descubridora Vieja y La Siciliana. La otra es más verosímil por los datos que se encuentran en los Archivos del Estado de Hidalgo; dice que Constantino Bravo de Lagunas, hizo el hallazgo de estas vetas y el primero en trabajarlas fué Juan Siciliano.

Durante casi tres siglos, la minería estuvo en manos de los españoles que remitían a España, la parte de las utilidades correspondientes a la Corona.

Conforme pasaban los años, la importancia de la minería en este distrito era cada vez mayor y tuvo un gran desarrollo cuando a mediados del Siglo pasado llegaron a México compañías inglesas y posteriormente algunas americanas, las que emplearon una mejor tecnología para la extracción del mineral volviendo a poner en operación algunas minas que estaban abandonadas, por no poder desaguarlas.

A principios del Siglo XIX el beneficio del mineral se realizaba aún por el método de "patio" inventado tres Siglos antes por Fray Bartolomé de Medina, pero finalmente fué inutilizado y reemplazado por el de cianuración inventado por el inglés Mac Arthur Forrest, a fines del Siglo XIX y aplicado por primera vez en una mina de Sudáfrica a principios del Siglo XX, y llegando a Pachuca por el año de 1926. Este método en la actualidad sigue en uso.

Posteriormente, como la Industria Minera existente en Pachuca tuvo déficits en su operación, en 1956 el Gobierno de la República forma la Compañía Minera Real del Monte y Pachuca e inicia la adquisición de lotes mineros y emprendiendo trabajos para su explotación.

OBJETIVO DEL TRABAJO.

El presente estudio tiene como objetivo principal tratar de precisar el origen y comportamiento del yacimiento mineral de Mar de Plata, perteneciente al distrito minero de Pachuca-Real del Monte.

Este trabajo se llevó a efecto mediante una metodología que incluyó bibliografía, documentos e información, fotografías aéreas y geología general, y técnicas tales como la petrografía, minerografía, microsonda electrónica y oclusiones fluidas.

METODO DE TRABAJO.

En la elaboración de este trabajo fue necesario consultar toda la información accesible, en forma de tesis, informes técnicos y mapas geológicos relacionados con el área o en las inmediaciones de la misma.

Asimismo se obtuvieron fotografías aéreas del área, proporcionadas por el Consejo de Recursos Minerales, con el objeto de hacer una interpretación fotogeológica preliminar y tener evidencias respecto al tipo de roca y estructuras, tales como fallas, fracturas, hidrografía, vías de comunicación, etc.

El trabajo se realizó en dos etapas; además, de los trabajos mineros que se habían realizado en el área; y son los siguientes:

- a) Trabajo de campo.
- b) Trabajo de laboratorio y gabinete.

a) Trabajo de Campo.- Consistió en un reconocimiento geológico regional con el objeto de reconocer las diferentes formaciones litológicas de estos lugares en las localidades tipo.

Para su análisis se tomaron muestras para determinar sus características petrográficas, así como los diferentes tipos de alteración.

También se tomaron muestras representativas de veta y de menas metálicas, para su consiguiente estudio en el laboratorio, determinación minerográfica por microsonda-electrónica, y de oclusiones fluídas para tener un mejor conocimiento de la paragénesis minerográfica.

b) Trabajo de Laboratorio y Gabinete.- Este consistió principalmente en:

- Reinterpretación fotogeológica y elaboración de un mapa base con datos, tales como fallas, fracturas e información obtenida por los trabajos de verificación en el área de estudio.

La fase de laboratorio se llevó a efecto con el estudio de las láminas delgadas al microscopio petrográfico, de superficies pulidas mediante microscopio minerográfico y microsonda electrónica, además de un análisis de temperatura de yacimientos en oclusiones fluídas. Todo esto con el propósito de obtener un contexto geológico lo más definido en el área Mar de Plata, perteneciente al distrito minero de Pachuca-Real del Monte.

ANTECEDENTES DE TRABAJOS MINEROS EN EL AREA.- Los trabajos que realizó el Consejo de Recursos Minerales en asociación a otras Compañías Mineras, consistieron en la elaboración del mapa geológico de superficie.

El área Mar de Plata quedó incluida en un mapa de 11.8 Km² de geología a semidetalle, principalmente en las vetas Guadaluajara y Angeles, que fueron las únicas con algunos valores de plata.

En cuanto a obras de infraestructura, se construyeron 13 -

Km de caminos para comunicar las diferentes áreas de interés mi ,
nero.

Debido a que presentaban características geológicas simi--
lares tanto el distrito minero Pachuca-Real del Monte como el -
área Mar de Plata, se programaron 21 perforaciones a diamante,
con un promedio general de 250 metros por barreno.

Casi al mismo tiempo de la barrenación se realizaron obras
mineras, con la intención de cortar las vetas Pachuca y Guadala
jara (crucero No. 2000) y las vetas Angeles y Adriana (crucero
No. 2000 -A). En dicho trabajo levantaron 633.66 metros de topo-
grafia de interior de mina.

II.- GEOGRAFIA

" Muchas veces pasamos indiferentemen
te de largo afloramientos que parecen tener poco interés, sin advertir yacimientos de valor"

S. Smirnov, 1939.

LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO.

La región minera estudiada se localiza al noreste de la -- Ciudad de Pachuca y al este del distrito minero de El Chico, -- Hgo. (ver Lámina No. 1).

Las coordenadas geográficas del centro del área son:

20°13'42" Latitud norte.

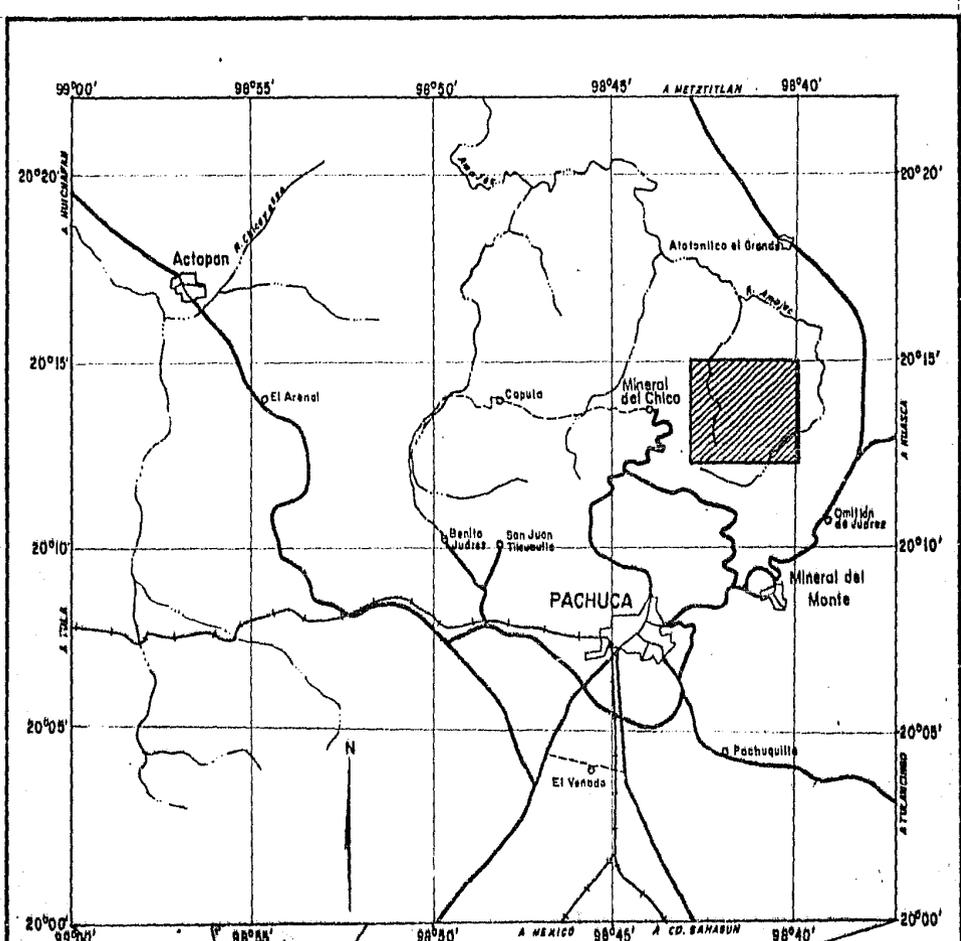
98°41'15" Longitud oeste,

del meridiano de Greenwich.

La Ciudad de Pachuca, que se encuentra a unos 98 Km al nor este de la Ciudad de México, está comunicada por las carreteras No. 105 México-Laredo, No. 130 México-Tuxpan y la No. 85 México Tampico.

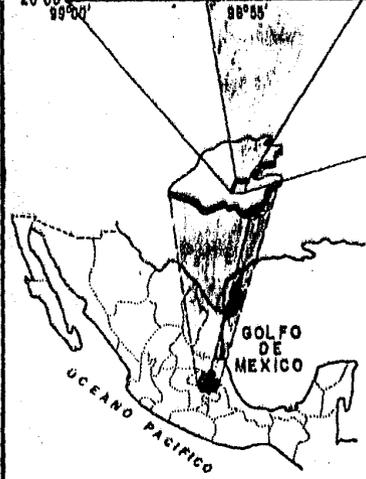
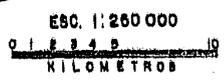
Por el norte de Pachuca, sale la carretera federal No. 85 que une a esta Ciudad con el Puerto de Tampico; en el Kilómetro 7 se encuentra un ramal que llega a la población de El Chico, y sobre el kilómetro 15 de esta carretera se tiene una desviación que va al área de estudio. Este acceso se logra por un camino de terracería con tránsito difícil en épocas de lluvia.

La ciudad de Pachuca, Hgo., también se comunica por distintos ramales del ferrocarril, que son los que entroncan con las vías México-Veracruz y México-Laredo. La terminal aérea más cercana se encuentra en la Ciudad de México, aunque en Pachuca --- existe una pequeña pista de aterrizaje.



EXPLICACION.

- CIUDAD 
- POBLACION / RANCHERIA 
- AREA DE INTERES 
- CARRETERA 
- BRECHA 
- REG. 
- RIOS Y ARROYOS 



U.N.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA CIENCIAS DE LA TIERRA	
PLANO DE LOCALIZACION		
TESIS PROFESIONAL		
H.A. RODRIGUEZ M.	1988	LAMINA N°1

CLIMA Y VEGETACION.

En la parte norte de la Sierra de Pachuca, en las partes topográficamente altas, el clima es húmedo y frío, con temperatura media anual aproximada de 14.5°C , y una precipitación media anual de 1500 mm.; en las partes topográficamente bajas, el clima es del tipo semidesértico-extremoso, teniendo una temperatura media anual de aproximadamente 13°C , con temperaturas extremas de 33°C , como máxima y -6°C como mínima.

En cuanto a la vegetación típica en el área, se mencionan las siguientes variedades:

Cedro (Juniperos sp.)

Piñón (Pinus monophylla)

Encino (Quercus gammelli) y (Quercus barbinervis)

Abeto (Abies religiosa)

Pino (Pinus lelophylla)

Madroño (Arbatus xalapensis)

También hay otro tipo de vegetación que aunque no es típica del lugar, se adaptó al clima como es el caso del nopal (Opuntia tuna), órgano (Cereus sp.) y biznaga (Chinocactus sp.), los cuales se encuentran cercanos al área estudiada, hacia el noreste.

POBLACION Y CULTURA.

Los pueblos más cercanos al área de interés son los siguientes:

<u>PUEBLO</u>	<u>HABITANTES</u>
CARBONERAS	1,600
SANTIAGUITO	350
MINERAL DEL CHICO	8,900
ATOTONILCO EL GRANDE	15,000

Además de algunas ranherías que se encuentran distribuidas en esta región.

En lo que se refiere a cultura, se puede citar que hay un porcentaje mínimo de personas que tienen estudios superiores a Primaria (posiblemente no pasa de un 5%). Normalmente el grado máximo de estudios existente en las personas es la primaria, además de haber analfabetas.

En cuanto a la economía del lugar, se puede decir que la población se dedica en parte a la agricultura y en parte al pastoreo de ganado lanar, vacuno y caprino. Algunos otros se dedican también a la fruticultura y al pequeño comercio, aunque la mayoría de la gente lo que hace es trabajar fuera de estos pueblos para concentrarse en lugares donde haya más oportunidades de conseguir empleo y prestar sus servicios como albañiles, mozos, sirvientes, obreros, etc.

III.- FISIOGRAFIA

"La teoría litológica sirve
para prestar servicio a las
necesidades de la explora-
ción geológica"

N. Strájev, 1952.

FISIOGRAFIA

Para poder ubicar a los yacimientos del área estudiada dentro de un cuadro geológico completo, es necesario localizarlo en su provincia fisiográfica correspondiente.

El área Mar de Plata se localiza en el límite sureste (borde austral) de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre - Oriental, en la subprovincia de "Sierras Altas" (Raisz, 1964), al norte inmediato de la provincia conocida como Eje Neovolcánico.

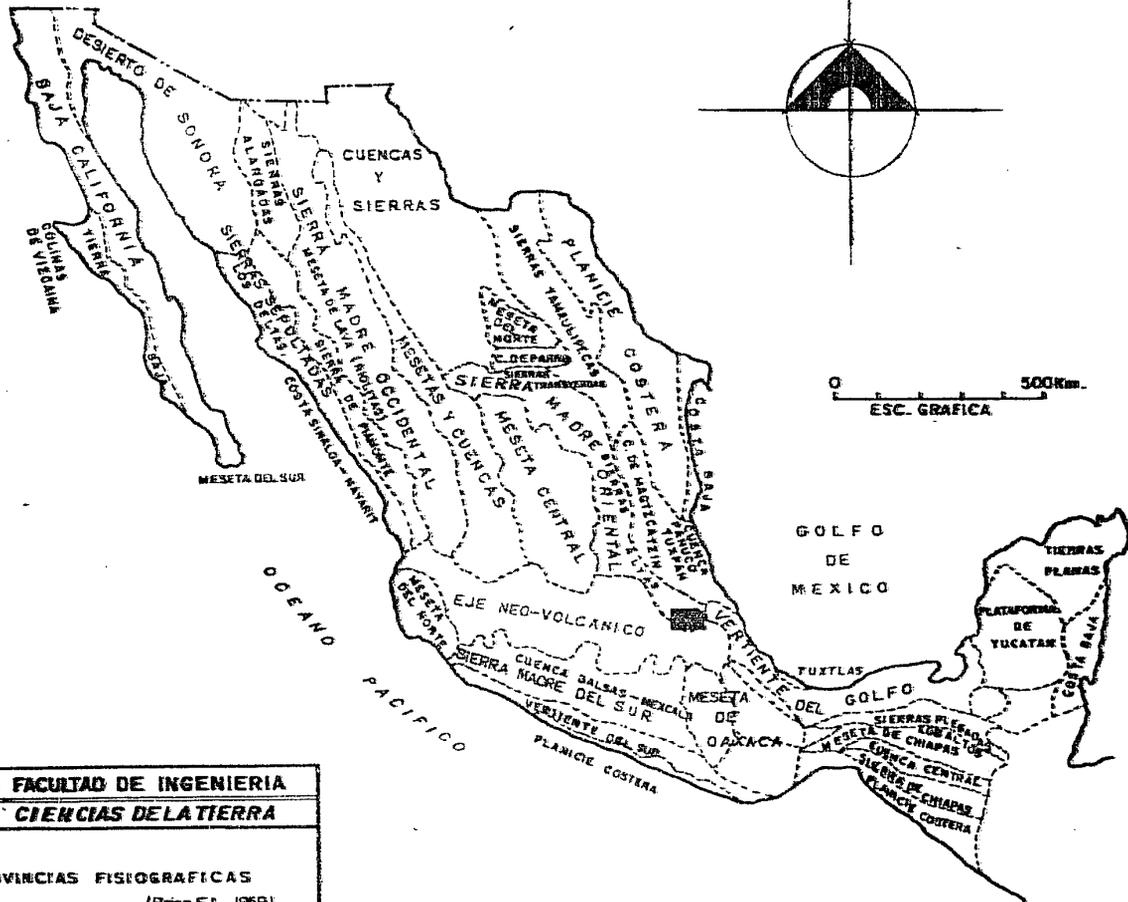
Localmente la zona queda comprendida en la parte SE de la Sierra de Pachuca, que se caracteriza por tener un promedio de 2,400 m.s.n.m. en la parte baja y 2,900 m.s.n.m. en la parte alta.

Dicha sierra se extiende unos 20 Km al noroeste del proyecto Mar de Plata en donde se le da el nombre de Sierra de Actopan; hacia el sureste, rumbo a la ciudad de Tulancingo se extiende unos 25 Km, adoptando el nombre local de Sierra de Singuilucan, la cual pierde paulatinamente altura al llegar a las llanuras de Apam.

OROGRAFIA

En el área de estudio, situada en la porción SE de la Sierra de Pachuca, la topografía es abrupta con lugares tales como La Peña del Cuervo, Los Frailes, Las Monjas, etc., muy cercanos al área Mar de Plata.

Los arroyos al erosionar, acarrean bloques de gran tamaño, definiendo un relieve abrupto con algunas formas subredondeadas en la parte superior incluyendo algunas mesetas, lo que indica



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	CIENCIAS DE LA TIERRA	
PROVINCIAS FISIOGRAFICAS		
(Raisz E.L. 1959)		
TESIS PROFESIONAL		
ALFONSO DOMINGUEZ M.	1986	Laminas N° 2

que la región se encuentra en una etapa inicial en el ciclo de erosión.

En el proyecto Mar de Plata ocurren diferentes tipos de modelo: hacia el oriente se presentan cerros escarpados cuyas pendientes oscilan de 70° a 90° . En el sur la topografía es tam- - bién bastante abrupta; en la zona, las formas montañosas se encuentran a manera de conos con pendientes fuertes (30° a 45°). En la parte norte, la sierra adopta un relieve en forma de mesetas de corta extensión con flancos cincelados en forma de "V".

Naturalmente, las causas principales de los distintos modelos que se presentan se debe a la diferente oposición que adquieren las rocas a la erosión, así como a la edad de los fenó- - menos que les dieron origen y a los accidentes tectónicos ocu- - rridos en la región. Además, es necesario señalar a las altera- - ciones que han afectado a las rocas y que también influyen en - las distintas formas superficiales descritas.

HIDROGRAFIA.

La corriente principal que recoge las aguas procedentes de las montañas que se encuentran en la región es el Río Amajac, el cual tiene su origen en las cercanías de Bandola, en la parte noreste de la Sierra de Pachuca.

En la parte más alta, ésta corriente recibe el nombre de Río del Carmen que se une al Río Hondo-tributario importante-en el poblado llamado Plan Grande. En el sistema montañoso procedente de la parte sur de la población de El Chico, el Río del Carmen se le da el nombre de Río de Los Milagros y cerca de este poblado, en el lugar denominado Santa Ana, el Río del Carmen toma el nombre de Río Amajac.

El Río de Los Griegos es otro de los tributarios de importancia del Río Amajac, uniéndose a este último a la altura del área denominada Sanctorum, que se encuentra al norte de la Región de Mar de Plata.

El Río Amajac y sus afluentes forman parte del sistema hidrográfico Moctezuma-Pánuco, el cual vierte sus aguas en el Golfo de México.

IV.- GEOLOGIA

"El geólogo que estudia los yacimientos metalíferos debe man tener libre su mente, respecto a las teorías existentes de -- formación de menas; dichas teorías son aún demasiado incomple tas"

S. Smirnov, 1947.

GEOLOGIA REGIONAL.

La zona está formada por un vulcanismo calcoalcalino limitado por calizas del mesozoico en la base y derrames básicos del pleistoceno en la cima.

En la región se presentan algunas ventanas de rocas sedimentarias; estas rocas son las más antiguas y constan de miembros arcillo-calcareos con fósiles del orden de los foraminíferos. La edad de estas rocas va del cretácico medio-superior al eoceno superior (formaciones El Doctor - Abra, Soyatal-Cuautla, Mezcala - Méndez y conglomerado El Morro respectivamente); se encuentran aflorando al norte del área Mar de Plata y desde el punto de vista estratigráfico, infrayacen a las formaciones volcánicas. La transición de las rocas sedimentarias con las volcánicas del terciario, se encuentra en el lugar llamado Santa María Amajac.

La región está formada principalmente por un paquete de rocas ígneas extrusivas que constan de derrames lávicos de tipo andesítico-dacítico, acompañados de estructuras mineralizadas como vetas, diques y brechas cataclásticas así como de productos piroclásticos tales como tobas, brechas piroclásticas y aglomerados volcánicos. A todo este paquete de rocas se les ha reunido en un grupo denominado "Grupo Pachuca", el cual encierra varias formaciones.

Terminando esta secuencia, se presenta en sitios adyacentes al área de estudio, rocas ígneas de tipo riolítico y co

ronando a éstas, se encuentran derrames de lava de tipo basáltico.

Toda la secuencia ígnea volcánica e hipabisal que se presenta en este lugar, varía en edad desde el oligoceno hasta el reciente.

Para una mejor explicación de los tipos de roca que hay en esta región, se anexa un apéndice petrográfico.

ESTRATIGRAFIA.

ERA: MESOZOICA.

SISTEMA: CRETACICO.

FORMACION EL DOCTOR - EL ABRA (APTIANO SUPERIOR - ALBIANO)

DEFINICION.- El nombre de El Doctor es tomado de la población del mismo nombre perteneciente al Municipio de Cadereyta, Qro.

Esta formación fue descrita por B. Wilson en - - 1954, como una masa de caliza de tipo arrecifal con una estratificación de mediana a gruesa. Es la formación más antigua que aflora en el Distrito.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Se encuentra distribuida al noroeste de Pachuca, en el poblado de Zimapán, Hgo.

Al noreste de Pachuca también se encuentran pequeños afloramientos; se pueden observar principalmente en las Inmediaciones del poblado de Santa María Amajac.

En cuanto al espesor, se ha comprobado que en la localidad tipo llega a tener una potencia de 600 a 800 metros.

LITOLOGIA.- La formación está constituida por calizas puras de color gris claro, aunque en algunos horizontes se encuentran acompañadas con lutitas y nódulos de pedernal. Además contiene algunos fósiles de origen marino de plataforma. (Ver Índice petrográfico)

POSICION ESTRATIGRAFICA.- La Formación El Doctor subyace en forma discordante a la formación Cuautla-Soyatal.

CORRELACION ESTRATIGRAFICA.- La Formación El Doctor se correlaciona con la formación El Abra que aflora al norte del país. (Ver lámina #4).

FORMACION SOYATAL-CUAUTLA (TURONIANO-CONIACIANO)

DEFINICION.- La formación fue descrita por Wilson en 1955 con la denominación de Soyatal, por los afloramientos arcillo-calcáreos con estratificación delgada a media que se encuentra en un campo minero que está localizado al NE de Zimapán,-- Hgo.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Se encuentra distribuida -- principalmente al NW de Pachuca, en las inmediaciones de los poblados de Zimapán e Ixmiquilpan, Hgo.

El espesor aproximado oscila en los 200 metros debido posiblemente a que una parte de esta formación haya sido erosionada.

LITOLOGIA.- Está constituida principalmente por capas medianas a gruesas de caliza del tipo de la calcarenita con algunas intercalaciones de lutitas y calizas arcillosas.

POSICION ESTRATIGRAFICA Y CORRELACION.- Se encuentra sobre yaciendo a la Formación El Doctor-Abra en una discordancia erosional y subyace a la Formación Mezcala-Méndez.

La Formación Soyatal es correlacionable con la Formación Cuautla, descrita esta última por Fries en 1960. (ver lámina No.4)

FORMACION MEZCALA-MENDEZ (CONIACIANO - MESTRICHTIANO)

DEFINICION.- En un principio fué referida al Cretácico Superior por Aguilera y Ordoñez (1897,p.39), cinco años después, estas rocas fueron descritas por Villarello y Bose (1902,p.16), los cuales la correlacionaron con las Lutitas Necoxtla, y consta de lutitas-arenosas interestratificadas con margas.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Se distribuye tanto al NE de la República Mexicana como al SW del Estado de Hidalgo. Así también se puede encontrar en el Estado de Guerrero (Pueblo de Mezcala).

El espesor es variable, mientras que en algunos lugares es de unos cuantos metros, en otros llegan a tener un espesor de 600 a 1,000 metros como en Mezcala, Gro.

LITOLOGIA.- Consta principalmente de limolitas y lutitas de un color gris verdoso con algunas intercalaciones de grauwacas y margas.

Los procesos de intemperismo les dan un tono pardo amarillento a este conjunto de rocas.

POSICION ESTRATIGRAFICA Y CORRELACION.- La Formación -- Mezcala sobreyace a la Formación Soyatal-Cuautla y subyace en discordancia erosional a la Formación El Morro.

La Formación Méndez es correlacionable con la Formación Mezcala (descrita por Fries, 1960).

ERA: CENOZOICA

SISTEMA: TERCARIO

FORMACION EL MORRO (EOCENO SUPERIOR-OLIGOCENO MEDIO)

DEFINICION.- Fue definida por por Segerstron (1961, O.-- 154), como un conglomerado calcáreo de origen continental con algunas intercalaciones de material de composición basáltica y andesítica.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Estas rocas se encuentran distribuidas tanto al NE de Pachuca, en el lugar conocido como San ta María Amajac, como al NW de dicha Ciudad en el Pueblo de Zi- mapán, Hgo.

Su espesor no es conocido, ya que estuvo un largo período expuesto a la erosión antes de que se depositaran las formaciones ígneas.

LITOLOGIA.- La formación es un conglomerado de tipo petromictico, que consta de guijarros y cantos rodados de composición calcárea derivados de rocas subyacentes; contando además con algunas intercalaciones de material tobáceo y derrames de lava de composición andesítica y basáltica; en algunos lugares este conglomerado no tiene constituyentes volcánicos, como es el caso del afloramiento que se encuentra al norte de Mar de Plata. (Ver índice petrográfico).

POSICION ESTRATIGRAFICA.- Es la primera formación terciaria; por tanto, sobreyace discordantemente a las formaciones cretácicas que se encuentran en este distrito minero.- Subyace también en discordancia a la Formación Santiago o a cualquier otra formación que le suceda. (Ver lámina No.4).

Debido a su historia geológica, su edad, y sus relaciones con otras formaciones rocosas, la Formación El Morro se ha correlacionado con el conglomerado rojo de Guanajuato - (Edwards, 1955) y con el Grupo Balsas en los Estados de Morelos y Guerrero. (Fries, 1960).

ERA	SIST.	SERIE	PISO EUROPEO	EDAD	AREA DOS CARLOS REAL DEL MONTE	EL CHICO-CAPULA (1) HOJA PACHUCA (2)	AREA MAN DE PLATA, HGO.		
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE				ROCAS VOLCANICAS WAPIGAS	ROCAS VOLCANICAS AGRUPADAS EN 3 HORIZONTES		
		PLEISTOCENO		1	A LUVISION	ALUVION SAPAS LACUSTRES Y CENOS SINCRITICOS PM. TARABO, HGO. (V. HGO. EL CAS MAYAN SHANOR) ANGENTE PM. JALPA PM. CRISTOBAL			
	PLIOCENO	ASTIANO			13	PM. SAN CRISTOBAL		TOBA DON QUINON, PM. ZUHATE	
		PLAICANCIANO				PM. YUCUANTLA		PM. YUCUANTLA	
	MIOCENO		PONTIANO			PM. CERRILLO		PM. CERRILLO	
			SARMAHIANO			PM. VIRGAINA		PM. VIRGAINA	
			TORTONIANO			PM. STA. BERTRUDIS		PM. STA. BERTRUDIS	
			HELVIETIANO			PM. REAL DEL MONTE		PM. REAL DEL MONTE	
			AQUITANIANO			PM. PACHUCA		PM. PACHUCA	
			BORDALIANO						
	OLIGOCENO		CHATTIANO						
			RUPELIANO						
	EOCENO		YANORIANO						
			LUDIANO						
			BATHONIANO						
			CHYVRIANO						
			LUTETIANO						
			GUIBIANO						
			YPRIBIANO						
			THANETIANO						
	PALEOCENO		HELVETIANO						
			MORTIANO						
	CRETACICO	SUPERIOR		MAESTRICHTIANO					
				CAMPANIANO					
				CONIABIANO					
		INFERIOR		SANTONIANO					
				TURONIANO					
				BERGMANIANO					
CRETACICO	INFERIOR		SUPERIOR						
			MEDIO						
			INFERIOR						
			SARGACIANO						
			BEDOULIANO						
			BARRMIANO						
			HAUTERVIANO						
			VALANGINIANO						
	BERRIABIANO								

(1) PHRIS R. 1974

(2) CARL FRIED 1968



NO AFLORA



AUSENTE POR EROSION
O NO DEPOSITO

UNAM.

FACULTAD DE INGENIERIA
CIENCIAS DE LA TIERRA

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

TESIS PROFESIONAL

H. ALFONSO RODRIGUEZ.

1968

Lámina Nº 4

FORMACION SANTIAGO (OLIGOCENO INFERIOR)

DEFINICION.- Es la Formación terciaria más antigua que se conoce en el Distrito Minero de Pachuca-Real del Monte; consiste en derrames de lava, brechas y tobas interestratificadas de composición variable de andesítica a riolítica. Este nombre, propuesto por Geyne (et. al., 1959), lo toma del afloramiento en donde se halla más extenso (Cerro de Santiago o Coronas), ubicado al oriente de la zona principal de Pachuca.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Esta formación tiene el área de afloramiento más pequeño entre todas las formaciones asignadas en el Distrito Minero, con un porcentaje aproximado de un 5%.

El espesor que tiene expuesto es de unos 480 m. pero en vista de que su base no ha sido alcanzada en los laborios mineros, se cree que pueda ser algo mayor.

LITOLOGIA.- Las rocas de esta formación (Andesitas y Riolitas) semejan una textura de tipo porfídica, aunque las hay de grano muy fino. El color de la roca es de gris a gris-verdoso debido posiblemente a las alteraciones que le afectan. (Ver índice petrográfico).

POSICION ESTRATIGRAFICA.- La Formación Santiago descansa sobre la Formación El Morro en forma discordante y subyace a la Formación Corteza. (ver. lámina No.4).

FORMACION CORTEZA. (OLIGOCENO MEDIO-SUPERIOR)

DEFINICION.- La Formación Corteza se define como una serie de derrames andesíticos y basálticos con un miembro tobáceo basal.

Es la única formación que presenta una andesita no porfídica, lo cual facilita su distinción de otras formaciones. Su nombre, propuesto por Geyne en 1959, es debido al afloramiento que se encuentra en la Veta Corteza de la mina San Juan Pachuca.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Los afloramientos más importantes en donde se encuentra esta formación son el Cerro de Cubitos, el Cerro de Santiago en su parte superior y en la Mina de San Juan Pachuca (Veta Corteza). Se ha visto que al norte del área de estudio, concretamente en el Río Amajac, también se encuentran sus afloramientos.

El espesor es variable quizá de un mínimo de 50m., hasta un máximo aproximado de 300 m., pero distribuido más ampliamente en el distrito minero.

LITOLOGIA.- Las rocas de esta formación (derrames andesíticos y basálticos con algunas tobas), son de un color variable que va de un pardo rojizo oscuro a un gris claro; además, su textura de tipo afanítico permite diferenciarla de las otras formaciones volcánicas que se encuentran en el Distrito. (Ver índice petrográfico).

POSICION ESTRATIGRAFICA.- Sobreyace a la Formación Santiago y subyace a la Formación Pachuca. (ver. lámina No.4)

FORMACION PACHUCA. (OLIGOCENO SUPERIOR-MIOCENO INFERIOR)

DEFINICION.- Este nombre, propuesto por Geyne, et. al. en 1959, debido a que tiene el área de afloramiento más grande de todas las formaciones que se encuentran en las inmediaciones de la Ciudad Pachuca.

La localidad tipo de la Formación Pachuca se considera que está en la parte este de la ciudad de este nombre cerca de la Mina San Juan Pachuca.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- La Formación Pachuca se encuentra mucho más extensamente distribuida en los laberintos subterráneos, aunque también se ha encontrado cerca de El Chico continuando hasta el fondo de la barranca del Río Amajac.

El espesor total de la formación varía de 110 m. o menos hasta 620 m., pero en gran parte del distrito su espesor oscila entre los 300 y 500 m.

LITOLOGIA.- La formación consiste de un miembro vulcano sedimentario en la base; está cubierto por derrames andesíticos y dacíticos interestratificados con varios miembros tobáceos lenticulares, alternados con brechas y en algunos casos, aglomerados volcánicos. (Ver índice petrográfico).

Las rocas tienen un color morado claro a oscuro, pero con la alteración hipogénica, éste se convierte en gris y gris verdoso. En algunos casos, el intemperismo le da una tonalidad que varía de amarillento a pardo rojizo.

POSICION ESTRATIGRAFICA.- La Formación Pachucadescansa sobre la Formación Corteza y subyace a la Formación Real del Monte. (ver. lámina No.4)

FORMACION REAL DEL MONTE. (MIOCENO INFERIOR-MEDIO)

DEFINICION.- Propuso este nombre Geyne, et. al. (1959), porque se encuentra distribuida en el poblado de Real del Monte, que es la localidad tipo y aflorando también al norte de dicha población.

La formación consta de derrames lávicos de rocas volcánicas intermedias con algunos productos piroclásticos.

El espesor medio de esta formación es de unos 350 m. , - aunque en algunos lugares disminuye hasta 120 m. En otros lugares como la Sierra de Pachuca, se cree que llegue hasta los 700 metros.

LITOLOGIA.- Esta formación consta de brechas volcánicas de tipo andesítico-dacítico, así como interestratificaciones de tobas y rocas volcánicas de la misma composición. (Ver índice petrográfico).

El color varía de un gris claro para las rocas poco alteradas hasta un pardo rojizo para las que tienen un fuerte intemperismo.

POSICION ESTRATIGRAFICA.- Esta formación queda comprendida en el contacto entre la Formación Pachuca y el miembro clásico sobreyacente de la Formación Santa Gertrudis. Sin embargo, la que descansa discordantemente en la Formación Real del Monte es la Formación Vizcaína debido a la ausencia de la Formación Santa Gertrudis. (ver. lámina No.4)

FORMACION SANTA GERTRUDIS. (MIOCENO MEDIO-SUPERIOR)

DEFINICION.- El nombre de Santa Gertrudis, propuesto por Geyne (1959), es tomado por la veta del mismo nombre que se encuentra cercana al área de Dos Carlos en el poblado de Real del Monte, y corresponde a rocas volcánicas andesítico-dacíticas con productos piroclásticos.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Esta formación se encuentra distribuída en las partes NE y SE de la ciudad de Pachuca. También se puede localizar en los laboríos subterráneos de los tiros La Rica y Purísima.

Su espesor máximo es de aproximadamente 350 m., aunque normalmente su espesor medio es de 200 m.

LITOLOGIA.- Consiste principalmente de rocas de derrame masivo con cantidades menores de brechas y otras capas clásticas y tobáceas de composición andesítica que transicionalmente cambian a dacítica. (Ver Índice petrográfico).

En cuanto a la coloración se puede decir que es variable pues van de un gris a gris verdoso hasta un pardo amarillento, debido a la alteración que ha sufrido la roca,

POSICION ESTRATIGRAFICA.- Esta Formación se encuentra generalmente sobreyaciendo a la Formación Real del Monte y subyaciendo a la Formación Vizcaína (Fries op. cit. 1963). Para una mejor referencia, puede verse la lámina No.4.

FORMACION VIZCAINA (MIOCENO SUPERIOR)

DEFINICION.- Este nombre fue propuesto por Geyne et. al. en 1959, debido a la veta-falla de Vizcaína, la cual representa una de las estructuras principales del Distrito Minero de Pachuca-Real del Monte.

La localidad tipo se extiende a unos 800 m., al noreste del pueblo de La Reforma.

Esta formación tiene una amplia distribución en el Proyecto Mar de Plata.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Es una de la formaciones que se extienden ampliamente en el distrito minero, pues se ha encontrado en las cercanías de la población de El Chico, así como en Real del Monte, y en la parte SW de Pachuca aflora en pequeñas porciones.

En cuanto al espesor se ha observado que, en algunos laboríos subterráneos se han medido hasta 600 m.; pero normalmente, el espesor oscila entre los 200 y 400 m. En ocasiones debido al acuñaamiento de esta formación, varía de unos 20 a 40 m. (Fries op. cit., 1963)

LITOLOGIA.- Está compuesta por derrames de lava y capas de brecha principalmente de tipo andesítica a dacítica. También tiene una franja compuesta de tobas de composición intermedia. (Ver Índice petrográfico).

La coloración de estas rocas es variable pues va de un pardo rojizo a un morado pálido.

POSICION ESTRATIGRAFICA.- Esta formación generalmente se encuentra sobreyaciendo a la Formación Santa Gertrudis y subyaciendo a la Formación Cerezo; aunque a veces se encuentra en forma discordante con la Formación Real del Monte. (Fries op. cit., 1963). Para mejor referencia, ver la lámina No.4.

FORMACION CEREZO (MIOCENO SUPERIOR-PLIOCENO INFERIOR)

DEFINICION.- La definió Geyne (1959), de esa manera porque su localidad tipo se encuentra a unos metros al NW del pueblo de El Cerezo, que está en las inmediaciones de la Ciudad de Pachuca.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Por lo que se refiere a la distribución se puede decir que sus afloramientos son escasos y muy esparcidos. Su mayor área de exposición es al SE y NW de Pachuca donde se midieron sus máximos espesores.

Su espesor medio es de 220 m., aproximadamente.

LITOLOGIA.- Está compuesta principalmente de derrames lávicos así como brechas volcánicas de tipo andesítico a dacítico y hasta del tipo riodacítico. (Ver índice petrográfico).

En cuanto a la coloración de las rocas, éstas van de un gris amarillento y pardo amarillento hasta un pardo rojizo.

POSICION ESTRATIGRAFICA.- La unidad subyace a la Formación Vizcaína; en algunos lugares hay una marcada discordancia angular, por lo que a veces se le ve descansar sobre formaciones más antiguas a la Vizcaína (Fries, op. cit., 1963); y subyace a la Formación Tezuantla. (ver. 1ª No. 4).

FORMACION TEZUANTLA (PLIOCENO INFERIOR)

DEFINICION.- Este nombre lo propuso Gayne (1959), por el afloramiento que se encuentra ubicado al SE de Real del Monté, donde se encuentra el pueblo del mismo nombre. Esta, puede decirse, es su localidad tipo.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Los afloramientos en que predomina esta roca se localizan en la parte norte de Pachuca, en los promontorios denominados Peña del Gato y Peña del Agulla. Se ha localizado también en las cercanías del Río Mezquitlán. En el centro del Distrito Minero de Pachuca y en el Proyecto Mar de Plata no existe.

Su espesor máximo medido es de unos 150 m., aproximadamente.

LITOLOGIA.- Está compuesta de una serie de derrames de lava dacítica. Los derrames de lava muestran un bandeamiento coloreado producido por alteración y fluidez. Los colores van de un pardo hasta un gris verdoso con tonos rosados. (Ver Índice petrográfico).

POSICION ESTRATIGRAFICA.- Esta Formación se encuentra sobreyaciendo a la Formación Vizcaína o a cualquiera de las formaciones citadas anteriormente; subyace a la Formación Zumate. (ver lámina No.4)

FORMACION ZUMATE. (PLIOCENO MEDIO)

DEFINICION.- Las prominencias topográficas más sobresalientes de la región corresponden a las rocas de esta formación y precisamente su nombre lo toma de la Peña del Zumate en el Pueblo del mismo nombre localizado al norte del Distrito Minero de Pachuca. Otros picachos pintorescos de la Formación Zumate son: Las Ventanas, Las Monjas y Los Frailes, ubicados al Noreste de Pachuca. La Formación fué definida por Geyne et. al., en 1959.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Las áreas en donde aflora esta formación, están situadas en las partes más elevadas de la Sierra de Pachuca y se extienden hasta la zona de El Chlco.

En lo referente a su espesor se puede decir que es variable pero se estima que sea de unos 360 m.

LITOLOGIA.- El tipo de roca está representado por una sucesión de derrames que son de roca dacítica, brechas y aglomerados de la misma composición, además de ignimbritas. (Ver Índice petrográfico).

POSICION ESTRATIGRAFICA.- Esta formación descansa generalmente sobre la Formación Tezuantla, aunque a veces en cualquiera de las formaciones volcánicas más antiguas (Frías op. cit., 1963); subyace a la Formación San Cristóbal. (ver lámina No.4).

FORMACION SAN CRISTOBAL (PLIOCENO SUPERIOR)

DEFINICION.- El nombre de esta Formación es tomado por su localidad tipo que es el Cerro de San Cristóbal, una eminencia montañosa que se levanta inmediatamente al noroeste de la Ciudad de Pachuca. Fué en este lugar donde se descubrieron los minerales Tridimita y Cristobalita (Vom Rath 1868 y 1887 respectivamente). Esta formación fué definida por Geyne et. al., en 1959.

DISTRIBUCION Y ESPESOR.- Esta formación tiene muy pocas áreas de afloramiento en el Distrito Minero pues solo se encuentra en el Cerro de San Cristóbal, en el Cerro de Cubitos y cerca del pueblo de Omitlán.

En lo referente al espesor, probablemente sea del orden de los 300 m., a los 500 m.

LITOLOGIA.- La Formación San Cristóbal está constituida principalmente por derrames de andesitas de olivino con algunas intercalaciones de tobas de composición andesítica. (Ver Índice petrográfico).

El color de la roca es gris verdoso oscuro con algunas tonalidades pardas debidas al intemperismo.

POSICION ESTRATIGRAFICA.- En cuanto a su límite inferior se puede decir que la Formación San Cristóbal descansa sobre la Formación Zumate o alguna otra formación más antigua y es cubierta por riolitas y derrames basálticos recientes o bien, por depósitos de tipo aluvial. (ver lámina No.4).

GEOLOGIA DEL AREA.

De acuerdo a la posición relativa con respecto al vulcanismo del Distrito de Pachuca-Real del Monte, así como por sus características litológicas, en el área de estudio aflora la Formación Vizcaína perteneciente al Grupo Pachuca. Por definición, esta formación sobreyace directamente a la Formación Santa Gertrudis y subyace a la Formación Cerezo.

La Formación Vizcaína se compone principalmente de rocas de tipo andesítico a dacítico con algunas brechas y tobas de la misma composición. (Ver Índice petrográfico). En este lugar se tienen alteraciones a nivel regional como son la oxidación, propilitización, cloritización y carbonatación principalmente.

En la zona se observó que se encuentran tres horizontes litológicos bien identificables por la morfología de su relieve.

El primero de ellos que es el horizonte superior (1), se encuentra bastante escarpado, con pendientes altas y topografía abrupta. (Clasificación: Dacita Porfídica de augita alterada; ver apéndice petrográfico).

El segundo horizonte (II), tiene formas de tipo subredondeado con pendiente y topografía más suave - (Clasificación: Andesita porfídica de augita alterada; ver apéndice petrográfico).

El tercer horizonte (III), que es el inferior está formado por pequeñas mesetas y cuya pendiente es -- casi nula (Clasificación: Andesita alterada; ver apéndice petrográfico).

GEOLOGIA HISTORICA

La secuencia sedimentaria que aflora al norte de la región estudiada, debe su origen a la transgresión marina habida durante el Jurásico la cual provocó que el litoral se adentrara hacia el continente y diera lugar a una zona de aguas someras, -- las cuales propiciaron en el Albiano (Cretácico Inferior-Medio) el desarrollo de arrecifes de barrera.

Durante el desarrollo de los arrecifes, se depositaron en aguas más profundas sedimentos que constituyeron a la Formación Cuesta del Cura que aflora en Zimapán, Hgo. En la zona de Pachuca, los depósitos fueron de aguas someras y se formaron arrecifes tipo biostroma que constituyeron parte de la Formación El Doctor, o El Abra como se le conoce al NW de Pachuca y en el norte del País.

En el Cenomaniano (Cretácico Medio), debido a una posible emersión continental, se erosionan las regiones fisiográficamente positivas y por tanto se forman depósitos de rocas principalmente clásticas.

En el Turoniano-Maestrichtiano (Cretácico Superior), al producirse la regresión marina se depositaron sedimentos arcillo-calcáreos y arenosos, dando lugar a las Formaciones Soyatal y Mezcala-Méndez respectivamente.

A fines del Cretácico y principios del Terciario, empieza la Orogenia Laramídica teniendo como primer episodio un conjunto de esfuerzos compresionales que originaron plegamientos y -- fallamientos que en conjunto, se les conoce como Sierra Madre Oriental.

Posteriormente y debido a la distensión a fines del Eoceno y principios de Oligoceno se originaron grandes fallas normales

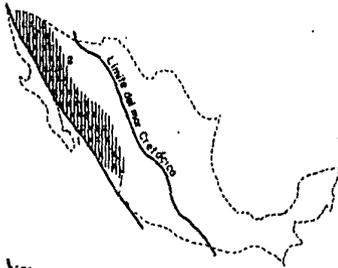
que dieron origen a fosas, las cuales fueron rellenas, por sedimentos debido a la intensa actividad erosiva, formando conglomerados calcareos como El Morro.

El Oligoceno y Miocénico están caracterizados por una intensa actividad volcánica dando origen a las Formaciones del Grupo Pachuca, que constan de alternancias de brechas, tobas, aglomerados y derrames lávicos de composición andesítico-dacítica. (Ver lámina No. 5)

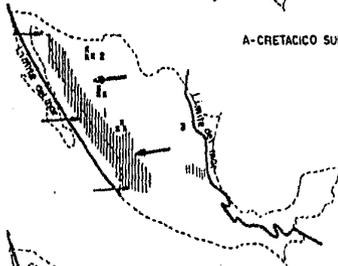
A principios del Plioceno (Terciario Superior) y posterior al depósito de la Formación Tezuantla, la zona aún estaba sometida a esfuerzos verticales, lo que originó una tectónica de bloques escalonados, cuyas fallas condicionaron las rocas para el emplazamiento de vetas y diques las cuales favorecieron el proceso de mineralización. A mediados del Plioceno se aparecen las rocas de la Formación Zumate, de composición riolítica.

A fines del Plioceno y principios del Pleistoceno (Cuaternario), se originó la extravasación de lavas máficas que, por una parte, obstruyó el drenaje existente, formando cuencas endorreicas y por otra, pequeños lagos donde se depositaron sedimentos como son los de la Formación Tarango.

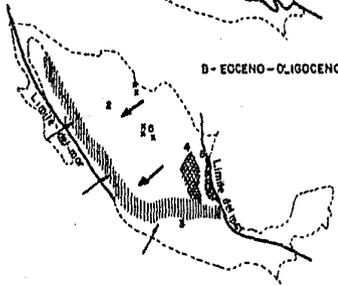
Localización de los diferentes eventos magmáticos del Cretácico Superior (A), Eoceno-Oligoceno (B) y Mioceno (C).



A-CRETACICO SUPERIOR



B- EOCENO-O.IGOCENO



C- MIOCENO

A

Límite del mar en el Cretácico y en el Oligoceno según de Cserna Z. 1960.

- 1: Batolitos cretácicos del margen pacífico (Baja California-Sonora-Sinaloa).
- 2: Vulcanismo calco-alcálico reconocido en unos lugares de Sonora y Sinaloa.

B.

- 1: Vulcanismo calco-alcálico formando el basamento de las capas ignimbríticas (Sonora-Sinaloa). Principio del vulcanismo al nivel del Eje.
- 2: Intrusiones batolíticas migrando hacia el Este.
- 3: Primeras manifestaciones en la provincia alcalina.

C.

- 1: Desarrollo del Vulcanismo calco-alcálico en Baja California.
- 2: Grandes emisiones ignimbríticas de la provincia occidental.
- 3: Actividad importante a lo largo del Eje trans-mexicano.
- 4: Manifestaciones de tipo "trapp" en la zona de la Sierra Madre Oriental.
- 5: Vulcanismo alcalino de las llanuras costeras.
- 6: Intrusiones batolíticas tardías.

Nota. Las flechas negras delgadas indican el movimiento de las placas de Farallón y Pacífica por debajo de la placa Americana es decir, las zonas de subducción (T. Alwater 1970) y las flechas gruesas el movimiento de la Placa Americana.

U.N.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA	
	CIENCIAS DE LA TIERRA	
EVENTOS MAGMATICOS EN EL CRETACICO SUPERIOR Y TERCIARIO INFERIOR.		
TESIS PROFESIONAL		
H.A. RODRIGUEZ M.	1986	LAMINA Nº 5

TECTONICA

En el Paleoceno la Revolución Larámide, produce en las rocas mesozoicas pliegues y fallas como son los anticlinorios de Cerro Blanco y Peña Colorada y los sinclinorios de Los Venados y Chalmita. Estas estructuras tienen una orientación general NW-SE, junto con el sistema de fallas y fracturas, sirvieron de conducto para el vulcanismo posterior.

Habiendo cesado el plegamiento, la erosión destruye las crestas de los anticlinales haciendo que se depositaran en las cuencas formadas por los sinclinales y fosas tectónicas. Esto indica que el sistema anterior de fuerzas tangenciales que prevaleció durante la deformación de las rocas mesozoicas que produjo fallas de cabalgadura, entra en una etapa en que predominan las fuerzas verticales, como consecuencia la actividad volcánica se hace más intensa y prueba de esto son los buzamientos más fuertes en las capas inferiores de rocas tales como tobos, brechas, aglomerados y derrames lávicos que se hacen más suaves conforme se acumulan las emisiones más recientes.

En el Oligoceno (Terciario Medio), el vulcanismo en el Distrito Minero de Pachuca-Real del Monte, forma a las rocas del Grupo Pachuca, constituidas de derrames lávicos y productos piroclásticos de composición andesítico-dacítica. Posteriormente prevalecieron los esfuerzos verticales que dieron origen a fallas normales y esfuerzos dirigidos norte-sur produciendo fallas de rumbo, lo cual dió como resultado una serie de bloques afallados, escalonados y orientados visiblemente NW-SE. Este tipo de estructuras, acondicionaron a las rocas para el emplazamiento de vetas y diques.

Los elementos tectónicos mineralizados más importantes en el Distrito Minero de Pachuca-Real del Monte son:

- 1.- La veta-falla Rosario Viejo, que hacia el Este recibe el nombre de Vizcaína, teniendo como ramales im-

portantes las de Pabellón y Maravillas.

- 2.- La veta-falla Analcos, que hacia el Oriente se le da el nombre de Rosario y más al Este cambia nuevamente de nombre llamándose Eduardo, uniéndose finalmente a las vetas Ures, Pinta y Regla.
- 3.- La veta-falla Santa Gertrudis hacia el Este, se le conoce con los nombres de vetas Pinta y Regla las -- que se unen a las vetas Ures y Eduardo.

Todas estas veta-fallas atraviesan el distrito con una dirección general oeste-noroeste y sus extremos terminan en ramales divergentes. Todos estos elementos tectónicos son de importancia en la mineralización del distrito.

Existe otro sistema de fallas y fracturas posterior al depósito de la Formación Zumate, el cual tiene un rumbo norte-sur y forma una trama sub-rectangular con el grupo anterior. Este sistema no está presente en los laboríos del subdistrito Pachuca, sino solamente en Real del Monte, en las unidades mineras de la Rica y Purísima en donde se presentan los dos sistemas. Por observaciones efectuadas en interior de mina, se de terminó que el sistema norte-sur es desplazado por el oeste-noroeste, lo cual es prueba que tiene un origen posterior.

V. - YACIMIENTOS MINERALES

"Como la piedra de toque sirve para probar el metal precioso, el metal precioso sirve para probar al hombre"

Quilón 500 años A. de C.

V. - YACIMIENTOS MINERALES

Routhier (1963), en su libro "Les Gisements Métallifères" propuso una forma de agrupar a los yacimientos minerales, basada en las características de los depósitos mineralizados, dividido en 2 partes que incluyen los parámetros de mayor importancia; estas características son las siguientes:

CARACTERISTICAS DEL YACIMIENTO

1. - Paragénesis hipogénica y eventualmente sucesión mineralógica
2. - Alteraciones superficiales y minerales supergénicos
3. - Composición química y leyes del mineral
4. - Tonelaje del mineral

CARACTERISTICAS DE LA ROCA ENCAJONANTE

5. - Naturaleza litológica y estratigrafía de las rocas huésped
6. - Morfología del yacimiento
7. - Rocas plutónicas o volcánicas presentes en la región
8. - Geología histórica
9. - Ejemplo de un yacimiento con características similares
10. - Génesis del yacimiento

Este método para reunir a los yacimientos minerales se propone en la presente tesis, porque permite determinar el modelo del yacimiento y compararlo con otros de la misma especie.

CARACTERISTICAS DEL YACIMIENTO

V.1.1.- PARAGENESIS Y EVENTUALMENTE SUCESION

DESCRIPCION DE MINERALES ANALIZADOS EN EL MICROSCOPIO MI
NERAGRAFICO Y MICROSONDA ELECTRONICA.

Pirita (FeS_2): Se presenta en cristales de contornos euedrales a subedrales y en agregados masivos. Algunas veces se puede observar en textura de reemplazamiento con blenda, galena y en ocasiones calconipirita; todos éstos minerales son posteriores a la pirita.

En ciertas superficies pulidas, se pudieron observar cristales aislados y diseminados. El tamaño de los cristales es variable, los cuales van de 0.08mm hasta 0.4mm, teniendo un diámetro promedio de 0.22mm.

La pirita ocupa aproximadamente de un 10 a 15% de abundancia en zonas mineralizadas.

Galena (PbS): Ocurre en formas granulares aisladas o masivas. Este mineral se encuentra reemplazando a la pirita, blenda y calconipirita. Se presenta de manera bastante constante como asociado a la blenda. No es raro observarlo como en vetillas dentro de la calconipirita y de la propia blenda.

La textura sumamente fina de este mineral permite pensar desde el punto de vista óptico que es altamente argentífero.

El tamaño de los cristales varía de los 0.05mm a 0.3mm, teniendo un tamaño promedio de 0.16mm.

La galena ocupa en las áreas mineralizadas aproximadamente de un 7 a 10% de abundancia.

Blenda (ZnS): Se encuentra en formas masivas o granulares. Este mineral presenta principalmente dos tipos de textura:

-Exsolución: Intimamente asociada a la calcopirita; éste ultimo se encuentra en pequeños cristales diseminados en la blenda.

-Reemplazamiento: Se encuentra reemplazando a la pirita y, a veces, se observa que reemplaza a la calcopirita. En algunas superficies se ve que es reemplazada por galena, estromeyerita y argentita.

El tamaño aproximado de los cristales de blenda varía de 0.02mm a los 0.3mm, teniendo un diámetro promedio de 0.16mm.

La blenda presenta aproximadamente de un 8 al 10% en cuanto a abundancia en áreas de mineralización.

Calcopirita (CuFeS₂): Se presenta en formas granulares o en inclusiones con la blenda. La calcopirita muestra dos texturas:

-Exsolución: Se encuentra en minúsculos cristales incluidos en la blenda.

-Reemplazamiento: Es reemplazado por argentita, estromeyerita, galena y, en ocasiones, por la blenda. En algunas superficies se pueden ver reemplazamientos posteriores de enriquecimiento de calcocita (Cu₂S) y covelita (CuS) rellenoando algunas fracturas de la calcopirita.

En otras superficies se puede ver como la calcopirita reemplaza a la pirita.

El tamaño de la calcopirita va entre 0.02mm hasta 0.2mm, teniendo un tamaño promedio de 0.09mm

El porcentaje de abundancia de la calcopirita en áreas mineralizadas va de un 5 al 7%.

Argentita (Ag_2S): Se presenta en cristales masivos y disseminados (de 2 a 3% en cuanto a abundancia en superficies pulidas). Reemplaza a la galena, blenda, calcopirita y pirita. El tamaño de los cristales varía de 0.03mm. hasta 0.25mm teniendo un diámetro promedio de 0.08mm.

Por medio de un mapeo y análisis cuantitativo en microsonda electrónica, se pudo ver que el contenido de plata, en algunos casos, llega al 100%; en otros casos, el contenido de plata baja en tanto que se incrementa el contenido de azufre y cobre hasta llegar a tener argentitas cupríferas (Estromeyerita $CuAgS$; tamaño promedio 0.075mm. y porcentaje de abundancia de un 0.5 a 1%).

De acuerdo a temperaturas detectadas por la técnica de Oclusiones Fluidas, se pudo ver que en el proyecto Mar de Plata hay un paramorfo de la argentita (Acantita Ag_2S ; tamaño promedio 0.027mm) y su principal diferencia es que este último mineral es de temperatura menor.

De acuerdo a los minerales y a sus características texturales descritas anteriormente, se hizo una sucesión propuesta de la paragénesis del distrito minero Pachuca-Real del Monte, la cual está descrita en la lámina No.6 anexa a este capítulo.

SUCESION PROPUESTA DE LA PARAGENESIS DEL DISTRITO MINERO DE PACHUCA - REAL DEL MONTE , HIDALGO.

MINERAL	PRIMARIO	SECUNDARIO
---------	----------	------------

MENA

Pirita (FeS_2)	████████████████████	
Calcopirita (CuFeS_2)	████████████████████	
Blenda (ZnS)	████████████████████	
Galena (PbS)	████████████████████	
Argentita (Ag_2S)		████████████████████
Estromeyerita (CuAgS)		████████████████████
Acanfita (Ag_2S)		████████████████████
Calcooita (Cu_2S)		████████████████████
Covellita (CuS)		████████████████████
Oro (Au)		████████████████████
Plata (Ag)		████████████████████

GANGA

Cuarzo (SiO_2)	████████████████████	
Adularia ($\text{K(AlSi}_3\text{O}_8)$)	████████████████████	
Bustamita ($\text{CaFeMn}_2(\text{SiO}_3)_6$)	████████████████████	
Calcita (CaCO_3)	████████████████████	
Rodocrosita (MnCO_3)	████████████████████	
Rodonita ($\text{CaMn}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)	████████████████████	
Heinitzita (Fe_2O_3)		████████████████████
Malaquita ($\text{Cu}_2((\text{OH})_2\text{CO}_3)$)		████████████████████
Limonita ($\text{H}_2\text{Fe}_2\text{O}_4(\text{H}_2\text{O})_x$)		████████████████████

V.1.2. ALTERACIONES SUPERFICIALES

Los principales tipos de alteraciones que afectan a las rocas que están en contacto con los yacimientos minerales son los siguientes:

ARGILITIZACION. - Es la alteración que afecta principalmente a los feldspatos; sirve como guía en zonas mineralizadas ya que se puede seguir en la traza de las estructuras. Los minerales esenciales que presenta esta alteración son la sericita y los minerales arcillosos (probablemente del grupo del caolín); a veces presentan en pequeña escala otros minerales como calcita y piritita. La ocurrencia de la argilitización es limitada (ver lámina no.7 de la sección idealizada de una veta).

CARBONATACION. - Es la formación de cualquier tipo de carbonato; la carbonatación, de tipo hipogénico como casi todas las alteraciones; se localiza cerca de la veta e incluso dentro de ella. La calcita, la rodocrosita y otros carbonatos son minerales que se forman en la mena y en algunos casos, son indicadores de determinados tipos de yacimientos minerales. La carbonatación es también una buena guía.

CLORITIZACION. - Esta alteración tiene amplia distribución superficial y puede decirse que afecta a todas las rocas en grado mayor o menor. La clorita se presenta en cristales anedrales de diversos tamaños; reemplaza a las plagioclasas y en grado mayor a los minerales máficos. La cloritización es generalmente una guía hacia otra alteración.

OXIDACION. - Se produce como consecuencia de la acción de las aguas meteóricas sobre los yacimientos primarios. Las grietas y juntas son el acceso natural a las soluciones oxidantes. La oxidación es una guía aceptable hacia zonas mineralizadas, ya que las aguas meteóricas al actuar sobre los minerales de mena tales como los sulfuros primarios, puede originar una asociación de mi

nerales característicos de oxidación.

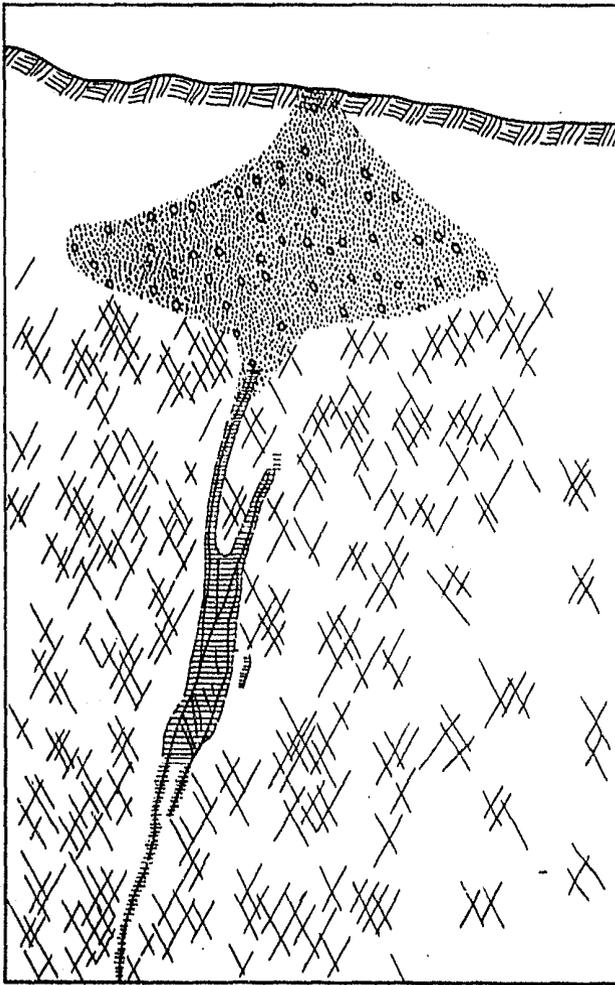
PROPILITIZACION. - Esta alteración es poco evidente en la superficie -- del terreno; sin embargo por los estudios petrográficos que se han hecho en los núcleos de los barrenos, la propilitización tiene una mayor distribución subterránea. Esta alteración se caracteriza por presentar los siguientes minerales: epidota, clorita, calcita y pirita.

La propilitización genera cambios importantes en las rocas, en forma - de reemplazamiento de plagioclasas por epidota y calcita y los minerales má-ficos originales son sustituidos por epidota, pirita y algunas veces calcita. - En el caso del distrito minero Pachuca-Real del Monte, esta guía se presenta muy relacionada a la silicificación (ver lámina No.7)

PIRITIZACION. - Esta alteración se origina probablemente por una mayor aportación de azufre de origen hipogénico. La piritización puede ser una - buena guía para la mineralización (en este caso, de tipo filoniano) porque a medida de que se acerca mas a la veta el contenido de pirita, que se pro--senta ya sea en forma diseminada a masiva o también en cristales euedrales - y subédrales, es mayor.

SILICIFICACION. - Esta alteración se presenta en rocas con fractura --- miento intenso y asociado a vetas. Los minerales que alteran estas rocas - son principalmente el cuarzo y el feldespató potásico, provocándoles un cam- blio en la textura original.

La alteración (ver lámina No.7), se localiza en las zonas adyacentes a las vetas; significa que a medida de que se aproxima más a la veta, la ro- ca fracturada pierde progresivamente su textura original. Esta alteración puede continuar a profundidad y se considera como una buena guía de minera- lización.



- VETA _____ 
- ARGILITIZACION _____ 
- SILICIFICACION _____ 
- PROPILITIZACION _____ 

U.N.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA	
	CIENCIAS DE LA TIERRA	
SECCION TRANSVERSAL IDEALIZADA DE UNA VETA, MOSTRANDO LA DISTRIBUCION DE LOS TIPOS DE ALTERACION HIDROTHERMAL		
TESIS PROFESIONAL		
H.A. RODRIGUEZ M.	1986	LAMINA N°7

MINERALES SUPERGENICOS

Los minerales supergénicos se producen como consecuencia de un enriquecimiento secundario producto de la oxidación y acumulación en la zona de sulfuros primarios.

Los minerales supergénicos encontrados en el distrito Pachuca Real del Monte son: calcocita y covelita que reemplazan a la calcopirita en fracturas. También se encuentran manchas de carbonatos de cobre y óxidos de manganeso y fierro y, en algunas casos, plata nativa aunque casi la mayor parte de la argentita, acantita, estromeyerita y plata nativa se consideran hipogénicas, ya que están asociadas a sulfuros de metales básicos hipogénicos.

V.1.3. COMPOSICION QUIMICA Y LEYES DEL MINERAL. - En lo que se refiere a la composición química de los minerales que se encuentran en el distrito Pachuca-Real del Monte, se puede consultar el esquema de la sucesión paragenética (ver lámina No.7) en donde cada mineral viene representado por su fórmula.

Respecto a las leyes del mineral (ver tabla No.1 del tonelaje de mineral probable) se hace referencia de los informes del Consejo de Recursos Minerales sobre los barrenos que resultaron con valores positivos de plata situadas en las vetas Guadalupe y Angeles, ubicadas en el proyecto Mar de Plata.

Posteriormente se hizo un análisis cuantitativo, se sumaron las leyes y se obtuvo un resultado, el cual se divide entre el número total de muestras. De tal forma que la ley se calculó con la siguiente fórmula $L = \frac{\sum l_i \cdot n}{n}$

En donde : $\sum l_i \cdot n$ = muestras que presentan leyes
n = número total de muestras.

V.1.4. TONELAJE DEL MINERAL

Para calcular el tonelaje del mineral primero nos referiremos a lo que son las reservas de un mineral y las definiremos como "el agregado de uno o mas minerales que, bajo condiciones favorables, puede ser minado y vendido con una ganancia o del cual una parte puede ser económicamente extraíble".

Ahora bien para clasificación de reservas, las más aceptables y generalizadas son las siguientes:

- a) Positivas, Probables y Posibles
- b) Medidas, Indicadas e Inferidas
- c) Desarrolladas y Prospectivas
- d) Explotables y de Interés.

Para el caso que nos ocupa usaremos las siguientes clasificaciones y categorías respectivamente:

- 1.- Mineral Explotable: Positivas, Probables y Quebradas
- 2.- Mineral de Interés: Medidas, Indicadas e Inferidas

Cuyas definiciones son como sigue:

Mineral Explotable

Reservas positivas.- Son aquellas en las cuales los factores geológicos que controlan la mineralización están bien conocidos por lo que las leyes, tamaño, forma y continuidad del cuerpo se consideran definidos y en las que además el "riesgo de falla" en encontrar el mineral pronosticado es muy remoto, de manera tal que no se considera un factor más en la planeación de las operaciones. Otra consideración adicional es que el mineral sea económicamente explotable.

Reservas probables.- Son aquellas que cubren extensiones cercanas a las reservas positivas en condiciones tales que el mineral tiene grandes posibilidades de ser encontrado, pero cuyas extensiones y condiciones limitantes no están tan definidas como para el anterior caso. Las reservas probables también pueden incluir aquel mineral que ha sido cortado por barrenos a -- diamante pero estos están muy ampliamente espaciados para poder asegurar -- su continuidad. Debe cumplir también con la consideración de que sea económicamente explotable,

Reservas quebradas.- Como su nombre lo indica, son aquellas que se encuentran en tal condición al momento de efectuar el cálculo de reservas.

Mineral de Interés

Reservas medidas: Son aquellas que cumplen las mismas condiciones de determinación que las reservas positivas, pero que no son económicamente explotables al momento de cálculo,

Reservas indicadas: Son aquellas que tienen las mismas características de determinación que las reservas probables, pero que tampoco son económicamente explotables al momento de su cálculo.

Reservas inferidas: Son aquellas para las cuales las estimaciones están basadas grandemente en un conocimiento amplio del carácter geológico del depósito y para las cuales hay pocos muestreos o mediciones; las estimaciones están basadas asumiendo una continuidad o repetición de la mineralización y para la cual hay evidencias geológicas de su presencia. Dichas evidencias pueden incluir comparaciones con depósitos similares en tipo y forma.

De acuerdo a las definiciones citadas con anterioridad, el Proyecto Mar de Plata lo incluyen en las siguientes reservas:

a) Reservas Probables

b) Reservas Posibles o inferidas

a) Reservas Probables.- Se hicieron tomando como base la barrenación de diamante con obtención de núcleos conteniendo valores de plata, y considerando como parámetros principales la longitud del barreno, profundidad, la potencia del cuerpo mineralizado y el peso específico determinado como promedio.

Longitud y Profundidad.- A los barrenos con muestras de mineralización se les fueron determinadas 2 zonas de influencia: una horizontal y otra vertical, a partir del punto en que el barreno intercepta al cuerpo mineralizado.

Teniendo como referencia al cuerpo mineralizado considerado como veta, la zona de influencia horizontal se marcó con 100 metros a cada lado del punto de intersección. La zona de influencia vertical se fijó a 50 metros arriba y abajo del mismo punto. El área definida por las zonas de influencia sirvió para formar bloques de 200 X 100 metros de longitud.

Potencia.- Definida por el espesor de la veta que en este caso se le dió un valor promedio de 1.30 metros en la zona de influencia.

Peso Especifico.- En el área Mar de Plata se le otorgó un valor promedio de 2,5 a la relación entre mineral de mena y roca encajonante.

De acuerdo a los anteriores parámetros, los resultados se ilustran en la tabla No. 1 que se anexa y que corresponden a las vetas Guadalajara y Angeles, que son las únicas con valor económico de mineral de plata.

b) Reservas Posibles o inferidas.- Se calculan en base a la longitud mapeada en cada veta, con una profundidad promedio de 200 metros y un espesor de 1.30 metros, adjudicándole un peso específico promedio de 2.5.

Los resultados se ilustran en la tabla No. 2 que se anexa en este capítulo.

OPINION PARTICULAR SOBRE EL MUESTREO Y RESERVAS CALCULADAS EN EL PROYECTO MAR DE PLATA.

-De acuerdo a los trabajos efectuados en el Proyecto Mar de Plata y a las diferentes definiciones de los tipos de reservas que hay, mis opiniones son las siguientes:

a) Al referirnos a una muestra, ésta nos daría información acerca de la distribución de un depósito. Para esto, todo buen muestreo debe tener como base esencial la "imparcialidad" o sea, que todas las muestras o partículas de muestra tienen la misma oportunidad de ser seleccionadas. En este yacimiento se tocaron o analizaron muestras con parcialidad (muestras que tenían valores positivos de plata).

b) Prácticamente en una obra indirecta (barrenación) se conoce solamente un lado o una parte del yacimiento. Es un tanto riesgoso inferir un buen espacio como se hace aquí. Por tanto, el grado de confiabilidad es mínimo.

TABLA No. 1

RESERVAS PROBABLES CUBICADAS CON BARRENACION A DIAMANTE

No. BARRENO	PROFUNDIDAD TOTAL DEL BARRENO.	POTENCIA EN MTS.	RUMBO	P.E.	VETA	LEY GR. AG/TON.	TONELAJE
1886	166.15 MTS.	1.30	S 15 W	2.5	ANGELES.	125	65,000
1887	419.25 MTS.	1.30	S 15 W	2.5	ANGELES.	18	65,000
1901	245.60 MTS.	1.30	S 11 W	2.5	ANGELES.	100	65,000
1902	206.10 MTS.	1.30	SUR	2.5	ANGELES.	313	65,000
1904	365.50 MTS.	1.30	S 34 W	2.5	ANGELES.	100	65,000
1916	381.20 MTS.	1.30	SUR	2.5	GUADALA- JARA.	180	65,000
1922	415.15 MTS.	1.30	S 55 W	2.5	GUADALA- JARA.	125	65,000
1923	448.00 MTS.	1.30	S 39 W	2.5	GUADALA- JARA.	120	65,000
TOTAL CUBICADO.....						135*	520,000

GRAN TOTAL..... 520,000 TON.

* LEY PROMEDIO..... 135 GR. Ag/TON.

TABLA No. 2

TABLA QUE INDICA EL TONELAJE EN RESERVAS POSIBLES

VETA.	LONGITUD EN MTS.	PROFUNDIDAD EN MTS.	POTENCIA EN MTS.	P.E.	TON.
GUADALAJARA	1,400	200	1.3	2.5	910,000
ANGELES	700	200	1.3	2.5	455,000
PACHUCA	700	200	1.3	2.5	455,000
ADRIANA	700	200	1.3	2.5	455,000
					<u>2'275,000</u>
					<i>Total Reservas Potenciales cubicadas.</i>
					2'275,000

Fuente de Información: CONEJO DE RECURSOS MINERALES

c) La selección de un método de cálculo de reservas dependerá de la geología del depósito, su tipo de mineralización, método de exploración disponibilidad y confiabilidad de datos, propósito del cálculo y, por supuesto, la exactitud o confiabilidad que se desee. Si esto es mínimo, la confiabilidad es menor.

d) Puede ser que se haya utilizado el principio de semi-distancia o de igual influencia (método analítico) pues éste se utiliza ampliamente para trabajos individuales. Pero en este proyecto, el principio está incompleto, ya que se deben tener plantillas o bien una forma sistemática para la descripción del yacimiento, además de que debe tener continuidad y de contar con planos de muestreo.

e) La asignación de pesos de influencia está hecha de acuerdo a principios de interpretación, factores subjetivos (criterio y experiencia del que calcula) y un análisis de datos lo mejor detallado posible, pues revelan un valor relativo o importante al compararse con otras observaciones del mismo yacimiento y le daría mayor confiabilidad, pero en este proyecto el análisis e interpretación de datos es mínimo.

f) Para hacer operaciones de un sistema de cálculo de reservas, es importante tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- a) Evaluación geológica
- b) Exploración y muestreo
- c) Evaluación de datos de exploración
- d) Delineación del cuerpo mineralizado

e) Selección del método apropiado de cálculo

Es muy conveniente que el orden anterior se ajuste a un sistema que sea dinámico en forma tal, que exista un flujo de actualización tanto del depósito como el sistema de cálculo.

g) Finalmente, y de acuerdo a las definiciones del tipo de reservas. El yacimiento del proyecto Mar de Plata se deberá incluir en lo que son reservas inferidas pertenecientes al Mineral de Interés.

V.2.- CARACTERISTICAS DE LA ROCA ENCAJONANTE

V.2.1. NATURALEZA LITOLOGICA Y ESTRATIGRAFICA DE LAS ROCAS HUESPED. -

El distrito minero de Pachuca-Real del Monte, está formado principalmente por rocas de tipo volcánico y subvolcánico pertenecientes al Grupo Pachuca y que son de composición intermedia (andesítico-dacíticas), siendo éstas las rocas asociadas al yacimiento (roca huésped), ya que se ven íntimamente acompañados a las estructuras mineralizadas que presenta este distrito.

El grupo Pachuca sobreyace a rocas sedimentarias con una edad que va desde el Cretácico medio—superior hasta el Terciario inferior. Dichas rocas están compuestas principalmente por calizas, lutitas, areniscas y conglomerados calcáreos.

Sobreyaciendo al Grupo Pachuca, se encuentran rocas de composición ácida -ignimbritas y riocacitas principalmente - llamadas sello, ya que en estas se encuentran pocos o ninguno indicios de mineralización.

Finalmente y coronando toda la secuencia de rocas, se presentan extravasaciones de lavas máficas que junto con el aluvión rellena valles y planicies.

De lo anteriormente visto, se puede tomar referencia aparte en el capítulo de Estratigrafía de la presente tesis.

V.2.2. FORMA DEL YACIMIENTO

Las estructuras principales desde el punto de vista del yacimiento, son vetas paralelas cuya orientación general es NW-SE de 75 a 80° y un echado aproximado de 75 a 78° al sur, con potencias (espesores) que varían de 0.40m a 5m., teniendo un promedio aproximado de 1.30m.

V.2.3. ROCAS PLUTONICAS O VOLCANICAS PROXIMAS

El distrito minero de Pachuca-Real del Monte consta principalmente de rocas volcánicas de composición por lo general andesítico-dacítica. Además presenta algunos diques (Rocas intrusivas), de composición intermedia a ácida. Todo esto incluido y estructurado bajo el nombre de Grupo Pachuca y es en este grupo en donde ocurre la mineralización principalmente en vetas.

Se describirá a continuación lo que se considera que son rocas intrusivas.

Rocas Intrusivas. - Entre las rocas a las que se les ha dado el nombre de intrusivas en este distrito minero, consisten principalmente de numerosos diques y cuerpos irregulares que en la superficie varían, en longitud desde unos cuantos cientos de metros hasta 4km. y en anchura desde unos metros hasta poco más de 100 metros. Estos diques son de edad variable y atraviesan a casi todas las formaciones volcánicas terciarias exceptuando la Formación Sn. Cristóbal.

Este tipo de rocas (intrusivas ?) han sido divididos en 6 grupos:

-Pórfido de dacita hornbléndica. - Comprende rocas de composición dacítica y andesítica. La roca por lo general es de color verde en cortes frescos, intemperizando a pardo amarillento. - Un rasgo distintivo, es su textura porfídica gruesa formada principalmente por fenocristales de plagioclasas rodeando la hornblenda por lo cual se le ha dado el nombre de "pórfido ojo de pájaro pobre en cuarzo" (E. Wisser, 1935). Corta a las rocas volcánicas

terciarias más antiguas hasta la Formación Vizcaína.

-Pórfido cuarcífero de grano fino.- Este grupo comprende un sólo tipo distinto de roca y parece tener una sola edad. Es el tipo principal de roca intrusiva (?) en el distrito, contándose más de 90 diques. Además, ya que atraviesa a las rocas de la formación Cerezo y a todas las rocas volcánicas anteriores a ésta, su edad corresponde al final del tiempo Cerezo o post-Cerezo; sin embargo, es de edad pre-mineral y pre-Zumate, ya que está cortado por las vetas y no atraviesa a la Formación Zumate.

-Pórfido cuarcífero de grano grueso.- Es una roca intrusiva (?) relativamente poco común en el distrito. Atraviesa al pórfido cuarcífero de grano fino y, por tanto, es de edad más joven que este.

La roca contiene aproximadamente de 10% hasta un 25% de cuarzo transparente que varía de cristalización subedral a equigranulares con un diámetro promedio de 1 a 2mm. Se le ha podido ver al oriente de la población La Reforma y en la parte NE de Pachuca en donde corta a la Formación Cerezo.

-Pórfido de dacita biotítica.- Es algo parecido en composición litológica al pórfido cuarcífero de grano grueso pero, con seguridad, de edad más joven pues atraviesa la Formación Tezuantla.

Este pórfido está representado por afloramientos de cuerpos intrusivos en la parte SW de la población de Tezuantla.

-Felsita.- Esta roca es llamada así por su color y textura afanítica ígnea. Se extiende hacia el NE de Pachuca rumbo a la población de El Chico, en una zona ubicada aproximadamente a 5km.

del subdistrito Pachuca, El dique intrusiona a la Formación Zumate y a algunas otras formaciones litológicas volcánicas más antiguas a ésta.

-Andesita de olivino.- Se ha visto en algunos laborios mineros del subdistrito minero de Pachuca que se encuentra un dique angosto de andesita de olivino al norte del área, de Pachuca donde aflora la Formación Sn. Cristobal y en la parte NW de la mina de Sn. - Juan Pachuca.

En la presente tesis se puede decir lo siguiente:

Por lo general, el distrito minero de Pachuca-Real del Monte -- consta principalmente de rocas volcánicas y subvolcánicas de composición intermedia a ácida.

Dentro de las rocas subvolcánicas se pueden citar los diques, también de composición similar a las rocas volcánicas pero diferenciándose de éstas últimas por su textura de tipo porfídica aunada al emplazamiento en forma de diques que cortan a las formaciones - volcánicas terciarias. Estos dos parámetros - textura y emplazamiento se podrían explicar de la siguiente manera:

La textura puede variar en una misma roca dependiendo principalmente de la velocidad de cristalización de la roca la cual estará en función de su exposición a la superficie.

¿Su emplazamiento en forma de diques se podría deber posiblemente a los patrones geológico-estructurales o a la tectónica que presente en el distrito. Todo esto está en función de la potencia, debilidad u oposición que presenten las rocas ante los movimientos tangenciales y normales ocurridos durante la Orogenia Larámide. Es

to es lo que se piensa para evitar la creencia de que estos diques se formaron a partir de un intrusivo, el cual no se ha encontrado en este distrito minero, y que en función a planos de debilidad -- cortaron a las rocas y fluyeron y salieron hacia la superficie.

Para una mejor referencia de los tipos de rocas presentes - tanto en el distrito minero como en el proyecto Mar de Plata, puede verse el capítulo correspondiente a la Estratigrafía o bien -- ver el Anexo Petrográfico.

V.2.4. GEOLOGIA HISTORICA Y EDAD DEL YACIMIENTO

A fines del Cretácico y principios del Terciario, empieza la Orogenia Laramídica teniendo como primer evento un conjunto de esfuerzos de compresión, que en conjunción con fallas y plegamientos originan la Sierra Madre Oriental.

Debido a los esfuerzos de distensión originados a fines del Eoceno, se originaron grandes fallas normales que dieron origen a fosas y a zonas condicionadas para emplazamientos posteriores de rocas.

El Oligo- Mioceno se caracteriza principalmente por una intensa actividad volcánica, dando origen a las formaciones del Grupo Pachuca que constan de tobas, brechas, aglomerados, derrames lávicos y rocas subvolcánicas que van de una composición intermedia a ácida.

Como aún la zona estaba sometida a esfuerzos verticales, se origina la tectónica de bloques escalonados que fue otro de los parámetros que hicieron posible el emplazamiento de vetas y diques, que favorecieron el proceso de mineralización y, prácticamente, el último que se presenta en la República Mexicana.

En relación a la edad del yacimiento se puede decir que la mineralización se restringe al Grupo Pachuca, pero anterior a la Formación Zumate ya que ésta presenta pocos indicios de contenido mineral lo cual fija un límite a la edad del yacimiento que se ubica aproximadamente entre el Oligoceno y Mioceno Superior - Plioceno Inferior.

V.2.5.GENESIS DEL YACIMIENTO

Routhier (Les Gisements Métallifères, 1963), menciona que el vulcanismo post-orogénico comprende considerablemente más andesitas, dacitas, latitas y riolitas que basaltos de olivino o de piroxenos. Ello da una contaminación de sílica por asimilación del sial o sea, un vulcanismo sial-simáico; un ejemplo será el Cinturón del Pacífico, en cuyos aparatos volcánicos terciarios o en partes profundas subvolcánicas habrá mineralización considerable.

Asimismo menciona que el vulcanismo y subvulcanismo pudieron haber aportado elementos metálicos a partes más altas de la litósfera. Dichos elementos fueron posiblemente expulsados y concentrados por las migraciones de fluidos provenientes de deformaciones y fracturas de la corteza.

Los yacimientos de tipo argentífero pertenecientes al distrito minero de Pachuca-Real del Monte se les considera como de tipo hidrotermal de baja temperatura y poca profundidad cuyas estructuras son del tipo relleno de fisuras.

Se debe tomar en consideración que este depósito está íntimamente asociado al vulcanismo del cenozoico, el cual, no sólo tiene importancia en este distrito sino que también en toda la República Mexicana, ya que abarca una amplia zona de distribución geográfica y consta de una gran diversidad de composiciones litológicas que presentan estructuras que enmarcan estos procesos.

Debido a que los minerales de mena tienen la misma fuente que la roca encajonante, a este depósito se le puede dar el nombre de YACIMIENTO COGNADO.

V.2.6. EJEMPLO DE YACIMIENTOS QUE PRESENTEN CARACTERÍSTICAS SIMILARES

Como ya se ha dicho, un gran número de yacimientos están directamente relacionados con el vulcanismo; su importancia en México es sobresaliente en lo que se refiere a su enorme distribución geográfica y a la gran diversidad de rocas y estructuras que los contienen.

Algunos yacimientos que presentan características similares al distrito minero Pachuca-Real del Monte y célebres por su riqueza son:

-Guanajuato (Argentífero), que se encuentra emplazado en rocas volcánicas andesítico-dacíticas y estructura mineralizada en vetas.

-Tayoltita (Aurífero), en donde el yacimiento se aloja también en rocas volcánicas (andesitas principalmente) y con estructura vetiforme.

Como este tipo de ejemplos, se pueden citar algunos otros que se distribuyen a lo largo de la franja occidental de la República Mexicana.

V.3.-TEORIA DE LAS OCLUSIONES FLUIDAS

Durante la etapa de cristalización de algunos minerales a partir de soluciones mineralizantes, pequeñas cantidades de estas soluciones quedan atrapadas dentro de los minerales sirviendo como testigos de las condiciones físico-químicas que prevalecieron durante su formación.

De acuerdo a lo anterior, se han podido distinguir 3 tipos de oclusiones fluidas (S.E. Kesler y B. Ponce, 1976).

a) Oclusiones primarias.- Son aquellas que quedaron capturadas durante el crecimiento de un cristal y contienen fluido a partir del cual se precipitó el mineral. Por lo que el fluido ocluido y el mineral que lo encierra son contemporáneos. Estos fluidos se encuentran en planos paralelos a las superficies de crecimiento o bien en cavidades o vetas.

b) Oclusiones secundarias.- Son aquellas posteriores al mineral que las contiene. Se encuentran en fracturas y planos con una orientación cristalográfica arbitraria y que son rellenas y selladas por soluciones posteriores.

c) Oclusiones pseudo secundarias.- Aquellas que se forman antes de la completa cristalización del mineral que las contiene; se alojan en planos de crucero o fracturas que terminan abruptamente.

NATURALEZA Y COMPOSICION QUIMICA DEL MINERAL CAPTURADO (OCLUSIONES FLUIDAS)

Considerando que la salinidad eleva proporcionalmente la temperatura y la presión, las condiciones críticas para la coxis-

tencia de una fase líquida y una fase gaseosa implican temperaturas del orden de 500 a 600 °C (Kennedy, 1962), y como la mayoría de los yacimientos hidrotermales, como por ejemplo éste, se formaron en ese tipo de condiciones. Es de esperar que hayan sido formados generalmente, aunque no siempre, a partir de una fase líquida.

De acuerdo a lo anterior, se considera que las oclusiones más comunes fueron formadas a partir de una sola fase homogénea pero que al ser observadas presentan dos fases: líquido y gas, debido a que se examinan a temperaturas y presiones inferiores a las que fueron capturadas. Esta separación de fases se produce porque al decrecer la temperatura, decrece la solubilidad del fluido; se han encontrado oclusiones que presentan, además de la fase líquida y gaseosa, una fase sólida formada principalmente por NaCl y minerales metálicos y no metálicos.

La composición química de las oclusiones son, en los líquidos que son soluciones acuosas de baja viscosidad sales de Na, K, Ca, Cl, SO_4 , SiO_3 , y HCO_3 ; la fase de vapor consta principalmente de CO_2 y H_2S .

FINALIDAD DEL ESTUDIO DE LAS OCLUSIONES FLUIDAS

El estudio de oclusiones fluidas tendrá como finalidad, la mejor comprensión sobre la génesis de los yacimientos minerales.

Los resultados obtenidos de aquí, serán usados en conjunción con los estudios paragenéticos y darán información sobre las variaciones espacio-temporales de parámetros como temperatura, presión, densidad y composición química de los fluidos durante los procesos geológicos.

En resumen, el uso de las oclusiones fluidas nos dará in formación sobre:

- a) Localización y características del foco mineralizante.
- b) Predicción de la secuencia paragenética
- c) Determinación de la temperatura de formación del yacimiento.
- d) Clasificación del yacimiento
- e) Alcance vertical del cuerpo mineralizado

Por lo que concierne al distrito minero de Pachuca-Real del Monte, los resultados son los siguientes:

- Temperatura: El rango de temperatura va de los 110 °C (*) (posible límite inferior del yacimiento), hasta los 265 °C (lugar en donde se presenta la mayor mineralización).
- Presión: La presión máxima presente es de 100 bars, lo cual puede indicar que el yacimiento es poco profundo.
- Salinidad: El promedio de salinidad va de 0.87% a 2.89% lo que indica que es baja.

Los estudiosos de las Oclusiones Fluidas han hecho tablas comparativas de salinidad y han llegado a la conclusión de

que en lugares cercanos a la fuente de aporte de la mineralización, la salinidad se incrementa y mientras más lejos esté de la fuente y, por tanto, más cercana a la superficie terrestre se presentarán algunas reacciones con aguas meteóricas, de esta manera la salinidad decrecerá.

Este es el caso que se presenta en el distrito minero de Pachuca-Real del Monte.

(*) Temperatura mínima registrada en el Proyecto Mar de Plata, --
lago.

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

"Una teoría es una herramienta -no
una creencia"

.J.L. Thompson.

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1 CONCLUSIONES

En relación con las ideas desarrolladas en el presente trabajo, se puede concluir que:

-Las rocas que afloran en el área Mar de Plata son de tipo volcánico, aunque al norte del área se encuentran algunos afloramientos de rocas sedimentarias mesozoicas.

-La mineralización se restringe en rocas volcánicas del Grupo Pachuca, hasta la Formación Zumate (roca sello); se puede decir que la edad de la mineralización se ubica entre el Oligoceno y el Mioceno (terciario medio).

-El tipo de mineralización es de relleno de cavidades y fracturas que, según Lindgren, se puede señalar de origen hidrotermal de baja temperatura o bien, como señala Routhier, es un yacimiento cognado asociado a las rocas volcánicas del Terciario (Arriaga G. Germán, 1980 VIII Seminario Interno C.R.M.).

-El sistema de vetas sigue una orientación noroeste-sureste y solamente en el subdistrito Real del Monte presenta un arreglo reticular; uno es el noroeste-sureste y el otro es casi norte-sur.

-En lo referente a los tipos de alteración tanto en el área Mar de Plata como en el distrito Pachuca-Real del Monte, las más importantes son:

Argilitización, carbonatación, cloritización, oxidación, piritización, propilitización y silicificación.

-De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en el distrito minero de Pachuca-Real del Monte como en el área Mar de Plata, - que pertenece a dicho distrito, se desprende la idea de que la - mineralización de mayor importancia que es la argentífera, tiene mayor distribución en el distrito de Pachuca-Real del Monte.

En cambio, por lo que se refiere al área Mar de Plata la mineralización se limita en unos cuantos cristales que contienen - plata - acantita-de baja ley. Por tanto dicha área se comporta o carece de valor económico.

Por lo dicho anteriormente puede presentarse la hipótesis - de que el yacimiento Mar de Plata, debido a su localización y al bajo contenido de plata, se le puede considerar como satélite, - terminal o raíz de un cuerpo mineralizado principal (en este caso, dicho cuerpo estará en el distrito minero de Pachuca-Real del Monte.

-Por estudios de Oclusiones Flúidas, se comprobó que la temperatura de mineralización que impera en el área Mar de Plata no llega a ser mayor de los 130°C. Por tanto los minerales de plata encontrados serán de la variedad acantita (Ag_2S), que es de baja temperatura. Esto puede dar evidencia de que se trata de un satélite o raíz terminal de un cuerpo mineralizado.

-El precio unitario internacional de cada metal va en fun-ción de la demanda que tiene. A este respecto, el mercado de la plata ha sufrido fuertes decrementos. Esto hace posible que un yacimiento pueda o no explotarse.

-En el área Mar de Plata y en sus alrededores se presenta una mineralización pobre en contenido de plata; además, los -- cuerpos mineralizados carecen de homogeneidad y, un parámetro más, es que al norte casi inmediato del proyecto, como ya se - habia mencionado, se encuentran afloramientos arcillo-calcáreos pertenecientes al cretácico medio-superior. Dichos afloramientos dan el limite inferior del yacimiento, ya que estos no se encuentran mineralizados. Esto limita más el tamaño del depó-sito.

Por tanto, el yacimiento se considera en la actualidad como de tipo no explotable por los parámetros citados con anterioridad y debido, también, al bajo precio y a la poca demanda que ha tenido el mercado de la plata en los últimos años.

VI.2 RECOMENDACIONES

1.- Se recomienda guardar el área de Mar de Plata como una zona de reserva potencial, hasta que el valor de la plata suba - en los mercados internacionales y así, este depósito sea lo suficientemente atractivo como para ser explotado.

2.- En el caso de que se tenga ese incentivo mencionado en el párrafo anterior, se recomienda tener muy en cuenta para su - explotación inicial las vetas Angeles y Guadalajara; dichas estructuras han presentado valores bastante atractivos en el contenido del metal argentífero.

3.- Se estima que la obra iniciada con rumbo hacia el SW - (socavones 2000 y 2000-A), con el objeto de cortar la veta Angeles pueda ser continuada hasta esa estructura y ver que valores de plata son los que arroja.

4.- Se recomienda también hacer una campaña de prospección geofísica a detalle, con el método de polarización inducida. Es- to tendrá por objeto precisar y limitar las áreas de mayor anomalía.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- ARREOLA, L Fidel, 1984, Estudio Geológico-Minero del área Dos Carlos, Pachuca, Hgo, Tesis Profesional, UNAM, Fac. de Ingeniería.
- ARRIAGA García Germán, 1980, Algunas consideraciones sobre la clasificación de yacimientos minerales y sus relaciones con las rocas encajonantes en México, VIII Seminario Interno sobre Exploración Geológico -Minera, Consejo - de Recursos Minerales. MEXICO D.F.
- ARRIAGA García Germán, 1977, Apuntes de Minerografía 2a. parte, UNAM, Facultad de Ingeniería.
- AYORA Ibáñez Carlos y CARDELLACH López Esteban, 1985, Cristalografía y Mineralogía de sulfuros metálicos, texto inédito. MEXICO D.F.
- ARANA Saavedra y López Ruíz, 1974, Volcanismo; Dinámica y Petrología de sus productos. Ediciones Istmo Madrid España.
- CAZARES Oyervides, GOMEZ Moreno y QUEZADA García, 1982, Estudio Geológico - Minero del Area "Poder de Dios", Distrito Minero de Mineral El Chico, Hidalgo. Tesis Profesional. ESIA, IPN, México, D.F.
- CEPEDA Dávila Leovigildo, Apuntes de Yacimientos Minerales. UNAM. Fac. de Ingeniería, MEXICO D.F.
- DEMANT, A y ROBIN, C., 1978, Las Fases del Vulcanismo en México; una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico, Edición de la Revista del Instituto de Geología de la UNAM. MEXICO D.F.
- DREIER, JOHN E., 1978 The distribution of wall -rock alteration and trace elements in the Pachuca-Real del Monte district, Hidalgo, México. Publication of Society of Mining Engineers of AIME, Salt Lake City, Utah, USA.
- DURON Santillán Hermelinda, 1982, Estudio Paragenético del Mineral "El Chico", Area San Juan Gallo, Municipio El Chico Edo. de Hidalgo. Tesis Profesional, UASLP Escuela de Ingeniería.
- GEYNE, FRIES, SEGERSTROM, BLACK y WILSON, 1963, Geología y Yacimientos Minerales del Distrito de Pachuca -Real del Monte Edo. de Hidalgo, México. Edición C.R.N.N.R. MEXICO, D.F.

- GILBERT, Charles M., TURNER Francis J. y WILLIAMS, Howel, 1968, Petrografía CECSA. MEXICO D.F.
- GONZALEZ Partida Eduardo, 1981, Las Oclusiones Fluídas en Geología, texto - inédito.
- GUILLEMIN, Claude y OVTRACHT, André, 1960, Eléments Natifs, Sulfures et Sulfosels Laboratoire de Geologie Appliquée, París FRANCIA
- JENSEN, M.L y BATEMAN M.A., 1979, Economic Mineral Deposits, John Wiley and Sons. USA.
- Kerr, Paul F. 1977, Optical Mineralogy, Fourth Edition, Mc. Graw Hill Books, USA.
- LINDGREN, Waldemar, 1940, Mineral Deposits, Mc, Graw Hill Books. USA.
- MC KINSTRY, Hugh Exton, 1977, Geología de Minas Edit. Omega, 4° Edición, - Barcelona ESPAÑA.
- MENES Llaguno Enrique, 1981, Breve Historia sobre la industria en el Estado de Hidalgo. Edición auspiciada por la Cía. Real del Monte, Pachuca, S.A. de C.V.
- NOLASCO V.L., 1979 Excursión Geológica El Chico-Real del Monte -San Juan - Gallo, Edo. de Hidalgo. C.R.M. inédito MEXICO D.F.
- OBREGON Andria Juan José 1977, Planeación y Programación de proyectos mineros; Reservas de Mineral. Curso de Posgrado. Facultad de Ingeniería U.N.A.M. MEXICO D.F.
- PARKS, Roland D., 1957, Examination and valuation of mineral property Addison Wesley, 4th, ed. USA.
- PEREZ Reynoso José, 1974, Estudio Geológico -Metalogenético de la Zona El Chico -Capula, Real del Monte, Hgo. Tesis Profesional UNAM, Fac. de Ingeniería.
- PETTICORN F.J, 1975, Sedimentary Rocks, Mc Graw Hill Books, USA.
- RAISZ, Edwin L., 1964, Physiographic Provinces and Landforms of México, --- Office of Naval Research, Cambridge Mass. USA.

- RODRIGUEZ Madrigal Jesús Raúl, 1985, Aplicación de la Microsonda Electrónica en la determinación de la sucesión mineragráfica del yacimiento Mar de Plata, Distrito Minero de Pachuca -Real del Monte, Hgo. MEXICO. Tesis Profesional.- UNAM. Facultad de Ciencias.
- ROUHIER, Pierre, 1963, Les Gisements Métallifères, 12 Edit. Masson et Cie, París, FRANCLA.
- VALVERDE, Jaime y PEZA, Rolando, 1981, Informe final de los trabajos realizados en el proyecto Mar de Plata, Hgo. Consejo de Recursos Minerales. MEXICO, D.F.
- ZUNIGA Escamilla Juan N, 1982, Estudio Geológico -Minero del Proyecto Mar - de Plata en Carboneras, Mpio. del Mineral El Chico, Hgo. Tesis Profesional E.S.I.A, IPN, MEXICO D.F.

APENDICE PETROGRAFICO

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. H.R.M-1

Estado: Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Cerca de Sta. María Amajac, rumbo al proyecto
Mar de Plata.

Descripción del Afloramiento: Caliza con pedernal. Contac
to entre las formaciones El
Doctor-Abra y Soyatal-Cuautla.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Pardo amarillento con manchas negras

Estructura: Semideleznable

Textura: Cristalina

Minerales observables: Calcita, pedernal

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microcristalina

Mineralogía: Esenciales: Calcita en sus variedades micrita y
espatita.

Accesorios: Pedernal

Secundarios: Hematita, limonita y minerales ar-
cillosos (abundante).

IV.- CLASIFICACION

Caliza arcillosa (marga o calcilita fosilífera)

Según: Folk y Pettijohn

V.- ORIGEN

Sedimentario de aguas con cierta profundidad por la presencia
de pedernal (facies de plataforma a cuenca).

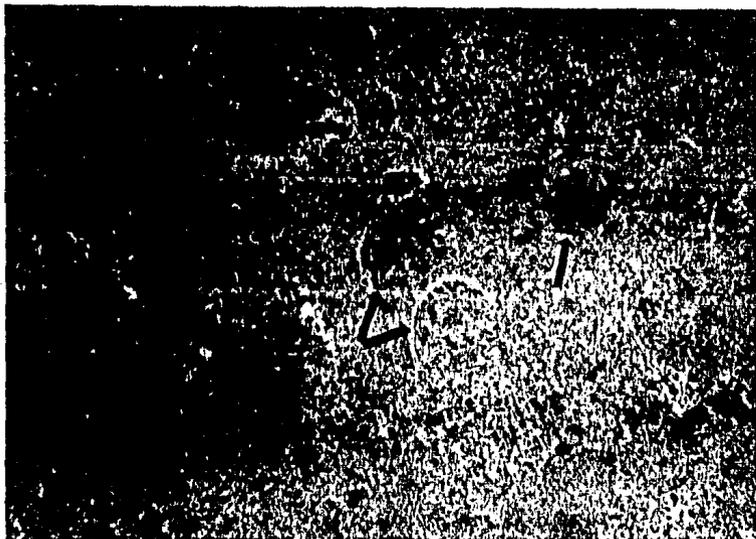
VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta de calcita y predominantemente es del tipo
micrítico con pequeños contenidos de espatita, la cual ocurre -

como relleno de cavidades o vetillas. Presentan algunos fósiles del tipo de los miliólidos y tintínidos (foraminíferos). Se encuentran además, diseminaciones de otros minerales como es el pedernal (cristales anedrales), además de los de alteración como son la hematita, limonita y minerales arcillosos.

E S T U D I O

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía de la zona de contacto entre las formaciones El Doctor-Abra y Soyatal-Cuatla en donde pueden verse algunos fósiles del orden de los Foraminíferos -- (lo indica la flecha). Objetivo 6.3/0.20 Nícoles cruzados.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. 3

Estado: Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Sta. María Anajac

Coordenadas geográficas: Aprox. 20°18'45" Lat. Norte y 98°45'20" Long.
Oeste de Greenwich.

Descripción del Afloramiento: Formación Mezcala-Méndez. Miembro arcillo-calcáreo.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Pardo rojiza

Estructura: Semideleznable

Textura: Afanítica, muy fina

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Epiclástica pelítica-microcristalina

Mineralogía: Esenciales: calcita en sus dos variedades micrita y espatita predominando la primera además de tener cuarzo y feldespatos 90%.

Secundarios: hematita, limonita, minerales arcillosos-10%

IV.- CLASIFICACION

Caliza arenácea

Segun: Pettijohn (1975) se le pone este término según textura más no tamaño.

V.- ORIGEN

Sedimentario de plataforma con gran aporte de terrígenos. El que tenga hematita la muestra, quiere decir que es un ambiente de oxidación.

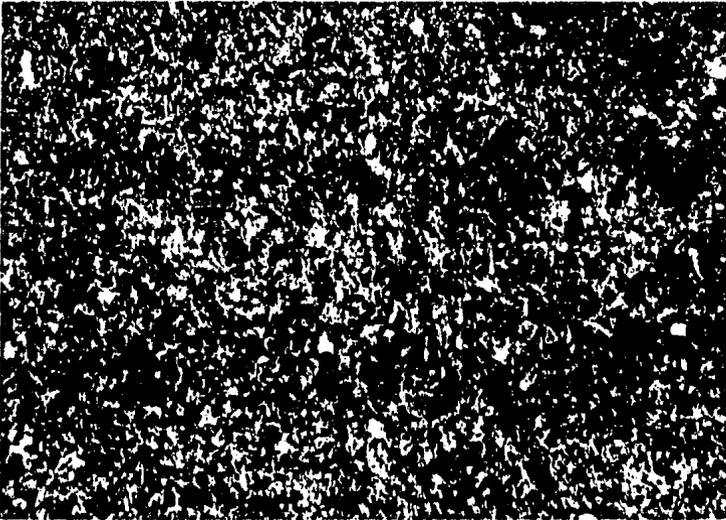
VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta principalmente de cristales de calcita, cuarzo y feldespatos con un tamaño aproximado de arenas finas (1/16mm.).-

Además la muestra presenta alteraciones de hematita, limonita y mins.-
arcillosos.

ESTUDIO

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrograffa de una caliza arenácea (Pettljohn) en -
donde se observan principalmente cristales de calcita -
(micrita y espatita), cuarzo y feldspatos (microcrista -
les de color blanco a blanco grisáceo). Objetivo - - -
6.3/0.20 Nícoles cruzados.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. 2

Estado: Hidalgo

Remitente: Hector A. Rodríguez Madrigal

Colector: Hector A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Santa María Amajac, al Norte del Proyecto Mar de Plata.

Coordenadas Geográficas: Aproximadamente 20°19'40" Lat. norte y 98°45'14" Long. Oeste de Greenwich.

Descripción del afloramiento: Formación El Morro, conglomerado.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Gris verdoso con manchas pardo-amarillentas

Estructura: Compacta

Textura: Cristalina conglomerática

Minerales observables; calcita o caliche principalmente con fragmentos de roca de la misma composición.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Epiclástica pseftica-cristalina

Primarios: Minerales esenciales: calcita en su variedad recristalizada (caliche), que es el principal cementante, además de fragmentos rocosos de caliza fosilífera (90%)

Minerales secundarios; Minerales arcillosos, hematita - 10%

IV.- CLASIFICACION

Conglomerado petromictico de calizas (fanglomerado)

Segun: Pettijohn (1975) este es el término descrito para este tipo de conglomerados.

V.- ORIGEN

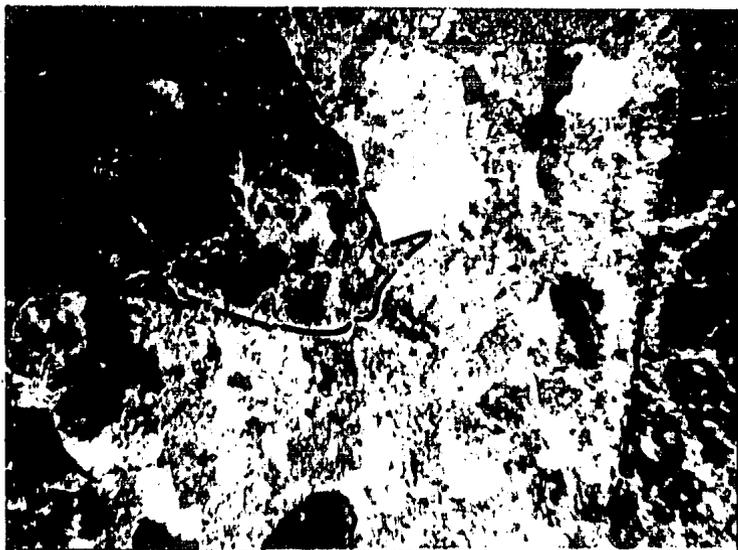
Sedimentario aluvial. La posible formación de esta roca fue debida a agentes erosivos que se acumularon en una cuenca de depósito de tipo lacustre. Tal vez porque se trataba de una zona semiárida la precipitación hizo posible que se formara el caliche y cementara los fragmentos de roca.

VI. OBSERVACIONES

La roca presenta fragmentos rocosos de tipo calcáreo con matriz arcillo-calcárea y fósiles del tipo de los foraminíferos (probablemente fusulínidos). Estos fragmentos son de biomicrita. Dichos fragmentos se encuentran cementados por calcita (caliche). Además presenta poca hematita lo que nos da cierta evidencia del ambiente de oxidación que impera (zonas semiáridas).

ESTUDIO

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía en la que se puede ver la textura conglomerática de la Formación El Morro en donde los fragmentos rocosos, que se encuentran tanto en la izquierda como a la derecha de la foto, son del tipo de la biomicrita cementados por calcita recristalizada. Objeto - 6.3/0.20 Nícoles cruzados.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. 3'

Estado: Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Cerro de Santiago cerca de Pachuca

Coordenadas Geográficas: Aprox. en las coordenadas de la Compañía -
Real del Monte 8,660N - 15,000E.

Descripción del Afloramiento: Formación Santiago-andesita.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Morado con puntos blancos

Estructura: Compacta

Textura: Porfídica

Minerales observables: Feldespatos

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microlítica porfídica con cierta fluidez

Mineralogía: Esenciales: oligoclasa-andesina, cuarzo

Accesorios: ferromagnesianos alterados (posibles -
piroxenos), magnetita.

Secundarios: hematita, sericita, calcita, mins. arcil-
losos, clorita.

IV.- GLASIFICACION

Dacita porfídica alterada (textura de derrame lávico)

V.- ORIGEN

Extrusivo volcánico (presenta fluidez característica de una lava).

VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta principalmente de una matriz así como de fenocristales subedrales de plagioclasas de composición calco-sódica (oligoclasa-andesina), así como de cristales anedrales de cuarzo. La matriz da una tendencia de cristales orientados debido a la fluidez. Estos cristales tienen alteraciones parciales a calcita sericita, minerales arcillosos y clorita.

Además esta muestra presenta cristales subedrales diseminados en la roca de ferromagnesianos (probables piroxenos). Estas se encuentran totalmente alteradas a sericita, hematita y clorita. También presentan pequeños cristales subedrales de magnetita diseminada en toda la roca.

ESTUDIO

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía de una Dacita porfídica perteneciente a la Formación Santiago, la cual presenta una textura típica de derrame lávico fenocristales de Oligoclasa-Andesina (Oli-And). En la parte central se observa un cristal hexagonal de Hematita (Hem). (Nicoles cruzados; objetivo 6.3/0.20).

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. 8

Estado: Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Cerca del tiro Tula, Pachuca, Hgo

Coordenadas geográficas: Aprox. en coordenadas de la Cia. Real del
Monte 7300N - 14,400E.

Descripción del Afloramiento: Formación Corteza.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Gris oscuro con manchas pardas y verdosas

Estructura: Compacta

Textura: Afanítica

Minerales observables: Algunos feldespatos

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microlítica en cierta forma traquita

Mineralogía: Esenciales: oligoclasa-andesina

Accesorios: augita, magnetita

Secundarios: sericita, hematita, clorita, min. arcillosos

IV.- CLASIFICACION

Andesita de augita

V.- ORIGEN

Extrusivo (volcánico) presenta orientación debido a la fluidez de la lava.

VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta de cristales euedrales a subedrales prismáticos de plagioclasas calco-sódicas (oligoclasa-andesina) con alteraciones a sericita, hematita y minerales arcillosos.

En la muestra se encuentran microcristales de subedrales a anedrales de augita con alteraciones a hematita, sericita y clorita,

La magnetita se presenta en cristales subedrales pequeños diseminados en toda la roca.

E S T U D I O

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografia de una Andesita de Augita en donde se puede ver una textura de tipo microlítica-porfídica en la cual algunos microlitos están orientados debido posiblemente a la fluidez de la lava. Se observan algunos cristales de Augita (Aug), así como fenocristales y microlitos de Oligoclase-Andesina (Ol-An). Objetivo - - - 6.3/0.20 Nícoles cruzados.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra: No. 6

Estado: Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Cerca del tiro San. Juan. Pachuca, Pach., Hgo.

Coordenadas Geográficas: Aprox. en las coordenadas de la Cia. Real del Monte 14840 E, 10190 N.

Descripción del afloramiento: Formación Pachuca-andesita.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Pardo rojizo oscuro con manchas verdes y puntos blancos

Estructura: Compacta

Textura: Porfídica

Minerales observables: Feldespatos

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microlítica porfídica con cierta fluidez

Mineralogía: Esenciales: oligoclasa-andesina

Accesorios: ferromagnesianos alterados (posibles- piroxenos).

Secundarios: sericita, calcita, hematita, clorita- minerales arcillosos.

IV.- CLASIFICACION

Andesita porfídica alterada (andesita de derrame lávico).

V.- ORIGEN

Volcánico extrusivo (textura característica de lava).

VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta principalmente de una matriz con microlitos de tipo sódico-cálcico (andesina-oligoclasa) orientados (fluidez) por fenocristales subredales de plagioclasas de la misma composición con alteraciones fuertes a calcita, hematita, sericita y mins. arcillosos.

También presenta cristales subedrales de ferromagnesianos (posibles-
piroxenos) con alteración fuerte a hematita, clorita y sericita.

ESTUDIO

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía de una Andesita porfídica de la Forma-
ción Pachuca en la que se puede observar una textura mi-
crofítica porfídica de reliquia debido a la alteración
(Argilitización y Sericitización principalmente), dicha
textura se va perdiendo. Se pueden distinguir aun algu-
nos fenocristales de Oligoclasa-Andesina (Oli-And). Ob-
jetivo 6.3/0.20 Nícoles cruzados.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No.: 9

Estado: Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Real del Monte, Hgo., entre las vetas Ures y Dios te Gufe

Descripción del Afloramiento: Formación Real del Monte - andesita

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Gris verdoso claro con puntos blancos a rosados

Estructura: Compacta

Textura: Porfídica

Minerales observables: feldespatos, minerales metálicos, (pirita, blenda, galena).

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microlítica porfídica

Mineralogía: Esenciales: oligoclasa-andesina, pertita, cuarzo

Accesorios: biotita, magnetita, pirita

Secundarios: calcita, sericita, hematita, clorita, min. arcillosos.

IV.- CLASIFICACION

Porfido riódacítico

V.- ORIGEN

Subvolcánico

VI.- OBSERVACIONES

La muestra está formada por un agregado de microcristales de cuarzo y feldespatos con algunos fenocristales subdrales de plagioclasa sódico-cálcica (oligoclasa-andesina) y cristales subdrales a anedrales de pertita, todos con alteraciones a calcita, sericita y minerales arcillosos.

La muestra también presenta diseminaciones de minerales metálicos - como pirita (cristales automórficos), galena y blenda.

También presenta cristales subedrales de biotita con alteraciones a hematita y clorita y se encuentran diseminadas en toda la roca. La magnetita se presenta en cristales subedrales dispersos en toda la roca.

ESTUDIO

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía de un Pórfido riódacítico perteneciente a la Formación Real del Monte, en la que se ve una textura microlítica porfídica con fenocristales de cuarzo (Qz), perita (Per), y Oligoclasa-Andesina (Oli-And). - En algunas partes de la fotografía se ven cristales anedrales de pirita (color negro). Objetivo 6.3/0.20 Nicols cruzados.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. 1'

Estado Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Cerca de la mina Camelia

Coordenadas Geográficas: Aprox. 15560 E, 11680 N (coordenadas de -
La Cía. de Real del Monte) Edo. Hgo.

Descripción del afloramiento: Formación Santa Gertrudis, derrames -
lávicos de andesita.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Gris verdoso oscuro con puntos blancos

Estructura: Compacta

Textura: Afanítica

Minerales observables; Plagioclasas

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microlítica porfídica

Mineralogía: Esenciales: oligoclasa-andesina, vidrio volcánico

Accesorios: ferromagnesianos alterados, magnetita

Secundarios: calcita, hematita, sericita, min. arcillosos

IV.- CLASIFICACION

Andesita porfídica alterada

V.- ORIGEN

Extrusivo (volcánico). La roca presenta un bandeamiento característico de un flujo de lava (cristales orientados).

VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta principalmente de cristales cuedrales a subedrales - de plagioclasas sódico-cálcicas (andesina-oligoclasa) con alteraciones sobre todo en los bordes de calcita, sericita y minerales arcillosos.-

Los ferromagnesianos (posibles piroxenos) se encuentran en escasos cristales subedrales a anedrales con alteraciones a hematita, sericita y minerales arcillosos.

E S T U D I O

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía de una Andesita porfídica alterada perteneciente a la Formación Santa Gertrudis y en la cual se pueden ver principalmente algunos cristales de Oligoclasa-Andesina (Oli-And).
(Nícoles cruzados; objetivo 6.3/0.20).

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. 21

Estado: Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Bandola cerca del Socavón del mismo nombre

Descripción del afloramiento: Andesita ? Formación Vizcaíña

II.- DESCRIPCION MEGASCOPIA

Color: Pardo verdoso

Estructura: Compacta

Textura: Porfídica

Minerales observables: Plagioclasas

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microlítica porfídica

Mineralogía: Esenciales: oligoclasa-andesina

Accesorios: ferromagnesianos alterados (posibles piroxenos), magnetita, lamprobolita.

Secundarios: clorita, cuarzo, calcita, hematita, sericita, mins. arcillosos.

IV.- CLASIFICACION

Andesita porfídica alterada con cloritización, carbonatación, silicificación y oxidación.

V.- ORIGEN

Volcánico (extrusivo) con hidrotermalismo

VI.- OBSERVACIONES

La muestra está formada por fenocristales y microlitos de plagioclasas sódico-cálcicas (andesina-oligoclasa) con alteraciones a calcita, hematita y minerales arcillosos.

Los ferromagnesianos (posibles piroxenos y lamprobolita) se encuentran en cristales cuedrales a subedrales diseminados con alteraciones

sobre todo en sus bordes a óxidos, clorita y sericita.

La magnetita se presenta en aislados cristales euedrales y subedrales muy diseminados en la roca. En la pasta que es de tipo sódico-cálcico se encuentran algunas microvetillas rellenas de cuarzo.

ESTUDIO

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía de una Andesita porfídica de la Formación Vizcaína en donde pueden verse fenocristales de Oligoclasa-Andesina (Oli-And) la roca muestra alteraciones en forma de cloritización, carbonatación, oxidación y silicificación. Esta última se ve mejor en el centro de la foto. Objetivo 6.3/0.20 Nícoles cruzados.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. 4

Estado; Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Población El Cerezo, cercano a Pachuca

Coordenadas geográficas: Aprox. en las coordenadas de la Cfa. Real del Monte 12,600N - 14,800E.

Descripción del afloramiento: Formación Cerezo posible riodacita

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Pardo rosado claro con puntos blancos

Estructura: Compacta

Textura: Porfídica

Minerales observables; Feldespatos

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microlítica porfídica (presenta fluidez).

Mineralogía: Esenciales: oligoclasa-andesina, cuarzo, sanidino, vidrio

Accesorios: ferromagnesianos alterados (posibles anfíboles), magnetita.

Secundarios: calcita, hematita, sericita, mins. arcillosos clorita.

IV.- CLASIFICACION

Riodacita porfídica alterada

V.- ORIGEN

Volcánico extrusivo

VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta de una pasta formada por vidrio y cristales de plagioclasas calco-sódicas (oligoclasa-andesina) con fenocristales subedrales de plagioclasas de la misma composición así como de cristales anedrales de cuarzo y feldespato potásico (sanidino). Los feldespatos en general presentan alteraciones parciales a calcita, sericita, clorita y mins. arcillosos.

Los ferromagnesianos (probables anfíboles) se encuentran en escasos cristales subedrales totalmente alterados a hematita, sericita, clorita y minerales arcillosos.

La magnetita se presenta en pequeños cristales subedrales diseminados en toda la roca.

ESTUDIO

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía de una Riodacita porfídica alterada -- perteneciente a la Formación Cerezo, la cual presenta microlitos compuestos principalmente de Oligoclasa-Andesina y Sanidino. Dichos microlitos se encuentran -- orientados debido a la fluidez de la lava. En la parte superior derecha de la foto presenta un fenocristal -- anedral de cuarzo (Qz). Objetivo 5.6/1.0 Nícoles cruza dos.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. 11

Estado: Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Cerca de la población de Tezuantla, Hgo

Coordenadas Geográficas: Aprox. en Coords. Cfa. Real del Monte -
8000N - 23,620E.

Descripción del Afloramiento: Formación Tezuantla

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Blanco con algunos tonos verde claro y puntos negros

Estructura: Compacta

Textura: Tobácea

Minerales observables; Cuarzo, ferromagnesianos

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Piroclástica

Mineralogía: Esenciales: cuarzo, vidrio, ferromagnesianos -
alterados (anfíbolos), oligoclasa-
andesina, biotita (muy alterada),
sanidino.

Secundarios: hematita, sericita, minerales arcillosos, clorita.

IV.- CLASIFICACION

Vitrofido riolítico

V.- ORIGEN

Piroclástico

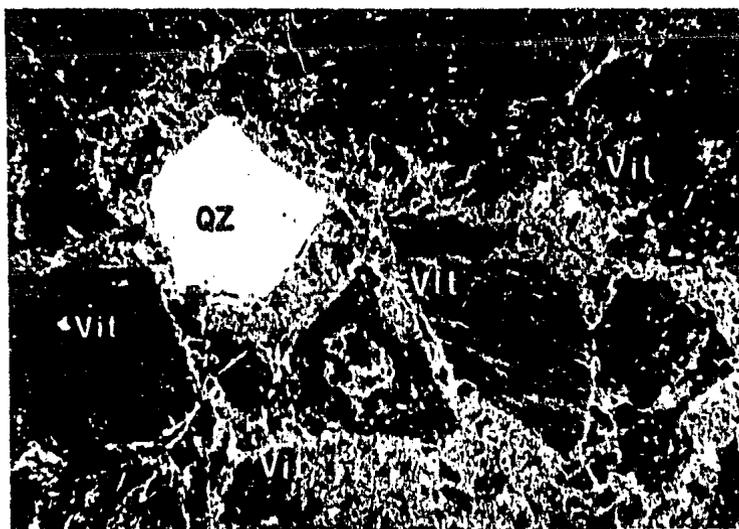
VI.- OBSERVACIONES

La roca está constituida principalmente por una matriz de tipo vítrea con cierta desvitrificación. Además consta de cristales anedrales de cuarzo diseminado en la roca así como también de cristales subedrales de plagioclasas (oligoclasa-andesina) y sanidino, ambos tipos de cristales con alteraciones a sericita y minerales arcillosos.

Presentan también algunas diseminaciones de cristales de ferromagnesia nos alterados (anfíbolos ?) y biotita con alteraciones a hematita y --
clorita.

E S T U D I O

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía de un Vitrófido riolítico perteneciente a la Formación Tezuantla en donde se puede ver que la matriz es vítrea (Vit). Casi en el centro de la foto se observa un fenocristal de cuarzo (Qz) Objetivo - 6.3/0.20 Nícoles cruzados.

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No.: 10

Estado: Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Cerro de las Ventanas rumbo a la población de -
El Chico, Ego.

Coordenadas Geográficas: Aprox. en las coordenadas 20°12'57" -
Latitud Norte y 98°43'24" Long. Oeste.

Descripción del Afloramiento: Formación Zumate.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Pardo rosado claro

Estructura: Compacta

Textura: Porfídica

Minerales observables: cuarzo, feldespatos

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Piroclástica con desvitrificación

Esenciales: vidrio, cuarzo, oligoclasa-andesina, fragmentos de roca

Secundarios: sericita, hematita, minerales arcillosos, cuarzo

IV.- CLASIFICACION

Ignimbrita de cristales

V.- ORIGEN

Piroclástico

VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta principalmente de una textura de tipo vermiculo-
sa típica de las tobas soldadas, pero con desvitrificación.

Presenta también algunos cristales fracturados de cuarzo disemina

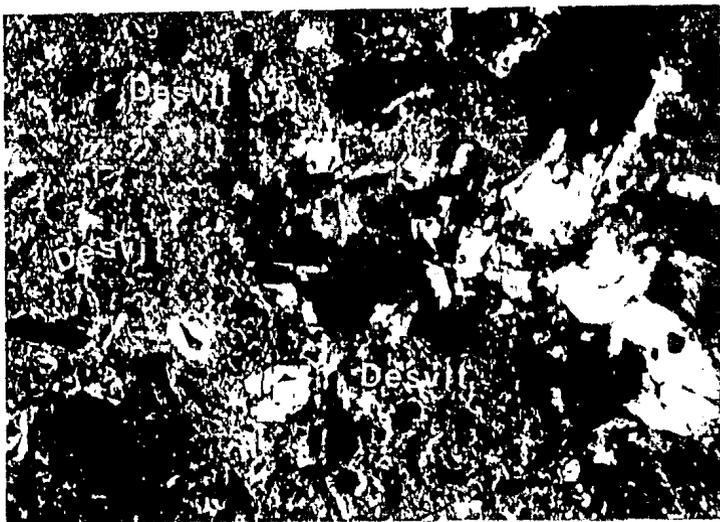
dos en la roca, además de cristales subedrales de plagioclasas (oligo-clasa-andesina) con alteraciones a sericita, hematita y min. arcillosos.

Los fragmentos de roca se presentan aislados (tipo andesítico-dacítico principalmente) con algunas alteraciones a hematita, sericita y minerales arcillosos.

El cuarzo también se presenta como mineral secundario en vetillas rellenas algunos espacios.

E S T U D I O

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía de una Ignimbrita en la cual se observa la desvitrificación de la roca (Desvit). En la extrema derecha de la foto, se ven algunos cristales de cuarzo (Qz). (Nícoles cruzados; objetivo 6.3/0.20).

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. 7

Estado: Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Cerro de San. Cristobal, Pachuca, Hidalgo.

Coordenadas geográficas: Aprox. en las coordenadas de la Cfa. Real -
del Monte 10,700N - 13,400E.

Descripción del Afloramiento: Formación San Cristobal - Andesita de
olivino.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Gris oscuro con manchas pardas y pardo-verdosas

Estructura: Compacta

Textura: Porfídica

Minerales observables: Plagioclasas

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microfítica porfídica

Mineralogía: Esenciales: oligoclasa-andesina, cuarzo

Accesorios: ferromagnesianos alterados,
magnetita.

Secundarios: calcita, hematita, clorita, min. arcillosos

IV.- CLASIFICACION

Dacita porfídica alterada

V.- ORIGEN

Volcánico extrusivo

VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta de un agregado cristalino que consta de plagioclasas calco-sódicas (oligoclasa-andesina) en cristales subedrales. También consta de cristales subedrales a anedrales de cuarzo diseminados en la roca. Las plagioclasas se encuentran alteradas parcial-

mente a calcita, sericita y minerales arcillosos. Los ferromagnesianos se presentan en cristales subedrales a anedrales alterados a clorita hematita y mins. arcillosos. La magnetita se presenta en pequeños cristales subedrales escasos en la roca.

E S T U D I O

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía de una Dacita porfídica alterada, en donde pueden verse fenocristales de Oligoclasa-Andesina (Oli-And) con parciales alteraciones a sericita y calcita. También se presentan cristales de cuarzo (Qz). (Nícoles cruzados; objetivo 6.3/0.20).

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. D.T.G.-2

Estado: Hidalgo

Remitente: Ing. Germán Arriaga G. / Héctor A. Rodríguez M.

Colector: " " " " " "

Localidad: Mina Purísima, Pachuca, Hgo., Veta Dios te Gufo,
Real del Monte, Hgo.

Descripción del Afloramiento: Dique de cuarzo ?

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Blanco grisáceo

Estructura: Compacta

Textura: Afanítica

Minerales observables: Cuarzo, clorita, óxidos

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Holocristalina alotriomórfica de grano medio

Mineralogía: Esenciales: Cuarzo, microclina, oligoclasa-andesina

Accesorios: Magnetita

Secundarios: Clorita, hematita, minerales arcillosos

IV.- CLASIFICACION

Pórfido riolítico Calcoalcalino (Alaskita)

V.- ORIGEN

Hipabisal (Subvolcánico)

VI.- OBSERVACIONES

Se observa principalmente un intercrecimiento de tipo micropegmático que se encuentra entre el cuarzo y los feldespatos potásicos. En esta roca, es común que no se encuentren muchos ferromag

nesianos debido principalmente a la acidez de ésta.

E S T U D I O

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL

ESTUDIO PETROGRAFICO

I.- Muestra No. 1

Estado: Hidalgo

Remitente: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Colector: Héctor A. Rodríguez Madrigal

Localidad: Mar de Plata, Hidalgo, Al norte de esta región -
rumbo a Sta. María Amajac

Coordenadas Geográficas: Aproximadamente 20°19'28" Lat. Norte
y 98°44'20" Long. Oeste de interestratificado con las formaciones Tarango-
Atotonilco El Grande.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Color: Gris oscuro

Estructura: Compacta

Textura: Afanítica

Minerales observables: Olivino, plagioclasas

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microlítica porfídica

Mineralogía: Esenciales: labradorita-andesina

Accesorios: olivino, augita

Secundarios: sericita, calcita, hematita, iddingsita,
minerales arcillosos, clorita.

IV.- CLASIFICACION

Basalto andesítico de olivino

V.- ORIGEN

Extrusivo (Volcánico)

VI.- OBSERVACIONES

La muestra está constituida principalmente por cristales eudrales a subdrales de plagioclasa calco-sódica (andesina-labradorita) con ciertas alteraciones, sobre todo en los bordes de hematita, sericita y mins. arcillosos y clorita.

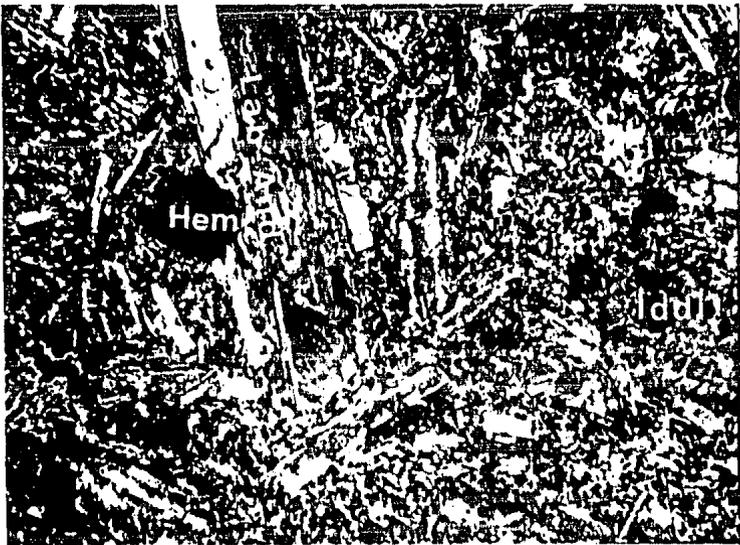
El olivino se presenta en cristales eudrales a subdrales con ciertas alteraciones a iddingsita, sericita y calcita principalmente. Estos

cristales se encuentran diseminados en toda la roca.

La augita se presenta en escasos cristales subdrales diseminados.

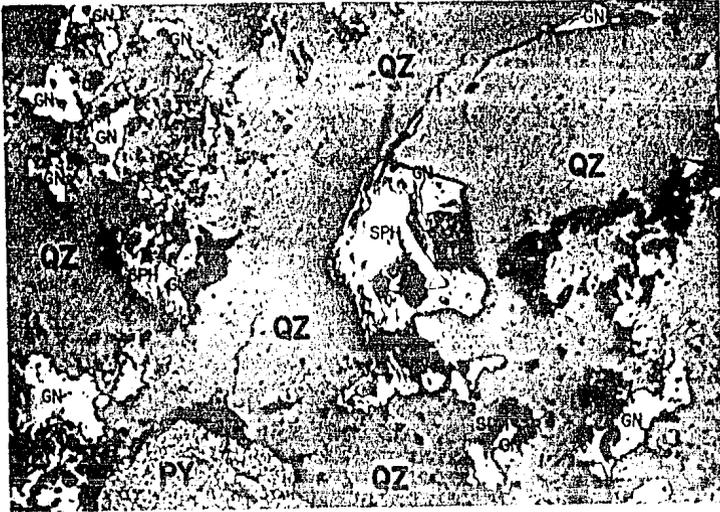
ESTUDIO

HECTOR A. RODRIGUEZ MADRIGAL



Fotomicrografía de un Basalto Andesítico de Olivino en la que puede verse la textura microlítica porfídica -- con algunos fenocristales de plagioclasa del tipo Labradorita-Andesina (Lab-And). En la parte inferior y superior derecha se pueden ver cristales de olivino alterado a Iddingsita (Iddi), así como un cristal de Hematita (Hem), alterando en parte a las plagioclasas. - Objetivo 6.3/0.20 Nícoles cruzados.

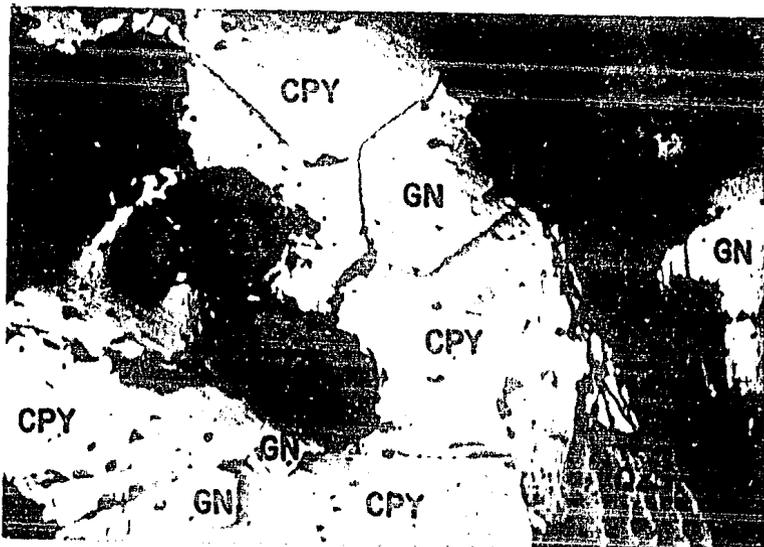
APENDICE MINERAGRAFICO



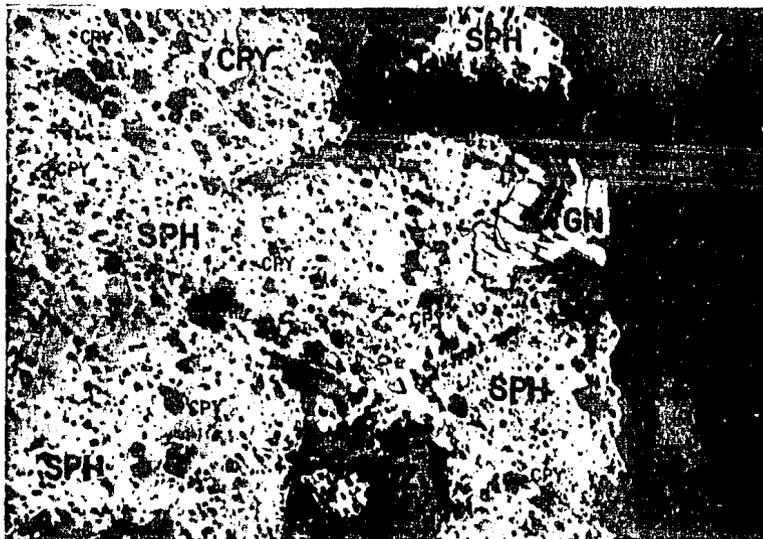
Fotomicrografía de una textura de reemplazamiento, en donde se puede ver que la pirita (py) es reemplazada por la blenda (sph) y ésta, a su vez, es reemplazada tanto en sus bordes como en las fracturas por galena (gn). Todo lo demás es cuarzo (qz).
Objetivo 5X/0.09. Luz natural (Filtro azul).



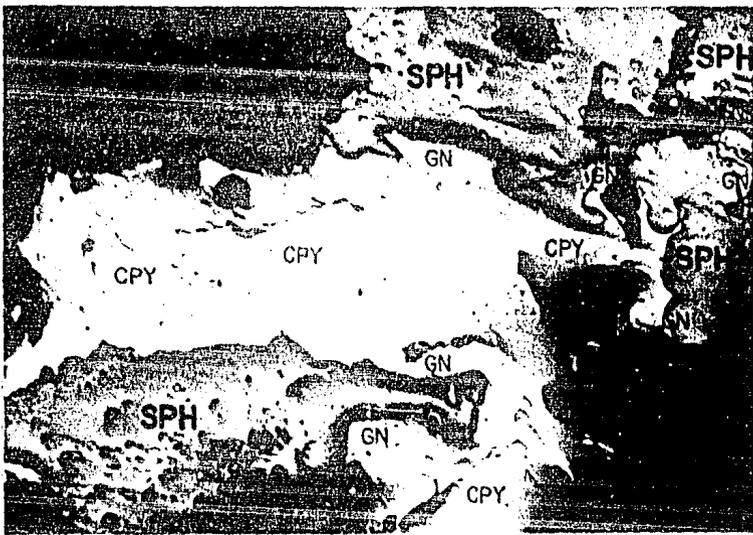
Fotomicrografía de una textura de reemplazamiento en donde se ve que la pirita (py) es reemplazada por blenda (sph) y galena (gn). Estos dos últimos minerales se ven tanto en los bordes de la pirita como en pequeños cristales aislados que penetran las microfracturas que presenta la pirita.
Objetivo 5X/0.09. Luz natural (Filtro azul).



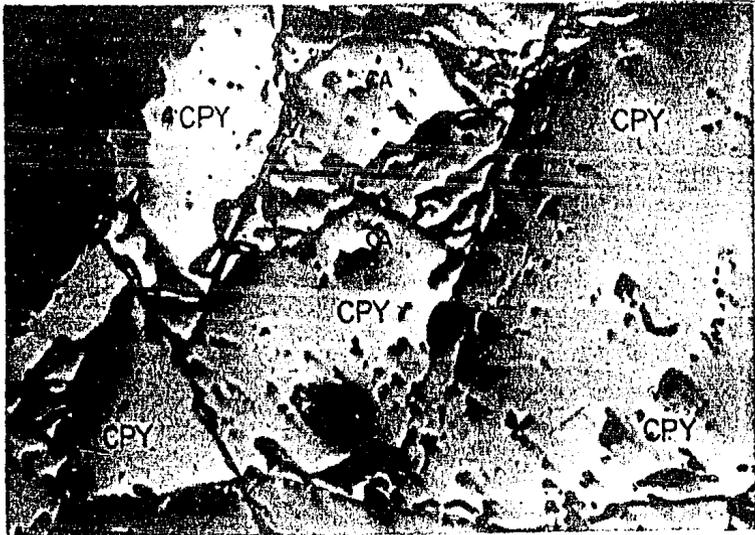
Fotomicrografía que muestra una textura de reemplazamiento en donde la galena (gn) reemplaza a la calcopirita (cpy). En la parte izquierda superior pueden verse cristales hexagonales de cuarzo (qz). Objetivo 5X/0.09. Luz natural (Filtro azul).



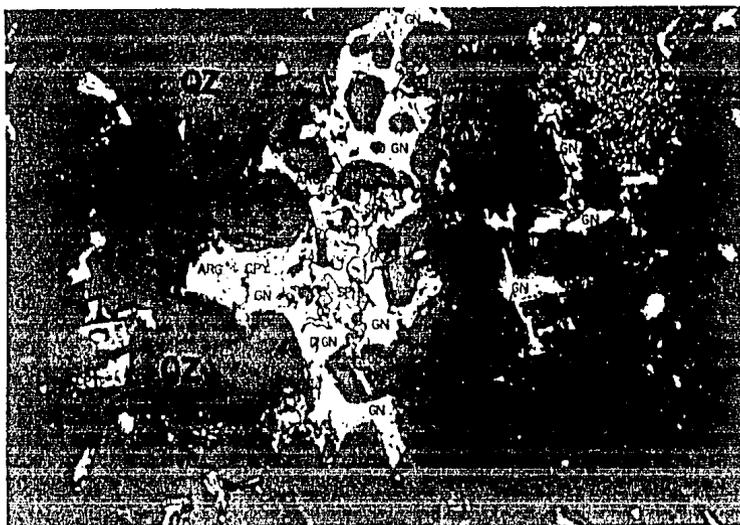
Fotomicrografía de dos tipos de texturas: una de exsolución en donde se presenta la calcopirita (cpy) en pequeños cristales diseminados en la blenda (sph). La otra textura es de reemplazamiento en donde la galena (gn) reemplaza en sus bordes a la blenda (sph). Objetivo 5X/0.09. Luz natural (Filtro azul).



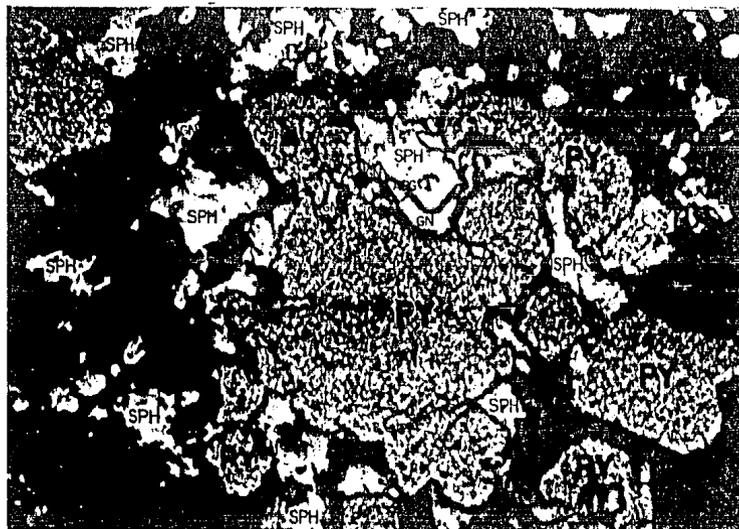
Fotomicrografía de una textura de reemplazamiento doble en donde la blenda (sph) reemplaza a la calcopirita (cpy) y, a su vez, estos minerales son reemplazados por la galena (gn).
 Objetivo 5X/0.09. Luz natural (Filtro azul).



Textura de reemplazamiento en donde puede verse que la calcopirita (cpy) tiene un reemplazamiento posterior de enriquecimiento supergénico representado por la calcocita (ca) que se presenta relleno algunas microfracturas de la calcopirita.
 Objetivo 5X/0.09. Luz natural (Filtro azul).



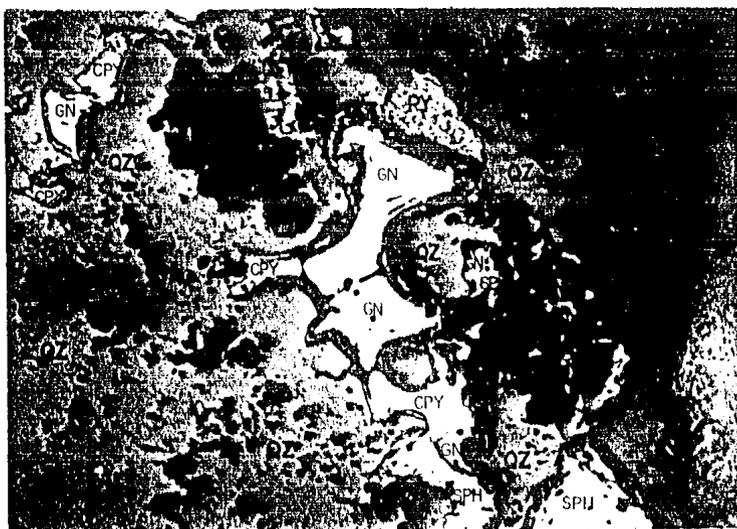
Textura de reemplazamiento "múltiple" en la que puede verse en la parte central de la foto calcopirita (cpy) que es reemplazada por blenda (sph) y a su vez, esta es reemplazada por galena (gn) que a su vez, es reemplazada por argentita (arg). En la parte superior derecha se ve un cristal de pirita (py).
 Objetivo 5X/0.09. Luz natural (Filtro azul).



Fotomicrografía de una textura de reemplazamiento en donde la pirita (py) es reemplazada, en sus bordes, por la blenda (sph), que a su vez es reemplazada por galena (gn), y este último mineral reemplazado por la argentita (arg).
 Objetivo 5X/0.09. Luz natural (Filtro azul).



Fotomicrografía en donde se ve claramente el reemplazamiento de la galena (gn) en la blenda (sph). Se ve claramente como el primer mineral está ocupando el espacio del segundo. En la parte superior e inferior de la foto se ven cristales de pirita (py). Todo lo demás es cuarzo (qz).
 Objetivo 5X/0.09. Luz natural (Filtro azul)



Fotomicrografía de texturas de reemplazamiento, uno de calcopirita (cpy) reemplazando a pirita (py) y otro de galena (gn) reemplazando y ocupando casi todo el espacio de la calcopirita (cpy). En el centro de la foto se puede ver otra textura de reemplazamiento de galena (gn) en blenda (sph). Todo lo que le rodea a estos minerales es cuarzo (qz).
 Objetivo 5X/0.09. Luz natural (Filtro azul).

APENDICE DE MICROSONDA ELECTRONICA

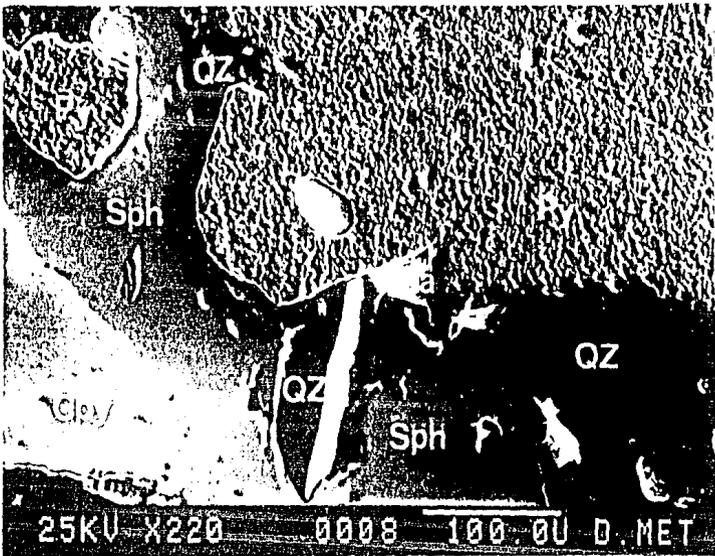


Foto #1 (Electrones secundarios). Minerografía que presenta Pirita (Py), Esfalerita (Sph), Cuarzo (Qz), Calcopirita (Cpy) y Galena (Ga). (Aumento 220X. Tamaño y - escala - en micras - lo indica en la flecha).

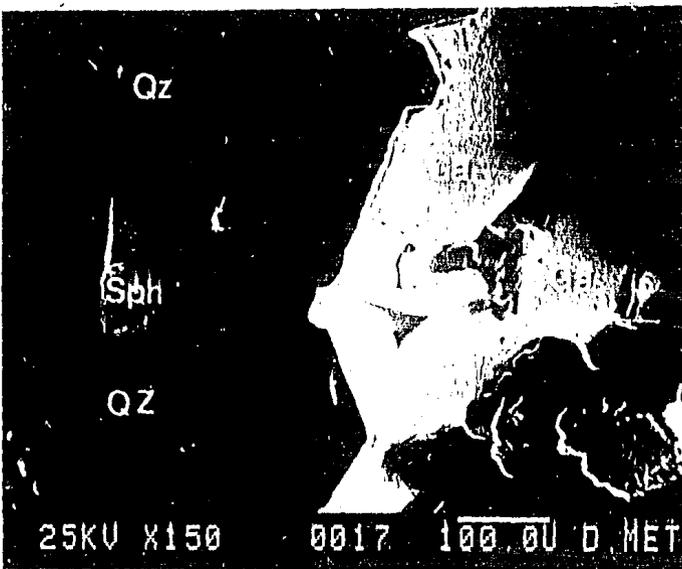


Foto #2 (Electrones secundarios). Minerografía presentando Galena (Ga), Cuarzo (Qz), Esfalerita (Sph). (Aumento 150X, Tamaño y escala - en micras - lo indica - la flecha).

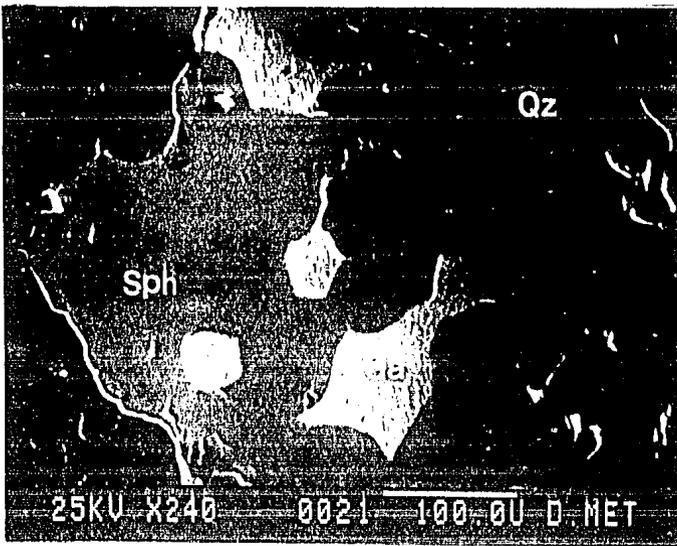


Foto #3 (Electrones secundarios). Mineragraffa que presenta Cuarzo (Qz), Esfalerita (Sph) y Galena (Ga), estos dos últimos en textura de recemplazamiento (Aumento 240X, Tamaño y escala - en micras - está indicado - en la flecha).

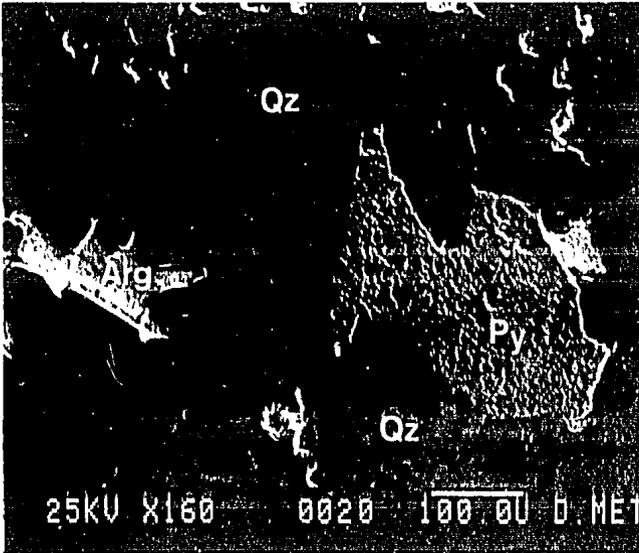


Foto #4 (Electrones secundarios). Aspecto mineragráfico que presenta Pirita (Py), Cuarzo (Qz) y Argentita (Arg), (Aumento 160X, Tamaño y escala - dada en micras lo indica la flecha).

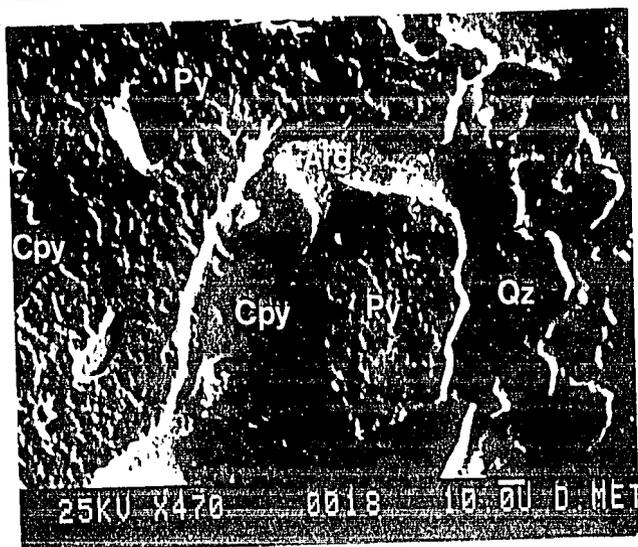


Foto #5 (Electrones secundarios). Aspecto de la minerografía que presenta Pirita (Py), Cuarzo (Qz), Calcopirita - (Cpy) y Argentita (Arg), estando estos dos últimos - con textura de remplazamiento (Aumento 470X. Tamaño y escala - en micras - lo indica la flecha).

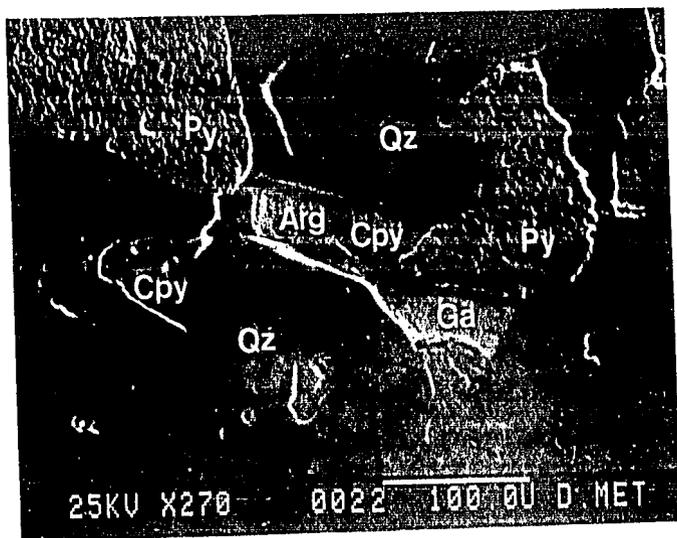


Foto #6 (Electrones secundarios). Minerografía que presenta Cuarzo (Qz), Pirita (Py), Galena (Gal), Calcopirita - (Cpy) y Argentita (Arg), en textura de remplazamiento (Aumento 270X, Tamaño y escala - en micras - se indica en la flecha).



Foto #7 (Electrones secundarios). Mineragrafía que presenta Argentita (Arg) y Cuarzo (Qz). (Aumento 180X. Tamaño y escala - en micras - lo indica la flecha).

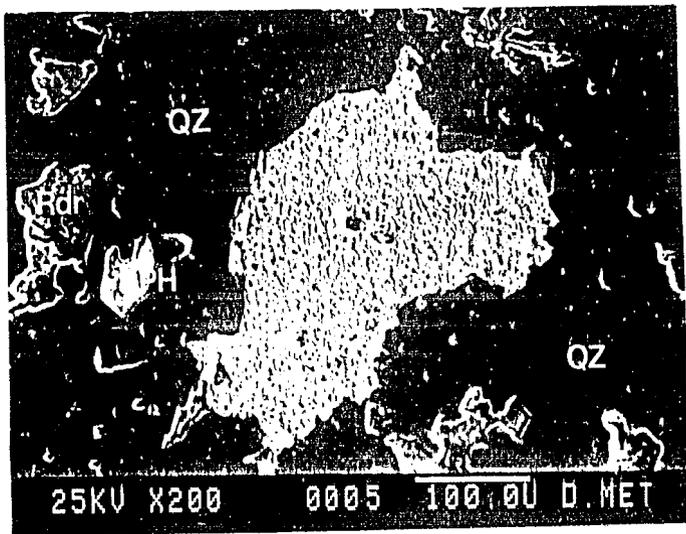


Foto #8 (Electrones secundarios). Mineragrafía que presenta Pirita (Py), Cuarzo (Qz) y Rodocrosita (Rdr) (Aumento 200X, el tamaño y la escala - dado en micras - lo indica la flecha).

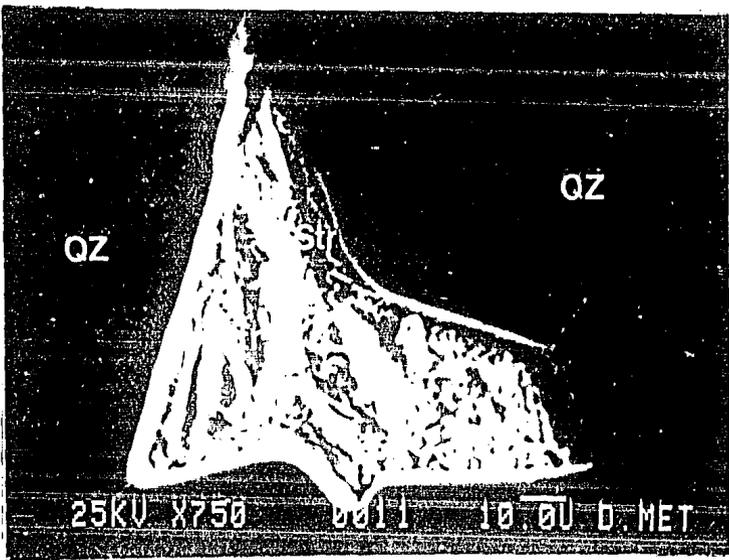
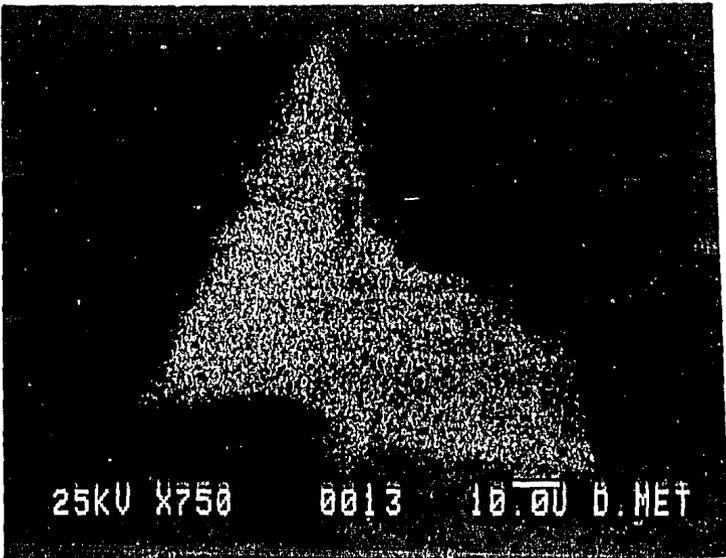


FOTO N.º 9

FOTO N.º 10



Minerografía que presenta un cristal de Estromeyerita (Str) en la parte central y rodeado de cuarzo (Foto #9). En la siguiente fotografía (foto-#10) se ve la distribución o mapeo de la plata en este mineral. En la fotografía #11 se ve la distribución del cobre en la Estromeyerita. (Aunent to 750X. Tamaño y escala - en micras - lo indica la flecha).

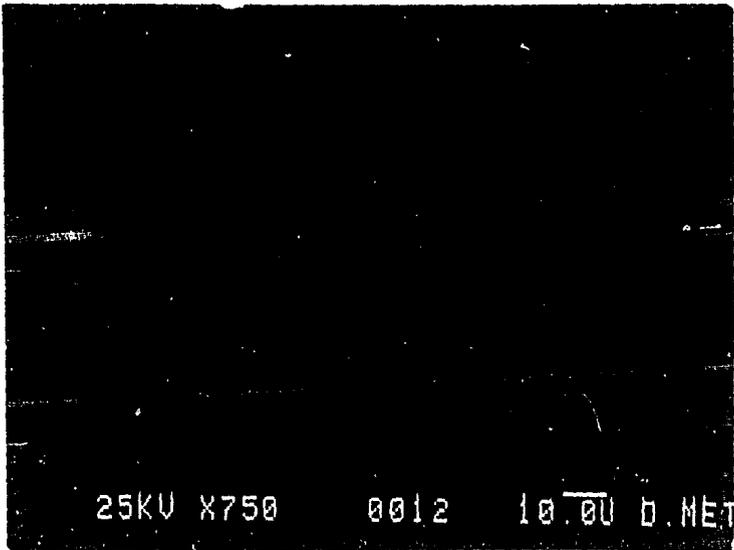


FOTO No. II

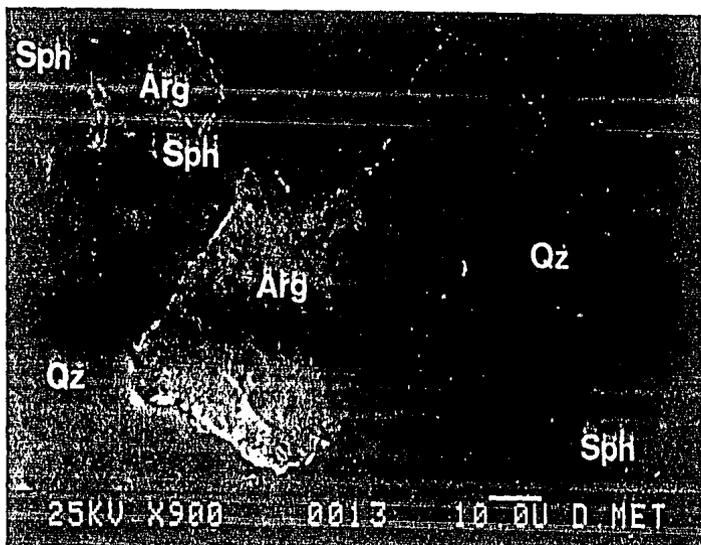


FOTO No. 12



FOTO No. 13

Minerografía de un cristal de argentita (Arg) y esfalerita (Sph) con textura de reemplazamiento (esto se puede ver en la parte superior izquierda). Además de estos dos minerales se presenta el Cuarzo (Qz). (Foto #12) En la fotografía #13 se puede notar el mapeo y la distribución de plata.- En la fotografía #14 se nota la distribución del Silicio. (Aumento 900X, - Tamaño y escala - en micras - lo indica la flecha).

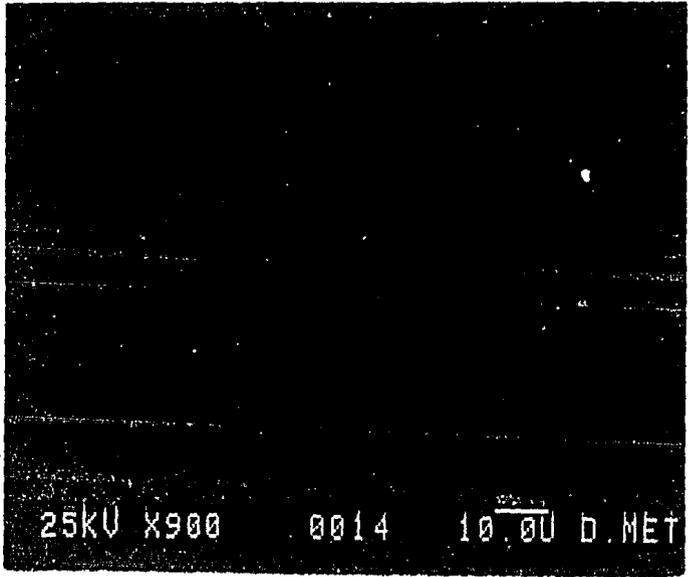
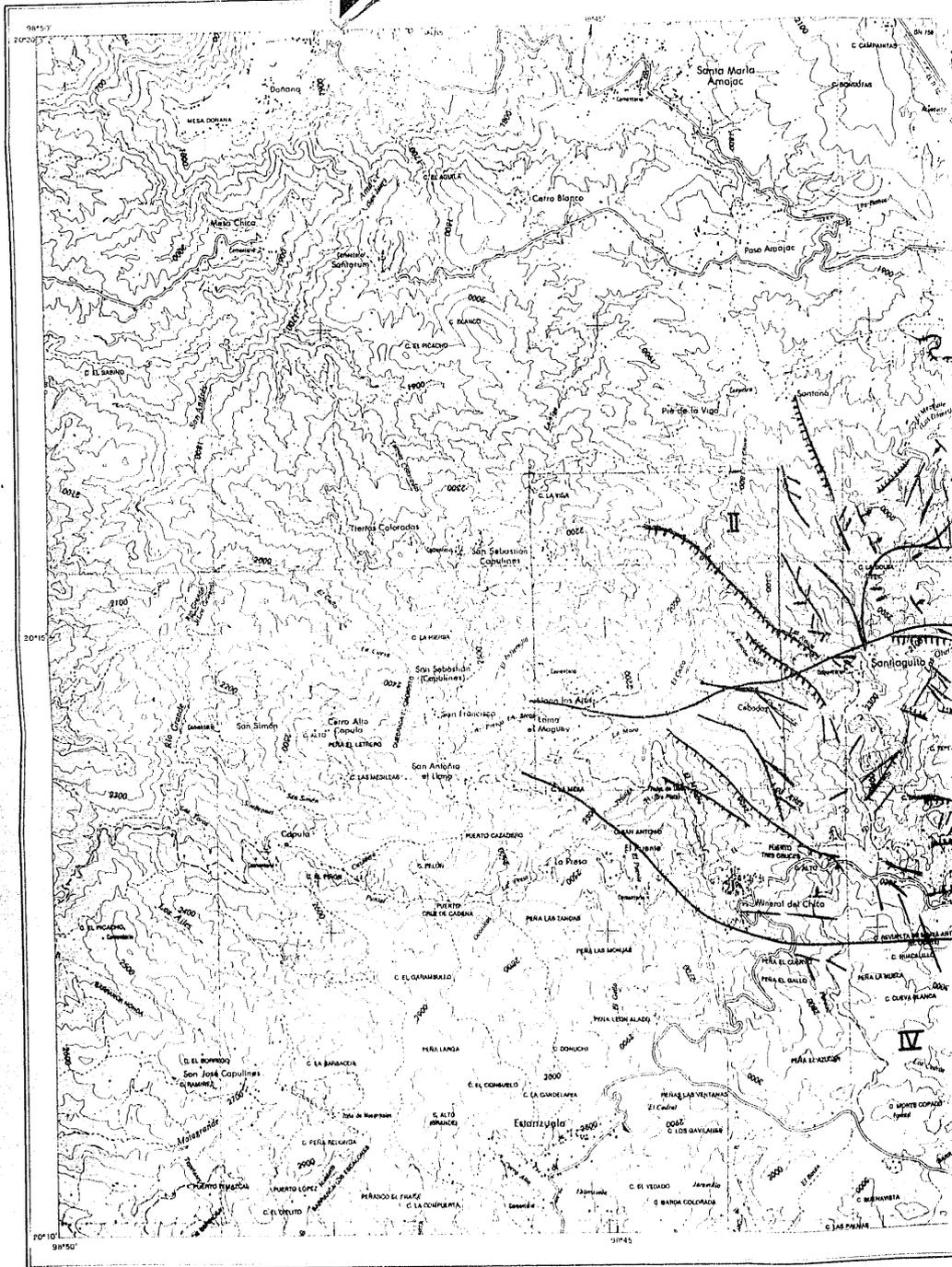


FOTO №. 14

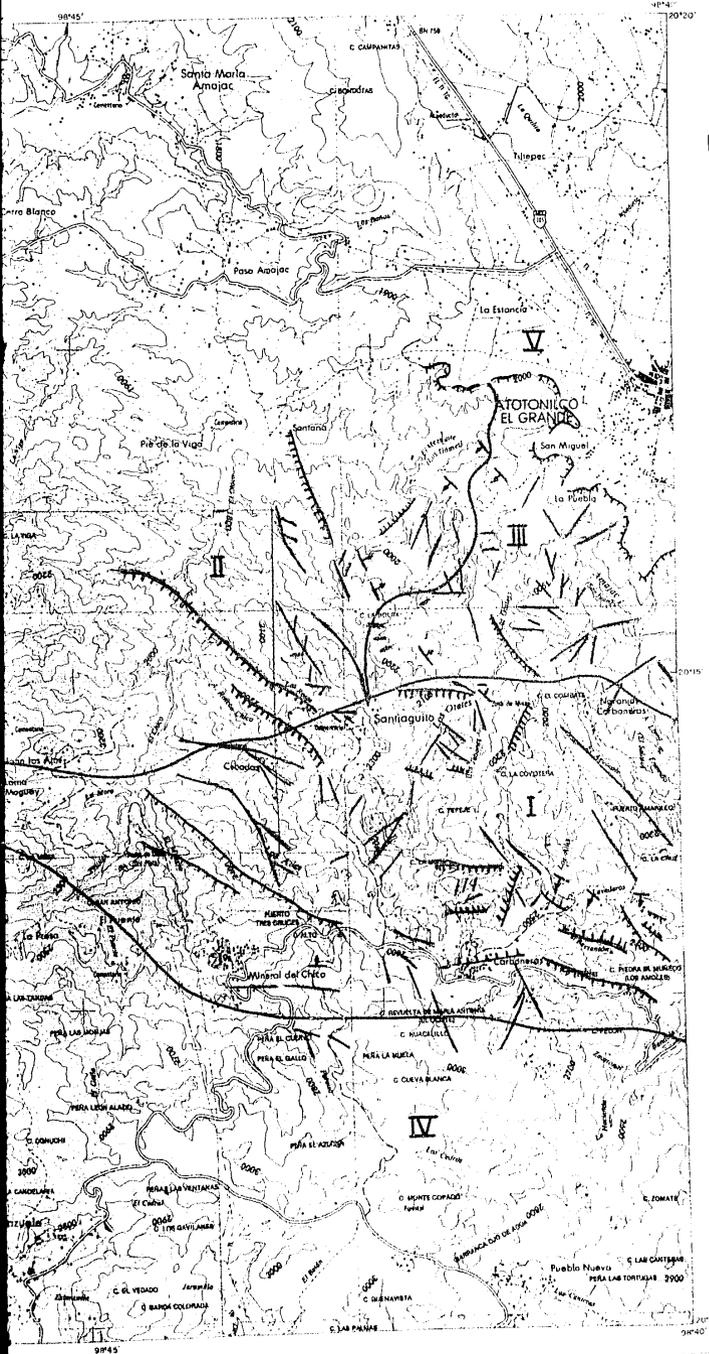
PLANOS E ILUSTRACIONES

CONTINUA

Fallas de origen



Fallas de origen



SIMBOLOGIA

GEOLOGICA

- ZONA DE MINAS U OBRA MINERA X
- CONTACTO GEOLOGICO /
- SUBYACIMIENTO O ACTITUD ESTRUCTURAL DE LAS ROCAS IGNEAS /
- FRACTURAS //
- FALLA NORMAL - - - - -
- ESCARPE ~ ~ ~ ~ ~

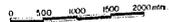
LITOLOGIA

- I ANDESITA
- II TOBA DACITICA, DACITA
- III TOBA ANDESITICA
- IV IGUMBRIITA
- V BASALTO

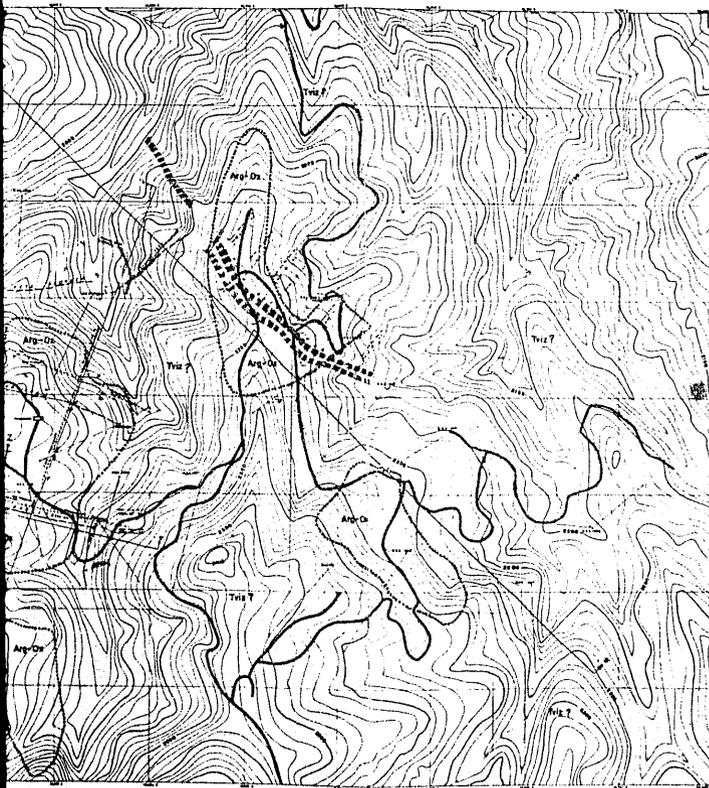
TOPOGRAFICA

- RRE O ARRILLO ESTACIONARIO - - - - -
- FOCALACION ■■■■
- MANCHEHA ∇
- CARRERA FAVIMENTADA - - - - -
- TERRACERIA ~ ~ ~ ~ ~
- CLAVAS DE NIVEL 2200

ESC. 1:50000



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	CIENCIAS DE LA TIERRA	
MAPIA FOTOGEOLOGICA DEL AREA		
MAH DE PLATA EDO DE VIGO		
TESIS PROFESIONAL		
H A RODRIGUEZ M	1986	PLANO No 1



EXPLICACION

- CURVAS DE NIVEL CADA 10 m.
- ARRIO
- PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO...
- CANAL
- CAMBAMENTO
- VETA
- ALTERACION SUPERFICIAL
- RUMBO Y ECHADO
- BARRENO DE DIAMANTE
- SOCAVON
- OBRA PROGRAMADA
- LINEA DE SECCION
- FORMACION VICINA
- ARGILITIZACION-OXIDACION
- X 1934 ULTIMA BARRENACION
- Z 1935



M E T R O S
 -50 0 50 100 150 200
 ESCALA GRAFICA

U.N.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA
	CIENCIAS DE LA TIERRA
PLANO TOPOGRAFICO- GEOLOGICO Y OBRA MINERA PROYECTO MAR DE PLATA EDO. DE HGO.	
TESIS PROFESIONAL	
H. A. RODRIGUEZ M.	19 86
PLANO Nº 2	

SECCION A - A' N 22° E

M.S.N.M

2350

2300

2250

2200

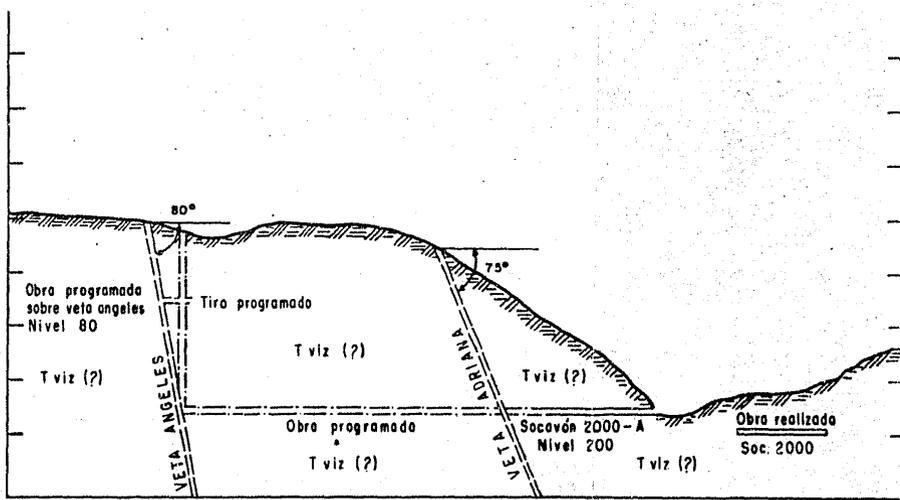
2150

2100

2050

2000

1950



A

SIMBOLOGIA

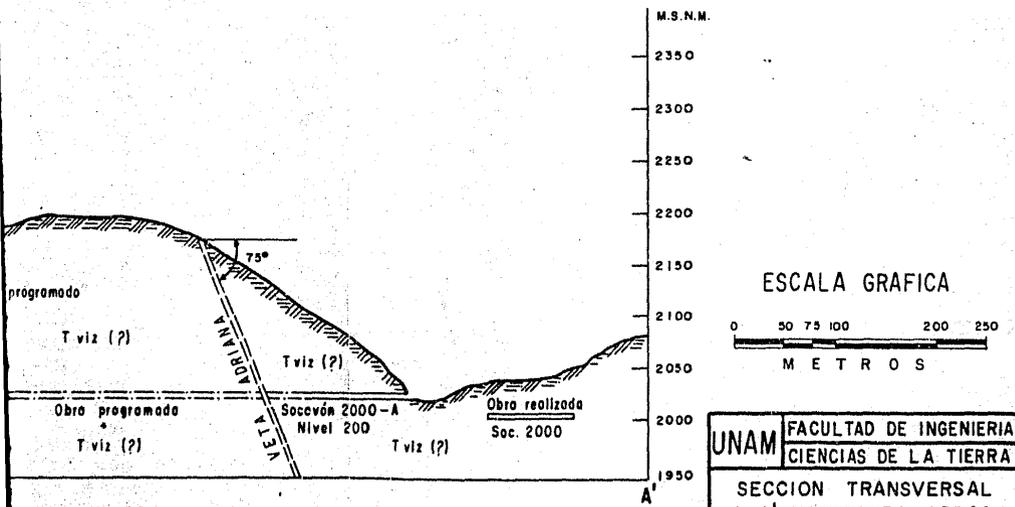
—— OBRA REALIZADA

—— OBRA Y TIRO PROGRAMADOS

▣ Tviz (?) FORMACION VIZCAINA

∇ 80° VETA

SECTION A-A' N 22° E

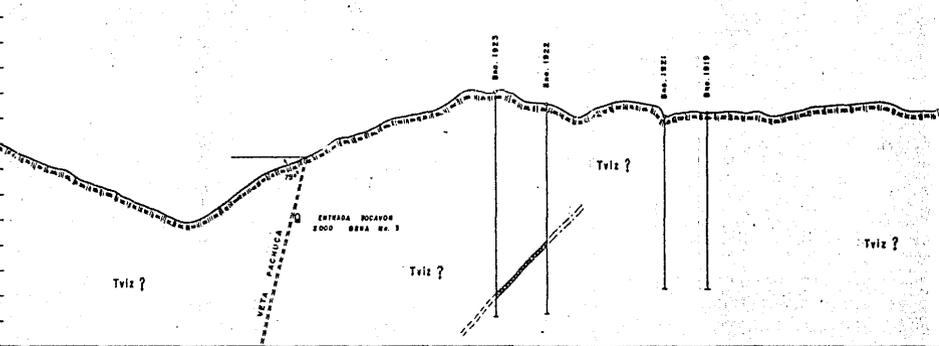
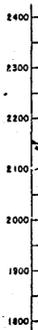


UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	CIENCIAS DE LA TIERRA
SECCION TRANSVERSAL A-A' MOSTRANDO OBRAS REALIZADAS Y PROGRAMADAS "PROYECTO MAR DE PLATA"	
TESIS PROFESIONAL	
Hector, A. Rodríguez M.	Plano Nº 3

1986

SECCION B-B' N 45° W

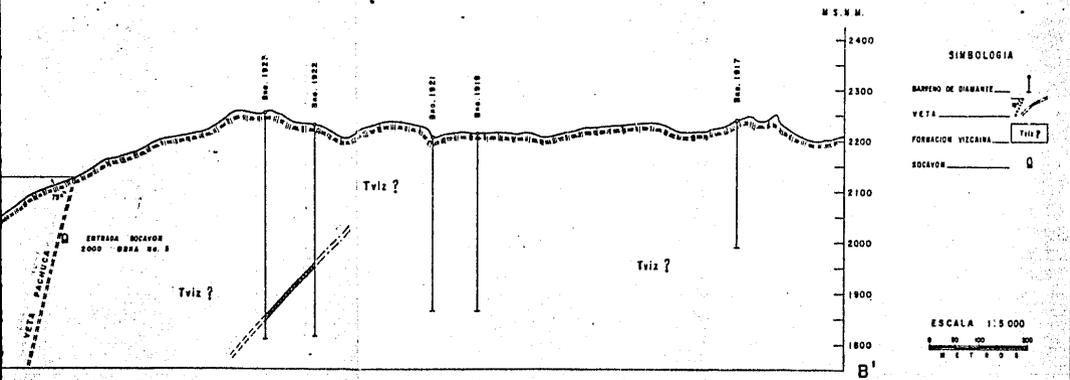
M.S.N.M.



B

BARRENO No.	ARCHO APROX. VETA (m)	Ag	As
		gr/ton	gr/ton
1923	10.00	112	0.1
1922	8.00	125	0.2

SECCION B-B' N 45° W



SIMBOLOGIA

BARRENO DE DIAMANTE

VETA

FORMACION VICIANA

SOCAYON

ESCALA 1:5 000

0 50 100 200 METROS

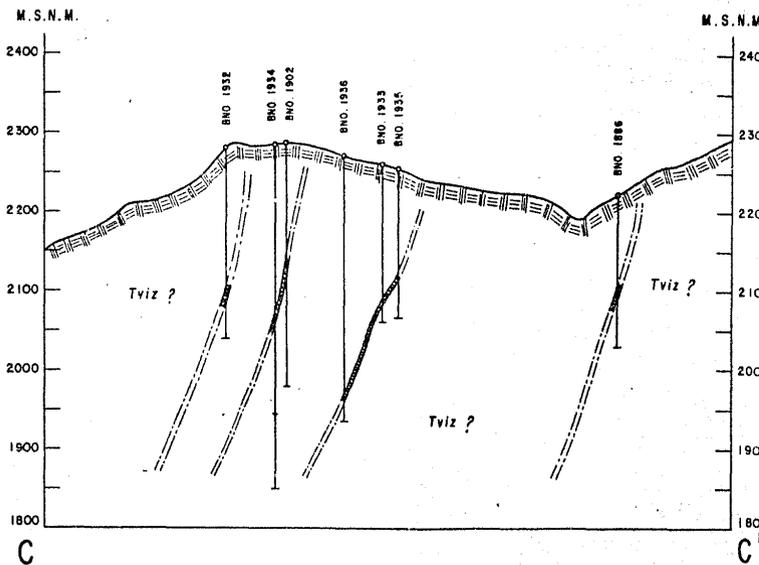
BARRENO No.	ANCHO APROX. VETA (m)	Ag (g)	As (g)
1923	10.00	112	0.1
1922	8.00	125	0.2

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
CIENCIAS DE LA TIERRA

SECCION TRANSVERSAL B-B'
MOSTRANDO LOS BARRENOS
No. 1923, 1922, 1921, 1919 y 1917

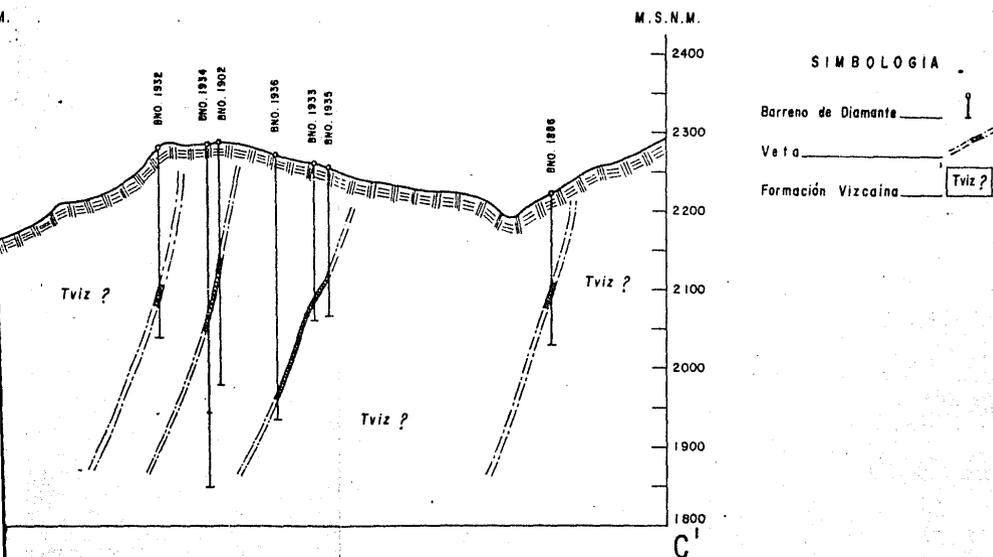
Ing. (FE) PROFESOR, 1996 PLANO No. 4

SECCION C-C' N 78° W



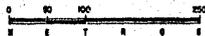
BARRENO No.	ANCHO APRQX. VETA (m)	Ag gs/ton	Au gs/ton
Bno. 1932	5.00	Tr	-
Bno. 1934	6.10	21-10	0.1
Bno. 1902	3.20	434-191	2.0-0.8
Bno. 1936	3.00	18-11	Tr
Bno. 1933	5.40	11-10	-
Bno. 1935	3.00	16-7	-
Bno. 1886	2.50	125	0.3

SECCION C-C' N 78° W

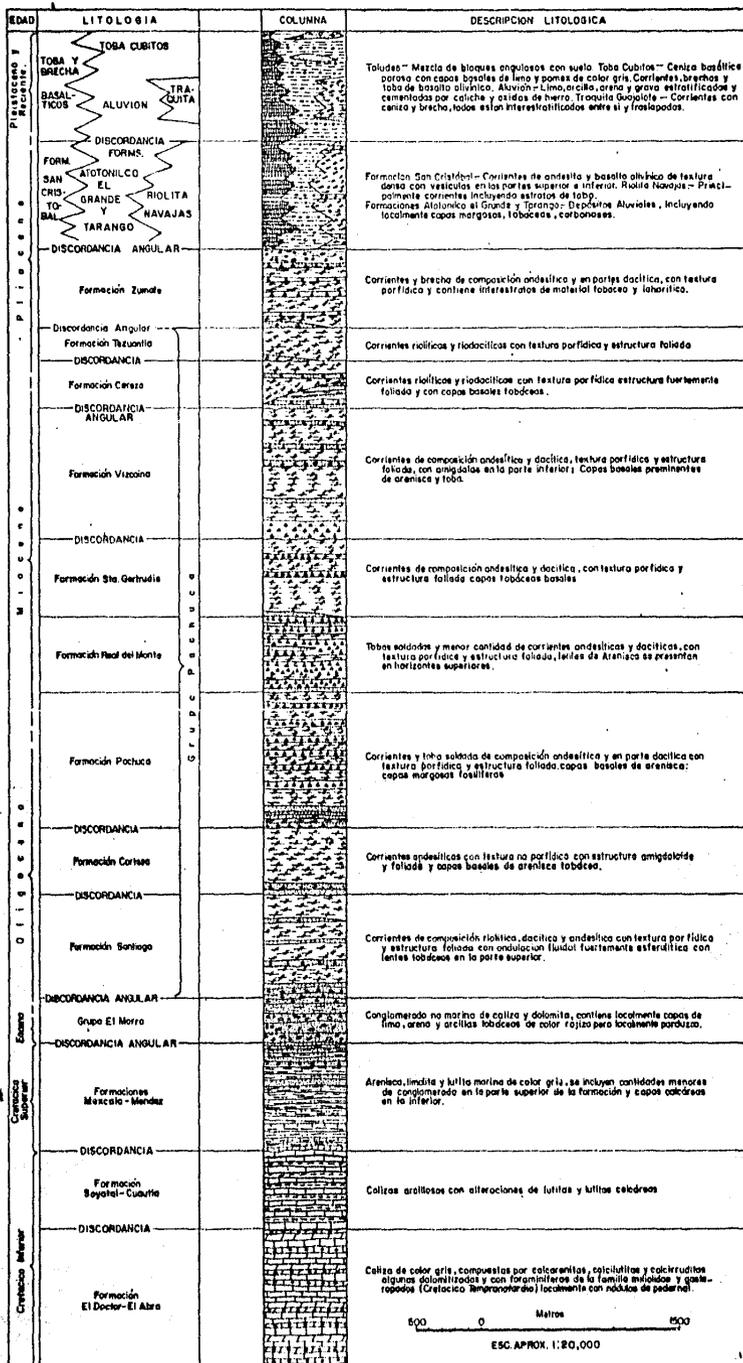


BARRENO No.	ANCHO APROX. VETA (m)	Ag gs/ton	Au gs/ton
Bno. 1932	5.00	Tr	-
Bno. 1934	6.10	21-10	0.1
Bno. 1902	3.20	434-191	2.0-0.8
Bno. 1936	3.00	18-11	Tr
Bno. 1933	5.40	11-10	-
Bno. 1935	3.00	16-7	-
Bno. 1886	2.50	125	0.3

ESCALA 1:5000



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	CIENCIAS DE LA TIERRA
SECCION TRANSVERSAL C-C'	
MOSTRANDO LOS BARRENOS DE	
DIAMANTE Nos. 1932, 1934, 1902, 1936,	
1933, 1935 y 1886.	
HECTOR RODRIGUEZ M.	TESIS PROFESIONAL 1986 PLANO N°5



Columna estratigráfica generalizada del Distrito Minero de Pachuca - Real del Monte y regiones circunvecinas.